

HET HOREN VAN BEJAARDEN

J. v. d. WAAL

J. VAN DER WAAL — HET HOREN VAN BEJAARDEN



HET HOREN VAN BEJAARDEN

Hearing in the aged

HET HOREN VAN BEJAARDEN

Hearing in the aged

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE LEIDEN, OP GEZAG VAN DE
RECTOR MAGNIFICUS DR. G. SEVENSTER, HOOGLERAAR
IN DE FACULTEIT DER GODGELEERDHEID, PUBLIEK
TE VERDEDIGEN OP WOENSDAG 28 MAART 1962
TE 16 UUR

DOOR

JACOB VAN DER WAAL

GEBOREN TE RIDDERKERK IN 1929

PROMOTOR: PROFESSOR DR. H. A. E. VAN DISHOECK

*Aan mijn Ouders
Aan Kitty*

Dit proefschrift is mede tot stand gekomen door apparatuur en financiële steun
van het Heinsius-Houbolt fonds.

INHOUD

INLEIDING	1
HOOFDSTUK I Gehoorvermindering van bejaarden: anatomie en genese	
§ 1 Het anatomisch beeld bij presbyacusis	5
§ 2 Genese van de presbyacusis	8
§ 3 Gehoorvermindering van bejaarden door andere oorzaken	12
§ 4 De inwerking van lawaai op het gehoororgaan en het ouderworden	13
HOOFDSTUK II Toondrempelaudiometrie bij bejaarden	
§ 1 Het toondrempelaudiogram bij presbyacusis	21
§ 2 Het toondrempelaudiogram bij bejaarden, hard- horend door andere oorzaken	29
§ 3 Het toondrempelaudiogram bij gehoorverlies door lawaai-inwerking en het ouderworden	36
HOOFDSTUK III Symptomatologie van de ouderdoms- hardhorendheid	
§ 1 Vermindering van de spraakverstaanvaardigheid ...	48
§ 2 Het regressiefenomeen	65
§ 3 Oorsuizen	70
HOOFDSTUK IV Therapeutische mogelijkheden	
§ 1 Medikamenteuze therapie	74
§ 2 Gehoorrevalidatie met behulp van een hoortoestel	79
SAMENVATTING	87
SUMMARY	93
RESUMÉ	98
ZUSAMMENFASSUNG	100
RESUMEN	102
LITERATUUR	104

INLEIDING

Door het sterk toenemen van het aantal bejaarden krijgt de zorg voor deze bevolkingsgroep steeds meer de aandacht. De ontwikkeling van gerontologie en geriatrie wordt door deze toename gestimuleerd en wij zien dan ook, dat genoemde wetenschappen een aparte plaats in het medisch denken en handelen in gaan nemen.

Het bejaard worden kan men beschouwen als het aanbreken van de leeftijdsfase, waarin de verschijnselen van het senium aan het licht treden; deze periode kan individueel zeer verschillend zijn. Arbitrair wordt wel de leeftijd van 65 jaar genomen, die in Nederland samenvalt met de pensioengerechtigde leeftijd.

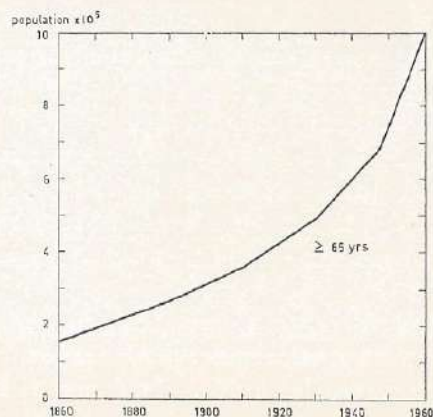
Het totaal aantal bejaarden in Nederland is in de laatste honderd jaar ongeveer verzesvoudigd; in 1959 werd het miljoen overschreden (figuur 1). Niet alleen is het totaal aantal bejaarden sterk toegenomen, maar ook groeide het percentage bejaarden van de bevolking met 4% (figuur 2). De te verwachten levensduur steeg van ongeveer 38 jaar in 1860 tot ongeveer 73 jaar in 1960.

Evenals van vele andere organen gaat het ouder worden van het gehoororgaan gepaard met veranderingen in structuur en functie. Vaak worden de veranderingen van het gezichtsorgaan en het gehoororgaan naast elkaar gesteld. Men spreekt van resp. presbyopie en presbyacusic ($\pi\rho\epsilon\sigma\beta\upsilon\varsigma$ = grijsaard). Mayer (1919) meende zelfs een analogie in de oorzaak van deze twee processen te kunnen aannemen, n.l. verstarring van de lens als oorzaak van presbyopie en verstarring van de basilaarmembraan in het binnenoor als oorzaak van presbyacusic; deze laatste bewering is thans niet meer houdbaar.

In de vorige eeuw wees onze landgenoot Guye reeds op het feit, dat ouderen een horloge minder goed horen tikken dan jongeren, terwijl Wolf een verminderd gehoor voor hoge sisklanken bij bejaarden opmerkte. Vierordt gaf aan, dat kinderen zwakke en hoge geluiden horen die aan volwassenen ontgaan.

Zwaardemaker deed als eerste in 1890 een wetenschappelijke mededeling omtrent wat hij noemde „Een wet van ons gehoor: Verlies der hoogste tonen van den toonladder met den leeftijd”. Naast dit verlies van hoge tonen is er tevens een stijgen van de gehoordrempel in het hoorbare frekwentiegebied aan de discantzijde.

Een mogelijk nog belangrijker faktor is het verminderen van de spraakverstaanbaarheid op latere leeftijd. Berust de gehoordrem-



Figuur 1. Toename van het aantal bejaarden in Nederland gedurende de laatste eeuw (ongeveer verzesvoudigd). Naar gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (1924, 1933, 1954, 1960).

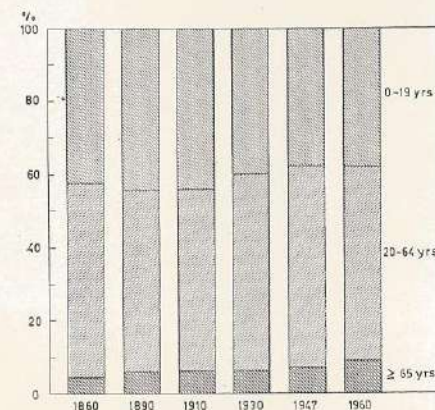
Increase in the number of aged persons in the Netherlands during the past century (approximately increased sixfold).

pelverhoging voornamelijk op veranderingen in het perifere gehoororgaan, de verminderde spraakverstaanbaarheid zou mede het gevolg zijn van veranderingen in de centrale gehoorbanen.

Hardhorendheid en doofheid komen in alle leeftijdsgroepen voor. Onder adolescenten wordt het percentage gehandicapten geschat op 1-5% (Wilkins 1950, Bentzen en Jernes 1955, Dissevelt en medewerkers 1960), onder personen van middelbare leeftijd op 5-20% (Wilkins 1950, Bentzen en Jernes 1955). Bij deze als het ware in de ouderdom meegebrachte hardhorendheid komt nog de drempelverhoging tengevolge van het ouder worden zelf, die na ongeveer 60 jaar belangrijk kan worden voor het spraakgehoor. Tevens zal

door ziekte, intoxicatie e.d. op hogere leeftijd het gehoor nog verder kunnen afnemen.

Een andere oorzaak van gehoorvermindering, die een speciale bespreking wettigt omdat een groot deel van de tegenwoordige bevolking eraan blootstaat, is de inwerking van geluid van hoge intensiteit. In de laatste halve eeuw is deze faktor steeds belangrijker geworden. Vooral voor de eventuele toekenning van een geldelijke compensatie voor een door lawaai beschadigd gehoororgaan is de



Figuur 2. Toename van het percentage bejaarden van de bevolking van Nederland gedurende de laatste eeuw (van 4.9% tot 8.9%). Naar gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (1924, 1933, 1954, 1960).

Increase in the number of aged persons in the population of the Netherlands during the past century (from 4.9 percent to 8.9 percent).

differentiatie tussen gehoorverlies tengevolge van lawaai-inwerking en dat tengevolge van het ouder worden, hoe moeilijk ook vast te stellen, een eerste vereiste.

Tengevolge van al deze factoren blijkt ongeveer 26% van de bejaarden in ons land hardhorend of doof te zijn (Van Zonneveld 1961).

Parallel met het groter wordend aantal bejaarden neemt ook het sociale probleem van deze minder goed horende bevolkingsgroep toe. Bij het contact met de medemens neemt immers het verbale gedeelte een belangrijke plaats in. Wanneer de gehoorfunctie van een bejaarde dusdanig verminderd is, dat een belemmering ontstaat

van het onderling kontakt, zal hij zich uit het sociale leven terugtrekken, wat vooral voor de in aanleg extroverte personen een beproeving is.

Op grond van gegevens uit de literatuur en eigen onderzoeken zullen wij in de volgende hoofdstukken de verschillende facetten van het horen bij bejaarden en het verband met vroegere ooraandoeningen, vooral met het akoestisch trauma, belichten.

HOOFDSTUK I

GEHOORVERMINDERING VAN BEJAARDEN: ANATOMIE EN GENESE

Gehoorvermindering van bejaarden is naar genese in te delen in twee groepen:

- 1) presbyacsis sensu strictiori, gezien als fysiologische gehoorvermindering van het ouder wordend individu en
- 2) gehoorvermindering waarbij naast de zuivere presbyacsis nog andere factoren een rol spelen.

Otto Mayer (1919) definieerde presbyacsis aldus: „die bei jedem Menschen auftretende, durch das Altern selbst hervorgerufene Schwerhörigkeit“. Deze definitie wordt momenteel nog algemeen aanvaard (Döderlein 1938, Agazzi en Vago 1950, Schuknecht 1955, Pestalozza en Shore 1955, Fleischer 1956, Pialoux 1958 e.a.).

§ 1. Het anatomisch beeld bij presbyacsis

Algemeen bekend als ouderdomsverschijnsel is de ringvormige kalkafzetting in het trommelvlies, beginnend aan de rand, de zo genoemde arcus senilis. Tevens neemt op hogere leeftijd het aantal elastische vezels in het trommelvlies duidelijk af; er komt bindweefsel voor in de plaats, waardoor het trommelvlies scleroseert (Zanzucchi 1958) en een dof grijze kleur krijgt.

De gehoorbeentjes worden osteoporotisch en de gewrichtsvlakjes tonen vaak een degeneratie, waardoor er een zekere rigiditeit van de gehoorbeenketen ontstaan kan. Een sclerosering van het ligamentum annulare baseos stapedis zou volgens Pialoux (1958) de beweging van de stapes kunnen belemmeren. Uit de studie van Crowe, Guild en Polvogt (1934) blijkt echter, dat er bij de door hen onderzochte ossa temporales van oude personen die geen midden-

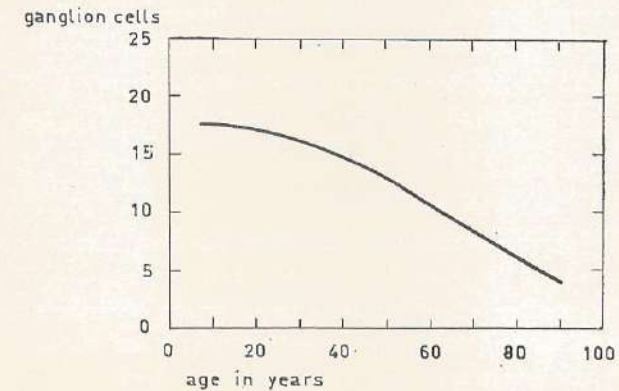
ooraandoeningen doormaakten, in het algemeen geen duidelijke pathologische afwijkingen in het foramen-ovalegebied te vinden waren. Wel vonden zij enkele malen exostosen, doch deze leken de beweeglijkheid van de stapes niet te storen. De stapesbeweeglijkheid op oudere leeftijd blijkt, in tegenstelling tot de inter-ossale beweeglijkheid, in het algemeen nog goed te zijn. De spiertjes die aan de gehoorbeenketen insereren (musculus tensor tympani en musculus stapedius), toonden bij oude personen een duidelijke atrofie (Covell 1952), doch voor het horen zal dit weinig of geen betekenis hebben. Wel mogelijk is, dat door de atrofie de dempingsfaktor van het middenoor bij harde geluiden minder zal worden. Daar deze een zekere bescherming zou bieden aan het binnenoor voor wat betreft harde geluiden (Takahashi 1954, Perlman 1960, Simmons 1960, Fletcher en Riopello 1960), is het mogelijk, dat de beschermende werking bij oudere personen minder zal worden.

Presbycusis komt in het toondrempelaudiogram tot uiting in een drempelverhoging voor de hoge frekwenties. Een vermeerderde rigiditeit van het geleidingsmechanisme zal echter de geleiding van de hoge frekwenties niet belemmeren, zodat deze als oorzaak van het gehoorverlies aan de discantzijde van de toonschaal kan worden uitgesloten. Bovendien wordt bij presbycusis hoofdzakelijk een drempelverhoging van het perceptietype gemeten, waarbij de geleiding ongestoord is.

Aanvankelijk werd aangenomen, dat presbycusis het gevolg was van een rigiditeit van de membrana basilaris in het basale gedeelte van de cochlea tengevolge van verdikking en kalkafzetting (Mayer 1919, Lederer 1926, Covell 1952). Andere auteurs als Crowe, Guild en Polvogt (1934), Von Fieandt en Saxén (1937), Fleischer (1956) en recent ook Jørgensen (1961), die ossa temporales van bejaarden onderzochten, vonden echter geen duidelijke verdikking, terwijl ook hyalinisering of verkalking in de basilaïrmembraan niet aanwezig waren.

De huidige opvatting is, dat de veranderingen in de cochlea bij presbycusis voornamelijk gevonden worden in het ganglion spirale; er treedt een numerieke atrofie van zenuwcellen en hun vezels op en wel beginnend aan het basale einde van de canalis spiralis modioli, waarin zich het ganglion bevindt (Jaehne 1914, Crowe, Guild en Polvogt 1934, Von Fieandt en Saxén 1937, Schuknecht

1955, Fleischer 1956 en Jørgensen 1961). Deze afname van zenuwcellen wordt groter met de leeftijd (figuur 3). Naast deze atrofie van zenuwcellen vindt men ongeveer in één derde der gevallen, ook bij jonge personen, een verandering van het orgaan van Corti („Abflachung“, „epithelial atrophy“) meest zonder duidelijke voorkeursplaats (Fleischer 1956, Jørgensen 1961). In enkele gevallen is deze atrofie gelokaliseerd in de basale winding (Von Fieandt en Saxén



Figuur 3. Het aantal zenuwcellen in het basale gedeelte van de canalis spiralis modioli als functie van de leeftijd. Langs de ordinaat is het aantal cellen per gezichtsveld bij een vergroting van 1350 maal aangegeven. Naar gegevens van Fleischer (1956).

The number of nerve cells in the basal part of the spiral ganglion as a function of age. Along the ordinate the number of cells per visual field at mag. $\times 1350$ has been plotted.

1937, Schuknecht 1955, Fleischer 1956). Crowe, Guild en Polvogt en ook Schuknecht vonden bij personen met genoemde atrofie van het orgaan van Corti van de basale winding in leven een toondrempelcurve van het abrupt dalende type naar de discantzijde van het audiogram. Bij oudere personen die in leven een geleidelijk dalende curve toonden, welk type bij zuivere presbycusis voorkomt, vonden Crowe, Guild en Polvogt bijna steeds alleen een atrofie van ganglioncellen met een goed behouden orgaan van Corti.

De beschreven atrofie van het orgaan van Corti moet men volgens Von Fieandt en Saxén (1937), en Fleischer (1956) geheel los zien van de ganglion spirale atrofie als fysiologische verandering van

het gehoororgaan bij het ouderworden. De atrofie van het orgaan van Corti aan het basale einde van de basilaarmembraan is mogelijk het gevolg van vroeger doorgemaakte labyrintbeschadiging door otitis media of als gevolg van de door Von Fieandt en Saxén zo genoemde „angio-sclerotische binnenoordegeneratie”.

De laatste jaren wordt op grond van audiometrische gegevens aangenomen, dat bij bejaarden niet alleen afwijkingen optreden in het perifere gehoororgaan, maar ook veranderingen in de centrale gehoorbanen (Bocca en Calearo 1956, Matzker 1958, Maspétiol, Semette en Mathieu 1960). Sporleder gaf deze mogelijkheid reeds in 1899 aan. Vergelijkende neuro-anatomische onderzoeken van het centraal akoestisch systeem van jonge en oude personen zijn echter, zover ons bekend, niet verricht.

§ 2. Genese van de presbycusis

Over de oorzaak van de veranderingen in de perifere en centrale gehoorbanen zoals deze bij presbycusis voorkomen, lopen de meningen van de verschillende auteurs uiteen. De meesten geven wel een verklaring voor de veranderingen van het perifere gehoororgaan, maar gaan niet in op de veranderingen van de centrale gehoorbanen, alhoewel men beide toch als één geheel moet beschouwen. Uit anatomische en audiometrische onderzoeken blijkt, dat de genoemde veranderingen in het perifere gehoororgaan reeds op jonge leeftijd worden gevonden, terwijl in tests die betrekking hebben op de centrale gehoorbanen, na het 30-60^e jaar afwijkingen gekonstateerd worden.

Arteriosclerose, die vaak als oorzaak van presbycusis wordt aangegeven, zal op de leeftijd van 30 jaar nauwelijks enige betekenis hebben. Deze mening wordt gesteund door de onderzoeken van Bosotra (1956), die de arteria auditiva interna onderzocht heeft vanaf de geboorte tot op hoge leeftijd. Deze arteria bleek eigenlijk zelden tekenen van arteriosclerose te tonen, ook niet als er een duidelijke arteriosclerose van andere vaten gevonden werd (Riesco-MacClure 1948).

Analoog vonden Crowe, Guild en Polvogt (1934) de arteria auditiva interna bij bejaarden merkwaardig goed gekonserveerd. Von Fieandt en Saxén (1937) zijn de enige onderzoekers, die enkele malen geringe sclerotische veranderingen aantroffen in de vaten die het labyrint verzorgen, echter in zeer wisselende mate. De capillairen

van de stria vascularis toonden op oudere leeftijd in geringe mate verdikte wanden. Een duidelijke korrelatie met afwijkingen van het orgaan van Corti kon niet worden vastgesteld (Jørgensen 1961). Aan de intraneurale bloedvaten werden geen afwijkingen gezien.

Šercer en Krmpotić (1958) vonden een hyperostosis van de fundus van de inwendige gehoorgang, toenemend met de leeftijd. De hyperostose had een afname tengevolge van het aantal foramina van de tractus spiralis foraminosis, beginnend aan het basale einde. Deze vermindering van het aantal foramina werd reeds op jonge leeftijd gevonden. Volgens auteurs zouden door deze hyperostose de centrale zenuwvezels van het ganglion spirale in de klem komen en degenereren, wat atrofie van het gehele ganglion tengevolge zou hebben. Men moet zich echter afvragen of een degeneratie van de zenuwtakjes door andere oorzaken, gevolgd door een vernauwing van de foramina, niet aannemelijker lijkt. Auteurs hebben immers de „in de klem zittende” vezels niet waargenomen.

Een recente en interessante hypotese is, dat de veranderingen in het basale einde van de cochlea bij presbycusis veroorzaakt worden door het voortdurend inwerken van geluid op het gehoororgaan (Hilding 1953, Jatho en Heck 1959). In § 4 van dit hoofdstuk zal op deze, ons inziens onwaarschijnlijke hypotese nader worden ingegaan.

Geen van bovengenoemde verklaringen spreekt over veranderingen in de centrale gehoorbanen. Hinchcliffe (1958) ging daarentegen zover, de voor de presbycusis karakteristieke drempelverhoging van de hoge tonen geheel toe te schrijven aan subcorticale veranderingen in het centrale zenuwstelsel. Deze hypotese gaat waarschijnlijk te ver, alhoewel op grond van allerlei onderzoeken mag worden aangenomen, dat er wel degelijk afwijkingen in de centrale gehoorbanen op oudere leeftijd optreden. Deze zou men kunnen verklaren uit de reeds op jonge leeftijd beginnende atrofie van zenuwcellen in het gehele centrale zenuwstelsel. Uit experimenten van Maspétiol, Semette en Mathieu (1960) bleek echter, dat de funktionele veranderingen in de centrale gehoorbanen bij bejaarden veel groter waren dan in de optische banen. Mogelijk treden de veranderingen in de centrale gehoorbanen bij het ouder worden sterker en eerder op dan in andere zenuwbanen.

Neuberger (1954) veronderstelde op grond van het feit, dat bij de congenitale binnenoordoofteden en bij presbycusis steeds eerst

de hoogste tonen worden aangedaan, dat de hogetonenperceptie fylogenetisch gezien het jongste is en daarom bij allerlei aandoe-ningen het eerste zou uitvallen. Dit zien wij ook bij gehoorvermin-dering door streptomycine en andere ototoxische stoffen. Inderdaad is deze fylogenetische hypotese, wat presbycusis betreft, ook vergelijkend neuro-anatomisch te verdedigen en blijkt veel aantrek-keijks te bezitten. Om deze gedachtegang te doen volgen is een korte uiteenzetting van de fylogenie van de cochlea en nervus cochlearis hier gewenst.

Bij amfibieën, de eerste dieren die, fylogenetisch gezien op het land leefden, ontwikkelde zich een gehoororgaan, aangepast aan het nieuwe milieu: lucht. Bij deze dieren vormde zich uit de sacculus een geluid percipiërend orgaan: de papilla basilaris, voorloper van de membrana basilaris met het orgaan van Corti. Bij vergelijkend ana-tomisch onderzoek van de cochlea van de mammalia: mens-kat-muis-vleermuis-walvis (Reysenbach-de Haan 1957) bleek de struk-tuur van de basilaïrmembraan bij vleermuis en walvis en, in mindere mate, bij de muis, grote overeenkomst te tonen. De normale structuurverschillen van de basilaïrmembraan die men bij de cochlea van zoogdieren van apicaal naar basaal vindt, zijn bij deze dieren tot in het extreme doorgevoerd. Het orgaan van Corti is basaal zo klein en licht mogelijk gehouden en gelegen op een zo kort mogelijke en stugge membrana basilaris. Door deze stijve ophanging is het mogelijk zeer hoge frekwenties te percipiëren. Zo is de cochlea van de vleermuis het meest gevoelig voor frekwenties rond 50.000 Hz; mogelijk kunnen zelfs frekwenties van meer dan 120.000 Hz nog gepercipieerd worden. Walvissen gaan waarschijnlijk tot nog hogere frekwenties. Muis en kat kunnen resp. 90.000 Hz en 50.000 Hz nog horen terwijl de mens de rij sluit met 16-23.000 Hz. Dit verschil in hogetonengrens uit zich ook in het perifere en centrale cochleaire zenuwbanensysteem. Sinds de neuro-anatomische studies van Lo-rente de Nó (1933) en Lewy en Kobrak (1936) weten wij, dat de zenuwvezels van de basale winding (hoge tonen) voornamelijk eindigen in de ventrale cochleariskernen, terwijl die van de apicaal gelegen winding (lage tonen) meer doorlopen naar de dorsale cochleariskern. Ook recente neuro-fysiologische experimenten steu-nen deze opvatting (Rose, Galambos en Hughes 1959). De ventrale cochleariskernen zijn een belangrijk tussenstation bij het percipiëren

van hoge tonen, de dorsale kernen van lagere tonen.

De evolutie van de nervus cochlearis en cochleariskernen beschrijft Ariëns Kappers (1929) als volgt: Bij de amfibieën is de ramus cochlea-ri van de nervus octavus in vergelijking met de ramus vestibularis erg dun; bij reptielen en vogels is de ramus cochlearis dikker, terwijl deze bij sommige roofdieren zelfs dikker is dan de ramus vestibularis. Deze toename in cochlearis-zenuwvezels heeft een verandering in grootte en ligging van de cochleariskernen in de medulla tot gevolg. De ramus cochlearis van reptielen en vogels eindigt in twee dorsaal in de medulla oblongata gelegen kernen: de nucleus magnocellularis en de nucleus angularis. Bij zoogdieren nemen deze kernen in grootte toe en veranderen van ligging, vooral de nucleus magno-cellularis. De nucleus angularis breidt zich voornamelijk lateraal uit en vormt zo het tuberculum acusticum (dorsale cochleariskern). De nucleus magnocellularis verplaatst zich in de richting van de binnen-komende cochlearisvezels (ventrale cochleariskernen). Bij z.g. makro-akoestische dieren bolt deze kern buiten de medulla uit. Bij vleermuis en walvis, die vooral geluid van zeer hoge frekwenties percipiëren, zien wij dit ventrale kernensysteem tot ongekende hoogte ontwikkeld.

Bij de mens zijn de dorsale en ventrale cochleariskernen ongeveer even groot. De dorsale kern is gelamelleerd en zeer rijk gevasculari-seerd; volgens Lorente de Nó (1933) is het de primaire kern in het cen-trale zenuwstelsel met de hoogste differentiatie. Deze kern zal vooral vezels van de apicale en middelste winding van de cochlea ontvangen, die voor het spraakgehoor het belangrijkste zijn. De ventrale cochlea-riskern is niet gelamelleerd en is fylogenetisch te beschouwen als een deel van een geregredeerd systeem, dat bij vleermuis en walvis zijn hoogste graad van ontwikkeling bereikt. Het hogetonensysteem is bij de mens als rudimentair te beschouwen, evenals dit met de reuk het geval is. Daar het blijkt, dat reeds in de eerste decennia een achteruitgang van de hogetonenperceptie en een vermindering van ganglioncellen in de basale winding optreedt, kan men op aanne-melijke wijze deze ontwikkeling gelijkstellen met het gedurende het leven verder regrediëren van het hogetonensysteem.

Het mogelijk sterker optreden van veranderingen in de centrale auditieve zenuwbanen dan in de rest van het centrale zenuwstelsel zou een gevolg kunnen zijn van een mindere resistentie van het fylogenetisch zeer jonge akoestische systeem.

§ 3. Gehoorvermindering van bejaarden door andere oorzaken

Andere oorzaken van gehoorvermindering betreffen allereerst de belangrijke groep bejaarden die op jongere leeftijd een middenooraandoening doormaakten met als gevolg afwijkingen in het geluid geleidend gedeelte van het gehoororgaan, zoals trommelveesperforatie, onderbreking van de gehoorbeentketen, vergroeiingen in het middenoor etc. Minder frekvent komen voor de geleidingsstoornissen tengevolge van otosclerose, trauma en misvormingen. Het geleidingsverlies dat door deze aandoeningen is ontstaan, zal bij bejaarden meestal onveranderd aanwezig blijven; daarop superponeert zich de presbycusis.

Een aangeboren of op jonge leeftijd verkregen perceptiehardhorendheid heeft soms de neiging om met het ouderworden te progrediëren. Andere daarentegen zoals de acute doofheid en de hardhorendheid tengevolge van labyrinthitis of intoxicatie blijven konstant. Ook een bestaand akoestisch trauma zal niet toenemen bij het ouderworden, als het traumatiserend lawaai is geëlimineerd.

Hoe gedraagt zich nu het gehoororgaan bij een van de belangrijkste aandoeningen van de ouderdom, n.l. bij aandoening van het bloedvaatstelsel? Uit gegevens in de literatuur blijkt, dat bij oudere personen met duidelijke hypertensie of arteriosclerose geen significant verschillend gehoorverlies voor zuivere tonen gevonden is in vergelijking met personen van dezelfde leeftijd zonder duidelijke hypertensie of arteriosclerose (Bunch 1931, Johansen 1943, Favre 1946, Pestalozza en Shore 1955). Zoals bij de bespreking van de genese van de presbycusis reeds is gebleken, is arteriosclerose als oorzaak van presbycusis dan ook niet aanvaardbaar. Dit sluit echter niet uit, dat men bij sommige personen afwijkingen aan het perifere gehoororgaan kan vinden die duidelijk het gevolg zijn van arteriosclerose. Zo vonden Von Fieandt en Saxén (1937), zoals reeds vermeld, bij hun groep met „angiosclerotische binnenoordegeneratie” naast de atrofie van ganglioncellen in het basale gedeelte van de cochlea, afwijkingen aan de vaten in het binnenoor, samen met afwijkingen van de structuren van het orgaan van Corti. Vooral de vaten in de stria vascularis en prominentia spiralis waren in aantal verminderd en toonden sclerotische afwijkingen.

Naast de soms optredende afwijkingen in het perifere gehoororgaan zullen bij arteriosclerose in het centraal zenuwstelsel gehoor-

afwijkingen ontstaan tengevolge van degeneratieve veranderingen in het (mogelijk weinig resistente) centraal akoestisch systeem. Hoewel er in deze gevallen vaak nog een vrij goed perifere gehoororgaan is, met name een matig gestoord toondrempelaudiogram, vindt men soms toch een sterk gestoorde spraakverstaanbaarheid.

§ 4. De inwerking van lawaai op het gehoororgaan en het ouderworden

In de voorafgaande paragrafen is presbycusis van het perifere gehoororgaan beschreven als een progressieve verhoging van de gehoordrempel, speciaal voor de hoge frekventies. De oorzaak zou van endogene oorsprong zijn; niemand ontkomt eraan.

Een andere, reeds vermelde opvatting gaat van het standpunt uit, dat het gehoororgaan gedurende het gehele leven, dag en nacht, aan de inwerking van geluidprikkels blootstaat. In dit voortdurend inwerkend exogeen moment zagen Jatho en Heck (1959) de oorzaak van presbycusis. Dat vooral de hoge tonen worden aangedaan, verklaarden zij uit het feit, dat bij model-proeven van Von Békésy (1949) en de elektro-fysiologische proeven met mikro-elektroden in de nervus cochlearis van Tasaki (1954) en Tasaki en Davis (1955) gebleken was, dat de haarcellen en ganglionspirale cellen van de basale winding het meest geprikkeld worden. Jatho en Heck meenden dan ook, dat presbycusis op te vatten is als een pato-fysiologische verandering in het perifere gehoororgaan tengevolge van een levenslange geluidsbelasting.

Tegen deze opvatting is de anatomische bevinding aan te voeren, dat meestal de haarcellen aan het basale einde van de cochlea bij presbycusis nog intact zijn, terwijl alleen de ganglioncellen ontbreken. Tevens blijkt uit onderzoeken van Katsuki en medewerkers (1958), dat de cochlearisvezels van het basale einde van de cochlea alleen dan geprikkeld worden door tonen van relatief lage frekventie, zoals Tasaki vaststelde, als deze een voldoende grote intensiteit hebben en het zijn vooral de lagere frekventies die in ons omgevingslawaai een rol spelen.

„Lawaaidoofheid” is een reeds zeer lang bekende afwijking. Tot circa de tweede helft van de 19e eeuw waren het alleen ketelmakers, smeden (Habermann 1890) en personen uit andere beroepen, waarbij de handenarbeid met veel lawaai gepaard ging, die aan deze

aandoening leden. Ook van kanonnières was zij bekend (Van Waveren 1924). Met de komst van de stoommachine en later van de explosie- en elektromotor nam het energiegebruik sterk toe. Parallel hiermee ontwikkelden zich industrieën waarbij in de werkplaatsen hoge lawaainiveaus heersten (weverij, scheepswerf, metaalbewerking enz.), die veelal de traumatiserende grens van ca. 90 dB verre overtroffen.

Met het invoeren van de militaire dienstplicht werd bijna iedere jongeman blootgesteld aan de knal van vuurwapens, die zeker een schadelijke invloed op het gehoororgaan heeft (Plomp, Gravendeel en Bouwman 1956, Van der Waal 1958). Nog recenter is een geluidsbron met een ontstellend hoog lawaainiveau, n.l. de straalmotor van vliegtuigen. Ook scheepsmotoren, automotoren, lokomotieven enz. maken echter vaak lawaai van zulk een intensiteit, dat bij blootstelling op lange termijn een binnenoorbeschadiging het gevolg is.

De volgende onderverdeling van het akoestisch trauma in drie groepen volgens Rüedi en Furrer (1947) is op het IV^e congres van de „Société internationale d'audiologie” algemeen aanvaard.

- I. Het explosie-trauma. Dit wordt veroorzaakt door explosies van bommen, springstoffen, gas, e.d. Het gaat gepaard met een perforatie van het trommelvlies, meestal gekombineerd met een beschadiging van het binnenoor.
- II. Het knal-trauma. Dit type gehoorverlies ziet men vooral bij militairen die veel gebruik maken van vuurwapens. Hierbij treedt geen perforatie van het trommelvlies op, doch is er uitsluitend een binnenoorbeschadiging.
- III. Het lawaai-trauma of „noise-induced hearing loss”. Met dit gehoorverlies hebben wij in de moderne geïndustrialiseerde maatschappij het meest te maken. Het wordt veroorzaakt door inwerking op het gehoororgaan van fabriekslawaai, lawaai van motoren, enz. van een voldoende hoge intensiteit en gedurende een voldoende tijdsduur.

Het patholoog-anatomisch substraat van het door geluid beschadigde binnenoor is een plaatselijke degeneratie van het orgaan van Corti met na enige tijd hieropvolgend degeneratie van de zenuwcellen van het ganglion spirale met hun vezels (Habermann 1890, Crowe, Guild en Polvogt 1934, Wever 1942). Deze patholoog-

anatomische veranderingen zijn tevens experimenteel veroorzaakt en gekorreleerd met de aard van het inwerkende lawaai. Zo vonden Rüedi en Furrer (1947) bij caviae die gedurende zekere tijd aan traumatiserend lawaai waren blootgesteld, een overeenkomst tussen de gehoorvermindering voor bepaalde frekwenties en de lokalisatie van de verwachte degeneratie in het orgaan van Corti. Als in het frekwentiegebied rond 4000 Hz een dipvormige *) drempelverhoging voor de Preyerse oorschelpreflex gevonden werd, kon bij aansluitend patholoog-anatomisch onderzoek een degeneratie van het orgaan van Corti in een beperkt gedeelte van de basilaïrmembraan vastgesteld worden en wel ter plaatse van de overgang van de eerste (basale) in de tweede winding. Bij de „lawaaidove” mens, die ook meestal in het gebied rond 4000 Hz een drempelverhoging toont, kon deze korrelatie nog niet bevestigd worden (Wever 1942). Wel werd een korrelatie gevonden tussen degeneratie van het orgaan van Corti met zenuwcellen van het ganglion spirale in het basale einde van de cochlea en een abrupt hogetonenverlies, dat in vergevorderde stadia van het akoestisch trauma voorkomt (Crowe, Guild en Polvogt 1934, Wever 1942).

Hammer (1956) en Kluisken (1957) vonden direct na inwerking van lawaai (pistoolschoten, witte ruis), bij dieren een vermindering van het R.N.A. (ribonucleïne zuur) in de ganglion spirale cellen, terwijl zes maanden na het akoestisch trauma een sterke vermindering van het aantal zenuwcellen van het ganglion spirale in het bovenste gedeelte van de eerste en ook in de tweede winding van de cochlea was opgetreden. Deze degeneratie zou het gevolg zijn van het verliezen van het contact met het eindorgaan, dat door geluid is vernietigd.

Funktioneel gezien geeft beschadiging van het binnenoor door lawaai een drempelverhoging van het perceptietype. Deze drempelverhoging heeft meestal een dipvorm en is bij de mens gelokaliseerd in het frekwentiegebied van 3000-8000 Hz.

Vooral bij het manlijk deel van de bevolking spelen de factoren binnenoorbeschadiging door lawaai-inwerking en presbycusis, als met de leeftijd toenemende drempelverhoging, door elkaar. Bijna iedere man is immers in militaire dienst geweest en heeft daar geschoten met vuurwapens. Daarnaast werkt een belangrijk deel van

*) „dip” is de Engelse term voor inzinking.

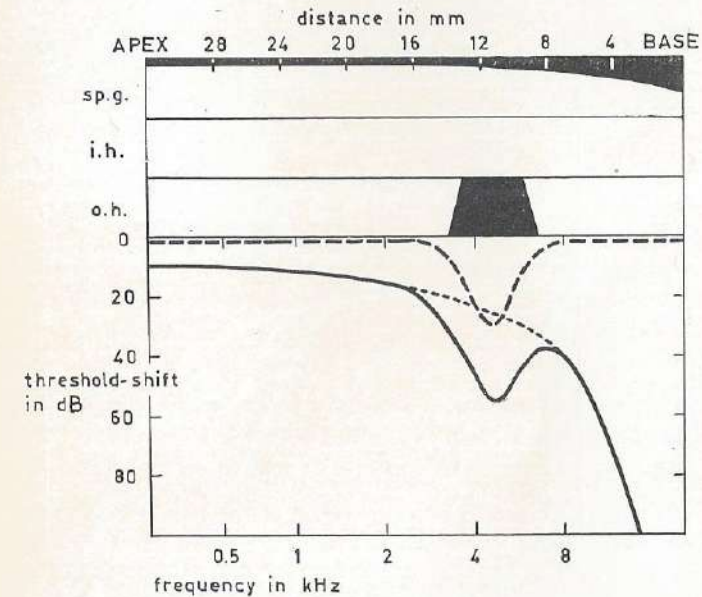
Tabel I. Verschillen tussen presbycusis en akoestisch trauma.

Differences between presbycusis and acoustic trauma.

Presbycusis. <i>Presbycusis.</i>	Akoestisch trauma. <i>Acoustic trauma.</i>
Anatomie: degeneratie van zenuwcellen in het ganglion spirale.	Anatomie: begint als degeneratie van het orgaan van Corti; het te gronde gaan van de binnenste haarcellen wordt gevolgd door atrofie van de zenuwcellen in het ganglion spirale.
<i>Anatomy: degeneration of the nerve cells of the spiral ganglion.</i>	<i>Anatomy: starts as a degeneration of the organ of Corti; the destruction of the inner haircells is followed by atrophy of the nerve cells of the spiral ganglion.</i>
De veranderingen in het middenoor hebben geen invloed van betekenis op het gehoor. <i>The changes in the middle ear have no significant effect on hearing.</i>	Bij het explosietrauma vaak een middenoor faktor, bij het knal- en lawaaitrauma niet. <i>With an explosion trauma often a middle ear factor, contrary to crack trauma and noise-induced hearing loss.</i>
Geeft een geleidelijk dalende toondrempelcurve. <i>Gives a sloping pure-tone threshold curve.</i>	Meestal een dipvormige toondrempelcurve, soms abrupt dalend. <i>Mostly a dip-shaped pure-tone threshold curve, sometimes steep.</i>
Toont geen regressiefenomeen. <i>Shows no recruitment.</i>	Steeds regressie aanwezig. <i>Recruitment always present.</i>
Neemt met de leeftijd toe.	Neemt niet meer toe bij het niet meer geëxponeerd zijn aan traumatiserend lawaai.
<i>Increases with age.</i>	<i>Does not show further increase when no longer exposed to traumatizing noise.</i>
Ook aandoening van het centraal akoestisch systeem. <i>Also impairment of the central auditory pathways.</i>	Altijd perifeer, d.w.z. haarcellen en eventueel eerste neuron. <i>Always peripheral, viz. haircells and sometimes first neuron.</i>
Oorzaak endogeen. <i>Cause endogenous.</i>	Oorzaak exogeen. <i>Cause exogenous.</i>

de manlijke bevolking in een omgeving waar een traumatiserend lawaai aanwezig is; ruw geschat betreft dit ongeveer 15% van alle arbeiders (Van Leeuwen 1955). Hierdoor zal het akoestisch trauma bij het verminderde gehoor van manlijke bejaarden een rol kunnen spelen.

In tabel I zijn verschillen tussen presbycusis en akoestisch trauma aangegeven. Meestal werken echter beide factoren samen en is een toondrempelverhoging bij een oudere arbeider steeds een gevolg van een combinatie van presbycusis en akoestisch trauma. Daarom hebben wij op grond van gegevens uit de literatuur en eigen audiometrische bevindingen getracht ons een voorstelling te maken van de te verwachten anatomische en funktionele veranderingen bij het bestaan van presbycusis en akoestisch trauma. In figuur 4 zijn in



Figuur 4. Veronderstelde additie van de anatomische en funktionele veranderingen van presbycusis en een gering akoestisch trauma.

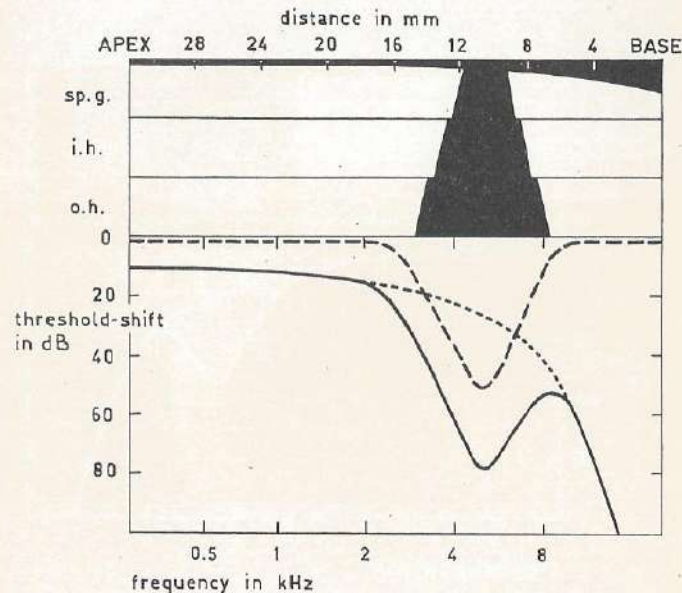
sp.g.: ganglion spirale, i.h.: binnenste haarcellen, o.h.: buitenste haarcellen, --- presbycusis, — — — akoestisch trauma, ——— additiecurve.

Assumed addition of the anatomical and functional changes of presbycusis and slight acoustic trauma.

sp.g.: spiral ganglion, i.h.: inner haircells, o.h.: outer haircells, --- presbycusis, — — — acoustic trauma, ——— addition curve.

het bovenste gedeelte de anatomische veranderingen, wat betreft de haarcellen van het orgaan van Corti en het eerste neuron, aangegeven, zoals deze te verwachten zijn bij iemand van 65 jaar met een gering akoestisch trauma. Uit onderzoekingen van Rüedi en Furrer (1947) bij caviae bleek, dat in het beginstadium van het akoestisch trauma alleen de buitenste haarcellen ter plaatse van de overgang van de eerste in de tweede winding gedegeneerd waren; de binnenste haarcellen en ook de ganglion-spiralecellen toonden geen afwijkingen. Bij een akoestisch trauma in dit stadium zal de met presbycusis gepaard gaande ganglioncellen vermindering normaal kunnen optreden.

In het onderste gedeelte van figuur 4 zijn de veranderingen in de toondrempel aangegeven, zowel voor de bij 65 jaar te verwachten



Figuur 5. Veronderstelde additie van de anatomische en functionele veranderingen van presbycusis en een matig akoestisch trauma.

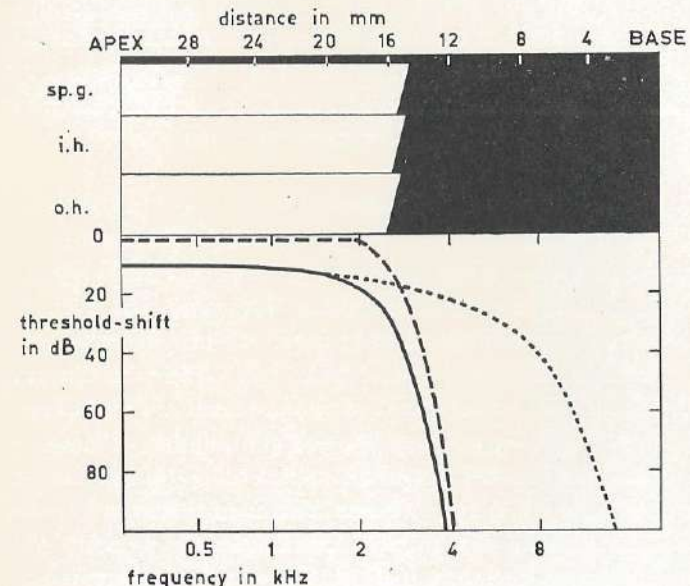
sp.g.: ganglion spirale, i.h.: binnenste haarcellen, o.h.: buitenste haarcellen, --- presbycusis, — — — akoestisch trauma, ——— additiecurve.

Assumed addition of the anatomical and functional changes of presbycusis and moderate acoustic trauma.

sp.g.: spiral ganglion, i.h.: inner haircells, o.h.: outer haircells, --- presbycusis, — — — acoustic trauma, ——— addition curve.

presbycusis, als voor een gering akoestisch trauma. Door additie van de twee drempelcurven krijgen we de curve, zoals we deze in werkelijkheid zullen meten. Het oorspronkelijk bestaande akoestisch trauma komt tot uiting in een dip in de drempelcurve van geringe diepte bij ca. 4000 Hz. Door additie van de presbycusiscurve wordt het dipvormig karakter minder uitgesproken en kan soms zelfs verdwijnen. Hoewel wij de additie niet kunnen bewijzen, lijkt deze op grond van onze audiometrische bevindingen bij oudere personen met een akoestisch trauma aannemelijk. Ook andere auteurs zijn deze mening toegedaan. (Siirala en Lahikainen 1948, Motta en Profazio 1959, Nixon en Glorig 1961).

In een later stadium van het akoestisch trauma degenereren naast de buitenste haarcellen ook de binnenste. In aansluiting hieraan gaan ook de ganglion-spiralecellen te gronde (Hammer 1956). Bij



Figuur 6. Veronderstelde additie van de anatomische en functionele veranderingen van presbycusis en een ernstig akoestisch trauma.

sp.g.: ganglion spirale, i.h.: binnenste haarcellen, o.h.: buitenste haarcellen, --- presbycusis, — — — akoestisch trauma, ——— additiecurve.

Assumed addition of the anatomical and functional changes of presbycusis and severe acoustic trauma.

sp.g.: spiral ganglion, i.h.: inner haircells, o.h.: outer haircells, --- presbycusis, — — — acoustic trauma, ——— addition curve.

een zich ontwikkelende presbycusis zal de hierdoor ontstane ganglioncellenvermindering zich superponeren op de reeds bestaande vermindering tengevolge van het akoestisch trauma, zoals in het bovenste gedeelte van figuur 5 is aangegeven.

In de drempelcurve zal men een beeld als in het onderste gedeelte van figuur 5 verwachten, dat wij bij oudere arbeiders vaak gevonden hebben.

In figuur 6 is het zeer ernstige akoestische trauma weergegeven dat b.v. bij ketelmakers is vastgesteld (Habermann 1890, Crowe, Guild en Polvogt 1934). Ook bij militairen, die veel met vuurwapens schieten vindt men vaak zulk een steil dalende drempelcurve (Van der Waal 1958). In het bovenste gedeelte van figuur 6 ziet men dat de ganglioncellenvermindering als gevolg van presbycusis zich hier alleen apicaal van het totaal gedegenereerde basale deel van het orgaan van Corti met eerste neuron normaal kan voltrekken. De abrupte daling in de drempelcurve tengevolge van het akoestisch trauma blijft onveranderd bestaan. Alleen de resterende tonen in het lager gelegen frekwentiegebied zullen met het toenemen van de leeftijd nog een geringe drempelverhoging tonen.

Bij het inwerken van traumatiserend lawaai op het gehoororgaan van oudere personen is, behoudens presbycusis, rekening te houden met andere factoren, zoals de reeds genoemde verdikking van de capillairwanden in de stria vascularis. De mate van uitwisseling van stofwisselingsprodukten tussen bloed en endolympe zal hierdoor veranderen. Aangezien het orgaan van Corti wat zijn voeding betreft geheel op de endolympe is aangewezen, zal bij oudere personen een minder vlug en mogelijk ook een minder volledig herstel van de haarcellen na het inwerken zelfs van matig traumatiserend lawaai niet denkbeeldig zijn. Tevens moet men rekening houden met de mogelijkheid van een minder beschermende werking van de middenoorspiertjes op latere leeftijd. Op genoemde gronden zal bij ouderen waarschijnlijk sneller een irreversibele toestand ontstaan dan bij jonge personen. Zulk een verhoogde gevoeligheid voor lawaai van het orgaan van Corti van oudere personen wordt dan ook door Perlman (1941), Grove (1947) en Kluiskens (1957) mogelijk geacht.

In § 3 van hoofdstuk II zal aan de hand van eigen audiometrische onderzoeken hierop nader worden ingegaan.

HOOFDSTUK II

DREMPELAUDIOMETRIE BIJ BEJAARDEN

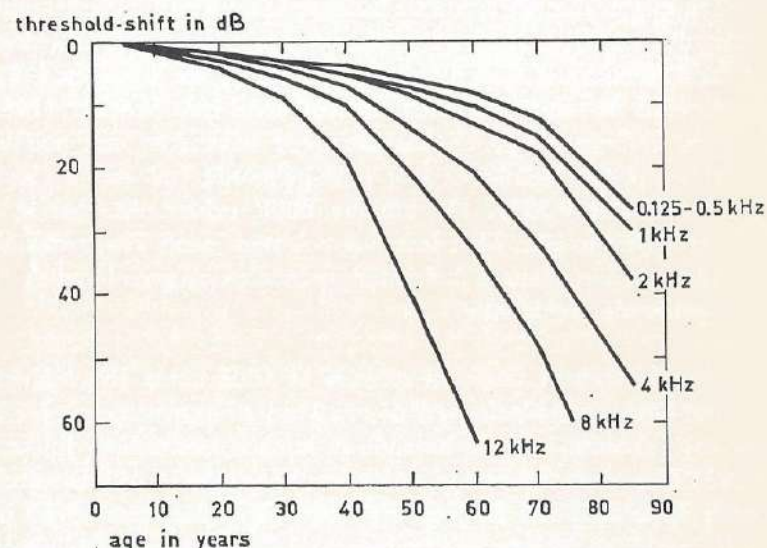
§ 1. Het toondrempelaudiogram bij presbycusis

Zwaardemaker onderzocht in 1890 systematisch met behulp van het Galtonfluitje de hogetonengrens bij personen van verschillende leeftijd zonder duidelijke oorafwijkingen. Hij baseerde op dit onderzoek de reeds genoemde „wet van ons gehoor”, n.l. dat het ouder worden met een verlies van „de hoogste tonen van den toonladder” gepaard gaat. Struycken (1913) bevestigde deze onderzoeken met zijn monochord, terwijl ook Ciocco (1932) en Johansen (1943) tot dezelfde konklusie kwamen. Recent vond ook Schober (1952), die een R-C-generator en hoofdtelefoon gebruikte, een positieve korrelatie tussen leeftijd en nog juist gehoorde frekwentie (korrelatie-koëfficiënt 0,884). De afname blijkt echter niet voor iedere persoon gelijk te zijn. Men kan dan ook niet, zoals Zwaardemaker meende, van een persoon de leeftijd vaststellen op grond van de nog juist gehoorde frekwentie.

Onze landgenoot Cuperus meende in 1893 naast een inkorting van het bovenste gedeelte van de toonladder bij toenemende leeftijd ook een inkorting aan de baszijde te kunnen vaststellen. Johansen (1943) kon deze inkorting eveneens konstateren, echter slechts boven de leeftijd van 60 jaar. Hij vond als ondergrens bij 60 jaar 16 Hz en bij 80-90 jaar 24 Hz. Bunch (1929) vond met behulp van de audiometer voor de frekwentie 32 Hz geen stijging van de drempel bij toenemende leeftijd, zodat de mogelijk geringe inkorting van het lagetonenbereik geen enkele praktische betekenis kan hebben.

Gepaard met de afname van de hogetonengrens gaat een drempelverhoging van de tonen aan de discantzijde in het hoorbare

frekwentiegebied. Bunch onderzocht dit in 1929 voor het eerst met de toen juist in gebruik genomen audiometer. Na hem hebben vele auteurs het onderzoek herhaald (Carnevale-Ricci 1939, Kelley 1939, Beasley 1940, Steinberg, Montgomery en Gardner 1940, Johansen 1943, Leisti 1949, Webster, Himes en Lichtenstein 1950, De la Rosée 1953, Bernardi 1956, Finzi 1957, Gavini 1957, Pialoux 1958, Corso 1959, Jatho en Heck 1959, Hinchcliffe 1959, Glorig en Nixon 1960, Giaccai en Berloco 1960, Goetzinger en medewerkers 1961). Alle onderzoekers hadden te kampen met dezelfde moeilijkheid, n.l. het elimineren van personen waarbij andere factoren dan presbycusis een rol spelen, zoals geleidingsverlies door afwijkingen in het middenoor en binnenoorafwijkingen door b.v. het syndroom van Menière, oto-toxische medikamenten, schedeltrauma, lawaai-inwerking enz. Vooral de expositie aan lawaai bleek een moeilijk uit te sluiten faktor te zijn. Zo vonden Bunch (1929), Jatho en Heck



Figuur 7. De gehoordrempel voor zuivere tonen van verschillende frekwentie als functie van de leeftijd. Vooral voor de hoge frekwenties treedt er met het ouderworden een sterke drempelverhoging op. Naar gegevens van Johansen (1943), Jatho en Heck (1959), Hinchcliffe (1959), Goetzinger en medewerkers (1961).

The threshold for pure tones at different frequencies as a function of age. Particularly for the high frequencies a marked threshold shift develops with advancing age.

(1959), Hinchcliffe (1959), Giaccai en Berloco (1960) een geringe dipvorm in hun curven bij 4000-6000 Hz, die waarschijnlijk toe te schrijven is aan inwerking van lawaai.

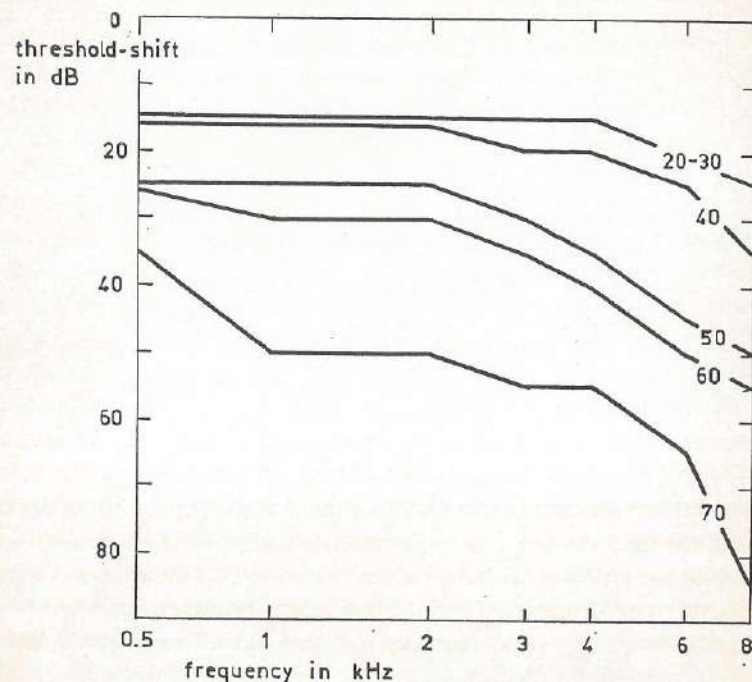
Op grond van een groot aantal audiogrammen van personen van verschillende leeftijd meende De la Rosée (1953), dat zuivere presbycusis aan twee criteria moet voldoen. In de eerste plaats zou de kloof tussen lucht- en beengeleidingsdrempel niet meer dan 10 dB mogen bedragen, en ten tweede zou de daling van de drempelcurve 30 dB per oktaaf niet mogen overschrijden. Dit laatste criterium is ons inziens niet geldig voor zeer hoge frekwenties, waar de daling beduidend groter blijkt (figuur 7). Verder geven Pestalozza en Shore (1955) aan, dat als er een verschil in verlies tussen rechter en linker oor bestaat van meer dan 15 dB, dit gezien moet worden als een aanwijzing dat er nog een andere faktor dan uitsluitend presbycusis in het spel is.

Dat de kloof tussen lucht- en beengeleiding nooit groter zou zijn dan 10 dB wordt in een recent artikel van Glorig en Davis (1961) bestreden. Deze auteurs gaan zelfs zo ver, dat zij presbycusis in hoofdzaak als een middenoorgeleidingsverlies beschouwen. Zij komen tot deze konklusie op grond van een onderzoek van de lucht- en beengeleidingsdrempel van 164 personen tussen 25 en 88 jaar. Hun audiogrammen wijzen op een toename van de kloof tussen lucht- en beengeleiding op oudere leeftijd voor de frekwenties 500, 1000, 2000 en 4000 Hz. In de groep met een gemiddelde leeftijd van 79 jaar (24 personen) bedraagt de kloof bij 500 en 1000 Hz ongeveer 6 dB; bij 2000 Hz bijna 20 dB en bij 4000 Hz zelfs 40 dB.

Tegen deze uitkomsten van Glorig en Davis pleiten de onderzoekingen van Johansen (1943), die bij zijn onderzoek (310 personen van 10-90 jaar) voor de frekwenties 256, 1024, 2048 en 4096 Hz een parallel lopende toename van de lucht- en beengeleidingsdrempel met de toename van de leeftijd vond, zonder duidelijke kloof. Giaccai en Berloco (1960) vonden soms een kloof; deze was echter gering, meestal kleiner dan 5 dB.

In aansluiting aan deze gegevens hebben wij uit ons audiogrammenmateriaal van bejaarde personen audiogrammen geselecteerd die voldeden aan het criterium van Hinchcliffe (1959) betreffende presbycusis (figuur 8). Nagegaan is bij 40 tot deze groep behorende bejaarden de kloof tussen lucht- en beengeleiding bij 1000,

4000 en 8000 Hz. In tabel II zijn de resultaten weergegeven. Het gemiddelde verschil tussen lucht- en beengeleiding is bij alle bewerkte frekwenties kleiner dan 5 dB. De standaarddeviatie *) van het verschil neemt met het hoger worden van de frekwentie toe, wat



Figuur 8. De maximale gehoordrempel voor zuivere tonen bij verschillende leeftijd, die nog aan presbycusis toegeschreven zou kunnen worden (volgens Hinchcliffe 1959).

The maximum threshold shift for pure tones for different age groups which could still be attributed to presbycusis.

*) De standaarddeviatie van de kloof tussen lucht- en beengeleiding is berekend met de volgende formule:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (x - \bar{x})^2}$$

waarbij: s = standaarddeviatie

x = de kloof tussen lucht- en beengeleiding

$\bar{x}$ = de gemiddelde kloof tussen lucht- en beengeleiding

N = het aantal waarden x.

Tabel II. De kloof tussen lucht- en beengeleiding bij 40 bejaarden waarvan de luchtgeleidingsdrempelcurve voldeed aan het criterium van Hinchcliffe betreffende presbycusis. Positief verschil geeft aan dat de beengeleiding beter was dan de luchtgeleiding.

The gap between air- and bone-conduction in 40 elderly persons whose air-conduction threshold curve complied with Hinchcliffe's criterion concerning presbycusis. Positive difference indicates that bone-conduction was better than air-conduction.

	1000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
gemiddelde kloof tussen lucht- en beengeleiding in dB			
average gap between air- and bone-conduction in dB	+ 4.34	+ 4.50	— 2.33
standaarddeviatie			
standard deviation	6.0	11.4	14.0

wijst op een toenemende spreiding van het verschil in lucht- en beengeleidingsdrempel. De grotere foutenbreedte bij 8000 Hz heeft waarschijnlijk de paradoxaal betere lucht- dan beengeleiding tot gevolg. Deze drempelwaarden zijn verkregen door aflezing van het continue drempelaudiogram. Glorig en Davis (1961) maakten echter gebruik van de z.g. oktaafmethode. Daarom hebben wij bij 27 bejaarden (gemiddelde leeftijd 70 jaar) de drempel van lucht- en beengeleiding bij 4000 Hz bepaald door het variëren van de intensiteit. Hierbij werd een gemiddelde kloof van zelfs minder dan 1 dB gevonden (n.l. 0.87 dB met een standaarddeviatie van 9,5).

Behalve deze audiologische uitkomsten pleiten ook tegen de opvatting, dat presbycusis in hoofdzaak een middenoorgeleidingsverlies zou zijn, de geringe anatomische afwijkingen die in het middenoor van bejaarde personen zijn gevonden.

Een andere moeilijkheid bij de bepaling van de presbycusiscurven is wat men als „reference”-drempelwaarde moet aannemen. De meeste auteurs (o.a. Hinchcliffe 1959, Glorig en Nixon 1960) nemen als standaard de gehoordrempel van personen van omstreeks 20 jaar, die niet aan traumatiserend lawaai hebben blootgestaan.

Anderen zoals De la Rosée (1953), Jatho en Heck (1959) gaan uit van de drempelcurve van kinderen beneden 10 jaar.

De gehoordrempel van meisjes en jongens van 9 jaar vonden Glorig en Nixon (1960) niet verschillen. De drempelverhoging in het frekwentiegebied boven 1000 Hz is echter meestal bij volwassen mannen groter dan bij vrouwen. Johansen (1943) en ook Leisti (1949) konden, met uitsluiting van personen die aan traumatiserend lawaai hadden blootgestaan, dit verschil niet significant vinden ($p > 0.05$, t verdeling). Corso (1959) en Hinchcliffe (1959) gaven daarentegen een significant verschil aan bij 2000 Hz (alleen Hinchcliffe) 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz en 8000 Hz ($p < 0.05$). Hinchcliffe bepaalde ook nog de drempel bij 12000 Hz en vond bij deze frekwentie weer geen verschil in drempelverhoging tussen de seksen. Johansen, Leisti en Hinchcliffe verklaarden het gevonden verschil in drempelverhoging in het frekwentiegebied van 2000-8000 Hz op grond van de overweging, dat mannen ongemerkt meer aan traumatiserend lawaai blootstaan dan vrouwen. Vooral het gebruik van vuurwapens zou hierbij een rol spelen (Hinchcliffe). Graven-deel en Plomp (1960) voerden voor de gehoordrempelverhoging door inwerking van dit niet beroepsmatig lawaai de term „micro-noise-trauma” in. Bovendien meenden Flodgren en Kylin (1960) en Dieroff (1961) op grond van onderzoeken bij industriearbeiders en -arbeidsters, dat het gehoororgaan van mannen gevoeliger voor lawaai-inwerking zou zijn dan dat van vrouwen. Daarom ook aanvaardt Hinchcliffe ter bepaling van zuivere presbycusis de gemeten drempelwaarden in de verschillende leeftijdsgroepen bij vrouwen.

De curven van alle auteurs tonen hetzelfde beeld, n.l. een daling van de gehoordrempel bij toenemende leeftijd en dit voor de hogere frekwenties meer dan voor de lagere (figuur 7). Volgens Hinchcliffe (1958) heeft deze toename een exponentieel verloop. Nixon en Glorig (1961) bepaalden een formule waarmee de mediaan van de te verwachten drempelverhoging bij een bepaalde leeftijd is te berekenen. Voor de frekwentie 4000 Hz bleek dit te zijn:

$$\log \text{ mediaan drempelverhoging in dB} = 2.54 (\log \text{ leeftijd in jaren}) - 3.17$$

De waarden, berekend met deze formule, komen vrij goed overeen met die weergegeven zijn in figuur 7.

Als grootste drempelverhoging die men nog aan presbycusis mag

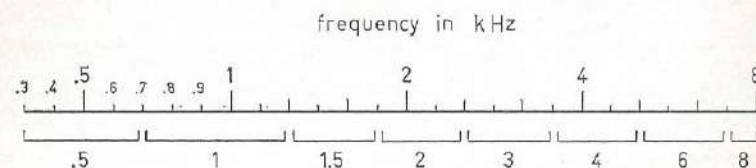
toeschrijven neemt Hinchcliffe (1959) de P_{95} - (95^e percentiel) drempelwaarde van de in zijn onderzoek gemeten vrouwelijke personen, m.a.w. 95% van de door hem gemeten gehoordrempels bij een bepaalde frekwentie in een leeftijdsgroep vallen binnen deze P_{95} -waarde (figuur 8). Deze curven komen ongeveer overeen met wat Pialoux (1958) „presbyacousie accélérée” noemt. Laatstgenoemde auteur is echter van mening, dat deze drempelverhoging reeds pathologisch is.

Bij patiënten van 65 jaar en ouder, die onze polikliniek bezochten voor onderzoek van het gehoor, werd naast een volledige oor-neus-keelanamnese en -onderzoek steeds een toondrempelaudiogram voor lucht- en beengeleiding, zo nodig tevens een dynamogram en spraak-audiogram gemaakt.

De bepaling van de gehoordrempel voor zuivere tonen geschiedt door ons volgens de „sweep-frequency”-methode. Men stelt hierbij de audiometer in op een bepaalde intensiteit en bepaalt door variëren van de frekwentie de drempelwaarden; vervolgens stelt men in op een andere intensiteit en herhaalt de procedure. Wanneer men de gevonden drempelwaarden op de audiogramkaart met elkaar verbindt, krijgt men de gehoordrempel voor alle frekwenties tussen 100 en 12000 Hz. Verder is het belangrijk, dat de drempelcurve van het normale oor op twintigjarige leeftijd in de audiometer is gekompenseerd, zodat de nul-isofoon van 200-8000 Hz bij deze leeftijd een rechte lijn is. Dit z.g. continue toondrempelaudiogram biedt vooral voordeel bij het bepalen van gehoorverlies door inwerking van lawaai, omdat de vaak dipvormige drempelverhoging nauwkeuriger en ook in een vroeger stadium gemeten wordt dan bij de z.g. oktaaf-audiometrie (Van der Waal en Van Dishoeck 1955). Bij de oktaaf-audiometrie wordt de gehoordrempel bepaald door variëren van de intensiteit bij verschillende frekwenties. Deze verschillende methodiek van bepalen van de gehoordrempel komt mogelijk tot uiting in een hoger liggende drempelwaarde van het frekwentiegebied beneden ongeveer 700 Hz volgens het continue drempelaudiogram van normale oren van personen van omstreeks 20 jaar, in vergelijking met de drempelwaarden, bepaald met de oktaaf-audiometrie, zoals Van Leeuwen (1955) en ook wij (Van der Waal 1961) hebben vastgesteld. In figuur 28 komt dit waarschijnlijk ook weer tot uiting: de presbycusiscurve is vastgesteld aan de hand

van drempelwaarden, gemeten volgens de „oktaaf“-methode, terwijl de curven van de bejaarden vrouwen zonder gehoorklachten is bepaald volgens de „kontinue“-methode. Mogelijk is dit verschil te verklaren door een zich verschillend gedragen van de onderscheidsdrempel voor frekwentie (DLF) en voor intensiteit (DLI) bij lage frekwenties; de DLF neemt beneden ca. 700 Hz sterk in grootte toe, terwijl deze toename voor de DLI gering is.

Bij het aflezen van de drempelwaarden van de kaart waarop het continue drempelaudiogram wordt genoteerd, is in principe dezelfde methodiek gevolgd als aangegeven voor de bewerking van het continue drempelaudiogram bij gehoorvermindering door lawaai (Van der Waal 1959). Alleen is elke oktaaf verdeeld in twee delen in plaats van zes. In figuur 9 zijn de frekwentie-gebieden waarbij



Figuur 9. Op deze frekwentieschaal zijn aan de onderzijde de frekwentiegebieden aangegeven waarvan de gemiddelde toondrempelwaarden zijn bewerkt.

This frequency scale shows at the bottom the frequency zones of which the average threshold shifts have been compiled.

de gemiddelde gehoordrempel is genoteerd, aangegeven. Zo is b.v. wat verder genoemd zal worden de drempel bij 500 Hz eigenlijk de gemiddelde drempelwaarde in het frekwentiegebied van 300-700 Hz.

De bejaarden met gehoorklachten, die onze polikliniek bezochten en waarbij een drempelaudiogram gemaakt werd, bleken slechts in een gering aantal een drempelcurve te tonen die voldeed aan het criterium van Hinchcliffe voor presbycusis. In tabel III is dit voor de leeftijdsgroep van 65—74 jaar aangegeven. Van 604 bejaarden van deze leeftijd voldeden ongeveer 3% aan genoemd criterium en hadden daarbij klachten van het gehoor. Hieruit kan men konkluderen, dat bij slechts een zeer gering percentage van het aantal bejaarden van 65—74 jaar met klachten van het gehoor, dit toe te schrijven is aan presbycusis. Waarschijnlijk is dit percentage nog kleiner, daar in hoofdstuk III § 2 zal blijken dat bij deze bejaarden

Tabel III. Bejaarden van 65-74 jaar met gehoorklachten, van wie de toondrempelcurve voldeed aan het criterium van Hinchcliffe voor presbycusis.

Elderly persons of 65-74 years with hearing complaints whose threshold curve complied with Hinchcliffe's criterion for presbycusis.

	mannen men	vrouwen women	totaal total
onderzocht examined	360	244	604
bejaarden met gehoorklachten waarvan de drempelcurve voldeed aan het criterium van Hinchcliffe <i>elderly persons with hearing complaints whose threshold curve complied with Hinchcliffe's criterion</i>	6	12	18

toch nog vaak een laesie van het orgaan van Corti in het spel is en we dus niet meer mogen spreken van zuivere presbycusis. Voor oudere bejaarden hebben wij het percentage niet kunnen berekenen, omdat Hinchcliffe voor deze leeftijden geen criterium geeft. Het percentage zal echter niet veel groter zijn dan van de leeftijdsgroep 65—74 jaar gezien het weinig verschillen van de ernst van het gehoorverlies bij de onderzochte oudere bejaarden (tabel IX).

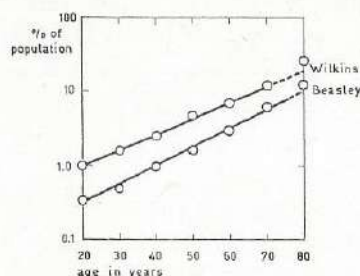
In het algemeen zullen dus bij bejaarden, die de oorarts bezoeken met gehoorklachten, naast presbycusis komplementaire pathologische afwijkingen van het gehoororgaan aanwezig zijn. In de volgende paragrafen zullen wij hier nader op ingaan.

§ 2. Het toondrempelaudiogram bij bejaarden, hardhorend door andere oorzaken

In de vorige paragraaf is gebleken, dat presbycusis zelden een dusdanig gehoorverlies tengevolge heeft, dat daaruit een bezoek aan de oorarts resulteert. Toch heeft, zoals hieronder zal blijken, een belangrijk aantal bejaarden wel degelijk last van hardhorendheid.

Beasley (1940) is in de U.S.A. de hardhorendheid onder de bevolking nagegaan en bevond van ruim 300.000 personen 1.23% hardhorend of doof. Frisia (1959) kwam tot 1.5%. In Engeland en Denemarken lag het percentage hoger n.l. resp. 5% en 6%

(Wilkins 1950, Bentzen en Jenes 1955). Een ander onderzoek in de U.S.A. noemt ook 6% (Gallup). Als criterium voor „hardhorend” werd een positief antwoord gebruikt op de vraag, of er moeite was met verstaan van spraak in kerk, schouwburg of in gezelschap. In figuur 10 is de verdeling van hardhorendheid en doofheid over de



Figuur 10. Het voorkomen van hardhorendheid en doofheid tussen 20 en 80 jaar. Naar gegevens van Beasley (U.S.A., 1940) en Wilkins (Engeland, 1950). De toename verloopt op een logaritmische schaal rechtlijnig, behoudens boven 70 jaar, waar de toename groter is.

The incidence of hearing impairment and deafness between 20 and 80 years. On a logarithmic scale the increase has a linear course except above 70 years, where the increase is greater.

leeftijdsgroepen tussen 20 en 80 jaar uitgezet. Zowel Beasley als Wilkins vonden een duidelijke toename van het aantal hardhorenden en doven met het toenemen van de leeftijd. De toename blijkt op een

Tabel IV. Het procentueel aanwezig zijn van gehoorklachten bij ruim 3000 bejaarden over geheel Nederland verspreid wonend (Van Zonneveld 1961).

Percentage occurrence of hearing complaints in over 3000 aged persons living throughout the Netherlands.

leeftijd in jaren	percentage	
	mannen	vrouwen
age in years	men	women
65-69	18	15
70-74	26	14
75-79	28	28
80-84	37	33
≥ 85	41	46

logaritmische schaal rechtlijnig te verlopen, behoudens boven 70 jaar, waar de toename groter is.

Wat het aantal hardhorende bejaarden betreft, zijn er vooral gegevens bekend van onderzoekers die een groep bejaarden ondervroegen of onderzochten in het kader van de algemene gezondheidstoestand. In ons land zijn zulke onderzoekingen gedaan o.a. in Groningen (Van Zonneveld 1954), in Amsterdam (Van der Heide 1959) en over het gehele land (onder leiding van Van Zonneveld 1961). Van der Heide vond, dat 31.3% van de bejaarde mannen klachten over het gehoor hadden, terwijl dit percentage bij de vrouwen 24.2 bedroeg. Van Zonneveld kwam in Groningen tot hogere getallen n.l. resp. 48.6% en 38.7%. In de steekproef betreffende het gehele land lagen de percentages lager, n.l. voor bejaarde mannen 27% en voor vrouwen 24%. Op hogere leeftijd bleek het aantal personen met klachten over het gehoor toe te nemen (tabel IV).

Wanneer wij aannemen, dat ruim een kwart van de bejaarden in ons land klachten over het gehoor heeft, dan constateren wij een huidig aantal van meer dan een kwart miljoen hardhorende bejaarden. Niet al deze bejaarden roepen de hulp van een medicus in; volgens Wilkins (1950) zou dit slechts in 40-50% het geval zijn. Dit percentage bleek voor hardhorende personen beneden 65 jaar duidelijk hoger te liggen, wat overeenkomt met de instelling van de meeste bejaarden, die een gehoorvermindering beschouwen als een onontkoombare begeleiding van de ouderdom.

Van de bejaarden die onze polikliniek bezochten, zijn 1836 drempeaudiogrammen nader geanalyseerd. Er is geen selectie toegepast; het materiaal bevat naast bejaarden met klachten over het gehoor ook bejaarden zonder gehoorklachten; bij de laatsten was in de helft de indicatie tot onderzoek oorsuizen; verder duizeligheid, neurologische afwijkingen enz.

Het bewerkte materiaal kunnen we allereerst in twee groepen verdelen n.l. in patiënten met een drempelverhoging van het gemengde type, waarbij er een combinatie is van een geleidings- en een perceptieverlies (lucht- en beengeleidingsdrempelcurve tonen een verschillende drempelverhoging) en in patiënten met een drem-

pelverhoging van het zuivere perceptietype (lucht- en beengeleiding gelijk gestoord).

Het bleek, dat ongeveer 20% van de onderzochte bejaarden een drempelverhoging van het gemengde type toonde. In tabel V is de

Tabel V. Verdeling van het aantal bejaarden met een drempelverhoging van het gemengde type naar etiologie.

Classification by etiology of the elderly persons examined with a threshold shift of the mixed type.

	mannen men	vrouwen women	totaal total
chronische otitis media <i>chronic otitis media</i>	65	51	116
tuba aandoeningen <i>eustachian tube affections</i>	8	9	17
tympanosclerose <i>tympanosclerosis</i>	6	4	10
otosclerose <i>otosclerosis</i>	3	3	6
afsluitende exostosen <i>occluding exostosis</i>	3	—	3
enkelzijdige atresie van de gehoorgang <i>atresia of the external auditory canal at one side</i>	1	1	2
traumatische geleidingsstoornis <i>traumatic conduction loss</i>	3	—	3
geleidingsstoornis e.c.i. <i>conduction loss e.c.i.</i>	13	11	24
totaal <i>total</i>	102	79	181

oorzaak van dit geleidingsverlies aangegeven. Zoals te verwachten, is de voornaamste oorzaak de chronische otitis media met resttoestanden (64%). Op de tweede plaats komt de geleidingsstoornis

e.c.i. (13%). Mogelijk bevonden zich onder deze gevallen personen waarbij een hyperostose van de gehoorbeentjes of de wanden van het middenoor als oorzaak moet worden gezien. Steeds was de geleidingsstoornis gekombineerd met een perceptieverlies t.g.v. de optredende presbycusis. Het meer voorkomen van otosclerose bij vrouwen dan bij mannen kwam bij de onderzochte bejaarden niet tot uiting; de verdeling was gelijk.

Om een indruk te wekken van de mate van gehoorverlies is het gemiddelde berekend van drie drempelwaarden van het beste oor, n.l. bij 500, 1000 en 2000 Hz („three-frequency-average”, Fletcher 1950) en in een tabel verwerkt (tabel VI). De keuze van het fre-

Tabel VI. Het gemiddelde van de drempelverhoging bij 500, 1000 en 2000 Hz („three-frequency-average”) van het beste oor van 181 bejaarden met een gehoorverlies van het gemengde type.

Average threshold shift at 500, 1000 and 2000 Hz (three-frequency-average) of the better ear in 181 elderly persons with a hearing loss of the mixed type.

drempelverhoging in dB <i>threshold shift in dB</i>	mannen men	vrouwen women	totaal total
0-24	16	13	29
25-34	10	4	14
35-44	10	9	19
45-54	24	8	32
55-64	17	17	34
65-74	13	15	28
≥ 75	12	13	25
totaal <i>total</i>	102	79	181

kwentiegebied van 500-2000 Hz is gebaseerd op het feit, dat dit frekwentiegebied van uitermate groot belang is voor de spraakverstaanvaardigheidsdrempel (zie hoofdstuk III, § 1). Van de bejaarden met een gemengde hardhorendheid toonde 76% een drempelverhoging in het beste oor in genoemd frekwentiegebied van 35 dB of meer. Deze bejaarden zullen allen in meer of mindere mate last ondervinden met het horen van konversatiespraak.

In tabel VII is de etiologie van het perceptieverlies, voor zover dit was na te gaan, aangegeven. Bij ongeveer 90% was er noch anam-

Tabel VII. Verdeling van het aantal bejaarden met een zuiver perceptieverlies naar etiologie.

Classification by etiology of the elderly persons examined with a pure perception loss.

	mannen <i>men</i>	vrouwen <i>women</i>	totaal <i>total</i>
congenitale hardhorendheid <i>congenital deafness</i>	2	2	4
familiaire hardhorendheid <i>familiar deafness</i>	4	4	8
acute hardhorendheid <i>acute deafness</i>	2	—	2
syndroom van Menière en vertigo e.c.i. <i>Menière's syndrome and vertigo e.c.i.</i>	6	8	14
akoestisch trauma <i>acoustic trauma</i>	41	—	41
labyrinthitis <i>labyrinthitis</i>	3	1	4
schedel trauma <i>cranial trauma</i>	3	—	3
kinine intoxicatie <i>chinine intoxication</i>	1	—	1
lues <i>syphilis</i>	1	—	1
cerebrale vaataandoening <i>affection of cerebral bloodvessels</i>	2	—	2
perceptie verlies e.c.i. <i>perception loss e.c.i.</i>	375	282	657
totaal <i>total</i>	440	297	737

nestisch noch bij onderzoek, naast presbycusis, enige oorzaak aan te wijzen van dit perceptieverlies. De belangrijkste bekende oorzaak van het perceptieverlies bleek het akoestisch trauma. Dit kwam, zoals te verwachten was, alleen bij mannen voor en wel in niet minder dan 10%. De andere genoemde oorzaken bleken slechts in ongeveer 5% een rol te spelen.

In tabel VIII is het gemiddelde verlies in het frekwentiegebied

Tabel VIII. Het gemiddelde van de drempelverhoging bij 500, 1000 en 2000 Hz („three-frequency-average”) van het beste oor van 737 bejaarden met een zuiver perceptieverlies.

Average threshold shift of 500, 1000 en 2000 Hz (three-frequency-average) of the better ear in 737 elderly persons with a pure perception loss.

drempelverhoging in dB <i>threshold shift in dB</i>	mannen <i>men</i>	vrouwen <i>women</i>	totaal <i>total</i>
0-24	82	47	129
25-34	48	37	85
35-44	52	40	92
45-54	78	58	136
55-64	82	52	134
65-74	62	30	92
≥ 75	36	33	69
totaal <i>total</i>	440	297	737

500-2000 Hz voor het beste oor aangegeven van alle bejaarden met een zuiver perceptieverlies. Van deze bejaarden had 71% een drempelverhoging van het beste oor van 35 dB of meer.

Om de mogelijke invloed van de leeftijd op de ernst van de hardhorendheid van de ons konsulerende bejaarden na te gaan, is in tabel IX de „three-frequency-average” van het beste oor voor verschillende leeftijdsgroepen aangegeven. Voor de bejaarden met een „three-frequency-average” van 35 dB of meer is de mediaan van de drempelverhoging berekend voor de volgende leeftijdsgroepen: 65-69, 70-74, 75-79, 80 jaar en ouder. Deze bedroeg voor mannen en vrouwen te zamen resp.: 56.8, 59.1, 56.6, 61.0 dB. Hierin komt

Tabel IX. Het gemiddelde van de drempelverhoging bij 500, 1000 en 2000 Hz („three-frequency-average”) van het beste oor van 918 geaudiometreerde bejaarden.

Average threshold shift of 500, 1000 en 2000 Hz (three-frequency-average) of the better ear in 918 elderly persons audiometrically examined.

drempelverhoging in dB <i>threshold shift in dB</i>	leeftijd in jaren <i>age in years</i>												totaal <i>total</i>
	65-69		70-74		75-79		80-84		≥ 85				
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
0-24	45	41	42	16	10	2	1	—	—	1	98	60	
25-34	32	19	19	15	5	5	1	2	1	—	58	41	
35-44	32	23	13	13	13	11	4	2	—	—	62	49	
45-54	29	18	31	20	28	20	10	5	4	3	102	66	
55-64	27	19	33	27	25	13	12	7	2	3	99	69	
65-74	20	12	23	15	19	12	10	6	3	—	75	45	
≥ 75	20	20	12	15	7	7	9	3	—	1	48	46	
totaal total	205	152	173	121	107	70	47	25	10	8	542	376	

tot uiting dat de ons konsulterende, oudere, hardhorende bejaarden geen duidelijk ernstiger drempelverhoging toonden dan jongere hardhorende bejaarden. Verder valt op, dat bejaarden met een drempelverhoging van minder dan 35 dB voornamelijk in de leeftijdsgroep van 65-74 jaar vallen.

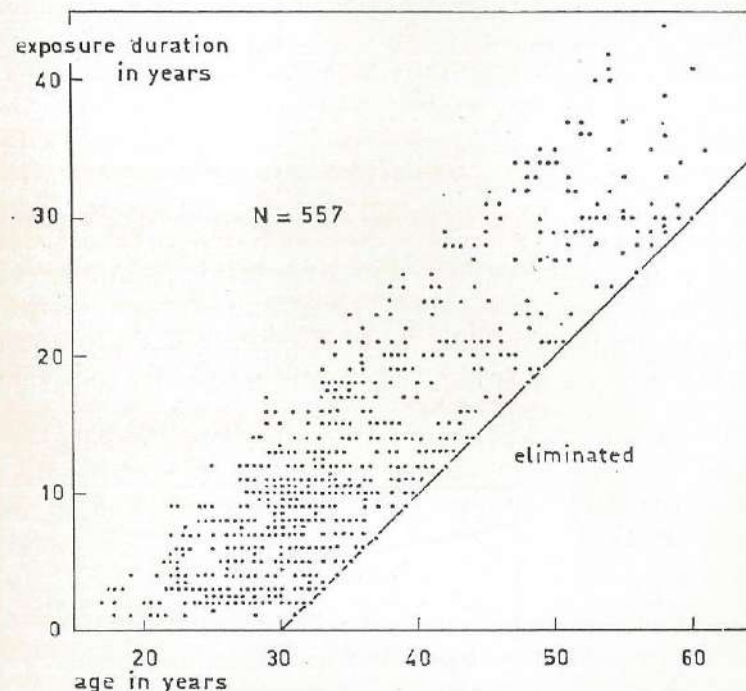
Vele van de bejaarden met een perceptieverlies gaven aan, reeds voor het 65^e jaar klachten van het gehoor te hebben gehad; in het door ons bewerkte materiaal bleek dit bij ongeveer éénderde het geval te zijn.

§ 3. Het toondrempelaudiogram bij gehoorverlies door lawaai-inwerking en het ouderworden

Van Leeuwen (1955) kwam bij fabrieksarbeiders die in traumatiserend lawaai werkten, tot de konklusie, dat het definitieve akoestisch trauma grotendeels reeds in de eerste maanden tot stand komt; een verdere toename van de drempelverhoging bij voortdu-

rende expositie zou volgens hem grotendeels veroorzaakt worden door presbycusis. Ook Motta en Profazio (1959), Glorig en Nixon (1960) schreven de verdere toename toe aan uitsluitend, wat de laatsten noemden, het „age effect”; deze auteurs zijn tevens van mening dat het gehoororgaan van oudere personen niet gevoeliger voor lawaai-inwerking zou zijn dan dat van jongere personen.

Reeds eerder is vermeld, dat verschillende andere auteurs wel een invloed van de leeftijd op de ontwikkeling van het akoestisch trauma aannemen (Perlman 1941, Grove 1947, Kluskens 1957). Pell (1957) en Meyer zum Gottesberge (1958) zagen deze zienswijze bij hun onderzoekingen bevestigd. Ook het onderzoek van Tamura en Kushida (1960) wijst sterk in deze richting. Bij dit onderzoek bleek, dat personen, 30-35 jaar oud bij indiensttreden op een scheepswerf, na 6 jaar werken een significant groter gehoor-



Figuur 11. De korrelatie tussen leeftijd en expositieduur bij 557 geaudiometreerde industriearbeiders.

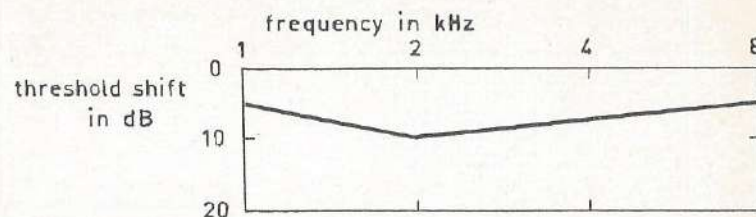
The correlation between age and exposure duration in 557 industrial workers audiometrically examined.

verlies toonden dan personen, 17-18 jaar oud bij indiensttreden, na dezelfde tijd arbeiden in dezelfde omgeving.

Ter nadere bestudering van deze controverse hebben wij de audiometrische gegevens van een groep industriearbeiders en een groep machinekamerpersoneel geanalyseerd.

Allereerst is aan de hand van 1114 drempelcurven van 557 personen met een leeftijd van 17-64 jaar, die werkten in industrielawaai waar geluidniveaus heersten van 82-111 dB (2.10^{-5} N m⁻²), de toondrempel nader bestudeerd. Van de onderzochte personen is in figuur 11 de korrelatie tussen leeftijd en expositieduur aangegeven. Personen, die na het dertigste jaar in dienst traden, zijn geëlimineerd, omdat wij het verloop van het akoestisch trauma bij ouder wordende arbeiders, die van jongs af aan in traumatiserend lawaai werkten, wilden bestuderen. De audiogrammen zijn opgenomen door een ervaren audiometrist met een „sweep-frequency” audiometer. De drempelcurven van personen met aanwijzingen van een geleidingsverlies zijn niet bewerkt. Van de audiogramkaarten zijn de gehoordrempels bij 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz genoteerd en verwerkt. Steeds is de mediaan berekend. Als referentie-gehoordrempel is de drempelwaarde van normaal horende personen van 20 jaar aangehouden.

Ter vergelijking zijn drempelcurven bepaald van een groep jonge personen, die aangaven nooit aan traumatiserend lawaai te hebben blootgestaan, n.l. kantoorpersoneel van hetzelfde bedrijf. De mediaan van 40 drempelcurven van personen uit deze groep is in figuur 12 aangegeven. Hieruit blijkt dat de drempelverhoging bij de



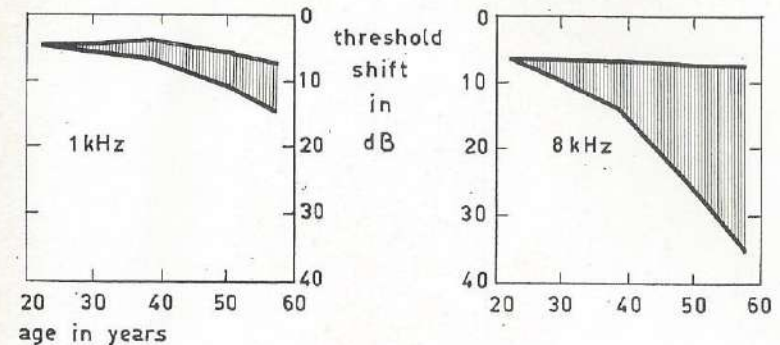
Figuur 12. De mediaandrempelcurve van jonge personen zonder expositie aan lawaai in de anamnese onder dezelfde omstandigheden bepaald als de audiogrammen van de industriearbeiders waarvan de drempelwaarden verwerkt zijn in figuur 13, 14 en 15.

The median threshold curve of persons without exposure to noise in the history registered under the same conditions of the industrial workers analyzed in figures 13, 14 and 15.

verschillende frekwenties binnen 10 dB blijft.

Om de invloed van de inwerking van het lawaai op het gehoororgaan na te gaan zijn ook steeds de voor de te verwachten presbycusis gekorrigeerde waarden aangegeven.

Beschouwen we om te beginnen de mediaan-toondrempel bij 1000 Hz (figuur 13). Aangegeven zijn de voor presbycusis ongekorrigeerde waarden en de gekorrigeerde, beide als functie van de leeftijd.



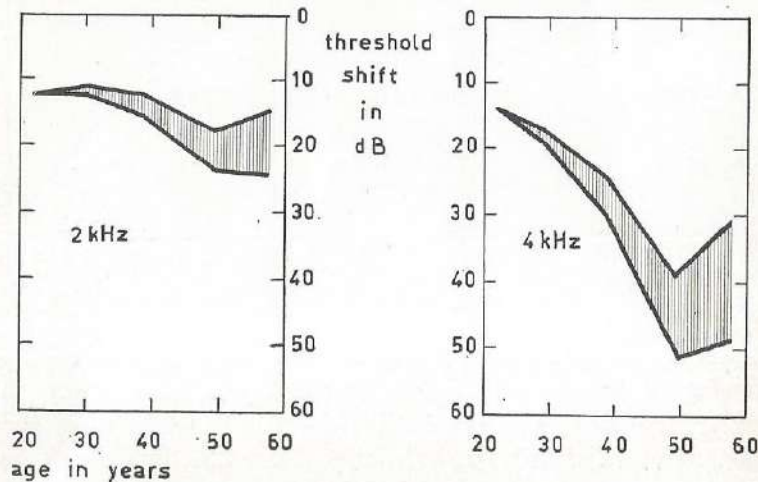
Figuur 13. De drempelverhoging bij 1000 en 8000 Hz als functie van de leeftijd bij 557 industriearbeiders, die in traumatiserend lawaai werkten. Gearceerd is de bij de betreffende leeftijd te verwachten drempelverhoging. Een duidelijke invloed van het lawaai is bij deze frekwenties niet aanwezig.

The threshold shift at 1000 and 8000 Hz as a function of age in 557 industrial workers employed in traumatizing noise. The threshold shift to be expected at the age concerned is shaded. A marked effect of the noise is not present at these frequencies.

rigeerde waarden en de gekorrigeerde, beide als functie van de leeftijd. De curve van de ongekorrigeerde waarden laat een geleidelijke, geringe drempelverhoging met het toenemen van de leeftijd zien. Als we de te verwachten presbycusiswaarden aftrekken, blijkt er geen toename van betekenis meer te bestaan, m.a.w. de toename van de drempelverhoging bij 1000 Hz berust geheel op presbycusis. De gekorrigeerde curve ligt ongeveer 5 dB onder het nulniveau; dit komt overeen met de drempelwaarde bij 1000 Hz van de onderzochte groep jonge personen, die aangaven nooit aan traumatiserend lawaai te hebben blootgestaan.

Gaan we vervolgens de drempelverhoging bij 8000 Hz na (figuur 13). De curve van de ongekorrigeerde waarden laat een met de

leeftijd sterk toenemende drempelverhoging zien; na korrektie voor presbycusis blijkt de curve praktisch horizontaal te lopen. Evenals bij 1000 Hz, berust de toename bij 8000 Hz geheel op de presbycusis. Ook hier ligt het niveau van de gekorrigeerde curve ca. 5 dB onder het nulniveau, wat overeenkomt met de drempel van de jonge personen zonder lawaaiexpositie. Het wekt wel enige verwondering, dat het akoestisch trauma geen enkele invloed toont bij 8000 Hz; blijkbaar zijn de lawaainiveaus die het oor bereikten, en de duur van



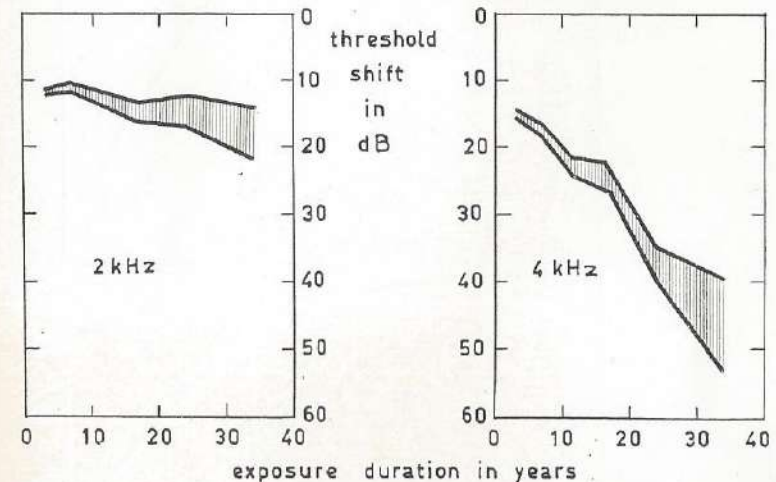
Figuur 14. De drempelverhoging bij 2000 en 4000 Hz als een functie van de leeftijd bij 557 industriearbeiders, die in traumatiserend lawaai werkten. Gearceerd is de bij de leeftijd te verwachten drempelverhoging. De invloed van lawaai is gering bij 2000 Hz; daarentegen bestaat er bij 4000 Hz een duidelijk akoestisch trauma.

The threshold shift at 2000 and 4000 Hz as a function of age in 557 industrial workers employed in traumatizing noise. The threshold shift to be expected at the age concerned is shaded. Noise effect is slight at 2000 Hz, whereas at 4000 Hz there is a marked acoustic trauma.

de expositie aan het lawaai niet van die grootte geweest, dat het de frekwentie 8000 Hz aangetast heeft.

Voor de bestudering van het akoestisch trauma is de drempel bij 4000 Hz het meest belangrijk. Bij beschouwing van figuur 14 valt op, dat, in tegenstelling tot de twee eerder besproken curven, hier met het hoger worden van de leeftijd, ook na substractie van presbycusis, een toenemende drempelverhoging bestaat, behalve bij de

oudste groep. Deze onregelmatigheid in de curve is mogelijk het gevolg van een andere samenstelling van de relatief kleine groep arbeiders van 55-64 jaar, wat mede tot uiting komt in de afwijkende verdeling van de bijbehorende expositieduur. Uit de figuur blijkt overduidelijk, dat presbycusis slechts een deel van het verlies bij 4000 Hz kan verklaren. We kunnen dan ook beter de drempelverhoging bij 4000 Hz uitzetten als functie van de duur van de expositie aan lawaai als voornaamste etiologische faktor (figuur 15).



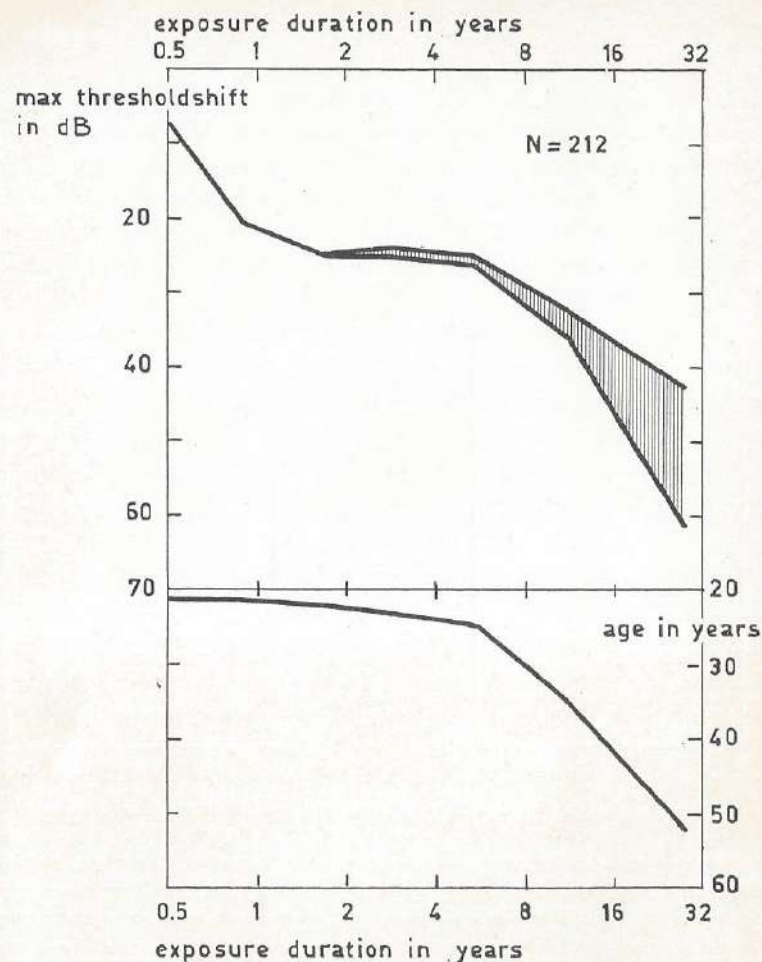
Figuur 15. De drempelverhoging bij 2000 en 4000 Hz als functie van de expositieduur aan traumatiserend lawaai bij 557 industriearbeiders. Gearceerd is de bij de leeftijd te verwachten drempelverhoging. De invloed van lawaai bij 2000 Hz is dubieus. Bij 4000 Hz bestaat een met de expositieduur toenemend akoestisch trauma.

The threshold shift at 2000 and 4000 Hz as a function of duration of exposure to traumatizing noise in 557 industrial workers. The threshold shift to be expected at the age concerned is shaded. Noise effect is dubious at 2000 Hz. At 4000 Hz there is an acoustic trauma increasing with the exposure duration.

Hierin komt de toename van de drempelverhoging met het langer worden van de expositieduur tot uiting, terwijl deze toename ook na korrektie voor presbycusis blijft bestaan.

Bij de frekwentie 2000 Hz is de invloed van lawaai dubieus (figuur 14 en 15).

In een reeds eerder verricht onderzoek betreffende het akoestisch



Figuur 16. Bovenste grafiek: de maximale drempelverhoging als functie van de expositieduur bij 106 personen uit de machinekamer van zeeschepen. Gearceerd is de bij de leeftijd te verwachten drempelverhoging. Het akoestisch trauma neemt in de eerste jaren snel toe, blijft vervolgens enige jaren konstant, waarna opnieuw een toename volgt.

Onderste grafiek: de leeftijd van het onderzochte machinekamerpersoneel als functie van de expositieduur.

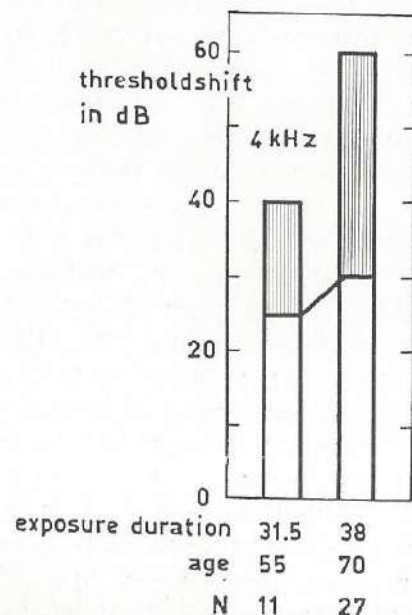
Upper graph: maximum threshold shift as a function of exposure duration in 106 persons from the engine-rooms of seagoing vessels. The threshold shift to be expected at the age concerned is shaded. The acoustic trauma rapidly increases in the first few years, next remains constant for some years, to be followed by another increase.

Lower graph: the age of the engine-room personnel as a function of exposure duration.

trauma bij machinekamerpersoneel aan boord van zeeschepen (Van der Waal 1961) werd zeer speciaal aandacht geschonken aan de plaats en grootte van het maximum van de toondrempelverhoging. Dit onderzoek betrof 106 personen 18-60 jaar oud. Het lawaainiveau in de machinekamer, waar deze personen elke dag 8 uur in werkten, varieerde van ca. 104-117 dB ($2.10^{-5} \text{ N m}^{-2}$). Om de plaats en de grootte van het akoestisch trauma exact te kunnen bepalen, werd elke oktaaf verdeeld in zes, op een logaritmische schaal even grote, frekwentiebandjes (figuur 9). De gehoordrempel is nauwkeurig in elk frekwentiebandje van de audiogramkaart afgelezen en genoteerd. Het bleek dat het centrum van de grootste drempelverhoging van het onderzochte machinekamerpersoneel in het frekwentiegebied van 3600-5600 Hz was gelokaliseerd. In de bovenste grafiek van figuur 16 is de mediaan van de maximale gehoordrempelverhoging uitgezet als functie van de expositieduur. Daar het materiaal vooral uit jonge en nog niet zo lang in dienst zijnde personen bestond, is de expositieduur op een logaritmische schaal aangegeven. In de onderste grafiek van figuur 16 is de gemiddelde leeftijd van de onderzochte personen, ook als functie van de expositieduur, in beeld gebracht. De bovenste grafiek laat voor de maximale drempelverhoging, na een snelle initiële toename bij het begin der expositie, een tijdelijk ongeveer gelijkblijven van de verhoging zien, hoewel de expositie aan het traumatiserend lawaai doorgaat. Na omstreeks 6 jaar expositie zien we de verhoging weer toenemen, ook als deze gekorrigeerd is voor presbycusis. Deze verdere toename is mogelijk terug te voeren op de leeftijdsfactor, aangezien naast een langer worden van de expositieduur nu ook een duidelijke toename van de gemiddelde leeftijd optreedt. Hierbij aansluitend zien we in figuur 15, dat bij personen die werkten in industriellawaai, ook na een tiental jaren blootgesteld geweest te zijn aan lawaai, een toename van de drempelverhoging bij 4000 Hz blijft bestaan gedurende verdere expositie, ondanks substractie van presbycusis. Deze bevindingen wijzen er eveneens op, dat het gehoororgaan van een oudere persoon waarschijnlijk gevoeliger wordt voor lawaai-inwerking.

Ter komplementering van dit onderzoek hebben wij de gehoordrempel bepaald van 27 bejaarde machinisten. De gemiddelde leeftijd van deze groep bedroeg 70 jaar en de expositieduur 38 jaar. Het is niet mogelijk om de maximale drempelverhoging van de bejaarde en de

jongere groepen te vergelijken, omdat door de sterk progressieve presbycusis het grootste verlies bij de bejaarde machinisten vaak bij 8000 Hz of hoger was gelokaliseerd; daarom is het verschil in drempel bij 4000 Hz nagegaan (figuur 17). Uit het staafdiagram



Figuur 17. De gehoordrempelverhoging bij 4000 Hz van een groep varende machinekamerpersoneel van middelbare leeftijd en van een groep gepensioneerde, bejaarde machinisten. Gearceerd is de bij de leeftijd te verwachten drempelverhoging. De grootste toename bij de bejaarde machinisten in vergelijking met de jongere groep is het gevolg van de voortschrijdende presbycusis.

The threshold shift at 4000 Hz of a group of middle-aged seafaring engine-room personnel and a group of retired elderly engineers. The threshold shift to be expected at the age concerned is shaded. The greater increase among the elderly engineers as compared with the younger group is the result of progressive presbycusis.

blijkt, dat de drempel bij bejaarde machinisten sterk is verhoogd in vergelijking met de groep machinekamerpersoneel van middelbare leeftijd. Na aftrek van de te verwachten presbycusis blijft slechts een geringe toename over. De voor de hand liggende verwachting, dat na ophouden van de inwerking van het lawaai het akoestisch trauma niet meer zal voortschrijden wordt door dit onderzoek be-

vestigd. Na pensionering zal de toename van de drempelverhoging dan ook uitsluitend berusten op de progrediërende presbycusis of eventuele andere factoren zoals arteriosclerose, nierafwijkingen, intoxicaties e.d.

Langdurig inwerken van traumatiserend lawaai zal tenslotte een verminderde validiteit van het gehoororgaan ten gevolge van hardhorendheid veroorzaken. Vooral uit bedrijfsgeneeskundig oogpunt is dit een belangrijk probleem. Immers: in hoeverre zal een gehoororgaan beschadigd zijn bij iemand van 65 jaar, die jaren in traumatiserend lawaai gewerkt heeft, en zal dit funktieverlies ten gevolge van presbycusis nog verder toenemen? Om hiervan een indruk te krijgen hebben wij het percentage binauraal gehoorverlies berekend van nog varende machinisten van middelbare leeftijd en van gepensioneerde bejaarde machinisten (tabel X en XI).

Tabel X. Het percentage gehoorverlies van machinekamerpersoneel op middelbare leeftijd berekend volgens de regels aangegeven door het „Subcommittee on noise of the American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology”.

The percentage of hearing loss of middle-aged engine-room personnel calculated according to the rules drawn up by the "Subcommittee on noise of the American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology".

leeftijd in jaren	expositieduur in jaren	percentage gehoorverlies	subjectieve gehoorbevinding *
age in years	exposure duration in years	percentage hearing loss	subjective findings of hearing *
54	35	46	=
53	26	40	<<
57	30	21	=
59	35	19	<
55	30	11	<
54	28	10	=
59	40	6	=
60	39	2	=
55	27	0	=
50	28	0	=
52	28	0	=

*

= gehoor niet verminderd hearing not reduced	<< gehoor verminderd, geringe klachten hearing reduced, slight complaints
< gehoor verminderd, geen klachten hearing reduced, no complaints	

Tabel XI. Het percentage gehoorverlies van gepensioneerde machinisten berekend volgens de regels aangegeven door het „Subcommittee on noise of the American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology”.

The percentage of hearing loss of retired engineers calculated according to the rules drawn up by the "Subcommittee on noise of the American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology".

leeftijd in jaren <i>age in years</i>	expositieduur in jaren <i>exposure duration in years</i>	percentage gehoorverlies <i>percentage hearing loss</i>	subjectieve gehoorbevinding * <i>subjective findings of hearing *</i>
82	34	53	<<<<
80	30	43	<<
77	30	36	<
68	46	33	<<
69	38	30	<
66	36	29	<
73	43	21	<
66	42	21	<
74	26	21	<<
65	36	12	<
74	40	11	=
75	35	10	<
66	45	9	=
65	35	9	<
69	44	8	=
65	30	7	<
71	40	6	<
65	40	5	=
67	45	4	=
70	26	4	=
66	30	3	=
66	42	1	=
74	53	1	=
66	36	0	=
67	35	0	=
66	47	0	=
70	42	0	=

*
 = gehoor niet verminderd
hearing not reduced
 < gehoor verminderd, geen klachten
hearing reduced, no complaints
 << gehoor verminderd, geringe klachten
hearing reduced, slight complaints
 <<< gehoor verminderd, hinderlijk
hearing reduced, annoying
 h.t. gebruikt hoortoestel
uses hearing aid

Tevens is de subjectieve gehoorbevinding genoteerd. Het percentage gehoorverlies is berekend volgens de methode, aangegeven door het „Subcommittee on noise of the American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology”, dat uitgaat van de toondrempel bij 500, 1000 en 2000 Hz (Lierle 1959). Voor elke dB die het gemiddelde van het verlies bij deze drie frekwenties 15 dB overschrijdt, wordt 1½% gehoorverlies in rekening gebracht. Het percentage binauraal gehoorverlies wordt berekend door vijf maal het percentage van het beste oor op te tellen bij het percentage van het slechtste en dit te delen door zes. Belemmering van het percipiëren van konversatiespraak zal optreden bij een percentage binauraal gehoorverlies van ongeveer 25-35%, al naar gelang van het verschil in gehoorverlies tussen beide oren.

Bij nog varend machinekamerpersoneel van middelbare leeftijd bleken 2 op een totaal van 11 personen een dusdanig gehoorverlies te hebben dat moeilijkheden met de konversatie op normale geluidsterkte was te verwachten. In werkelijkheid had echter maar één persoon duidelijke klachten.

Bij de groep bejaarde machinisten hadden 6 personen op een totaal van 27 een percentage binauraal gehoorverlies van 25% of meer. Het gehoor was slechts bij één persoon zo verminderd, dat een belemmering van de konversatie ontstond, waardoor hij soms een gehoortoestel moest gebruiken. Toen we de gemiddelde drempelverhoging bij 500, 1000 en 2000 Hz van het beste oor bij deze twee groepen vergeleken, bleek deze bij de nog varende groep 22 dB te bedragen en bij de bejaarde groep 28 dB. Op grond van uitsluitend presbycusis zou men resp. 7 en 13 dB verwachten.

Gezien deze gegevens, mag men aannemen, dat het gehoorverlies in het voor de spraak belangrijke frekwentiegebied bij arbeiders op de pensioengerechtigde leeftijd die in traumatiserend lawaai gewerkt hebben, groter zal zijn dan men op grond van presbycusis zou verwachten. Dit gehoorverlies zal daarna nog een geringe toename tonen, die uitsluitend berust op de normale drempelverhoging met het ouder worden. Veranderingen in het centraal akoestisch systeem kon dan echter vaak een belangrijker faktor blijken te zijn.

HOOFDSTUK III

SYMPTOMATOLOGIE VAN DE OUDERDOMS- HARDHORENDHEID

Het toondrempelaudiogram geeft de funktie van het gehoororgaan bij de drempel weer. Veel belangrijker is echter het gedrag boven de drempel; spraak b.v. wordt pas verstaanbaar ongeveer 30 dB boven de drempel voor 1000 Hz. Het voornaamste symptoom van een duidelijke drempelverhoging in het voor de spraak belangrijke frekwentiegebied is dan ook het niet meer horen en kunnen volgen van normaal gesproken konversatiespraak. Bovendien heeft de bejaarde meer last van het omgevingslawaai. Vaak komt hier nog bij, dat luid spreken al gauw onaangenaam gevonden wordt, wat ook weer moeite met het verstaan tengevolge heeft. Dit laatste heeft zijn oorzaak in het z.g. regressiefenomeen. Verder worden vele bejaarden geplaagd door hinderlijk oorsuizen.

In de volgende paragrafen zullen deze symptomen nader worden besproken.

§ 1. Vermindering van de spraakverstaanbaarheid

Tot voor enkele decennia bestond het onderzoek naar de spraakverstaanbaarheid uit de bekende onderzoeksmethode van het nagaan op welke afstand fluisterspraak en konversatiespraak nog juist gehoord werden. Hoewel deze een zeker inzicht geeft in het spraakgehoor, blijkt een nadeel van de methode, dat door een groot aantal veranderlijke factoren (testruimte, luidheid van de gesproken testwoorden, verschillende stemmen e.d.) haar betrouwbaarheid gering is. Met de komst van gramfoonplaat en magnetofonband met opname- en afspelapparatuur is het mogelijk geworden ook het onderzoek op de gesproken taal, evenals het testen met zuivere tonen, op een meer exacte manier te verrichten. De op de gramfoon-

plaat of magnetofonband gesproken tekst kan men met een versterker en een decibelverzwakker op verschillende intensiteitsniveaus aan de proefpersoon toedienen.

Het testmateriaal kan uit verschillende soorten spraak bestaan. Meest gebruikt worden:

spondee-woordenlijsten; deze bestaan uit tweelettergrepige woorden als: fietsbel, deurknop, ligstoel enz.

P.B.-woordenlijsten (Phonetically-Balanced), bestaande uit meest éénlettergrepige woorden.

zinnenlijsten, bestaande uit korte zinnen.

De spondee-woordenlijsten worden gebruikt bij het bepalen van de spraakverstaanbaarheidsdrempel, dit is de intensiteit waarbij 50% van de woorden van een spondee lijst goed worden verstaan.

Belangrijker dan de spraakverstaanbaarheidsdrempel is het nagaan van de spraakverstaanbaarheid bij intensiteiten, waarmee de normale konversatietaal gesproken wordt. Deze bedraagt ruim genomen 50-80 dB ($2 \cdot 10^{-5}$ N m⁻²). Voor de bepaling van de spraakverstaanbaarheid gebruikt men als prikkelmateriaal fonetisch gelijke woordenlijsten. Deze P.B.-woordenlijsten zijn elk homoloog van samenstelling, wat de fonemen *) betreft. Tevens is het percentage waarin de fonemen in een lijst voorkomen, gelijk gekozen aan dat in de taal. De meeste woorden uit een P.B.-lijst zijn éénlettergrepige; door het in het Nederlands frekwent voorkomen van de *a* (stomme *e*) is een aantal tweelettergrepige woorden niet te ontgaan.

In testmateriaal dat bestaat uit zinnen, verschijnt een faktor die in P.B.-woordenlijsten een ondergeschikte rol speelt: zoals te verwachten is, behoeft men uit een zin maar enkele woorden te verstaan om de gehele zin te kunnen opbouwen. Dit komt ook tot uiting in het bij lagere intensiteit liggende 50%-verstaanbaarheidsniveau van de zinnenlijsten in vergelijking met de P.B.-lijsten (zie figuur 21).

In 1944 werd door Huizing en Moolenaar-Bijl het procentueel voorkomen van fonemen in de Nederlandse taal nagegaan (tabel XII). Aan de hand hiervan stelde Reijntjes (1951) de z.g. Groninger P.B.-woordenlijsten op. Dit zijn lijsten, elk bestaande uit 67-72 woorden. Hiermede kan men de spraakverstaanbaarheidscurve

*) fonemen zijn de afzonderlijke spraakklanken.

Tabel XII. Het voorkomen van de verschillende fonemen in de Nederlandse taal. Naar gegevens van Huizing en Moolenaar-Bijl (1944).

The occurrence of the various phonemes in the Dutch language.

1. bode	12.66%	11. pa	2.94%	21. water	1.89%
2. nee	10.10%	12. pit	2.79%	22. dief	1.73%
3. tante	7.95%	13. men	2.71%	23. bek	1.55%
4. rood	6.50%	14. dragen	2.27%	24. loop	1.47%
5. dame	4.81%	15. even	2.22%	25. piet	1.38%
6. soep	4.26%	16. hoed	1.97%	26. dom	1.32%
7. man	4.13%	17. ijs	1.95%	27. fiets	1.25%
8. lief	4.00%	18. beek	1.94%	28. pot	0.98%
9. met	3.02%	19. zie	1.92%	29. boek	0.83%
10. koe	2.97%	20. macht	1.91%	30. bang	0.73%

bepalen, d.w.z. de curve, die de betrekking weergeeft tussen de spraakverstaanbaarheid en de intensiteit waarmee de woorden worden gepresenteerd. Een nadeel van de Groninger P.B.-lijsten is de aanzienlijke tijd die nodig is voor het bepalen van een spraakverstaanbaarheidscurve. Vooral voor de oudere patiënt zijn deze lijsten erg lang, waardoor de betrouwbaarheid van de test zal dalen in verband met de optredende vermoeidheid.

In Duitsland gebruikt men sinds enige jaren de door Hahlbrock (1957) ontworpen Freiburger P.B.-lijsten, ieder bestaande uit 20 woorden. Met deze lijsten kwamen ook andere auteurs tot goede resultaten, zodat deze thans in vele Duitse en ook Zwitserse klinieken gebruikt worden. Op grond van deze goede bevindingen en de geringe lengte in vergelijking met de Groninger P.B.-lijsten, zijn wij er toe overgegaan, ook in het Nederlands P.B.-woordenlijsten op te stellen, bestaande uit 20 woorden (tabel XIII).

Uitgegaan is van de gegevens van Huizing en Moolenaar-Bijl (1944), wat betreft het voorkomen van de verschillende fonemen in de Nederlandse taal. Iedere lijst bestaat uit 20 woorden en wel:

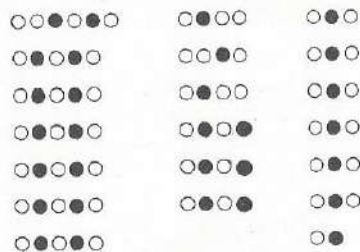
- 1 woord bestaande uit 6 fonemen
 - 6 woorden bestaande uit 5 fonemen
 - 6 woorden bestaande uit 4 fonemen
 - 6 woorden bestaande uit 3 fonemen
 - 1 woord bestaande uit 2 fonemen
- (Zie ook figuur 18).

Tabel XIII. De Leidse P.B.-woordenlijsten, elk bestaande uit 20 woorden.

The Leyden P.B.-word lists, each consisting of 20 words.

1. bode	2. drijven	3. bok	4. gat	5. gewis	6. bij
wollen	bot	kind	deze	hen	zitten
zag	baden	geraas	dalen	kade	stam
kant	lekker	happen	wol	roven	gelaat
laten	woog	steeg	haver	zand	pet
heg	pa	daad	best	laag	dame
mee	hele	mast	reine	wielen	nier
gebit	zakken	villen	vellen	nat	wassen
rijst	mag	braken	niet	volle	drogen
liter	rand	dag	dikke	bitter	weg
dragen	gezien	laffe	zeg	kat	rijke
veen	ster	remmen	hopen	grijpen	nader
wijze	deken	vier	gebak	rem	kist
nek	net	nette	maag	stag	hier
pakken	feiten	zee	stier	haken	lezen
star	lamme	wijzer	krassen	bed	veeg
dief	hit	tel	fit	mede	felle
samen	gave	heide	rij	dieren	hond
hitte	sier	noot	meten	zij	bakken
ver	wist	wiegen	want	feest	vat

7. bont	8. lier	9. dik	10. poten	11. gebaar	12. wie
liegen	razen	ware	hel	hand	diepe
zaag	mand	gelach	vest	lach	varen
vette	gezin	lage	bate	hei	ham
haten	lat	hoog	vieren	bek	dreigen
rood	braden	haren	wig	zieke	gelijk
heden	vijg	cent	gewas	tappen	rond
lijst	tee	dammen	stek	water	leeg
draven	domme	vet	zat	stal	boze
wat	lekken	stijf	dolle	loog	ribben
gemis	tas	breken	wakker	tenen	hees
barre	fijner	redden	deeg	rit	staaf
kap	stap	last	grazen	doffe	wekker
fee	wekken	vieze	mei	mis	dam
nikker	beest	keizer	lint	wijde	tellen
wieg	hek	top	raden	zeven	kast
stel	dove	bieten	teen	den	tin
kammen	gieren	man	fijne	graven	natte
ren	haag	wit	mier	rest	zetten
zijde	witte	nee	hakken	kiemen	vaag



Figuur 18. Opbouw van de uit 20 woorden bestaande Leidse P.B.-lijsten samengesteld uit 80 fonemen.

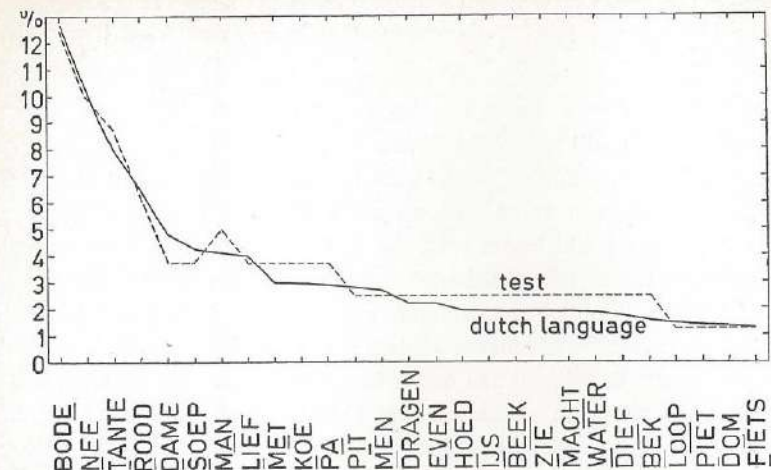
- : klinker.
- : medeklinker.

Construction of the Leyden P.B.-20 word lists composed of 80 phonemes.

- : vowel.
- : consonant.

Deze 20 woorden zijn dus samengesteld uit totaal 80 fonemen. Als een foneem éénmaal in een lijst voorkomt beslaat het 1.25% van het totaal. Wanneer wij dit vergelijken met de tabel van Huizing en Moolenaar-Bijl, blijkt in de taal dit de „f” te zijn, met andere woorden de „f” mag éénmaal voorkomen in een lijst. In figuur 19 is het percentage fonemen, zoals deze in de P.B.-lijsten en in de taal voorkomen, vergeleken. Deze blijken goed overeen te komen. De verhouding klinker:medeklinker in taal en woordenlijst is ongeveer gelijk, resp. in taal 39%:61% en in woordenlijst 37.5%:62.5%. Tevens is erop gelet dat het beginfoneem van de woorden in de verschillende lijsten ongeveer gelijk verdeeld is (figuur 20). Aan de voorwaarde, dat de lijsten een afspiegeling zijn van de fonemen die in de taal gebruikt worden, voor zover dit met 20 woorden mogelijk is, is dus voldaan.

Om een standaard-spraakverstaanbaarheidscurve te verkrijgen werd van een aantal personen van 18-30 jaar (polikliniekbezoekers, studenten) met een normaal toondrempelaudiogram de spraakver-



Figuur 19. Het procentueel voorkomen van de meest gebruikte fonemen in de Nederlandse taal en in de Leidse P.B.-20 woordenlijsten.

- Nederlandse taal.
- Leidse P.B.-20 woordenlijsten.

The percentage occurrence of the most current phonemes in the Dutch language and in the Leyden P.B.-20 word lists.

- Dutch language.
- Leyden P.B.-20 word lists.

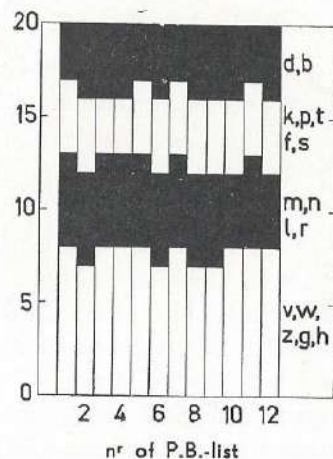
staanvaardigheid bij verschillende intensiteiten bepaald (figuur 21). Als nul-dB-niveau gebruikten wij 5.10^{-5} N m⁻² omdat onze audiometers hierop geijkt zijn. In de literatuur wordt meest 2.10^{-5} N m⁻² als referentieniveau aangegeven, dat is ca. 7 dB lager in intensiteit dan ons referentieniveau. Uit figuur 21 blijkt, dat bij ongeveer 23 dB het 50% verstaanbaarheidsniveau ligt, dit is enkele dB's meer dan Reijntjes (1951) met de Groninger P.B.-lijsten vond. Het kleine verschil is verklaarbaar door een mogelijk wat andere ijking, terwijl ook het verschil in spreker een rol speelt. Bij 50 dB is de spraakverstaanbaarheid 100%; met andere woorden bij deze intensiteit verstaan normaal horende alle 20 woorden.

Hoe staat het nu met het spraakaudiogram bij bejaarden? Fleischer (1956), die als testmateriaal de Freiburger P.B.-lijsten gebruikte, onderzocht personen van 15 jaar en ouder met een gehoordrempel die volgens het criterium van De la Rosée bij de leeftijd

behoorde. Het bleek dat de leeftijdsgroep 15-49 jaar geen afwijkingen van betekenis in de spraakverstaanbaarheid toonde, hoogstens een geringe verschuiving van het 100% spraakverstaanbaarheidsniveau naar een hogere intensiteit (C-curve, C van „conductive”). Bij personen boven 50 jaar was het aantal C-curven vermeerderd en gingen minder steil lopen. Naast de minder steile C-curven kwamen er ook P- en zelfs R-curven voor en wel meer naarmate de leeftijd hoger was. Bij de P-curve (P van „perceptive”) bestaat er bij een bepaalde intensiteit een spraakverstaanbaarheidsverlies dat bij het toenemen van de intensiteit gelijk blijft; bij de R-curve (regressiecurve, Huizing 1951-1952) neemt de spraakverstaanbaarheid bij een hoger intensiteitsniveau zelfs weer af.

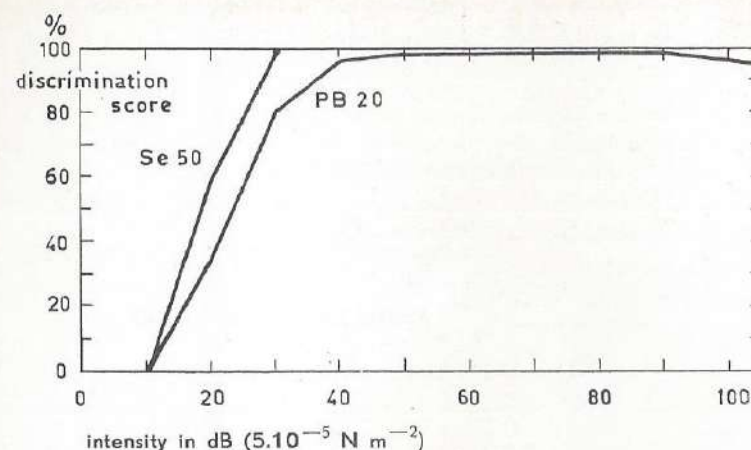
Ook Goetzinger en medewerkers (1961) vonden met het toenemen van de leeftijd van 60 tot 90 jaar een afname van de spraakverstaanbaarheid.

Bij veel bejaarden die met gehoorklachten de polikliniek bezochten, hebben wij naast het toondrempelaudiogram, ook een spraakaudiogram bepaald voor het beste oor. De spraakverstaanbaarheid werd meest bepaald bij de volgende intensiteiten: 60, 75, 90 en 105 dB. De bepaling bij de hoge intensiteiten is verricht om een



Figuur 20. Het voorkomen van de verschillende medeklinkers aan het begin van de 20 woorden van de Leidse P.B.-lijsten. Verticaal is het aantal woorden aangegeven.

The occurrence of the various initial consonants in the 20 words of the Leyden P.B. lists. On the ordinate the number of words has been plotted.



Figuur 21. De standaard-spraakverstaanbaarheidscurve voor de Leidse P.B.-20 woordenlijsten en zinnenlijsten (bestaande uit 50 sleutelwoorden) samengesteld uit bepalingen bij jonge, goed horende personen.

The standard-articulation-curve for the Leyden P.B.-20 word lists and sentence lists (with 50 key-words) compiled from tests on young adults of good hearing.

eventuele regressiecurve tot zijn recht te laten komen. Als criterium voor een regressiecurve werd een vermindering van de spraakverstaanbaarheid van meer dan 10% bij een hogere intensiteit aangenomen.

Bewerkt zijn de spraakverstaanbaarheidscurven van 105 bejaarden (62 mannen en 43 vrouwen) variërend in leeftijd van 65-92 jaar (gemiddelde leeftijd: 76 jaar) met een zuiver perceptieverlies in het toondrempelaudiogram.

Een bepaling van de spraakverstaanbaarheidsdrempel met spondee-lijsten was niet nodig, daar het blijkt, dat er een goede correlatie bestaat tussen de spraakverstaanbaarheidsdrempel en de „three-frequency-average” van Fletcher (1950). Graham (1960) vond een correlatiecoëfficiënt van 0.94, terwijl Goetzinger en medewerkers (1961), die te werk gingen bij personen van 60-90 jaar, 0.90 vaststelden. Gezien de goede correlatie hebben wij bij de onderzochte bejaarden de spraakverstaanbaarheidsdrempel berekend uit de „three-frequency-average”.

In tabel XIV is de maximale spraakverstaanbaarheid, gevonden met behulp van de P.B.-20 woordenlijsten, aangegeven bij verschillende drempelverhoging. Uit de tabel is op te maken, dat

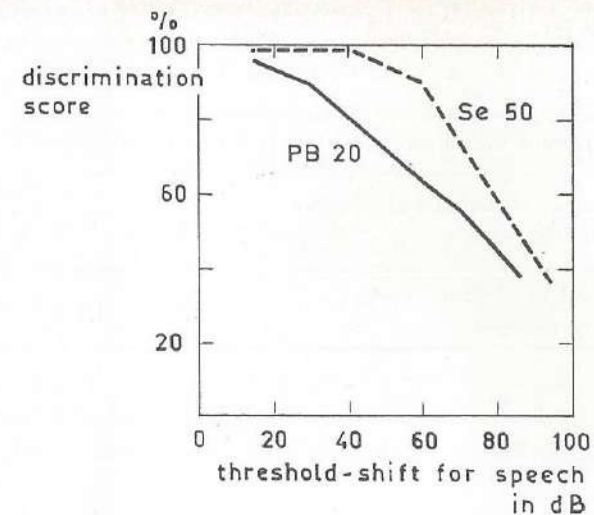
Tabel XIV. De maximale spraakverstaanbaarheid bij verschillende drempelverhoging van het beste oor van 105 bejaarden met een zuiver perceptieverlies in het toondrempelaudiogram, bepaald met de P.B.-20 woordenlijsten.

The discrimination score at various threshold shifts of the better ear of 105 elderly persons with a pure perceptive loss in the tone threshold audiogram, determined with the P.B.-20 word lists.

spraakverstaanbaar- digheidspercentage	spraakverstaanbaarheidsdrempelverhoging in dB							
percentage discrimin- ation score	hearing loss for speech in dB							
	0-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	≥ 75	totaal total
95-100	6	3	2	2	4	1	—	18
85-90	2	5	4	9	1	1	—	22
75-80	1	—	3	7	5	1	—	17
65-70	—	1	—	7	4	3	—	15
55-60	—	—	2	4	3	2	2	13
45-50	—	—	—	2	4	1	2	9
35-40	—	—	—	—	1	1	1	3
25-30	—	—	—	—	3	—	—	3
15-20	—	—	—	—	1	—	1	2
5-10	—	—	—	—	—	2	—	2
0	—	—	—	—	—	—	1	1
totaal total	9	9	11	31	26	12	7	105

81% van de bejaarden een spraakverstaanbaarheid van meer dan 50% toonden. Verder blijkt, dat bij toename van de drempelverhoging de spraakverstaanbaarheid afneemt. Dit komt duidelijker in figuur 22 tot uiting waar de gemiddelde grootste spraakverstaanbaarheid bij verschillende drempelverhoging in een curve is weergegeven. Over de vorm van de spraakverstaanbaarheidscurve vertellen tabel XIV en figuur 22 ons echter niets. Deze is evenwel zeer belangrijk, daar, wanneer er bij een slechts gering spraakverstaanbaarheidsverlies een regressiecurve aanwezig is, de hardhorende bejaarde toch moeite zal hebben met het verstaan van luide spraak, omdat bij het even te luid spreken de spraakverstaanbaarheid direkt zal dalen. In tabel XV is te zien, dat deze ongunstige regressiecurve veel voorkwam, n.l. in 41.9%.

Goetzinger en medewerkers (1961) vonden bij de door hun



Figuur 22. Het spraakverstaanbaarheidsverlies voor woorden (PB 20) en zinnen (Se 50) als functie van de spraakverstaanbaarheidsdrempel bij resp. 105 en 54 bejaarden. Het spraakverstaanbaarheidsverlies voor woorden is duidelijk groter dan voor zinnen.

Discrimination loss for words (PB 20) and for sentences (Se 50) as a function of the threshold shift for speech among 105 and 54 elderly persons respectively. The discrimination loss for words is distinctly greater than for sentences.

onderzochte bejaarden een significante correlatie tussen de spraakverstaanbaarheidsdrempel en de spraakverstaanbaarheid bepaald met P.B.-woordenlijsten. Op grond hiervan kunnen wij een grove raming doen van het te verwachten spraakverstaanbaarheidsverlies bij de onderzochte bejaarden met een zuiver perceptieverlies in het toondrempelaudiogram. In tabel VIII is voor deze groep de spraakverstaanbaarheidsdrempel, i.c. de „three-frequency-average”, voor het beste oor aangegeven. Hieruit blijkt, dat 71% bejaarden een dusdanige drempelverhoging (≥ 35 dB) toonden, dat er moeilijkheden met het horen van konversatiespraak te verwachten waren. Uit figuur 22 kunnen we afleiden, dat bij deze drempelverhoging een spraakverstaanbaarheidsverlies te verwachten is van ca. 15% of meer. Hahlbrock (1957) stelde empirisch vast, dat in het algemeen personen met een gering spraakverstaanbaarheidsverlies (0-30%) goed te helpen zijn met een hoor-toestel. Als wij deze bevinding in aanmerking nemen zou slechts

Tabel XV. Het procentueel voorkomen van de verschillende typen verstaanvaardigheidscurven bij 105 bejaarden met een perceptieverlies in het toondrempel-audiogram.

The percentage occurrence of the several types of articulation-curves in 105 elderly persons with a perception loss in the tone threshold audiograms.

type spraakverstaanvaardigheidscurve <i>type articulation-curve</i>	N	C	P	R
procentueel voorkomen <i>percentage occurrence</i>	1.9	1.9	54.3	41.9

44% van de door ons onderzochte hardhorende bejaarden met een perceptieverlies goed geholpen zijn met een hoortoestel.

De z.g. „cocktail party”-hardhorendheid is een sprekend voorbeeld van het meer last hebben in een lawaaige omgeving. Wanneer er door één persoon duidelijk tot hem gesproken wordt, kan de bejaarde het wel volgen, maar dit lukt niet meer, als verscheidene personen in een rumoerige omgeving met elkaar spreken. Mogelijk is dit symptoom een uiting van veranderingen in het centrale zenuwstelsel.

Ten einde de betekenis van de centrale gehoorbanen bij hardhorendheid na te gaan, vergeleken Pestalozza en Shore (1955) een groep jonge personen met een groep bejaarden, met beide een gelijk gemiddeld toondrempelaudiogram. Zij vonden de spraakverstaanbaarheid bij bejaarden significant minder goed dan bij de jonge groep, hoewel het perifere gehoororgaan (i.c. het orgaan van Corti en eerste neuron) waarschijnlijk gelijk gestoord was. Analooq aan Gaeth (1948) noemden zij dit „phonemic-regression”, welk verschijnsel men niet moet verwarren met het regressiefenomeen, dat in de volgende paragraaf besproken wordt. De oorzaak van deze „phonemic-regression” is volgens auteurs gelegen in het centraal akoestisch systeem. Voor ditzelfde verschijnsel gebruikte Kobrak (1951) de toepasselijke term „Schizakusis”.

Om een funktiestoornis in het centraal akoestisch systeem aan te tonen, ontwikkelden Bocca en Calero (1956) verschillende onderzoekingsmethoden. De belangrijkste hiervan is de perceptie van vervormde spraak, verkregen door middel van een „low-pass”-filter met

een afsnijfrequentie bij 500 Hz, toegediend aan één oor met tegelijkertijd subliminair dezelfde spraak aan het andere oor. Het essentiële van deze testmethode is, dat het signaal, aan elk oor afzonderlijk aangeboden, weinig of niet verstaanbaar is, maar wel wanneer het aan beide oren wordt verstrekt. Matzker (1958) heeft deze methode verder uitgewerkt in zijn binaurale gehoorsyntese-test. Bij deze test bouwde hij het toegediende signaal als volgt op: Uit bepaalde woorden werden twee frekwentiebanden gefilterd, n.l. van 500-800 Hz en van 1500-2400 Hz. Deze woorden waren zo geselecteerd, dat zij, gefilterd, zowel in de lage als in de hoge band onverstaanbaar waren. Maar werden de gefilterde woorden gelijktijdig aan beide oren toegediend — lage frekwentieband aan het ene oor en hoge frekwentieband aan het andere oor — dan waren zij wel herkenbaar. Matzker onderzocht met deze test verschillende leeftijdsgroepen en vond na het 60^e jaar de syntese bemoeilijkt. Hij kwam tot de konklusie, dat de belangrijkste stoornis in de spraakverstaanbaarheid by presbycusis niet perifeer, maar in de centrale gehoorbanen gelokaliseerd is en tot stand komt door het te gronde gaan van zenuwcellen in deze gebieden. Hierbij sluiten de onderzoeken van Maspétiol, Semette en Mathieu (1960) aan, die bij bejaarden een verlengde reaktietijd voor gehoorprikkels vonden.

Bij het onderzoek met P.B.-woordenlijsten bleek, dat de onderzochte bejaarden voornamelijk fouten maakten met de medeklinkers, wat een gevolg is van drempelverhoging van de hoge frequenties. Wanneer men zinnen als prikkelmateriaal gebruikt, valt deze faktor grotendeels weg, doordat de corticale centra maar enkele herkenbare woorden nodig hebben om een eenvoudige logische zin op te bouwen. Toch is het testen van zinnenlijsten van belang, omdat dit op een eenvoudige manier de centrale compensatie van een gestoord perifeer gehoororgaan weergeeft. Van 54 bejaarden hebben wij daarom de spraakverstaanbaarheid voor woorden en zinnen vergeleken. De door ons ontwikkelde zinnenlijsten bestaan uit 10 korte eenvoudige zinnestjes, elk met twee tweelettergrepige en drie één-lettergrepige sleutelwoorden, met een totaal van 50 (tabel XVI). Elk niet goed verstaan sleutelwoord werd gewaardeerd als een spraakverstaanbaarheidsverlies van 2%.

Uit figuur 22 blijkt, dat bij de onderzochte bejaarden een gering spraakverstaanbaarheidsverlies voor zinnen voorkwam, in tegen-

Tabel XVI. Zinnenlijsten, elk bestaande uit 50 sleutelwoorden.

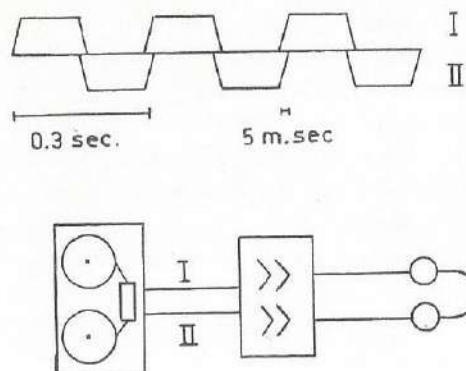
Sentence-lists, each consisting of 50 key-words.

1. *Aan een hand hebben wij vijf vingers
Dat boek kostte drie gulden.
Wat is dat een rare jongen!
De boer laadde de wagen vol hooi.
Niemand groet die arme man.
De zieke was vlug weer beter.
De vogels bouwen in mei hun nest.
De school begint om negen uur.
De schilder verfde de muur zacht groen.
Moeder maakte een eind aan de pret.*
2. *Klaas kreeg een appel van zijn moeder.
Mijn vriend wordt later soldaat.
Hij maakt een kraan boven de wasbak.
Achter het huis staat een grote schuur.
De muren moesten mooi glad zijn.
Er lopen veel kippen in de ren.
Ieder mag op zijn beurt zingen.
Jan stond te wachten op zijn zusje.
Het boek viel met veel lawaai op de tafel.
De kapper knipte het haar veel te kort.*
3. *Willem kan nog niet fietsen.
Vader bond het pak stevig vast.
Het huis stond midden in het grote bos.
Het paard kon de hele dag grazen.
In de schuur staan potten zwarte verf.
De japon werd met de hand gemaakt.
De nagels van het kind waren erg vies.
Morgen gaat Piet naar de vijfde klas.
Vandaag kreeg zij twee brieven.
Het schip voer langzaam de haven uit.*

4. *Mies draagt altijd een rode trui.
Het zwarte hondje beet een gat in de kous.
Het strand was bezet met veel tenten.
De bonte koe lag in het malse gras.
Morgen is mijn broer jarig.
De schoenen en sokken zijn vuil van het stof.
Er staan veel bloemen voor het grote raam.
Karel sneed zich in zijn vinger.
Wat kost die bos witte anjers?
De auto reed met een grote vaart weg.*
5. *Koos lust geen bruine bonen.
De kamer in het nieuwe huis was te klein.
Jouw neef loopt altijd verkeerd.
Het dak werd geleverd met een grote kwast.
Zij krijgt van ons mooie bloemen.
Aan de rand van het bos stond een hoge toren.
Je moet goed zorgen voor de kachel.
De sneltrein vertrekt om kwart over vijf.
De jongen liep vlak langs het water.
De hond en de kat renden door de keuken.*
6. *Jantje gaat naar de grote school.
De zaal stond vol met mooie bloemen.
Om half acht werden we wakker.
De winkel op de hoek stond vol mensen.
Marie kocht drie pond appels.
Veel vogels trekken in de herfst weg.
Eerst dronken we een kopje thee.
Zij bleven bij de vijver staan.
Er lag een dikke laag sneeuw op de velden.
De ruiten maakt zij schoon met water.*

stelling tot dat voor woorden. Slechts bij patiënten met een groot spraakverstaanbaarheidsverlies voor woorden vonden wij ook het verstaan van zinnen gestoord.

Belangrijk gevoeliger is de test waarbij de zinnen periodiek geïnterrupteerd worden en waarbij de halve perioden alternerend aan het ene en het andere oor worden toegediend (figuur 23). De ge-



Figuur 23. De summatie-test. In de bovenste figuur is de methode van versnijden van het signaal in stukjes van 150 milliseconde aangegeven. Signaal I wordt via magnetofon en decibelverzwakker aan één hoofdtelefoon toegevoerd (onderste figuur). Signaal II wordt op dezelfde wijze onafhankelijk van signaal I aan de andere hoofdtelefoon toegevoerd. Als signaal zijn de zinnenlijsten uit tabel XVI gebruikt.

The summation test. The upper figure shows the method of cutting up the signal in parts of 150 milliseconds. Signal I is delivered to one earphone via a tape-recorder and a decibel attenuator (lower figure). In the same manner signal II is delivered to the other earphone independent of signal I. The sentence lists from table XVI were used as signals.

dachtegang hierbij is, dat door summatie van de beide helften in het centrale akoestisch systeem de volledige zin weer wordt verkregen. Deze methode is aangegeven door Colin Cherry en Taylor (1954) en Hennebert (1955). Een kritische wisselfrekventie zou volgens Colin Cherry en Taylor (1954), Calero en De Mitri (1958) liggen bij 3 wisselingen per seconde. Bij een normale spreek snelheid (ca. 160 woorden per minuut) werd bij goed horende jonge personen geen daling van de spraakverstaanbaarheid gevonden; bij een spreek snelheid van 250 woorden per minuut daalde echter de spraakverstaanbaarheid van zinnen duidelijk. Bij bepaalde patiënten vonden

Calero en De Mitri ook bij normale spreek snelheid een gestoorde summatie. Op grond van de bevinding, dat bij éénzijdige lobus temporalis-patologie geen afwijking in de summatie aanwezig was, maar wel bij bepaalde aandoeningen van de hersenstam, kwam Calero (1957) tot de veronderstelling, dat de summatie sub-corticaal plaats zal vinden. Een voordeel van de summatietest boven de binaurale gehoorsyntesetest van Matzker (1958) zou zijn, dat met de eerste een goede standaard „normaal” is te bepalen, terwijl ook de resultaten van deze test minder afhankelijk zouden zijn van distorsie ten gevolge van afwijkingen in het perifere gehoororgaan (Bocca 1961).

Wij hebben zinnenlijsten (tabel XVI) elektronisch geïnterrupteerd met een frekwentie van 3 (hele) perioden per seconde. Beide halve perioden zijn door middel van een twee-kanaalsmagnetofon op een band vastgelegd. Met een twee-kanaalsdecibelverzwakker en een dubbele hoofdtelefoon werd het signaal toegediend aan de oren van een proefpersoon (figuur 23). De spreek snelheid van de zinnen bedroeg gemiddeld 143 woorden per minuut. Bij toediening van de halve perioden alleen bleek de spraakverstaanbaarheid bij goed horende, jonge personen gemiddeld 39% te bedragen.

Bij de summatietest werd door ons de volgende procedure gevolgd: allereerst werd voor het slechtste oor van de proefpersoon de spraakverstaanbaarheid voor niet geïnterrupteerde zinnen bepaald bij een intensiteit van 75 dB of meer. Werde de 100% niet bereikt, dan volgde nogmaals een niet geïnterrupteerde zinnenlijst aan hetzelfde oor, om de proefpersoon de gelegenheid te geven aan de procedure te wennen. Als bij de eerste zinnenlijst reeds 100% bereikt werd, volgde de toediening van de tweede niet geïnterrupteerde zinnenlijst aan het andere oor. Na deze twee niet geïnterrupteerde zinnenlijsten werden vervolgens geïnterrupteerde lijsten aan beide oren toegediend.

Bij goed horende, jonge mensen werd meestal reeds direct van de eerst toegediende geïnterrupteerde zinnenlijst 100% verstaan. Bij enkele jonge personen met een perceptiehardhorendheid bleek de summatie ook ongestoord te zijn.

Uit de onderzochte bejaarden werden de personen geselecteerd met een spraakverstaanbaarheidsdrempel van 30 dB of minder, die dus meestal geen klachten over het horen van konversatiespraak

hadden. Deze selectie werd toegepast om een mogelijke beïnvloeding van de centrale summatie door afwijkingen in het perifere gehoororgaan te elimineren. In tabel XVII zijn de resultaten bij 26 bejaarden aangegeven. Het bleek, dat de summatie van de eerste geïnterrumpeerde zinnenlijst bijna steeds veel moeite gaf; vooral de

Tabel XVII. De summatietest (zie tekst) bij 26 bejaarden met een „three-frequency-average” (gemiddelde van beide oren) van 30 dB of minder.

The summation-test (see text) in 26 elderly persons with a “three-frequency-average” (averaged for both ears) of 30 dB or less.

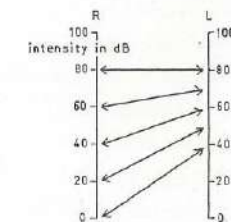
leeftijd in jaren age in years	“three-frequency-average” in dB	percentage spraakverstaanbaarheid percentage discrimination score
65	14	100-100 / 100-100
65	12	100-100 / 60- 74
65	16	100-100 / 64- 82
65	19	98- 98 / 78- 92
66	9	100-100 / 100-100
66	14	100-100 / 82- 98
66	28	96- 96 / 62- 82
66	19	100-100 / 75- 98
66	13	100-100 / 78- 98
66	30	100-100 / 94-100
66	14	100- 98 / 84- 98
67	14	98-100 / 76-100
67	13	100- 96 / 82- 90
68	22	100- 96 / 36- 54
69	13	100-100 / 82- 98
69	22	100-100 / 56- 90
69	25	100-100 / 76- 96
70	18	100-100 / 100-100
70	7	100-100 / 94-100
71	18	100- 96 / 80- 98
73	25	98- 98 / 72- 88
74	13	100-100 / 84- 92
74	29	96-100 / 72- 98
74	12	100-100 / 74- 92
75	18	98- 98 / 52- 76
77	20	96-100 / 52- 40

eerste zinnen werden meestal niet of slecht verstaan. De summatie van de tweede geïnterrumpeerde zinnenlijst was steeds veel beter, mogelijk door aanpassing van de proefpersoon aan de methode. Toch waren er nog 7 bejaarden waarbij de spraakverstaanbaarheid van de tweede geïnterrumpeerde zinnenlijst 10% of meer onder die van de niet geïnterrumpeerde lijsten bleef.

Ook de resultaten van deze test versterken de opvatting, dat bij het ouderworden naast afwijkingen in het perifere gehoororgaan ook belangrijke veranderingen in het centraal akoestisch systeem optreden.

§ 2. Het regressiefenomeen

Fowler (1936) vond bij personen met een éézijdige perceptie hardhorendheid, dat er bij het bepalen van gelijke luidheid van tonen van gelijke frekwenties, toegediend aan het goed- en aan het hardhorende oor, bij toenemende intensiteit een eigenaardig verschijnsel optrad (figuur 24). Het bleek dat, wanneer bij een be-



Figuur 24. Het „recruitment”- of regressiefenomeen (Fowler 1936, Huizing 1942). Ondanks het verschil in drempel van 40 dB, klinkt de toon bij 80 dB subjectief in beide oren even luid.

The recruitment or regression phenomenon. Notwithstanding the difference in threshold of 40 dB, subjectively the tone sounds equally loud to both ears at 80 dB.

paalde frekwentie tussen linker en rechter oor een verschil in drempel van 40 dB bestond, bij een intensiteit van b.v. 80 dB de subjectieve luidheid links en rechts weer gelijk was. Fowler noemde dit „recruitment” (d.w.z. herstel). In ons land heeft algemeen de term regressie, waarmede teruggaan van de hardhorendheid be-

doeld wordt, ingang gevonden (Huizing 1942). Uit latere onderzoeken (Dix, Hallpike en Hood 1948 e.a.) is gebleken, dat, wanneer er regressie aanwezig is, een aandoening van het orgaan van Corti zou bestaan (prototype: akoestisch trauma, syndroom van Menière). Bij drempelverhoging door een aandoening van de gehoorzenuw wordt meestal geen regressie gevonden (prototype: acusticus tumor). Naast Fowler's „binaural-balance"-test zijn er vele andere onderzoekingsmethoden voor het vaststellen van het regressiefenomeen ontwikkeld.

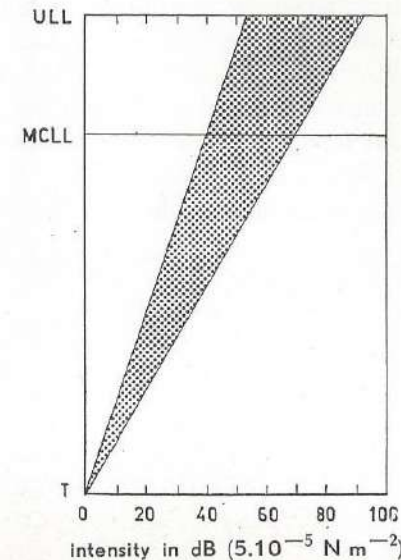
Verschillende onderzoekers gingen het al of niet bestaan van regressie bij bejaarden met presbycusis na. Zo vond de Bruïne-Altes (1946) met verschillende testmethoden bij bejaarden geen regressie. Jerger (1952), Meurman (1953), Pestalozza en Shore (1955), De Stefani en Brisolin (1956), Krejci en Fisher (1956), Fleischer (1956), Calvi en Finzi (1957), Wagemann (1961) vonden evenmin regressie bij het merendeel der onderzochte bejaarden. Het is daarom verwonderlijk, dat Agazzi en Vago (1950) bij bejaarden wel regressie vonden. Mogelijk betrof het hier personen waarbij andere factoren naast presbycusis een rol speelden.

In 1949 beschreven Watson en Tolan de „range of loudness test" voor bepalen van het al dan niet aanwezig zijn van regressie. Bangs en Mullins (1953) vergeleken deze proef met andere methoden en vonden dat de „range of loudness test" een goede differentiëring gaf tussen regressie en geen regressie.

Hetzelfde principe werd enige jaren later door Mol (1951) en De Nooy (1953) in de Leidse kliniek gebruikt voor de bepaling van de dynamiek van het gehoororgaan. Hierbij worden voor verschillende frekwenties drie intensiteiten bepaald, namelijk:

1. de drempelwaarde als intensiteit waarbij men de toon juist gaat horen.
2. de „most comfortable loudness level" (MCLL), d.w.z. de intensiteit waarbij de toon prettig klinkt. Bij deze intensiteit is de toon duidelijk en kan lang achtereen verdragen worden; het is de intensiteit waarbij men b.v. zijn radio het liefst afstelt.
3. de „uncomfortable loudness level" (ULL) als intensiteit waarbij de toon scherp gaat klinken; de toon is te hard, is irriterend, maar beslist niet pijnlijk.

Mol en De Nooy zetten deze drie intensiteitswaarden uit in wat zij noemden een dynamogram. Empirisch stelden zij vast dat, wanneer de afstanden „drempel" - „prettig" en „prettig" - „scherp" zich verhouden als 3 : 1, men bij normaal horende personen een rechtlijnige curve vindt (figuur 25). Verder kwam Mol (1951), ook op



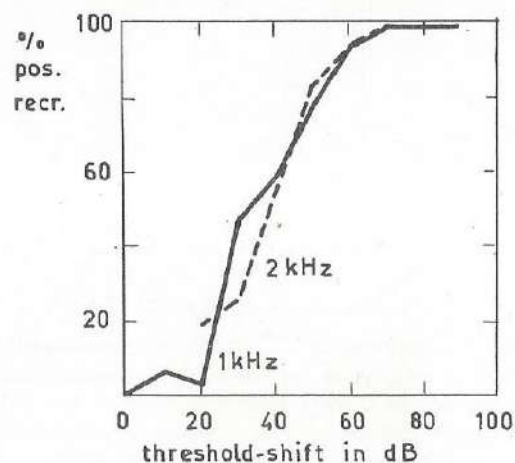
Figuur 25. Het dynamogram. Bij „T" wordt de drempelwaarde voor een toon van 1000 of 2000 Hz aangegeven, bij „MCLL" de intensiteit waarbij de toon het prettigst klinkt en bij „ULL" de intensiteit waarbij de toon scherp en te hard wordt. Het gearceerde gedeelte geeft de spreiding bij enkele honderden, normaal horende personen aan (De Nooy 1953).

The dynamogram. At "T" the threshold value is given for a tone of 1000 or 2000 Hz, at "MCLL" the intensity at which the tone sounds most comfortable and at "ULL" the intensity at which the tone becomes sharp and too harsh. The shaded area represents the distribution in several hundred persons of normal hearing.

teoretische gronden, tot de konklusie, dat bij het bestaan van regressie de dynamiek steiler zal zijn dan normaal.

Bij de door ons onderzochte bejaarden werd naast de toondrempelcurve als regel een dynamogram bepaald voor de frekwenties 1000 en 2000 Hz. Vollediger was het geweest, als ook voor de frekwenties 4000 en 8000 Hz de regressie was bepaald, omdat juist

in dit frekwentiegebied de presbycusis duidelijk tot uiting komt. Het is echter gebleken, dat patiënten voor deze frekwenties niet in staat zijn de gewaarwording „prettig” en „scherp” betrouwbaar aan te geven in verband met het op zich zelf reeds onaangename karakter van deze tonen (Mol 1951). Het aanwezig zijn van regressie werd aangenomen, wanneer het verschil tussen de intensiteit „scherp” en de drempel minder dan 55 dB bedroeg; bij een drempelverhoging van 60 dB en meer is regressie aanwezig genoemd, als de intensiteit „prettig” minder dan 40 dB boven de drempel lag. Het eerstgenoemd criterium is volgens Bangs en Mullings (1953) het meest betrouwbaar en wordt ook door Rösler en Lundberg (1954), Harbert en Sataloff (1955) aangegeven. In figuur 26 is het percentage positieve regres-



Figuur 26. Het voorkomen van regressie bij bejaarden met een perceptieverlies, bepaald bij de frekwenties 1000 en 2000 Hz. Bij een drempelverhoging van 40 dB was reeds bij het merendeel der onderzochte bejaarden regressie aanwezig.

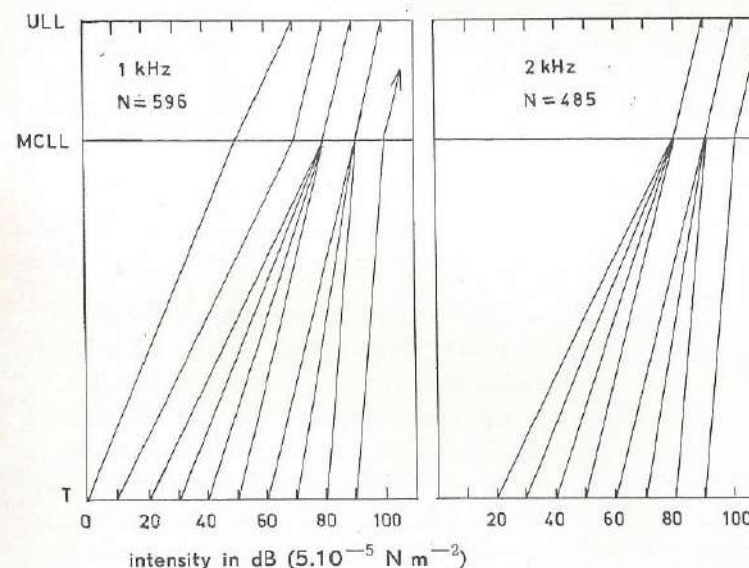
The occurrence of recruitment in aged persons with a perception loss, determined by the 1000 and 2000 Hz frequencies. The majority of the elderly persons examined already showed recruitment at a threshold shift of 40 dB.

sie uitgezet als functie van de drempelwaarde. Als wij figuur 8 bezien, blijkt, dat een drempelverhoging bij 1000 en 2000 Hz van 50 dB bij de leeftijdsgroep van 65-74 jaar nog juist aan presbycusis toegeschreven kan worden. Uit ons materiaal wordt duidelijk, dat bij deze drempelverhoging reeds bijna 80% van de onderzochte bejaarden een positieve regressie toonde. Hierbij moet men wel aan-

nemen, dat er laesie van het orgaan van Corti in het spel is en men mag dus niet meer spreken van zuivere presbycusis. Ook bij een drempelverhoging van 30 en 40 dB vindt men reeds een aantal oren met positieve regressie.

Uit bovenstaande gegevens blijkt, dat bij het merendeel van de hardhorende bejaarden, die onze kliniek bezochten, de toondrempelverhoging niet alleen op presbycusis, i.c. een ganglioncellenvermindering, berustte, maar tevens op een laesie van het orgaan van Corti, meestal zonder aanwijsbare oorzaak.

In figuur 27 zijn in een dynamogram de mediaanwaarden van „prettig”- en „scherp”-intensiteitswaarden, behorend bij een bepaalde drempelverhoging ingetekend. Ter verduidelijking zijn de gevonden waarden op tientallen afgerond. Het blijkt dat bij een



Figuur 27. Het mediaan-dynamogram van bejaarden met een perceptieverlies bij verschillende drempelverhoging voor de frekwenties 1000 en 2000 Hz. Opvallend is het zeer dicht bijeenliggen van de „prettig” (MCLL) en „scherp” (ULL) intensiteitswaarden bij een drempelverhoging van 20-80 dB. Bij een drempelverhoging van minder dan 40 dB valt het mediaan-dynamogram nog juist binnen de normale grenzen.

The median-dynamogram of elderly persons with a perception loss at different threshold shifts for the frequencies 1000 and 2000 Hz. A striking feature is the closeness of the “comfortable” (MCLL) and “sharp” (ULL) intensity values at a threshold shift of 20-80 dB. At a threshold shift of less than 40 dB the median-dynamogram is just within normal boundaries.

drempelverhoging van minder dan 40 dB het mediaandynamogram nog juist binnen normale grenzen valt; bij 40 dB en hoger is het duidelijk te steil. Opvallend is, dat bij een drempelverhoging van 20-80 dB de „prettig”- en „scherp”-intensiteitswaarden zeer dicht op elkaar volgen, n.l. resp. bij 80-90 dB en 90-100 dB.

In de vorige paragraaf hebben wij gezien dat de spraakverstaanbaarheidscurve van het regressietype bij de onderzochte bejaarden in ruim 40% voorkwam. Deze bejaarden zullen erover klagen, dat zij een wat luid gevoerd gesprek niet goed meer kunnen volgen. Vooral bij het aanpassen van hoortoestellen geeft dit moeilijkheden. Om hieraan tegemoet te komen zijn er in vele hoortoestellen regulerende schakelingen aangebracht.

Bij enkele patiënten kon ondanks de R-spraakverstaanbaarheidscurve geen regressie voor tonen aangewezen worden. Deze bevinding komt overeen met de onderzoeken van Fleischer (1956), die vaststelde, dat bejaarden met een zuivere presbycusis, dus zonder regressie voor tonen, frekwent een R-curve toonden. Mogelijk is deze controverse te verklaren door aan te nemen, dat ook afwijkingen in de akoestische zenuwbanen een R-curve tot gevolg kunnen hebben.

§ 3. Oorsuizen

Het zo hinderlijke oorsuizen houdt meest nauw verband met een stoornis in het gehoororgaan. Bijna steeds komen de subjectieve oorgeruisen voor. De objectieve oorgeruisen, zoals b.v. het vaatgeruis ten gevolge van een arterio-veneuze shunt in het mastoid of een clonus van de musculus tensor tympani vindt men zelden. Een subjectief oorgeruis wordt wel gedefinieerd als een gehoorwaargeneming zonder akoestische prikkeling van het perifeer gehoororgaan.

De etiologie van het subjectieve oorsuizen is nog steeds omstreeden. Wel kan men soms de lokalisatie aangeven, zoals bij voorbeeld bij het acute lawaaitrauma en tijdens een aanval van het syndroom van Menière; dan moet de oorzaak in de cochlea gelegen zijn. Deze twee genoemde processen gaan tevens gepaard met een toondrempelverhoging en een positief regressiefenomeen. Ook bij een toondrempelverhoging waarbij regressie afwezig is en de laesie gelegen is buiten de cochlea in de zenuwbanen, kan oorsuizen voorkomen, b.v. bij een tumor van de nervus acusticus of bij presbycusis. Vaak zullen cochleaire en supra-cochleaire oorzaken door elkaar werkzaam zijn.

Fowler (1939) nam aan, dat wanneer een oorgeruis niet door een luide toon gemaskeerd kan worden, de lokalisatie van het oorgeruis gelegen is in de akoestische zenuwbanen. Andere auteurs vonden deze hypothese zeker niet altijd opgaan; het al of niet aanwezig zijn van regressie zou een juister differentiaal diagnosticum zijn.

Bejaarden klagen frekwent over oorsuizen; zo gaf bij een onderzoek van 464 bejaarden in Wolverhampton 17.8% aan last van oorsuizen te hebben (Sheldon 1948). Hobson en Pemberton (1955) vonden een belangrijk hoger percentage n.l. 38%. Voor bejaarden met gestoord gehoor bedroeg dit ongeveer 55% en voor bejaarden zonder gehoorklachten 25%.

Teatini (1956) ging het al of niet aanwezig zijn van oorsuizen na bij 100 personen tussen 62 en 93 jaar, die de kliniek bezochten. Bij 58% van deze personen was oorsuizen aanwezig, meestal bilateraal. Deze auteur ging tevens het percentage oorsuizen in de verschillende leeftijdsgroepen na, waarbij opvallend was, dat het oorsuizen bij de groep 71-80 jaar meer voorkwam dan bij de groep van 60-70 jaar en de groep van 81 jaar en ouder. Pialoux (1958) meende ook bij zijn patiënten deze tendens te kunnen vaststellen.

Bij 672 bejaarden die onze polikliniek bezochten, is het al of niet aanwezig zijn van oorsuizen nagegaan. Het bleek dat 58% van 564 patiënten met een zuiver perceptieverlies klaagde over oorsuizen. Dit komt overeen met het percentage dat Teatini vond. Wat echter het

Tabel XVIII. Het voorkomen van oorsuizen bij 564 bejaarden met een zuiver perceptieverlies in het toondrempelaudiogram.

The occurrence of tinnitus in 564 elderly persons with a pure perception hearing loss in the tone-threshold audiogram.

leeftijd in jaren <i>age in years</i>	aantal bejaarden <i>number of aged persons</i>	percentage met oorsuizen <i>percentage with tinnitus</i>
65-69	223	58
70-74	187	59
75-79	101	58
80-84	38	53
≥ 85	15	53
≥ 65	564	58

Tabel XIX. Het voorkomen van oorsuizen bij 108 bejaarden met een combinatie van een perceptie- en een geleidingsverlies in het toondrempelaudiogram.

The occurrence of tinnitus in 108 elderly persons with a mixed hearing loss in the tone-threshold audiogram.

leeftijd in jaren age in years	aantal bejaarden number of persons	percentage met oorsuizen percentage with tinnitus
≥ 65	108	59

voorkomen van oorsuizen bij de verschillende leeftijdsgroepen betreft, wijken onze uitkomsten af van die van Teatini en Pialoux (tabel XVIII). Bij de door ons onderzochte bejaarden overwoog het aantal personen met oorsuizen in de verschillende leeftijdsgroepen in ongeveer gelijke mate; een duidelijk maximum bij de groep 71-80 jaar, zoals Teatini vond, was niet aanwezig. Het verschil in bevindingen is mogelijk het gevolg van het relatief kleine aantal door Teatini onderzochte personen.

Bij een combinatie van perceptie- en geleidingsverlies was het percentage ongeveer gelijk aan dat van bejaarden met een zuiver perceptieverlies (tabel XIX).

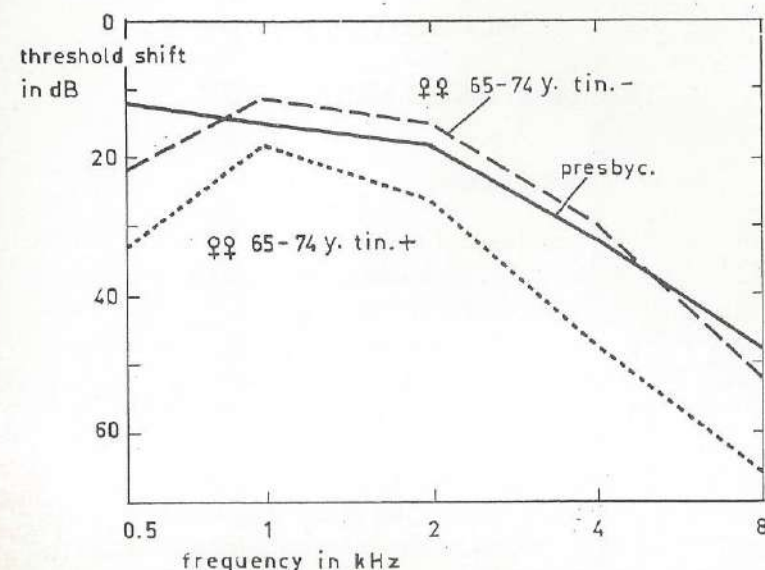
Bij de groep bejaarden zonder klachten over het gehoor was het percentage personen met oorsuizen (tabel XX) duidelijk hoger dan het percentage dat Hobson en Pemberton (1955) aangeven. Waarschijnlijk is dit een gevolg van selectie, wat betreft de personen die onze kliniek bezochten.

Tabel XX. Het voorkomen van oorsuizen bij 82 bejaarden zonder klachten van het gehoor.

The occurrence of tinnitus in 82 elderly persons without hearing complaints.

leeftijd in jaren age in years	aantal bejaarden number of persons	percentage met oorsuizen percentage with tinnitus
≥ 65	82	46

Om de invloed van de aanwezigheid van oorsuizen op de gehoordrempel na te gaan hebben wij deze vergeleken bij vrouwen van 65-74 jaar zonder gehoorklachten met en zonder oorsuizen. In figuur 28 is de mediaandrempelcurve van beide groepen, ieder be-



Figuur 28. De mediaan-drempelcurven van bejaarde vrouwen van 65-74 jaar zonder gehoorklachten met en zonder oorsuizen. Tevens is de presbycusiscurve voor deze leeftijd ingetekend. De curve van de vrouwen zonder oorsuizen komt, behoudens bij de frekwentie 500 Hz, goed overeen met de presbycusisnorm.

Median-threshold curves of elderly women of 65-74 years of age without hearing complaints with and without tinnitus. The presbycusis curve for this age group is also given. Except for the 500 Hz frequency the curve of women without tinnitus corresponds well with the presbycusis-norm.

staande uit 16 bejaarde vrouwen, ingetekend. Het blijkt, dat de curve van vrouwen zonder oorsuizen, op de frekwentie 500 Hz na, praktisch samenvalt met de presbycusisnorm. Vrouwen met oorsuizen bleken een 10-15 dB grotere drempelverhoging te tonen. Of men uit deze bevinding enige gevolgtrekking mag maken wat betreft de lokalisatie van de oorzaak van het suizen is zeer de vraag. Immers, een eventuele combinatie van veranderingen in het perifeer en centraal akoestisch systeem zal dezelfde drempelverhoging kunnen veroorzaken.

HOOFDSTUK IV

TERAPEUTISCHE MOGELIJKHEDEN

§ 1. Medikamenteuze therapie

Op theoretische gronden kan men moeilijk enig sukses van medikamenten bij presbycusis verwachten. Men beschouwt deze aandoening immers als een deel van het normale slijtageproces van het ouder worden, waarbij zich langzamerhand irreversibele veranderingen voltrekken; te gronde gegane ganglioncellen en binnenoorstructuren zijn nu eenmaal niet meer te herstellen. Wel is het misschien mogelijk, dit proces te vertragen of degenererende cellen nog te redden. Daarbij is, wat de afwijkingen in de centrale gehoorbanen betreft, in overweging te nemen, dat er een dusdanige overmaat van mogelijkheden in de zenuw-synapsen bestaat, dat men mogelijk medikamenteus het tot stand komen van nieuwe synapsen zou kunnen bevorderen. Niettegenstaande deze geringe verwachtingen is er een zeer groot aantal medikamenten in de handel, die alle met meer of minder sukses zouden zijn toegepast.

De medikamenten die het meest gebruikt zijn om de ouderdoms-hardhorendheid te verbeteren of tot staan te brengen, zijn in de volgende groepen in te delen:

- geslachtshormonen
- stoffen met een vasodilatorische werking
- heparine en ander z.g. lipotrofe stoffen
- vitaminen.

Sinds vele jaren pasten Alföldy (1936), Hofer (1956) en Kroath (1958) geslachtshormonen toe en vermeldten hiervan goede resultaten met verbetering van de toondrempel en de spraakverstaanbaarheid. In verband met de mogelijke carcinogene en carcinotrope

eigenschappen van de geslachtshormonen wordt echter deze therapie voor hardhorende bejaarden tegenwoordig niet meer verantwoord geacht.

Als vasodilatorisch middel wordt vooral nicotinezuur gebruikt. Ferrari (1955) gaf „Ronicol” (d.i. een afgeleide van nicotinezuur) aan bejaarden en vond soms een tijdelijke verbetering in het toondrempelaudiogram.

Naar uit onderzoeken van de laatste jaren blijkt, heeft nicotinezuur naast de vasodilatorische werking bij hoge dosering een invloed op het cholesterolgehalte in het bloed. Bij patiënten met een hypercholesterolaemie veroorzaakte het een duidelijke daling (Parsons en medewerkers 1956, Ruiters 1960). Wij zouden dus nicotinezuur ook in kunnen delen bij de volgende groep medikamenten, de z.g. lipotrofe stoffen. Wegens de invloed op de lipoidstofwisseling is bij hardhorende bejaarden heparine toegepast. De meningen van de verschillende auteurs over de resultaten lopen sterk uiteen. Pick (1956) vond geen verbetering in het toondrempelaudiogram na intraveneuze toediening van heparine gedurende 5 maanden, maar ook geen achteruitgang. Auteur konkludeerde, dat de vrij langdurige therapie, ofschoon geen verbetering tengevolge hebbend, waarschijnlijk wel de progressie tegenhoudt. Aangezien de progressie van presbycusis zeer langzaam is, lijkt ons het tijdvak te kort voor zulk een konklusie. Galli della Loggia (1956) zag wel een verbetering optreden na toediening van heparine, vooral bij patiënten met atherosclerose. Ook Cerri en Marcucci (1957) vonden een, hoewel geringe, verbetering na heparine-therapie. Een ander middel, „Solvesterol”, gaf wel een duidelijke daling van de cholesterolspiegel in het bloed; een verbetering in het toondrempelaudiogram werd echter niet gevonden (Calvet en Ribet 1958).

De vitaminepreparaten zijn veel algemener toegepast. Voor enkele decennia werd wel vitamine B voorgeschreven, doch Childley (1940) kon bij bejaarden geen verbetering in de gehoorfunctie aantonen na toedienen van vitamine B. De laatste jaren wordt vooral vitamine A gebruikt, al dan niet in combinatie met vitamine E. Blijkens de onderzoeken van Willemse (1952), Rüedi (1954) en Von Schulthess (1957) heeft vitamine A bij hoge dosering een beschermende werking op de cochlea tegen traumatisering door lawaai; dit wordt echter door Ward en Glorig (1960) betwist. Ook wordt aan vitamine A en vooral aan de combinatie van vitamine A en E een werking op de

lipoidstofwisseling toegeschreven. Deze combinatie zou de lipoid-afzetting in de vaatwand tegengaan (Weitzel 1957). Verder zou volgens Mellanby (1939) en Covell (1940) een vitamine A-deficiëntie bij dieren een degeneratie van het orgaan van Corti en van de zenuwcellen van het ganglion spirale tengevolge hebben. Leschke (1950), Nager (1952) en Rüedi (1954) verstrekten vitamine A in hoge dosering aan bejaarden met presbycusis en stelden in een beperkt aantal een verbetering van de gehoorfunctie vast. Andere auteurs gebruikten de combinatie A en E in hoge dosering („Rovigon”). Weder en Missura (1959) vonden na toediening van 2 dragees van dit preparaat gedurende 25 dagen aan 35 bejaarden met een zuivere presbycusis zonder regressiefenomeen bij 56% een verbetering van 10 dB of meer bij één van de frekwenties: 500, 1000 of 2000 Hz. Als men echter als criterium een verbetering van 10 dB of meer in het frekwentiegebied 500-2000 Hz nam, wat met het oog op de foutenbreedte in de audiometrie meer betrouwbaar is, dan was er slechts verbetering in 7%. Willemsen en Hulk (1960) konden zelfs dit pover resultaat niet bevestigen. Zij gaven 4 dragees „Rovigon” daags gedurende 6 maanden, aan 19 personen tussen 51 en 84 jaar. Geen enkele maal werd een verbetering van de toondrempel bij 500-2000 Hz gevonden van 10 dB of meer.

De onderzoeken van Fleischer en Knobloch (1957) zijn vooral interessant, omdat zij naast de invloed op het toondrempelaudiogram ook die op het spraakaudiogram nagingen. Zij gaven 13 patiënten van 63-85 jaar oud gedurende drie maanden een preparaat, dat bestond uit verschillende vitaminen (A, B₁, B₂, B₆, C, D₂, F en P) en lipotrofe stoffen („Gerobion”). Het toondrempelaudiogram van de onderzochte bejaarden voldeed aan de eerder vermelde criteria van De la Rosée, wat betreft zuivere presbycusis. Tevens ontbrak regressie voor tonen. Bij 6 van de 13 aldus behandelde bejaarden was er na 3 maanden een verbetering van 10 dB of meer opgetreden bij minstens 2 van de 4 frekwenties 256, 512, 1024, en 2048 Hz. Bovendien was bij 12 patiënten de spraakverstaanbaarheid, bepaald met de Freiburger P.B.-lijsten, beter geworden. Belangwekkend is, dat het op de voorgrond staande R-type spraakverstaanbaarheidscurve (die gevonden werd ondanks afwezigheid van regressie) veranderd bleek te zijn in een P-type of zelfs in een C-type. Auteurs merkten verder op, dat bij bejaarden ouder dan ca. 70 jaar alleen het spraakaudiogram verbeterde en niet het toondrempelaudiogram.

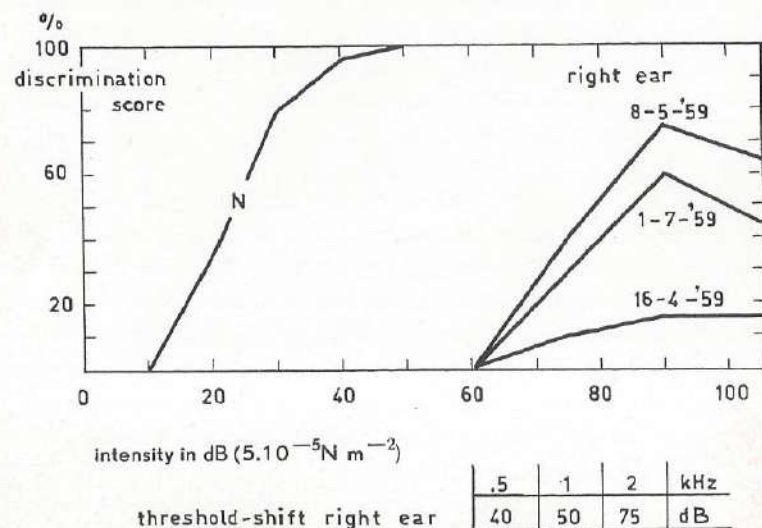
Bij 4 bejaarden werd het spraakaudiogram herhaald een maand na het staken van de therapie, waarbij bleek dat de verbetering weer teruggedaan was. Volgens auteurs is de werking van het toegevoegde medikament niet tot de cochlea of het ganglion spirale beperkt, maar is deze mogelijk nog sterker op de centrale gehoorbanen. Hierbij sluiten de resultaten aan die Matzker (1960) bij bejaarden bereikte met een preparaat, bestaande uit vitaminen en geslachtshormonen („Lipogeron”). Hij vond bij verscheidene bejaarden een verbetering in het binaurale richtinghooren (Matzker en Springborn 1959), wat ook in de richting van een functieverbetering in de centrale gehoorbanen zou wijzen.

Bovengenoemde auteurs trachtten met vitaminen de zuivere presbycusis te beïnvloeden. Uit vorige hoofdstukken is gebleken, dat de hiermede gepaard gaande drempelverhoging zelden dusdanige klachten geeft, dat therapie nodig zal zijn. Daarom hebben wij de invloed nagegaan van het vitaminepreparaat „Senton” Organon, op hardhorende bejaarden van wie het perceptieverlies groter was dan men op grond van de fysiologische drempelverhoging tengevolge van toenemende leeftijd kon verwachten. Meestal was hierbij een belangrijke degeneratie van het orgaan van Corti in het spel, wat tot uiting kwam in het positief regressiefenomeen. Aan 30 van deze bejaarden (20 mannen en 10 vrouwen met een gemiddelde leeftijd van 73 jaar) werd gedurende 4 à 6 weken tweemaal daags een capsule „Senton” gegeven, dat verschillende vitaminen, een lipotrofe stof en een corticosteroid bevat. Voor en na de therapie is een toondrempel- en een spraakaudiogram opgenomen. De spraakverstaanbaarheid en het type curve is bepaald met de P.B.-20 woordenlijsten. Tevens is bij 16 bejaarden de invloed van het medikament op de spraakverstaanbaarheid van zinnen nagegaan.

In de toondrempelaudiogrammen van deze 30 bejaarden werd geen enkele maal een verbetering van 10 dB of meer in het frekwentiegebied van 500-2000 Hz gemeten. De spraakverstaanbaarheid voor woorden verbeterde slechts bij één patiënt beduidend (figuur 29); bij de anderen kon geen duidelijke invloed van de therapie vastgesteld worden. Ook de spraakverstaanbaarheid voor zinnen was niet duidelijk verbeterd. Vóór de therapie waren 14 spraakverstaanbaarheidscurven van het P-type en 16 van het R-type aanwezig, terwijl er na 3 C-, 18 P- en 9 R-type curven ge-

Figuur 29. Verbetering van de spraakverstaanbaarheid voor woorden bij een man van 74 jaar na 3 weken 2 capsules „Senton” daags. Na het staken van de therapie ging de spraakverstaanbaarheid weer terug. Het toondrempelaudiogram bleef onbeïnvloed.

Improvement of discrimination for words in a 74-year-old man after 3 weeks of 2 capsules "Senton" daily. On discontinuance of the therapy there was a decline in the discrimination. The tone threshold audiogram remained unaffected.



registreerd werden. Er is dus een geringe verandering ten gunste van het C- en P-type opgetreden. Subjektief meenden 8 bejaarden een verbetering van het gehoor gekonstateerd te hebben.

Deze uitkomsten zijn niet erg bemoedigend en bevestigen de zeer goede resultaten van Fleischer en Knobloch (1957) maar ten dele. Mogelijk is dit verschil het gevolg van het niet vergelijkbaar zijn van de bejaarden in de desbetreffende studies. Onderzochten genoemde auteurs bejaarden met een zuivere presbycusis, bij ons onderzoek was er steeds een groter gehoorverlies. Zoals reeds vermeld, vonden Fleischer en Knobloch bij bejaarden boven 70 jaar alleen een verbetering van de spraakverstaanbaarheid en niet van het toondrempelaudiogram. Hieruit konkludeerden auteurs dat bij deze groep voornamelijk de centrale gehoorbanen door de therapie beïnvloed waren. Blijkbaar was bij onze onderzochte bejaarden de cochleabeschadiging te ernstig om een mogelijke verbetering in de centrale gehoorbanen tot uiting te laten komen. Toch zijn het juist

deze bejaarden, die hulp inroepen voor hun hardhorendheid. Bij hen kan men trachten door het aanmeten van een hoortoestel de drempelverhoging voor geluid te compenseren.

Als therapie van oorsuizen wordt dezelfde aangegeven als van hardhorendheid, echter met meer succes. Zo vond Hofer (1956) na geslachtshormoontherapie het oorsuizen bij bejaarden sterk verminderen. Ook Pick (1956) konstateerde, na behandeling met heparine, bij het merendeel van zijn bejaarde patiënten een duidelijk minder worden tot soms verdwijnen van het oorsuizen. Met de combinatie van vitamine A en E stelden Weder en Missura (1959) bij 9 van de 11 bejaarden met oorsuizen een gunstige beïnvloeding vast. In het algemeen was de verbetering wat betreft het oorsuizen groter dan de verbetering in de gehoordrempel. In onze serie die met „Senton” behandeld is, trad er bij de helft van 12 bejaarden met oorsuizen een verbetering op; bij twee was het suizen zelfs geheel verdwenen.

Uit bovenstaande onderzoeken blijkt, dat men met medikamenteuze therapie het oorsuizen bij bejaarden vaak kan verminderen en meer tolerabel maken, soms zelfs geheel kan laten verdwijnen.

§ 2. Gehoorrevalidatie met behulp van een hoortoestel

Een elektrisch hoortoestel versterkt het geluid dat op de microfoon valt en geeft het per telefoon door aan het perifere gehoororgaan. De mate van versterking is regelbaar en ook kan vaak gekozen worden, welk frekwentiegebied men meer en welk men minder versterkt wenst. Een drempelverhoging tengevolge van degeneratie van het perifere gehoororgaan kan veelal bijna geheel gecorrigeerd worden. Op het centraal akoestisch systeem heeft het hoortoestel echter geen invloed; het geeft een kwantitatieve en geen kwalitatieve versterking (Bleeker 1953, Azzi 1956).

Zoals in vorige hoofdstukken gebleken is, zijn de hardhorende bejaarden in te delen in twee groepen. De ene bestaat uit bejaarden met een zuivere presbycusis; gelukkig is bij hen de spraakverstaanbaarheidsdrempel zelden zodanig verhoogd, dat de konversatie sterk gehinderd wordt. Als er klachten over het gehoor bij deze groep bestaan, zullen deze meest het gevolg zijn van veranderingen in het centraal akoestisch systeem, waarvan de reeds genoemde

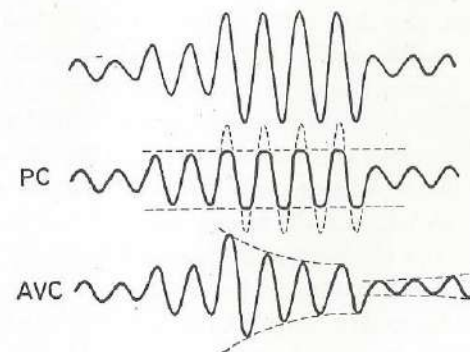
„cocktail-party“-hardhorendheid een goed voorbeeld is. Het is begrijpelijk, dat dit soort veranderingen niet te verhelpen is met een hoortoestel, mede aangezien de hinderlijke ruis-signaalverhouding hierbij onveranderd blijft.

De andere groep bejaarden heeft naast presbycusis nog een andere handicap. Bij hen is niet alleen het centraal akoestisch systeem achteruitgegaan, maar is ook het perifere gehoororgaan door een of andere oorzaak dusdanig beschadigd, dat de toondrempel en hiermede de spraakverstaanbaarheidsdrempel belangrijk verhoogd is. Deze bejaarden kunnen het op enige afstand gesprokene niet verstaan, ook al is de spreker slechts één persoon. Meestal brengt bij deze groep een hoortoestel verbetering. Het slagen hiervan hangt onder meer af van de ernst van de beschadiging van het perifere gehoororgaan. De toestand van het centraal akoestisch systeem is echter ook van grote betekenis, omdat dit door het hoortoestel extra op proef wordt gesteld. Het hoortoestel is immers altijd maar een hulpmiddel met al de nadelen van dien, zoals ruis, „case-noise“ en vervorming. Een hardhorende bejaarde zal dan ook steeds een optimaal hoortoestel nodig hebben. Vaak zal een dalende toondrempelcurve bestaan en meestal is er regressie aanwezig. Om deze funktiestoornissen enigermate te kunnen compenseren zijn er verschillende instelmogelijkheden in het hoortoestel aangebracht.

Door keuze uit bepaalde telefoontjes en veranderbare versterkingskarakteristieken van het hoortoestel (b.v. hoge frekwenties meer versterken dan lage) is het mogelijk, een dalende toondrempelcurve enigermate te compenseren. Meestal vormt de regressie hierbij een belemmering waardoor deze compensatie vaak geen nut heeft. De patiënt met positieve regressie zal immers continu aan zijn volumeregelaar willen draaien om het op het hoortoestel vallende geluid op een voor hem aangename sterkte te houden. De bruikbare hoorspan is bij regressie sterk ingekort, waardoor het geluid vlug te hard en ook weer vlug te zacht is. Om hieraan tegemoet te komen zijn er bepaalde schakelingen in het toestel aangebracht. Deze berusten op twee principes, n.l. de topafsnijding („peak-clipping“) en de automatische volumekompressie (A.V.C.).

De „peak-clip“-schakeling wordt tegenwoordig in zeer veel hoortoestellen toegepast. Deze schakeling heeft tot doel een begrenzing van de „output“ van het hoortoestel te bewerkstelligen, m.a.w. het geluid dat het oor bereikt mag niet boven een bepaalde intensiteit

uitkomen, onafhankelijk van de intensiteit van het geluid dat door de mikrofoon wordt opgevangen. Deze begrenzing is vaak instelbaar, meestal tussen 90 en 120 dB. Een nadeel van „peak-clipping“ is, dat het een zekere mate van vervorming geeft (figuur 30).



Figuur 30. Begrenzende schakelingen in een hoortoestel.

Bovenste curve: zonder begrenzing.

Middelste curve: piekafsnijding (Peak-Clipping), wat een geringe vervorming tot gevolg heeft.

Onderste curve: automatische volume kompressie (A.V.C.), heeft het nadeel van een zekere in- en uitregeltijd.

Limiting arrangements in a hearing aid.

Upper curve: no limitation.

Middle curve: peak-clipping, which leads to slight distortion.

Lower curve: automatic volume compression (A.V.C.) has the drawback of taking some regulation-time.

Als een zuivere sinusvormige trilling aan de mikrofoon wordt toegediend en deze van zulk een intensiteit is, dat de begrenzingsschakeling in werking treedt, zien wij op de katode-oscillograaf, dat dit geschiedt door afsnijding van de toppen. Het resultaat is een niet meer zuivere sinusvormige trilling, dus vervorming. In de praktijk blijkt deze gelukkig mee te vallen: de meeste patiënten merken dit gebrek niet op.

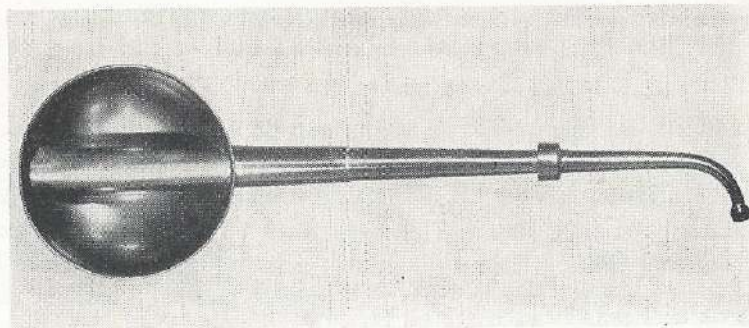
Bij de automatische volumekompressie wordt de „output“ geregeld al naar gelang van het intensiteitsniveau van de „input“; harde geluiden worden minder versterkt dan zachte. Er is echter een zekere inregeltijd bij de A.V.C. schakeling; een kort moment komt het geluid toch in volle sterkte door en wordt dan pas verzwakt; evenzo

bestaat er een uitregeltijd, waarbij het omgekeerde geschiedt. Dit is een hinderlijk nadeel, waarmee de „peak-clip“-schakeling niet behept is.

In het algemeen is het aanpassen van een hoortoestel bij een bejaarde moeilijk. Het toondrempelaudiogram en spraaudiogram geven richtlijnen voor het soort toestel en de instelling. Doch het oordeel van de patiënt zelf is het belangrijkste en dit blijkt dikwijls niet overeen te komen met onze theoretische overwegingen.

Alleen het aanpassen aan een hoortoestel is niet voldoende; een verdere revalidatie door hoortraining is bij de hardhorende bejaarde noodzakelijk, daar gebleken is, dat het toestel anders vaak na enige tijd niet meer gebruikt wordt. Hierbij is vooral belangrijk, dat de patiënt de eerste tijd het hoortoestel niet de gehele dag draagt, maar slechts korte perioden in een rustige omgeving.

Sommige hardhorende bejaarden kunnen ondanks goede instructie en controle om de een of andere reden toch niet overweg met een elektrisch hoortoestel. Bij deze patiënten kan het hoortoestel van onze landgenoot Guye van nut zijn. Dit toestel is afgeleid van de hoorslang, die een verkorting van de afstand tussen patiënt en spreker bewerkstelligt, terwijl bovendien het storende omgevingslawaai, b.v. van andere sprekers, wordt uitgeschakeld. De z.g. „pollepel“ van Guye is een combinatie van een hoorslang en een toestel dat de oorschelp vergroot (figuur 31). Recente metingen van Huizing



Figuur 31. De „pollepel“ van Guye is een samenstelling van een hoorslang en een oorschelpvergroterend toestel. Het geeft een versterking in het frekwentiegebied 350-1800 Hz tot 17 dB in de pieken (Huizing 1961).

Guye's „ladle“ is a combination of a speaking tube and an auricle-enlarging instrument. In the frequency-range 350-1800 Hz it gives an amplification up to 17 dB in the peaks.

(1961) hebben aangetoond, dat dit toestel een zeer onregelmatige frekwentiekaracteristiek heeft, waarbij in het frekwentiegebied van 350-1800 Hz een versterking optreedt tot 17 dB in de pieken.

Soms heeft het aanpassen van een hoortoestel wegens de slechte functie van het gehoor geen zin. Dan is het aanleren van spraak-aflezen van de lippen de enige mogelijkheid.

Bij 252 bejaarden hebben wij getracht een optimaal hoortoestel aan te passen. De toestellen werden 14 dagen op proef voorgeschreven, waarna het subjectieve resultaat werd gewaardeerd met goed, matig en geen baat.

In tabel XXI zijn de uitkomsten aangegeven van 196 hardhorende bejaarden met een zuiver perceptieverlies bij verschillende verhoging van de spraakverstaanbaarheidsdrempel. Als deze minder dan 45 dB bedroeg, werd zelden een hoortoestel voorgeschreven, daar (eventueel luide) spraak goed gehoord kon worden. Van 6 patiën-

Tabel XXI. Het aanpassen van een hoortoestel bij 196 bejaarden met een zuiver perceptieverlies in het toondrempelaudiogram.

The adjustment of a hearing aid among 196 elderly persons with a pure perception loss in the tone threshold audiogram.

	spraakverstaanbaarheidsdrempel in dB							totaal total
	0-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	≥ 75	
waardering: valuation:								
goed good	—	—	2	20	24	18	9	73
matig moderate	1	1	2	14	33	22	16	89
geen baat no benefit	—	—	—	2	9	14	9	34
totaal total	1	1	4	36	66	54	34	196

ten met een verlies van minder dan 45 dB waarbij wel een hoortoestel werd voorgeschreven, was het resultaat bij 2 goed en bij 4 matig; hieruit zou men kunnen konkluderen, dat bij de laatste 4 patiënten niet zo zeer de veranderingen in het perifere gehoororgaan, als wel die in de centrale gehoorbanen reden tot klachten gaven. Verder blijkt uit de tabel, dat een hogere spraakverstaanvaardigheidsdrempel een slechter resultaat tot gevolg heeft. Bij een drempelverhoging van ca. 50 dB vindt men de meeste goede resultaten.

Een spraakverstaanvaardigheidsdrempelverhoging van meer dan ca. 50 dB komt volgens figuur 22 overeen met een spraakverstaanvaardigheidsverlies van 30% en hoger. Bij dit verlies zijn toenemende moeilijkheden te verwachten met het aanpassen van een hoortoestel (Hahlbrock 1957). Het blijkt dan ook, dat bij een drempel-

Tabel XXII. Het aanpassen van een hoortoestel bij 56 bejaarden met een gemengd verlies in het toondrempelaudiogram.

The adjustment of a hearing aid among 56 elderly persons with a mixed loss in the threshold audiogram.

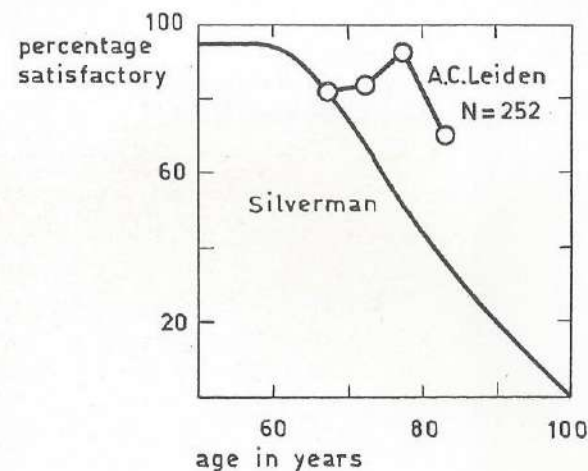
	spraakverstaanvaardigheidsdrempel in dB hearing loss for speech in dB							totaal total
	0-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	≥ 75	
waardering: valuation:								
good goed	—	—	—	7	9	5	9	30
moderate matig	—	—	—	2	7	5	5	19
no benefit geen baat	—	—	—	—	1	2	4	7
total totaal	—	—	—	9	17	12	18	56

verhoging van 55 dB en meer het aantal waarderingen „matig” en „geen resultaat” toeneemt.

In totaal was het resultaat bij bejaarden met een zuiver perceptieverlies in 37% goed en in 45% matig, terwijl 18% geen baat bij een hoortoestel had.

In tabel XXII zijn de resultaten weergegeven van het aanpassen van een hoortoestel bij 56 bejaarden met een gemengd verlies in het toondrempelaudiogram. Het blijkt dat het hier alleen bejaarden met een drempelverhoging van 45 dB of meer betrof. Verder valt op dat de resultaten beter waren dan bij de bejaarden met een zuiver perceptieverlies, n.l. 54% waren goed, 34% matig en 12% niet geholpen met een hoortoestel. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat de spraakverstaanbaarheid in het algemeen bij een geleidingsverlies minder gestoord is dan bij een perceptieverlies.

Silverman en Taylor (1960) geven in „Hearing and deafness” een curve, die een schatting uitdrukt van het resultaat van het aan-



Figuur 32. De getrokken lijn geeft een schatting aan van het percentage hard-horende personen van verschillende leeftijd dat te helpen zou zijn met een hoortoestel (Silverman en Taylor 1960). Uit onze gegevens (O—O) blijkt de schatting van Silverman en Taylor bij de door ons onderzochte bejaarden niet op te gaan.

The solid line gives an estimate of the percentage of hard-of-hearing persons of different age groups that would benefit from a hearing aid (Silverman and Taylor). From our data (O—O) Silverman and Taylor's estimate is shown to be untrue for the elderly persons examined by us.

passen van een hoortoestel bij personen van verschillende leeftijd met een spraakverstaanvaardsdrempelverhoging van 30 dB of meer. In figuur 32 is deze curve voor 50 jaar en ouder weergegeven. Tevens zijn onze gegevens ingetekend. De scherpe daling na 60 jaar zoals Silverman en Taylor deze beschrijven, komt in onze resultaten niet duidelijk tot uiting. Daar treedt pas na 75 jaar een geringe daling op van het aantal personen die baat bij een hoortoestel hebben.

Het bleek, dat slechts ongeveer 42% van de hardhorende bejaarden goed geholpen waren met een hoortoestel; voor de zuiver perceptiegestoorden bedroeg dit percentage 37. Dit is nog minder dan op grond van de spraakverstaanbaarheid van alle onderzochte bejaarden met een perceptieverlies werd verwacht (hoofdstuk III, § 1). Dit lage percentage is mede het gevolg van bij hardhorende bejaarden veelal aanwezig zijn van het regressiefenomeen terwijl ook de veranderingen in het centrale zenuwstelsel een rol spelen.

In het algemeen kan op grond van onze bevindingen gezegd worden, dat ca. 80% van de hardhorende bejaarden in meer of mindere mate baat heeft bij een hoortoestel.

SAMENVATTING

De doelstelling van deze studie is het verkrijgen van een beter inzicht in de problemen betreffende het horen van de bejaarden, d.w.z. van personen van 65 jaar en ouder, met al zijn facetten. Daar in de laatste eeuw het totale aantal bejaarden in ons land verzesvoudigd is, terwijl het percentage van de bevolking met 4% is toegenomen, zijn deze problemen steeds meer in de belangstelling komen te staan. Naar schatting is ongeveer 25% van de bejaarden in ons land hardhorend of doof.

In het eerste hoofdstuk worden anatomie en genese van de gehoorvermindering van bejaarden besproken. Men kan deze gehoorvermindering naar haar oorzaak verdelen in twee groepen. Allereerst de presbycusis sensori strictiori, gezien als de fysiologische gehoorvermindering bij het ouder wordende individu; daarnaast de gehoorvermindering, waarbij behalve presbycusis nog andere factoren een rol spelen.

Als anatomische veranderingen worden eerst de veranderingen van trommelvlies en middenoor behandeld. Deze blijken meestal niet van dien aard te zijn, dat er een belangrijke funktiestoornis van het horen aan toegeschreven kan worden. De huidige opvatting is, dat bij presbycusis de afwijkingen in het perifere gehoororgaan voornamelijk gevonden worden in het ganglion spirale. Het blijkt, dat het aantal zenuwcellen van dit ganglion, vooral aan het basale einde, afneemt naarmate men ouder wordt. Afwijkingen van het orgaan van Corti, die men op oudere leeftijd ook wel vindt, moeten worden toegeschreven aan andere factoren dan het ouder worden als zodanig. Op grond van audiometrische tests worden ook veranderingen in de centrale gehoorbanen aangenomen. Anatomisch onderzoek hierover is, zover ons bekend, niet verricht.

Er is nog geen algemeen aanvaarde genese bekend van de atrofie

van de ganglioncellen. Vooral het feit dat deze voornamelijk de basale winding betreft, stelt vele onderzoekers voor een raadsel. Wij zijn geneigd, deze lokalisatie van de atrofie van de ganglioncellen in het licht van de fylogenetische ontwikkeling van het gehoororgaan te zien; namelijk als een gedurende het leven verder regrediëren van het rudimentaire hogetonensysteem dat in deze winding gelokaliseerd is. De veranderingen in de centrale gehoorbanen zouden het gevolg zijn van de algemeen in het centrale zenuwstelsel optredende atrofie van de zenuwcellen, hoewel mogelijk deze atrofie sterker optreedt in de auditieve- dan b.v. in de optische zenuwbanen.

Naast deze fysiologisch optredende veranderingen in het gehoororgaan zijn er andere factoren die een pathologische verandering van dat orgaan kunnen veroorzaken. Hieronder valt onder meer een vroeger doorgemaakte otitis media en binnenoorhardhorendheid door het syndroom van Menière, intoxicaties enz. Verder kan arteriosclerose van de capillairen in de stria vascularis veranderingen van het orgaan van Corti teweegbrengen. Bij arteriosclerosis cerebri zullen ook afwijkingen in de centrale gehoorbanen ontstaan.

Aparte vermelding is nodig voor het akoestisch trauma, omdat dit in de hedendaagse maatschappij met zijn bestendig toenemende industrialisatie steeds meer voorkomt. Het akoestisch trauma veroorzaakt een gehoorverlies van het perceptietype door beschadiging van het orgaan van Corti. Aan de hand van enkele schematische figuren, die gebaseerd zijn op de veronderstelling dat de veranderingen bij presbycusis en akoestisch trauma zowel anatomisch als functioneel optellen, worden de anatomische en functionele veranderingen nagegaan. Op grond van de verdikking van de wanden van de capillairen in de stria vascularis op oudere leeftijd zal men er rekening mee moeten houden dat het orgaan van Corti van oudere personen minder resistentie tegen lawaai-inwerking zal tonen dan dat van jongere. Mogelijk is in deze ook de optredende atrofie van de middenoorspiertjes van betekenis.

De drempelaudiometrie bij bejaarde personen wordt in het tweede hoofdstuk besproken. Zwaardemaker (1890) en ook recente onderzoekers stelden vast, dat er met het toenemen van de leeftijd een inkorting van het hoorbare frekwentiegebied aan de discantzijde optreedt. Daarnaast neemt ook de drempelwaarde van de nog

hoorbare hoge frekwenties met het ouderworden duidelijk toe. Deze gehoordrempelverhoging heeft waarschijnlijk een exponentieel verloop. Bij veel onderzoeken over het toenemen van de gehoordrempel met de leeftijd bleek, dat er voor bepaalde frekwenties een verschil optrad tussen de drempelverhoging van mannen en vrouwen van dezelfde leeftijd. Dit betrof vooral het frekwentiegebied rond 4000 Hz. Waarschijnlijk is dit verschil niet het gevolg van een verschillend verloop van presbycusis bij mannen en vrouwen, maar toe te schrijven aan het ongemerkt meer aan lawaai blootgesteld staan van de manlijke bevolking. Tevens zou het gehoororgaan van mannen gevoeliger zijn voor lawaai dan dat van vrouwen. Ter bepaling van de grootste drempelverhoging die nog aan presbycusis is toe te schrijven, worden in deze studie de normen van Hinchcliffe aangenomen.

De meeste bejaarden die op onze polikliniek audiometrisch onderzocht zijn, hadden uiteraard klachten van het gehoor. Het toondrempelaudiogram werd steeds bepaald met de continue audiometer. Van de door ons onderzochte bejaarden (totaal 918) bleek ongeveer 20% een gehoorverlies van het gemengde type te tonen. Bij bijna tweederde van hen was dit het gevolg van een chronische otitis media en resttoestanden daarvan. Van de bejaarden met een perceptieverlies bleek in 90% geen duidelijke oorzaak aanwijsbaar te zijn naast de bestaande presbycusis; één derde van deze patiënten vertelde, reeds van voor het 65e jaar klachten te hebben. Van de bejaarden met klachten van het gehoor toonde slechts 3% een gehoordrempelcurve die voldeed aan het genoemde criterium van Hinchcliffe; met andere woorden is de hardhorendheid maar bij een zeer gering aantal alleen aan presbycusis toe te schrijven.

Het verband tussen het akoestisch trauma en het ouderworden werd bestudeerd aan de hand van 266 audiogrammen van machinekamerpersoneel van zeeschepen en van 1114 audiogrammen van arbeiders die aan industrielawaai blootgesteld waren. Uit de audiogrammen van deze laatste groep bleek, dat de drempelverhoging bij 1000 en 8000 Hz overeenkwam met de te verwachten presbycusis. De stijging van de drempelwaarde bij 4000 Hz daarentegen bedroeg tengevolge van beschadiging van het binnenoor door het traumatiserend lawaai veel meer dan als toename door de leeftijd te verwachten viel. Ook na aftrek van de te verwachten drempel-

verhoging bleef met het toenemen van de expositieduur toch toename van de drempelverhoging bestaan.

Uit de gegevens van machinekamerpersoneel kon worden opgemaakt, dat zeer snel na het indiensttreden een traumatische drempelverhoging optrad, maar dat daarna gedurende verscheidene jaren deze nagenoeg konstant bleef. Na de leeftijd van ongeveer 30 jaar bleek de gehoordrempelverhoging weer duidelijk toe te nemen. Waarschijnlijk is deze toename het gevolg van het gevoeliger zijn voor lawaai van het gehoororgaan van oudere personen, mogelijk door een minder goed metabolisme van de haarcellen.

De veronderstelling dat het akoestisch trauma niet groter wordt bij het niet meer blootgesteld zijn aan traumatiserend lawaai, zoals na pensionering, vonden wij in ons materiaal bevestigd. Er is dan nog wel een toename van het gehoorverlies door de voortschrijdende presbycusis en door sommige ouderdomsziekten.

Het voor de spraak belangrijke frekwentiegebied rond 1000 Hz toonde bij het machinekamerpersoneel op middelbare leeftijd en bij het gepensioneerde personeel een gemiddelde drempelverhoging die kleiner was dan 30 dB. Algemeen wordt dit beschouwd als de grens waarboven moeilijkheden optreden bij het horen van conversatiespraak. Van de 27 onderzochte gepensioneerde machinisten toonde er slechts één (leeftijd 82 jaar) een dusdanig gehoorverlies dat in bepaalde omstandigheden het gebruik van een hoortoestel nodig was.

Als belangrijkste symptomen van de ouderdomshardhorendheid worden in hoofdstuk III de vermindering van de spraakverstaanbaarheid, het regressiefenomeen en het oorsuizen behandeld.

Daar in onze taal geen bij bejaarden bruikbare korte P.B.-woordlijsten bekend zijn, hebben wij lijsten samengesteld, elk bestaande uit 20 woorden. Hierbij werd naar gelijke foneemverdeling gestreefd als in de omgangstaal. Uit het onderzoek met deze lijsten bij 105 meest hardhorende bejaarden bleek, dat de regressiecurve veel voorkwam. Verder bleek, dat een grotere spraakverstaanvaardigheidsdrempelverhoging meestal een groter spraakverstaanvaardigheidsverlies veroorzaakte.

Om een indruk te krijgen van het funktioneren van de centrale gehoorbanen hebben wij allereerst de spraakverstaanbaarheid

voor eenvoudige korte zinnen bepaald. Het bleek dat deze, uitgezonderd bij zeer ernstige hardhorendheid, over het algemeen goed was. Hierin komt tot uiting, dat het vermogen om met enkele verstande woorden uit een logische zin de gehele zin op te bouwen bij de bejaarde gelukkig niet ernstig gestoord is.

Versneden wij zinnen met een bepaalde frekwentie en dienden wij de afzonderlijke delen afwisselend aan het ene en aan het andere oor toe, dan bleek dat bij vele bejaarden, in tegenstelling tot jonge personen, de centraal optredende summatie van de afzonderlijke delen, en dus het verstaan van de zin, bemoeilijkt was. Waarschijnlijk is dit verschil toe te schrijven aan degeneratieve veranderingen in het centraal akoestisch systeem van oudere personen.

Bij vele onderzochte bejaarden werd het symptoom regressie bij de frekwenties 1000 en 2000 Hz nagegaan met behulp van het dynamogram. Hieruit bleek, dat bij een perceptiehardhorendheid het merendeel van hen positieve regressie toonde, wat zou wijzen op een laesie van het orgaan van Corti.

Een met hardhorendheid nauw samenhangend verschijnsel is het oorsuizen. De percentages die door verschillende auteurs gegeven worden, wat betreft het voorkomen van oorsuizen bij bejaarden, lopen nogal uiteen; het gemiddelde ligt ongeveer bij 25%. Bejaarden met klachten over het gehoor bleken meer last van oorsuizen te hebben dan bejaarden zonder gehoorklachten. Omgekeerd toonden bejaarden zonder gehoorklachten maar met oorsuizen een grotere drempelverhoging dan bejaarden zonder gehoorklachten en zonder oorsuizen. Van de in onze kliniek onderzochte bejaarden met een perceptieverlies had 58% oorsuizen. Een duidelijk verschil in voorkomen van oorsuizen bij verschillende leeftijden boven 65 jaar, zoals Teatini beschreef, konden wij niet bevestigen.

Er zijn in de loop der jaren vele medikamenten als middel tegen de ouderdomshardhorendheid aangewend, al of niet met resultaat. In een serie van 30 bejaarden waarbij wij het polivitaminepreparaat „Senton” Organon hebben beproefd, werden behalve bij één patient, geen duidelijke verbeteringen geboekt. De gehoordrempel voor tonen verbeterde geen enkele maal meer dan 10 dB; bij bovengenoemde patiënt was er uitsluitend een verbetering in de spraakverstaanbaarheid opgetreden. Terwijl dus de medikamenteuze therapie tekort

schiets in het verbeteren van de gehoorfunctie, boekt zij wel vaak succes bij het doen verminderen of verdwijnen van het oorsuizen.

Uit het aanpassen van een hoortoestel bij 252 bejaarden bleek, dat 80% er baat bij vond. Goed geholpen was echter maar 42%. Het percentage ligt lager dan men op grond van het onderzoek van toondrempel- en spraakaudiogram zou verwachten. Waarschijnlijk komt hierin het vaak aanwezig zijn van het regressiefenomeen tot uiting, terwijl ook de veranderingen in het centrale zenuwstelsel een rol zullen spelen.

HEARING IN THE AGED

The object of the present study is to gain a better insight into the problems relating to the hearing of elderly people, viz. of persons of 65 years or older, with all its facets. As since the past century the total number of aged persons in the Netherlands has increased sixfold, the percentage increase in population being 4 per cent, these problems have attracted more and more attention. It is estimated that about 25 per cent of the aged in the Netherlands is hard of hearing or deaf.

The first chapter discusses anatomy and genesis of hearing loss in elderly people. This hearing loss can be classified by its cause into two groups. First of all presbycusis sensori strictioni, viewed as the physiological hearing loss in the ageing individual; in the second place hearing loss in which factors other than presbycusis are playing an additional part.

The anatomical changes discussed first are those of drum membrane and middle ear. Mostly they prove to be of a nature not liable to cause serious functional disturbance in hearing. The present view is that with presbycusis the alterations in the peripheral organ of hearing are mainly found in the spiral ganglion. It appears that the number of nerve cells of the ganglion, especially at the basal end, decreases with advancing age. Changes in the organ of Corti, also found in later life, should be attributed to factors other than ageing as such. On the strength of audiometric tests changes in the central auditory pathways are also assumed. To our knowledge no anatomical study has been made on this subject.

A generally accepted genesis of ganglioncell-atrophy is not yet on record. Particularly the fact that the basal coil is chiefly affected has mystified many investigators. We are inclined to regard this localization of ganglion cell-atrophy in the light of the phylogenetic development of the auditory organ, namely as a during life further

regressing of the rudimentary high-tone system located in this coil. The changes in the central auditory pathways are supposed to be the result of the ganglion cell-atrophy generally occurring in the central nervous system, although possibly this atrophy is more prevalent in the auditative than for instance in the optical nervous pathways.

Besides these physiological alterations in the organ of hearing there are other factors capable of producing a pathological change of this organ. To these belong among others a former otitis media and hearing impairment of the inner ear bij Ménière's syndrome, intoxications etc. Arteriosclerosis of the capillaries in the stria vascularis, too, may lead to changes in the organ of Corti. In cerebral arteriosclerosis deviations will also manifest themselves in the central auditory pathways.

Separate mention should be made of acoustic trauma, because this becomes more and more frequent in present-day society with its steadily increasing industrialization. Acoustic trauma causes a hearing loss of the perception type by injury to the organ of Corti. The anatomical and functional changes are studied with the aid of a few schematic figures based on the assumption that presbycusis and acoustic trauma will add up both anatomically and functionally. On account of the thickening of the capillaries in the stria vascularis later in life, allowance should be made for the fact that the organ of Corti of older persons will show less resistance to noise exposure than that of younger people. The presence of atrophy of the middle ear muscles might also be significant in this matter.

Threshold audiometry in aged people is discussed in chapter II. Zwaardemaker (1890) as well as recent investigators established that with advancing age a shortening of the audible frequency-range manifested itself at the discant side. In addition the threshold value of the still audible high frequencies markedly increases with age. This threshold shift is likely to have an exponential course. From many investigations into the age-conditioned elevation in threshold it appeared that for specific frequencies there was a difference between the threshold shift in men and in women of the same age. This was especially true of the frequency-zone around 4000 Hz. Probably this difference does not result from a different course of presbycusis in men and women, but can be ascribed to the fact that the

male population happens to be more exposed to noise. Moreover the auditory organ of men is supposed to be more susceptible to noise than that of women. For the determination of the greatest threshold shift still to be attributed to presbycusis Hinchcliffe's criteria are accepted in the present study.

Most of the elderly persons who came to our clinic naturally had hearing complaints. The tone threshold audiogram was always determined with the continuous audiometer. Of the elderly patients examined audiometrically by us, about 20 per cent proved to show a hearing loss of the mixed type. In nearly two thirds of these this was the result of a chronic otitis media and its residual states. For 90 per cent of the aged patients with a perception loss no clear cause could be demonstrated besides the presbycusis present; one third of these patients reported complaints dating from before the 65th year. Of the aged patients with hearing complaints only 3 per cent showed a threshold curve that complied with Hinchcliffe's criterion mentioned above; in other words, the hearing loss of but a very small number could be imputed to presbycusis only.

The relation between acoustic trauma and ageing was studied from 266 audiograms of engine-room personnel of seagoing vessels and of 1114 audiograms of workers exposed to industrial noise. The audiograms of the latter group showed that the threshold shift at 1000 and 8000 Hz corresponded with the presbycusis to be expected. The elevation in threshold at 4000 Hz, on the other hand, was much greater than the age-conditioned increase to be expected owing to noise-induced hearing loss. Also after deducting the threshold shift to be expected the threshold continued to rise along with the increase of exposure duration.

From statements by engine-room personnel it could be concluded that a traumatic threshold shift made its appearance right after entering service, but that for several years afterwards the threshold remained practically constant. After the age of about 30 years there was once more a marked increase in threshold shift. This rise is likely to be the result of the greater sensitivity to noise of the auditory organ in older persons, possibly owing to a less adequate metabolism of the hair cells.

The assumption that acoustic trauma does not increase when no longer exposed to traumatizing noise, as on retirement, found its confirmation in our material. There is still some increase in hearing

loss owing to progressive presbycusis and some diseases of old age.

The frequency zone around 1000 Hz important for speech showed an average threshold shift smaller than 30 dB in the middle-aged and retired engine-room personnel. This is generally regarded as the amount above which difficulties will arise for the hearing of conversational speech. Of the 27 retired engineers under examination only one (82 years of age) showed a hearing loss sufficiently large to necessitate the use of a hearing aid under certain conditions.

Chapter III discusses as most important symptoms of "senile" hearing loss: discrimination loss for speech, the phenomenon of recruitment and tinnitus.

Since there are no short Phonetically Balanced lists suited for elderly people available in our country we have compiled lists each consisting of 20 words. The aim was to arrive at a phonemic composition similar to that of conversational speech. The tests with these lists in 105 old persons, mostly hard of hearing, showed that the regression-curve was found in many cases. It further appeared that a greater threshold shift for speech usually caused a greater discrimination loss.

To obtain an impression of the functioning of the central auditory pathways the discrimination for simple short sentences was first determined. As a rule this proved to be good, except in cases of severe hearing impairment. This reveals that fortunately the ability to reconstruct the whole sentence with the aid of a few understood words from a logical sentence is not seriously disturbed in elderly persons.

When these sentences were cut up with a given frequency and the separate parts delivered to the two ears alternately it became apparent that in contrast with younger persons many elderly patients were handicapped as regards the central summation of the separate parts, and consequently in understanding the sentence. Probably this difference is attributable to degenerative changes in the central auditory pathways of older persons.

The symptom of recruitment at the 1000 and 2000 Hz frequencies were explored in many patients by means of the dynamogram. It appeared that with perception hearing loss the majority showed positive recruitment, which would point toward a lesion of the organ of Corti.

A phenomenon closely associated with hearing loss is tinnitus. The percentages given by various authors relating to the incidence of tinnitus in the aged, are rather divergent; the average lies around 25 per cent. Elderly people with hearing complaints proved to be more troubled with tinnitus than elderly persons without hearing complaints. Conversely aged persons without hearing complaints but with tinnitus manifested a greater threshold shift than aged persons without hearing complaints and without tinnitus. Tinnitus was found in 58 per cent of the elderly patients with a perception loss examined in our clinic. A marked difference in incidence of tinnitus at various ages over 65 years, such as described by Teatini, could not be confirmed.

Many medications have been applied in the course of years as a remedy against senile hearing loss, with or without results. In a series of 30 elderly patients treated with the polivitamin preparation "Senton" Organon, no distinct improvements were achieved except for one patient. Not once did the hearing threshold for pure tones improve with more than 10 dB; in the patient mentioned above there was solely an improvement in the discrimination for speech. If drug therapy falls short in bettering the function of hearing, therefore, it does often achieve success in relieving or dispelling tinnitus.

Our data from the fitting of hearing aids indicated that 80 per cent of the consulting elderly patients derived some benefit from it. Only 42 per cent, however, were substantially helped by it. The percentage lies below the figure to be expected from the investigation of tone threshold- and speech audiogram. Probably the frequent recruitment and degeneration in the central nervous system are reflected in this difference.

AUDITIONS DES VIEILLARDS

Le problème de l'acuité chez les personnes âgées se pose de plus en plus vu leur nombre croissant. On estime que 25% des personnes âgées aux Pays-Bas ont ou bien des pertes importantes de l'audition ou sont sourdes. On distingue comme cause de ce déficit soit la presbycousie pure comme un facteur physiologique de l'âge, soit des maladies jouant un rôle en plus de la presbycousie.

La conception actuelle est que dans le cas de presbycousie les lésions de l'organe auditif périphérique consistent surtout dans la diminution du nombre de cellules sensorielles du ganglion spirale. Des altérations dans les voies acoustiques centrales seraient également responsables du déficit auditif. La dégénération dans la partie basale du ganglion spirale est considérée comme une manifestation d'une régression continu du système rudimentaire des sons aigus durant la vie.

On remarquera en plus de la presbycousie des troubles auditifs consécutifs à des affections antérieures de l'oreille; le traumatisme acoustique y joue un rôle important. On pourrait s'imaginer une addition aussi bien anatomique que fonctionnelle des pertes auditives résultant de la presbycousie et du traumatisme acoustique.

En plus de la diminution de la zone des sons aigus on voit une élévation du seuil des zones encore perceptibles, surtout à la partie aigue. Sur 918 audiogrammes de vieillards vus en polyclinique on constata dans 20% des cas une perte d'audition du type mixte, et dans 90% une perte de perception pure sans cause connue en dehors de la presbycousie. Seulement 3% des vieillards se plaignant de l'audition répondirent au critère de Hinchcliffe concernant la presbycousie.

En étudiant les audiogrammes de 557 ouvriers industriels on constata que les élévations de seuil de 1000 Hz et de 8000 Hz étaient dues à la presbycousie et que le 4000 Hz par contre était touchée

par le traumatisme acoustique en proportion avec la durée d'exposition.

L'examen de machinistes (133 personnes) démonstra qu'une élévation de seuil traumatique s'installe rapidement et reste alors constante jusqu'à l'âge de 30 ans. Le seuil augmente par après probablement à cause de la plus grande vulnérabilité au bruit au fur et à mesure que l'âge augmente. Le traumatisme acoustique n'augmente plus si on n'est plus exposé au bruit traumatisant. Ceci a été constaté chez des machinistes retraités. Le zone de 1000 Hz qui est si importante pour la parole ne fut pas gravement atteinte.

Les symptômes de presbycousie sont la diminution de la discrimination, le phénomène de régression et les bourdonnements.

Pour connaître la discrimination chez les vieillards on a fait usage des listes de mots „Phonetically-Balanced”, chaque liste consistant en 20 mots. Cette méthode sembla satisfaisante. La courbe de régression d'articulation était très fréquente chez les vieillards examinés. La sommation de phrases coupées présentées alternativement à une oreille et à l'autre était incontestablement plus difficile chez les vieillards. Cette difficulté résulterait des altérations des voies acoustiques centrales. Parmi la plupart des vieillards présentant une diminution de perception on constata un phénomène de régression positif. Il y a eut dans 58% des cas des bourdonnements.

Jusqu'à présent la thérapie médicamenteuse dans les presbycousies est restée inefficace. Par contre les bourdonnements réagirent assez favorablement avec cette thérapie. La prothèse auditive a donné 80% de bons résultats.

DAS HÖREN DER BEJAHRTEN

Durch die starke Zunahme der Bejahrten gewinnt das Problem des Hörens dieser Bevölkerungsgruppe stets mehr an Interesse. Schätzungsweise sind in den Niederlanden 25% aller Bejahrten schwerhörig oder taub.

Gehörverminderung von Bejahrten musz in reine Presbyakusis, als physiologische Gehörverminderung bei dem älter werdende Individuum und in Gehörverminderung, wobei neben Presbyakusis auch Krankheiten eine Rolle spielen, unterteilt werden.

Die heutige Auffassung ist, dasz bei Presbyakusis die Abweichungen in den periphären Gehörorganen hauptsächlich aus der Abnahme der Anzahl der Nervenzellen des Ganglion cochleare bestehen. Wahrscheinlich sind jedoch auch Veränderungen in den zentralen Gehörbahnen für die Schwerhörigkeit mit verantwortlich. Wir sind geneigt die Degeneration in dem basalen Teil des Ganglion cochleare als eine Folge des sich während des Lebens weiter zurückbildenden rudimentären Hochtonsystem zu sehen.

Neben Presbyakusis können bei Bejahrten auch Gehörstörungen infolge früher durchgemachten Ohrenkrankheiten auftreten. Hierbei nimmt das akustische Trauma einen wichtigen Platz ein. Wahrscheinlich handelt es sich sowohl anatomisch als auch funktionell um eine Addition des Gehörverlustes infolge Presbyakusis und akustischen Traumas.

Funktionell gesehen tritt mit dem Altern eine Herabsetzung der oberen Tongrenze ein. Von 918 audiometrisch untersuchten Bejahrten, die unsere Poliklinik besuchten, kam bei 20% ein Gehörverlust des gemischten Types vor. Bei 90% war neben Presbyakusis keine nachweisbare Ursache für die Perzeptionsstörung nachweisbar. Nur 3% der Bejahrten entsprachen dem durch Hinchcliffe festgestellten Kriterium für Presbyakusis.

Nach Auswertung der Audiogramme von 557 Industriearbeitern

stellte sich heraus, dasz der Gehörverlust bei 1000 und 8000 Hz mit der zu erwartenden Presbyakusis übereinstimmte. Bei 4000 Hz war ein deutliches, mit der Expositionsdauer zunehmendes akustisches Trauma vorhanden. Bei einer Untersuchung von Maschinenraumpersonal (133 Personen) wurde festgestellt, dasz sehr schnell nach Arbeitsaufnahme ein traumatischer Gehörverlust auftrat, der bis zu einem Alter von ungefähr 30 Jahre konstant blieb. Danach nahm der Gehörverlust wieder zu, möglicherweise durch das Empfindlicher werden des älter werdenden Gehörorganes gegen Lärmeinwirkung. Wie wir bei pensionierten Maschinisten feststellten, nahm das akustische Trauma nicht mehr zu, wenn der Arbeiter dem traumatisierendem Lärm nicht mehr ausgesetzt war. Das für die Sprache wichtige Frequenzgebiet von etwa 1000 Hz wies bei pensionierten Maschinisten nur selten einen derartigen Gehörverlust auf, dasz es Schwierigkeiten mit der Konversationsprache gab.

Als Symptome der Altersschwerhörigkeit werden das verminderte Sprachverständnis, das Recruitment-Phänomen und das Ohrensausen besprochen. Um das Sprachverständnis bei Bejahrten zu bestimmen, wurden „Phonetically-Balanced“ Wörterliste entwickelt, jeweils aus 20 Wörtern bestehend, die sich sehr gut bewährten. Es stellte sich heraus, dasz bei den untersuchten Bejahrten die Regressions-Verständniskurve häufig vorkam. Im weiteren erwies sich, dasz die Summation von geteilten Sätzen, deren Satzteile nacheinander an das eine und an das andere Ohr angeboten wurden, bei den Bejahrten deutlich schwieriger war als bei jungen Personen. Dieses würde auf eine Veränderung in den zentralen Gehörbahnen weisen. Das Recruitment-Phänomen war bei den Bejahrten mit einer Perzeptionsschwerhörigkeit im Allgemeinen positiv. Ohrensausen kam bei 58% vor.

Medikamentöse Beeinflussung der Altersschwerhörigkeit hat bisher noch nicht viel Erfolg gehabt. Dagegen konnte man Ohrensausen oft vermindern mit medikamentöser Therapie. Ein Hörapparat brachte 80% der schwerhörigen Bejahrten eine Verbesserung.

EL OÍR DE LOS ANCIANOS

Por el fuerte crecimiento del número de envejecidos el problema del oír de este grupo de población sigue despertando cada vez más interés. Aproximadamente el 25 por ciento de los viejos en Holanda son duros de oír o sordos.

La pérdida auditiva de los ancianos puede ser subdividida en:

1. presbiacusia como pérdida auditiva fisiológica del individuo aumentado en edad y en
2. pérdida auditiva en que, después de la presbiacusia, diversas enfermedades juegan un papel.

La opinión actual es que, con presbiacusia, las irregularidades del órgano periférico son principalmente una disminución del número de las células nerviosas del ganglio coclear. Probablemente se puede poner responsable de la sordera también los trastornos de las vías auditivas centrales. Estamos inclinados a considerar la degeneración de la parte basal del ganglio coclear como una manifestación del retroceder más, durante la vida, del sistema de rudimentarios tonos altos.

Después de la presbiacusia se manifestarán con los ancianos también los estorbos del oído a consecuencia de las afecciones del oído sufridas antes. Entre ellos los traumas acústicos juegan un importante papel. Probablemente se trata, tanto anatómicamente como funcionalmente, de una adición de la pérdida auditiva, a consecuencia de la presbiacusia y de los traumas acústicos.

Después del acortamiento del límite de los tonos altos se manifiesta, con los individuos aumentados en edad, también una elevación del umbral de las frecuencias aún audibles, sobre todo al discante.

De los 918 ancianos reconocidos audiométricamente, que visitaban la clínica, el 20 por ciento presentaba una pérdida auditiva del tipo mixto, mientras en el 90 por ciento se presentaba una pura pérdida

de percepción sin causa evidente, después de presbiacusia. Solamente el 3 por ciento de los ancianos con trastornos acústicos satisfacía el criterio por presbiacusia fijado por Hinchcliffe.

Estudiando los audiogramas de 557 obreros industriales se ponía en evidencia que la elevación del umbral a 1000 Hz y a 8000 Hz equivalía la presbiacusia a esperar. A 4000 Hz se manifestaban evidentes traumas acústicos que crecían con la duración de la exposición. Reconociendo al personal de unos cuartos de máquinas (133 personas), se manifestaba que, muy pronto después del entrar en funciones, se mostraba una elevación traumática del umbral que continuaba siendo constante hasta la edad de 30 años poco más o menos. Arriba de esta edad la elevación del umbral aumentaba de nuevo, probablemente a consecuencia de que el órgano auditivo más viejo se ponía más sensible a la influencia del ruido. Los traumas acústicos no seguían aumentando cuando los personas en cuestión no se exponían más al ruido traumático, como lo hemos comprobado reconociendo a unos maquinistas jubilados. El territorio de frecuencia alrededor de 1000 Hz, importante por el habla, mostraba, con maquinistas jubilados, solamente raras veces semejante elevación del umbral que resultaban dificultades con el habla de conversación.

Como síntomas de la sordera senescente se discuten: la discriminación disminuida, el reclutamiento y el zumbido de oídos. Para poder fijar la habilidad de entender el habla con los ancianos se desarrollaban vocabularios „Phonetically-Balanced” que se componían cada uno solamente de 20 palabras, que daban mucha satisfacción. Se ponía en evidencia que, con los ancianos reconocidos, se presentaba muchas veces la regresiva curva de inteligibilidad. Se manifestaba también que la somación de frases cortadas, de las cuales los trozos eran dados sucesivamente a una oreja y a otra, era notablemente más difícil para los ancianos que para las personas jóvenes. Esto indicaría unos trastornos de las vías auditivas centrales. El reclutamiento era, con los ancianos, con una pérdida de percepción las más de las veces positivo. Se daba el zumbido de oídos en el 58 por ciento.

Hasta hoy no ha tenido mucho éxito el influenciar medicamentosamente la sordera senescente. En cambio resultaba que el zumbido de oídos disminuía muchas veces debido a una terapia medicamentosa. Se ha manifestado que el aparato acústico que se ponen los ancianos duros de oír, les sirve al 80 por ciento de ellos.

LITERATUUR

- AGAZZI, C., VAGO, A.: La presbiacusia. Considerazioni cliniche ed audiometriche. Arch. ital. Otol. 61: 28-44, suppl. V, 1950.
- ALFÖLDY, E.: Neurogene Schwerhörigkeit auf innersekretorischer Grundlage. Mschr. Ohrenheilk. 70: 1281-1286, 1936.
- ANGELUSCHEFF, Z. D.: Vibratory energy and the biochemistry of the acoustic nerve. Pract. oto-rhino-laryng. 21: 199-208, 1959.
- ANSON, B. J., KARABIN, J. E., MARTIN, J.: Stapes, fissula ante fenestram and associated structures in man. II From the foetus at term to the adult of seventy. Arch. Otolaryng. 29: 939-973, 1939.
- ARIENS KAPPERS, C. U.: The evolution of the nervous system in invertebrates, vertebrates and man. pp. 165-167, De Erven F. Bohn, Haarlem 1929.
- ASCIONE, A., PERELLA, F.: Attività terapeutica di un nuovo teofilinico di sintesi nella ipoacusia presenile e senile. Arch. ital. Laring. 65: 277-288, 1957.
- AUBRY, M., CAUSSE, J.: Audiogramme d'une centenaire surdit  par s nescence. Ann. Oto-Laryng. pp. 307-313, 1937.
- AZZI, A.: Terapia protesica. In: Pietrantonio, L. en medewerkers: L'orecchio senile. pp. 118-123. VI Congresso della societ  italiana di gerontologia e geriatria, Napoli 1956.
- BABBITT, J. A.: The relation of geriatrics to otolaryngology. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 50: 1079-1090, 1941.
- BANGS, J. L., MULLINGS, C. J.: Recruitment testing in hearing and its implications. Arch. Otolaryng. 58: 582-592, 1953.
- BEASLEY, W. C.: The general problem of deafness in the population. Laryngoscope 50: 856-905, 1940.
- BÉKÉSY, G. VON: On the resonance curve and the decay period at various points on the cochlear partition. J. acoust. Soc. Amer. 21: 245-254, 1949.
- BELMONT, I.: Common problems of clinical psychology and audiology in geriatric rehabilitation. Geriatrics 14: 496-499, 1959.
- BENTZEN, O., JELNES, K.: Incidence of impaired hearing in Denmark. Acta oto-laryng. 45: 189-197, 1955.
- BERNARDI, S.: Osservazioni clinico-audiologiche sulla ipocusia senile. Ann. laring.-otol. 55: 300-316, 1956.
- BERRY, G.: The psychology of progressive deafness. J. amer. med. Ass. 101: 1599-1603, 1933.
- BLEEKER, G. F.: Het aanpassen van hoorprothesen. Proefschrift Groningen 1953.
- BONDIAU, P., BOCCA, E.: Contribution   l'étude de la presbyacousie. Effet d'un psychodynamique nouveau. Rev. Laryng. 80: 986-992, 1959.
- BOCCA, E.: Le problème de la surdité senile. J. franç. oto-rhino-laryng. 8: 801-804, 1959.
- BOCCA, E.: Introductions   l'étude de la surdit  corticale. Rev. Laryng. 80: 122-128, 1959.
- BOCCA, E.: Factors influencing binaural integration of periodically switched messages. Acta oto-laryng. 53: 142-144, 1961.
- BOCCA, E., CALEARO, C.: Aspetti della patologia uditiva centrale nel vecchio. Ann. laring.-otol. 55: 365-369, 1956.
- BOCCA, E., CALEARO, C., CASSARINI, V.: La surdit  corticale. Rev. Laryng. 78: 777-856, 1957.
- BORDLEY, J. E.: The problems of geriatric otology. Trans. Amer. Ac. Ophthal. Otolaryng. 61: 172-178, 1957.
- BORDLEY, J. E., HASKINS, H. L.: The role of the cerebrum in hearing. Ann. Otol. Rhinol. Laryng. 64: 370-382, 1955.
- BOSOTRA, A.: Osservazioni sui caratteri strutturali dell'arteria uditiva interna nell'acrescimento e nella senescenza fisiologica. Arch. ital. Otol. 67: 838-849, 1956.
- BRANSTEINER, P.: Geriopil bei der Behandlung der Altersschwerhörigkeit. Medizinische 36: 1404-1406, 1958.
- BRU NE-ALTES, J. C. DE: The symptom of regression in different kinds of deafness. Proefschrift Groningen 1946.
- BUNCH, C. C.: Age variations in auditory acuity. Arch. Otolaryng. 9: 625-636, 1929.
- BUNCH, C. C.: Further observations on age variations in auditory acuity. Arch. Otolaryng. 13: 170-180, 1931.
- BUNCH, C. C., RAIFORD, T. S.: Race and sex variations in auditory acuity. Arch. Otolaryng. 13: 424-434, 1931.
- CALEARO, C.: Detection of malingering by periodically switched speech. Laryngoscope 67: 130-136, 1957.
- CALEARO, C.: Binaural summation in lesions of the temporal lobe. Acta oto-laryng. 47: 393-395, 1957.
- CALEARO, C.: Stato attuale delle conoscenze sull'incrociamiento della via acustica centrale. Arch. ital. Otol. 69: 320-339, 1958.
- CALEARO, C., MITRI, T. DE: Sulla intelligibilit  della voce periodicamente alternata da un orecchio all'altro. Soci t  internationale d'audiologie, IV  congrès. pp. 273-277. Padova 1958.
- CALVET, J., RIBET, A.: Essai de traitement des vertiges et acouph nes dans l'ath ro-scl rose. J. fran . oto-rhino-laryng. 7: 585-609, 1958.
- CALVI, L. A., FINZI, A.: Rythme, longueur et signification des messages verbeaux dans la presbyacousie. Rev. Oto-Neuro-Ophthal. 29: 226-239, 1957.
- CARNEVALE-RICCI, F.: Contributo anatomo-istologico allo studio della senescenza dell'apparato auricolare. Arch. ital. Otol. 51: 239-257, 1939.
- CARNEVALE-RICCI, F.: L'alterazione uditiva senile nei rilievi audiometrici. Arch. ital. Otol. 51: 217-228, 1939.
- CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK: Volkstelling 31 dec. 1920. Inleiding tot de uitkomsten der tiende algemene volkstelling. pp. 86-89. 's-Gravenhage 1924.
- CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK: Volkstelling 31 dec. 1930, deel II. pp. 258-260. 's-Gravenhage 1933.
- CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK: 12  Volkstelling, 31 mei 1947. Serie A, deel I. p. 60. W. de Haan N.V. Utrecht 1954.

- CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK: Maandstatistiek van de bevolking, juli 1960. pp. 126-127. W. de Haan N.V. Zeist 1960.
- CERRI, A. S., MARCUCCI, L.: L'azione dell' eparina sui deficit acustici di natura percettiva. *Arch. ital. Laring.* 65: 439-455, 1957.
- CHILDREY, J. H.: Vitamin B and other measures in the treatment of deafness. *Laryngoscope* 50: 648-657, 1940.
- CIOCCO, A.: Observations on the hearing of 1980 individuals; a biometric study. *Laryngoscope* 62: 837-856, 1932.
- COLIN CHERRY, E., TAYLOR, W. K.: Some further experiments upon the recognition of speech, with one and with two ears. *J. acoust. Soc. Amer.* 26: 554-559, 1954.
- CORAGGIO, F., VILLARI, V., BIANCO, R.: L'acido 4-defenilil-etil-acetico nei disturbi labirintici dell' età senile. *Minerva med.* 48: 2881-2883, 1957.
- CORSO, J. F.: Age and sex differences in pure-tone thresholds. *J. acoust. Soc. Amer.* 31: 498-507, 1959.
- COVELL, W. P.: Pathologic changes in the peripheral auditory mechanism due to avitaminoses (A, B complex, C, D and E). *Laryngoscope* 50: 632-647, 1940.
- COVELL, W. P.: Histologic changes in the aging cochlea. *J. Geront.* 7: 173-177, 1952.
- COVELL, W. P., ROGERS, J. B.: Pathologic changes in the inner ears of senile guinea pigs. *Laryngoscope* 67: 118-129, 1957.
- CRELLIN, L.: On the care of the aged deaf. *Silent world.* pp. 292-296, 1959.
- CROWE, S. J., GUILD, S. R., POLVOGT, L. M.: Observations on the pathology of high tone deafness. *Bull. Johns Hopk. Hosp.* 54: 315-379, 1934.
- CUPERUS, N. J.: De gehoorgrens voor lage en hoge tonen in verband met den leeftijd. *Proefschrift Leiden* 1893.
- DIEROFF, H.-G.: Über einen phasenhaften ablauf der Lärmschwerhörigkeit. *Société internationale d'audiologie, V^e congrès.* pp. 387-389, Bonn 1960.
- DIEROFF, H.-G.: Zur geschlechtunterschiedlichen Lärmfestigkeit. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 177: 282-289, 1961.
- DISHOECK, H. A. E. VAN: Gehoor, reuk, smaak en larynx op hogere leeftijd. In: *De ouderdom; van geneeskundig standpunt beschouwd.* N.V. Uitgeverij „Kosmos" Amsterdam-Antwerpen 1949.
- DISHOECK, H. A. E. VAN: Continuous, or sweep-frequency, audiometry. *Arch. Otolaryng.* 64: 216-226, 1956.
- DISHOECK, H. A. E. VAN, WAAL, J. VAN DER: La susceptibilité individuelle à la surdité professionnelle et les tests audiométriques. *Acta oto-rhino-laryng. belg.* 14: 213-223, 1960.
- DISSEVELT, A. G., WAAL, J. VAN DER: Audiologisch onderzoek bij kleuters. *Maandschr. Kindergeneesk.* 28: 149-162, 1960.
- DISSEVELT, A. G., WIJN, J. F. DE, HAAS, J. H.: Audiologisch onderzoek bij adolescenten op scholen. *Ned. T. Geneesk.* 104: 869-874, 1960.
- DIX, M. R., HALLPIKE, C. S., HOOD, J. D.: Observations upon the loudness recruitment phenomenon, with especial reference to the differential diagnosis of disorders of the internal ear and VIII nerve. *Proc. roy. Soc. Med.* 41: 516, 1948.
- DÖDERLEIN, W.: Über Presbyakusis. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 144: 295-302, 1938.
- EGAN, J. P.: Articulation testing methods. *Laryngoscope* 58: 955-991, 1948.
- FABRICANT, N. D.: Deafness in older persons. *Eye, Ear, Nose, Thr. Mon.* 34: 54-56, 1955.
- FAVRE, P.: Les manifestations O.N.O. dans les hypertensions artérielles malignes. *Rapport d'O.R.L. Rev. Oto-Neuro-Ophthal.* 18: 55-64, 1946.
- FERNÁNDEZ, C.: Innervation of the cochlea in relation to hearing loss. *Laryngoscope* 70: 363-372, 1960.
- FERRARI, C.: L'azione dell' acido nicotinico nella sordità senile. *Arch. ital. Laring.* 63: 49-64, 1955.
- FERRERI, G.: Le vitamine „A" ed „E" nell' otosclerosi e nella sordità progressiva. *Valsalva* 33: 207-213, 1957.
- FIEANDT, H. VON, SAXÉN, A.: Pathologie und Klinik der Altersschwerhörigkeit. *Acta oto-laryng. suppl.* XXIII, 1937.
- FINZI, A.: Il comportamento della soglia di intelligenza dei giovani con ipoacusia percetti e dei presbiacusici verso tests audiometrici vocali sensibilizzati. *Arch. ital. Otol.* 67: 697-709, 1956.
- FINZI, A.: Rilievi audiometrici tonali e vocale nella presbiacusia. *Arch. ital. Otol.* 68: 211-227, 1957.
- FINZI, A., GEROLA, A., PIATTI, A., RUMOLO, R.: L'importanza del fattore età nel compartimento dell' udito in corso di malattie ipertensive arteriose. *Ann. laring.-otol.* 55: 520-528, 1956.
- FLEISCHER, K.: Histologische und audiometrische Studie über den altersbedingte Struktur- und Funktionswandel des Innenohres. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 170: 142-167, 1956.
- FLEISCHER, K., KNOBLOCH, K.: Die Altersschwerhörigkeit und Möglichkeiten ihrer medikamentösen Beeinflussung. *Z. Laryng. Rhinol.* 36: 407-414, 1957.
- FLETCHER, H.: A method of calculating hearing loss for speech from an audiogram. *J. acoust. Soc. Amer.* 22: 1-5, 1950.
- FLETCHER, J. L., RIOPELLE, A. J.: Protective effect of the acoustic reflex for impulsive noises. *J. acoust. Soc. Amer.* 32: 401-404, 1960.
- FLODGRÉN, E., KYLIN, B.: Sex differences in hearing in relation to noise exposure. *Acta oto-laryng.* 52: 359-366, 1960.
- FOWLER, E. P.: A method for the early detection of otosclerosis. *Arch. Otolaryng.* 24: 731-741, 1936.
- FOWLER, E. P.: Head noises and deafness: peripheral and central. *Laryngoscope* 49: 1011-1019, 1939.
- FOWLER, E. P.: The aging ear. *Arch. Otolaryng.* 40: 475-480, 1944.
- FOWLER, E. P.: Presbycusis. The aging ear. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 68: 764-776, 1959.
- FRECHE, CH.: Atherosclerose cochleo-vestibulaire. *Nouveau essais thérapeutique par les corps 22TH et 4099.* Thèse Paris 1960.
- FRISINA, D. R.: Statistical information concerning the deaf and the hard of hearing in the United States. *Amer. Ann. Deaf* 104: 265-270, 1959.
- GAETH, J. H.: A study of phonemic regression in relation to hearing loss. *Dissertation Northwestern Univ.* 1948.
- GALLI DELLA LOGGIA, D.: L'eparina nel trattamento della sordità senile. *Minerva Otorinolaring.* 6: 353-356, 1956.

- GALLUP, geciteerd door Wilkins (1950).
- GATTI, A.: La presbiacusia - Considerazioni sulla meccanica funzionale della cassa del timpano nel determinismo della presbiacusia. *Ann. laring.-otol.* 55: 415-418, 1956.
- GAVINI, H.: Normes du seuil d'audibilité binatural en champ libre. *Acustica* 7: 293-298, 1957.
- GEORGIEW, S.: Die Altersschwerhörigkeit und ihre Behandlung mit Bogomoletz-Serum bzw. Sexualhormonen. *Ther. Umsch.* 13: 121-126, 1956.
- GIACCAI, F., BERLOCO, T.: Le curve audiometriche nella varie età. *Boll. mal. orecch. gola, naso.* 78: 425-447, 1960.
- GLASTRA VAN LOON, F. H.: De bejaarde mens in het verkeer. De medisch psychologische aspecten. *Tschr. Soc. Gen.* 36: 187-192, 1958.
- GLORIG, A.: The effects of noise on hearing. *J. Laryng.* 75: 447-478, 1961.
- GLORIG, A., DAVIS, H.: Age, noise and hearing loss. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 70: 556-571, 1961.
- GLORIG, A., NIXON, J.: Distribution of hearing loss in various populations. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 69: 497-516, 1960.
- GOETZINGER, C. P., PROUD, G. O., DIRKS, D., EMBREY, J.: A study of hearing in advanced age. *Arch. Otolaryng.* 73: 662-674, 1961.
- GONZALO, P. H.: La sordera de senescencia: caracteres; posibilidades de rehabilitacion. *Rev. Cub. Oto-rino-laring.* 6: 104-122, 1957.
- GRAHAM, J. T.: Evaluation of methods for predicting speech reception threshold. *Arch. Otolaryng.* 72: 347-350, 1960.
- GRAVENDEEL, D. W., PLOMP, R.: Micro-noise-trauma? *Arch. Otolaryng.* 71: 656-663, 1960.
- GROVE, W. E.: Noise in industry. *Laryngoscope* 57: 114-124, 1947.
- GUGGENHEIM, L. K.: Therapy of deafness. *Laryngoscope* 53: 441-456, 1943.
- GUYE, geciteerd door Zwaardemaker (1890).
- HABERMANN, J.: Über die Schwerhörigkeit der Kesselschmiede. *Arch. Ohrenheilk.* 30: 1-25, 1890.
- HAHLBROCK, K.-H.: Sprachaudiometrie. G. Thieme Verlag, Stuttgart 1957.
- HAMMER, G.: A quantitative cytochemical study of shock wave effects on spiral ganglion cells. *Acta oto-laryng. suppl.* 127, 1956.
- HARBERT, F., SATALOFF, J. A.: Clinical applications of recruitment and masking. *Laryngoscope* 65: 113-123, 1955.
- HEIDE, R. M. VAN DER: Resultaten van een geneeskundig onderzoek van 3091 gezonde mannen en vrouwen. *Academisch proefschrift Amsterdam* 1959.
- HENNEBERT, D.: L'integration de la perception auditive et l'audition alterante. *Acta oto-rhino-laryng. belg.* 9: 344-346, 1955.
- HILDING, A. C.: Studies on the otic labyrinth. VI. Anatomic explanation for the hearing dip at 4096 characteristic of acoustic trauma and presbycusis. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 62: 950-956, 1953.
- HINCHCLIFFE, R.: The pattern of the threshold of perception for hearing and other special senses as a function of age. *Gerontologia* 2: 311-320, 1958.
- HINCHCLIFFE, R.: The threshold of hearing of a random sample rural population. *Acta oto-laryng.* 50: 411-422, 1959.
- HINCHCLIFFE, R.: The threshold of hearing as a function of age. *Acustica* 9: 303-308, 1959.
- HINCHCLIFFE, R.: Correction of pure tone audiograms for advancing ages. *J. Laryng.* 73: 830-832, 1959.
- HOBSON, W., PEMBERTON, J.: The health of the elderly at home. Butterworth, London 1955.
- HOFER, G.: Über Altersschwerhörigkeit. *Wien. klin. Wschr.* 54: 933-936, 1941.
- HOFER, G.: Die Wirkung von Sexualhormon auf Zustände von Hörverlust und Schwindel im Alter. *Acta oto-laryng.* 46: 304-313, 1956.
- HOOPLE, G. D.: Care of hearing in the elderly. *Geriatrics* 15: 106-109, 1960.
- HUIZING, H. C.: Die Bestimmung der Regression bei der Gehörprüfung und der physikalische, physiologische und psychologische Zusammenhang bei der Gehörprothese. *Acta oto-laryng.* 30: 487-499, 1942.
- HUIZING, H. C.: The recruitment factor in hearing tests. *Acta oto-laryng.* 40: 297-306, 1951-1952.
- HUIZING, H. C.: Over de evolutie van het moderne hoortoestel en de toepassing daarvan. *Fenestra* 4: 25-40, 1961.
- HUIZING, H. C., MOOLENAAR-BIJL, A.: De betekenis der klankfrequentie in het Nederlandsch voor de oorheelkunde. *Ned. T. Geneesk.* 88: 435-437, 1944.
- HUIZING, H. C., REIJNTJES, J. A.: Recruitment and speech discrimination loss. *Laryngoscope* 62: 521-527, 1952.
- IERSEL, P. VAN: De ouderdomsdoftheid. *Geneesk. Gids* 35: 380-384, 1957.
- JAEHNE, A.: Die anatomischen Veränderungen bei der Altersschwerhörigkeit. *Arch. Ohrenheilk.* 95: 247-298, 1914.
- JATHO, K., HECK, K.-H.: Schwellenaudiometrische Untersuchungen über die Progedienz und Charakteristik der Altersschwerhörigkeit in den verschiedenen Lebensabschnitten (zugleich ein Beitrag zur Pathogenese der Presbycusis). *Z. Laryng. Rhinol.* 38: 72-89, 1959.
- JATHO, K., HECK, K.-H.: Die Altersschwerhörigkeit und ihre Beurteilung im Schwellenaudiogramm. *Hals.-Nas.-Ohrenarzt* 7: 251-252, 1959.
- JERGER, J. F.: A difference limen recruitment test and its diagnostic significance. *Laryngoscope* 62: 1316-1332, 1952.
- JERGER, J.: Audiological manifestations of lesions in the auditory nervous system. *Laryngoscope* 70: 417-425, 1960.
- JOHANSEN, H.: Den alters bedingete tunghored. Munksgaard, København 1943.
- JØRGENSEN, M. B.: Changes of aging in the inner ear. *Arch. Otolaryng.* 74: 164-170, 1961.
- JUNGERT, S.: Auditory pathways in the brainstem. *Acta. oto-laryng. suppl.* 131, 1958.
- KATSUKI, I., SUMI, T., KCHIYAMA, H., WATANABE, T.: Electric responses of auditory neurons in the cat to sound stimulation. *J. Neurophysiol.* 21: 569-588, 1958.
- KELLEY, N. H.: A study in presbycusis. *Arch. Otolaryng.* 29: 506-513, 1939.
- KENNEDY, H.: Naturation of hearing acuity. *Laryngoscope* 67: 756, 1957.
- KLUISKENS, P.: Beroepshardhorendheid. Klinische en proefondervindelijke studie. *Verh. Kon. Vl. Ac. Geneesk. Belg.* XIX: 189-239, 1957.
- KOBRAK, F.: Über 'Schizakusis'. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 157: 543-548, 1951.
- KOBRAK, F.: Altersschwerhörigkeit, ein Schwäche des „Hörtonus“ (Hypotonia senilis acustica). *Z. Laryng. Rhinol.* 31: 232-235, 1952.

KOIDE, Y. en medewerkers: Some aspects of the biochemistry of acoustic trauma. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 69: 661-697, 1960.

KÖNIG, E.: Pitch discrimination and age. *Acta oto-laryng.* 48: 475-489, 1957.

KOMPANEJETZ, S.: Das Hörvermögen eines 116-jährigen Greises. *Mshr. Ohrenheilk.* 66: 470-472, 1932.

KREJCI, F., FISCHER, G.: Zur topischen Diagnostik der Presbycusis. *Mshr. Ohrenheilk.* 90: 134-136, 1956.

KROATH, F.: Weitere Untersuchungen über die Wirkung der Sexualhormone auf die Altersschwerhörigkeit. *Mshr. Ohrenheilk.* 92: 82-89, 1958.

LEDERER, F. L., MARCUS, R. E.: The adult and his hearing problems. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 61: 126-143, 1952.

LEDERER, L.: Die Altersveränderungen am Gehörorgan. In: Denker und Kahler: *Handbuch der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*. Vol. 6: 705-709, 1926.

LEEUWEN, H. A. VAN: Beroepshardhorendheid als bedrijfsgeneeskundig probleem. *Proefschrift Leiden* 1955.

LEISTI, T. J.: Audiometric study of presbycusis. *Acta oto-laryng.* 37: 555-562, 1949.

LEO, F. P. DI, BERNICCHI, L.: Arteriosclerosi e presbiacusia. *Minerva Med.* 48: 1808-1820, 1957.

LESCHKE, F.: Die Behandlung der Altersschwerhörigkeit mittels Vitamin A. *Z. Laryng. Rhinol.* 29: 238-239, 1950.

LEWY, F. H., KOBRAK, H.: The neural projection of the cochlea spiralis on the primary acoustic centres. *Arch. Neurol. Psychiat.* 35: 839-852, 1936.

LIERLE, D. M.: Guide for the evaluation of hearing impairment. A report of the committee on conservation of hearing. *Trans. Amer. Acad. Ophthal. Oto-laryng.* 63: 236-238, 1959.

LORENTE DE NÓ, L.: Anatomy of the eighth nerve. *Laryngoscope* 43: 1-38, 327-350, 1933.

MAGGIO, E., PERELLA, F.: Il quadro lipoproteico e proteico del siero in soggetti presbiacusici dopo trattamento con ATP. *Arch. ital. Laring.* 65: 121-136, 1957.

MAGGIO, E., PERELLA, F., MAGGIO, A. DI: Presbiacusici ed ATP. *Ann. laring.-otol.* 55: 441-443, 1956.

MANZINI, R.: Prime osservazioni sulle prove di addattamento nella presbiacusia. *Ann. laring.-otol.* 55: 399-402, 1956.

MANZINI, R., PERRONE, A., NICELLI, F.: Il valore clinico della prove di addattamento nella presbiacusia. *Minerva. Otorinolaring.* 6: 272-279, 1956.

MASPÉTIOL, R., SEMETTE, D., MATHIEU, C.: Introduction à l'étude des troubles auditifs corticaux. *Ann. Oto-Laryng.* 77: 286-295, 1960.

MATZKER, J.: Ein binauraler Hörsynthese-Test zum nachweis zerebraler Hörstörungen. *Zwangslose Abhandlungen aus dem Gebiet der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde I*. G. Thieme Verlag, Stuttgart 1958.

MATZKER, J.: Beruht die Altersschwerhörigkeit auf peripheren oder zentralen Veränderungen? *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 171: 371-373, 1958.

MATZKER, J.: Discussions à propos de la première table ronde: Surdit  centrale et corticale chez l'adulte. *Société internationale d'audiologie, V  congrès*. pp. 83-87, Bonn 1960.

MATZKER, J., SPRINGBORN, B.: Die Fehlerbreite bei der Schalllokalisation in verschiedene Altersklassen. *Acta oto-laryng.* 50: 463-468, 1959.

MAYER, O.: Das anatomische Substrat der Altersschwerhörigkeit. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 105: 1-13, 1919.

MELLANBY, E.: The experimental production of deafness in young animals by diet. *Laryngoscope* 49: 1090-1118, 1939.

MEURMAN, O.: Studies on the difference limen of intensity and frequency in presbycusis. *Proceedings of the first international congress of audiology*. pp. 59-63, Leiden 1953.

MEYER ZUM GOTTESBERGE, A.: Das akustische Trauma. *Société internationale d'audiologie, IV  congrès*. pp. 195-200. Padova 1958.

MIRAGLIA DEL GIUDICE, E., AMORELLI, A.: Cholesterolemia e prebiacusia. *Arch. ital. Laring.* 68: 175-186, 1960.

MOL, H.: Comprimerende eigenschappen van het gehoororgaan. *T. Ned. Radiogenootsch.* 16: 277-291, 1951.

MOL, H.: The dynamic behaviour of the ear after the fenestration operation. *Acta oto-laryng.* 39: 409-417, 1951.

MOTTA, G., PROFAZIO, A.: Raporti tra sordità professionale dei calderai e presbiacusia. *Audiotechnica* pp. 25-38, 1959.

MOUNIER-KUHN, P., MARTIN, H., CAJFINGER, H.: Action des derives adenylques (acide adenosine tri- et mono phosphorique) sur les prebyacusies. *J. fran  oto-rhino-laryng.* 9: 583-588, 1960.

MURRAY, I. M.: Assesment of physiologic age by combination of several criteria - vision, hearing, bloodpressure and muscle force. *J. Geront.* 6: 120-126, 1951.

NAGER, F. R.: Zur Psychologie der Schwerhörigkeit. *Acta oto-laryng.* 35: 467-478, 1947.

NAGER, G.: Erfahrungen mit Vitamin A (Arovit „Roche“) in der Behandlung von Innenohrschwerhörigkeiten und Tinnitus. *Pract. oto-rhino-laryng.* 14: 129-157, 1952.

NEUBERGER, F.: Die Hörschwelle. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 166: 140-155, 1954.

NEUBURGER, F.: Der audiometrische Beitrag zur Differenzierung und Lokalisation subjektiver Ohrger use. *Mshr. Ohrenheilk.* 91: 269-277, 1957.

NIXON, J. C., GLORIG, A.: Noise-induced permanent threshold shift at 2000 cps and 4000 cps. *J. acoust. Soc. Amer.* 33: 904-908, 1961.

NOOY, H. F. DE: The dynamogram. *Proceedings of the first international congress of audiology*. pp. 67-71, Leiden 1953.

NOVOTNY, O.: Die Altersschwerhörigkeit. *Wien. klin. Wschr.* 64: 458-459, 1952.

PARSONS Jr., W. B., ACHOR, R. W. P., BERGE, K. G., MCKENZIE, F., BARKER, N. W.: Changes in concentration of bloodlipids following prolonged administration of large dosis of nicotinic acid to persons with hypercholesterolemia: preliminary observations. *Proc. Mayo. Clin.* 31: 377-390, 1956.

PELL, S.: The relation of occupational noise exposure to loss of hearing acuity. *Arch. Otolaryng.* 66: 79-92, 1957.

PERLMAN, H. B.: Acoustic trauma in man. *Clinical and experimental studies*. *Arch. Otolaryng.* 34: 429-452, 1941.

PERLMAN, H. B.: The place of the middle ear muscle reflex in auditory research. *Arch. Otolaryng.* 72: 201-206, 1960.

PESTALOZZA, G.: Il quadro clinico della presbiacisia: Aspetti audiologici. In: Pietrantoni, L. en medewerkers: L'orecchio senile. pp. 11-44, VI Congresso della società italiana di gerontologia e geriatria, Napoli 1956.

PESTALOZZA, G., DAVIS, H., ELREDGE, D. H., COVELL, W. P., ROGERS, J. B.: Decreased bio-electric potentials in the ears of senile guinea pigs. *Laryngoscope* 67: 1113-1122, 1957.

PESTALOZZA, G., SHORE, M. A.: Clinical evaluation of presbycusis on the basis of different tests of auditory function. *Laryngoscope* 65: 1136-1163, 1955.

PIALOUX, P.: Presbyacousie. *Année oto-rhino-laryngologique*. pp. 73-90, 1958.

PICK, E. I.: Heparin in the management of presbycusis. *Eye, Ear, Nose Thr. Mon.* 35: 645-648, 1956.

PIETRANTONI, L. en medewerkers: L'orecchio senile. VI Congresso della società italiana di gerontologia e geriatria, Napoli 1956.

PLOMP, R., GRAVENDEEL, D. W., BOUWMAN, M. A.: Gehoorverliezen ten gevolge van het schieten met lichte vuurwapens. R.V.O./T.N.O. rapport no. WW 1956-9.

POOS, E. E.: Geriatrics of the ear, nose and throat. *Eye, Ear, Nose Thr. Mon.* 34: 315-319, 1955.

PORTA, C. F.: Dysharmonies vasculaires de l'oreille dans la sénilité. *Rev. Med. Liège* 5: 644, 1950.

PORTMANN, M., PORTMANN, C.: Précis d'audiometrie clinique. p. 244, Masson et Cie, Paris 1954.

RASMUSSEN, A. T.: Studies of the VIIIth cranial nerve of man. *Laryngoscope* 50: 67-83, 1940.

REIJNTJES, J. A.: Spraakaudiometrie. Proefschrift Groningen 1951.

REYSENBAACH DE HAAN, F. W.: Hearing in whales. *Acta oto-laryng. suppl.* 134, 1957.

RIESCO MacCLURE, J. S.: Vascular disturbances of the internal ear, cochlear branch. *Rev. otorinolaring.* 8: 3, 1948.

ROBERTS, S. E.: Neurovascular dysfunctions of the eight nerve. *Laryngoscope* 70: 426-446, 1960.

ROSE, J. E., GALAMBOS, R., HUGHES, J. R.: Micro electrode studies of the cochlear nuclei of the cat. *Bull. Johns Hopk. Hosp.* 104: 211-251, 1959.

ROSÉE, B. DE LA: Untersuchungen über das normale Hörvermögen in den verschiedenen Lebensaltern unter besonderer Berücksichtigung der Prüfung mit dem Audiometer. *Z. Laryng. Rhinol.* 32: 414-420, 1953.

RÖSLER, G., LUNDBERG, T.: Das Recruitment und seine Begleiterscheinungen in messtechnischer und klinischer Übersicht. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 166: 179-222, 1954.

RUDMOSE, W.: Measuring the influence of age, masking and previous noise exposure on the standard audiogram. CHABA, the testing of hearing in the armed services, proceeding of the third meeting. pp. 39-42, 1955.

RÜEDI, L.: Actions of vitamin A on the human and animal ear. *Acta oto-laryng.* 44: 502-516, 1954.

RÜEDI, L., FURRER, W.: Das akustische Trauma. Karger, Basel 1947.

RUITER, M., MEYLER, L.: Huidveranderingen na therapeutische toediening van nicotinezuur in hoge doserig. *Ned. T. Geneesk.* 104: 1114-1116, 1960.

SALTZMANN, M.: Presbycusis. *Arch. Otolaryng.* 66: 67-69, 1957.

SALTZMANN, M., EVERSSEN, M. E.: A statistical study of incapacitating hearing impairment in 1000 clinic patients. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 58: 345-350, 1949.

SATALOFF, J., MENDUKE, H.: Presbycusis. *Arch. Otolaryng.* 66: 271-274, 1957.

SAXEN, A.: Pathologischen Anatomie und Klinik der degenerativen Erkrankungen des Gehörorgans. *Ergebn. Allgem. Pathol. u. Pathol. An. Menschen u. Tiere* 34: 1-180, 1939.

SCHÖBER, F. W.: Über die Abhängigkeit der oberen Hörgrenze vom Lebensalter. *Acustica suppl.* 4: 219-224, 1952.

SCHUKNECHT, H. F.: Presbycusis. *Laryngoscope* 65: 402-419, 1955.

SCHULTHESS, G. VON: Evaluation of hearing impairment due to industrial noise. *Arch. Otolaryng.* 65: 512-520, 1957.

SCHULTHESS, G. VON: Die Altersschwerhörigkeit und ihre prothetische Versorgung. *Praxis* 46: 87-89, 1957.

SCHULTHESS, G. VON: Über die Altersschwerhörigkeit. *Schweiz. med. Wschr.* 91: 397-402, 1961.

SCUDERI, R.: Aspetti anatomo-clinici della arteriosclerosi labirintica. *Arch. ital. Otol.* 58: 278-316, 1947.

SELFIDGE, G.: Eight nerve high tone deafness from a nutritional standpoint. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 48: 608-631, 1939.

SERCER, A., KRMPOTIĆ, J.: Über die Ursache der progressiven Altersschwerhörigkeit (Presbycusis). *Acta oto-laryng. suppl.* 143, 1958.

SHARF, D. J.: Intelligibility of reiterated speech. *J. acoust. Soc. Amer.* 31: 423-427, 1959.

SHELDON, J. H.: The social medicine of old age. Oxford University Press, London 1948.

SIIRALA, U.: Ålder och yrkes dövhet. *Nord. Med.* 58: 957-963, 1957.

SIIRALA, U., LAHIKAINEN, E.: Studies of deafness in shipyard labourers. *Acta oto-laryng. suppl.* 67: 107-122, 1948.

SILVERMAN, S. R., TAYLOR, S. G. In: DAVIS, H., SILVERMAN, S. R.: Hearing and deafness, p. 330. HOLT, RINEHART and WINSTON, Inc. New York 1960.

SIMMONS, F. B.: Middle ear muscle protection from the acoustic trauma of loud continuous sound. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 69: 1063-1071, 1960.

SIMONTON, K. M.: Presbycusis: The hearing of old age. *Geriatrics* 10: 337-338, 1955.

SPORLEDER: Über funktionelle Prüfungsergebnisse und über Sektionsergebnisse im höheren Alter (Pfründnerhausuntersuchungen). *Arch. Ohrenheilk.* 47: 234-235, 1899.

STEFANI, G. B. DE, BRISOLIN, G.: Rilievi clinici nella presbiacusia. *Riv. Audiol. Prat.* 6: 45-57, 1956.

STEINBERG, J. C., MONTGOMERY, H. C., GARDNER, M. B.: Results of the world's fair hearing tests. *J. acoust. Soc. Amer.* 12: 291-301, 1940.

STRUYCKEN, H. J. L.: Tabellen über die obere Hörgrenze bei pathologischen Verhältnissen. *Beitr. Passow u. Schaefer.* 6: 289-301, 1913.

TAKAHASHI, H.: Experimental studies on the relation between the sleep and the acoustic injury of auditory organ. *Hiroshima. J. M. Sc.* 3: 87-111, 1954.

TAMURA, H., KUSHIDA, H.: Lebensalter der Lärmarbeiter und professionelle Schwerhörigkeit. *Mtschr. Ohrenheilk.* 94: 347-350, 1960.

- TASAKI, I.: Nerve impulses in individual auditory nerve fibers of guinea pig. *J. Neurophysiol.* 16: 97-122, 1954.
- TASAKI, I., DAVIS, H.: Electric responses of individual nerve elements in cochlear nucleus to sound stimulation (guinea pig). *J. Neurophysiol.* 18: 151-158, 1955.
- TEATINI, G. P.: Il quadro clinico della presbiacusia: Gli acufeni. In: Pietrantoni, L. en medewerkers: L'orechio senile. pp. 45-54. VI Congresso della società italiana di gerontologia e geriatria, Napoli 1956.
- TSUKI, T., YUMOTO, M.: Recruitment, 3^o rapport: most comfortable and uncomfortable loudness test. *Otolaryngol.* (Tokyo) 49: 25-32, 1956.
- VIERORDT, geciteerd door Zwaardemaker (1890).
- VOSTEEN, K. H.: Neue Aspekte zur Biologie und Pathologie des Innenohres. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 178: 1-104, 1961.
- VYSLONZIL, E.: Erfahrungen über die Behandlung von Ohrenleiden durch Ultraschall. *Arch. physikal. Therap.* pp. 173-181, 1950.
- WAAL, J. VAN DER: Binnenoorbeschadiging bij militairen. *Ned. Mil. Geneesk. T.* 11: 127-141, 1958.
- WAAL, J. VAN DER: De bewerking van het continue audiogram bij lawaaidooftheid. *T. Soc. Geneesk.* 37: 542-548, 1959.
- WAAL, J. VAN DER: Peculiarities of noise-induced hearing loss. *Ann. Otol. Rhinol. Laryng.* 70: 208-223, 1961.
- WAAL, J. VAN DER, DISHOECK, H. A. E. VAN: The accuracy of continuous audiometry as compared with octave audiometry. *Pract. oto-rhino-laryng.* 17: 46-56, 1955.
- WAGEMANN, W.: Auswertungen von über 4000 Geräuschaudiogrammen. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 179: 42-50, 1961.
- WARD, W. D., GLORIG, A.: The relation between vitamin A and temporary threshold shift. *Acta oto-laryng.* 52: 72-78, 1960.
- WATSON, L. A., TOLAN, T.: Hearing tests and hearing instruments. The Williams and Wilkins Company, Baltimore 1949.
- WAVAREN, W. F. J. VAN: Kanonniersdooftheid en hare voorbehoeding. Proefschrift Amsterdam 1924.
- WEBSTER, J. C., HIMES, H. W., LICHTENSTEIN, M.: San Diego county fair hearing survey. *J. acoust. Soc. Amer.* 22: 473-483, 1950.
- WEDER, A., MISSURA, T.: Beitrag zur medikamentösen Therapie verschiedener Formen von Schwerhörigkeit mit Vitamin A und E Kombination ('Rovigon' Roche). *Pract. oto-rhino-laryng.* 21: 55-78, 1959.
- WEITZEL, G.: Beeinflussung der Arteriosklerose durch fettlösliche Vitamine. *Bull. schweiz. Akad. med. Wiss.* 13: 356-362, 1957.
- WESLEY, W. M.: Progressive deafness - Rehabilitation. *Laryngoscope* 54: 229-234, 1944.
- WEVER, E. G.: Problem of tonal dip. *Laryngoscope* 52: 169-187, 1942.
- WILKERSON Jr., W. W.: Presbycusis. *Sth. med. J.* 51: 233-235, 1958.
- WILKINS, L. T.: The prevalence of deafness in England, Scotland and Wales. *Acta oto-laryng. suppl.* 90: 97-115, 1950.
- WILLEMSE, CH.: Protection contra la surdité professionnelle. Rôle de la vitamine A. *Acta oto-rhino-laryng. belg.* 6: 319-323, 1952.
- WILLEMSENS, P., HULK, J.: Recherche sur la presbyacousie chez des patients atteints de d g n rence maculaire senile et traité   la vitamine A et E (Rovigon) ou au Roche N  1-8307. *Pract. oto-rhino-laryng.* 22: 439-447, 1960.

WOLF, geciteerd door Zwaardemaker (1890).

- YANNOULIS, G.:  ber die Diskrepanz zwischen Sprachpr fung und quantitativer oto-akustischer Kurve bei Hypotonia Senilis Acustica (Statoacustica). *Proceedings of the first international congress of audiology.* pp. 125-127. Leiden 1953.
- YANNOULIS, G.: Gesichtspunkte zur Begutachtung der Lokalisation der Schwerhörigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Presbyakusis. *Mschr. Ohrenheilk.* 93: 293-294, 1959.
- YANTIS, P. A.: Locus of the lesion in recruiting ears. *Arch. Otolaryng.* 62: 625-631, 1955.
- ZANZUCCHI, G.: Sulle modificazioni delle fibre elastiche della membrana timpanica in rapporto coll'et . *Arch. ital. Otol.* 50: 203-221, 1938.
- ZECKEL, A.: Psychopathological aspects of deafness. *J. nerv. ment. Dis.* 112: 322-346, 1950.
- ZONNEVELD, R. J. VAN: Gezondheidsproblemen bij bejaarden. Proefschrift Groningen 1954.
- ZONNEVELD, R. J. VAN: The health of the aged. v. Gorcum, Assen 1961.
- ZWAARDEMAKER, H.: Een wet van ons gehoor: Verlies der hoogste tonen van den toonladder met den leeftijd. *Ned. T. Geneesk.* 26: 737-750, 1890.
- ZWAARDEMAKER, H.: Der Verlust an hohen T nen mit zunehmendem Alter, Ein neues Gesetz. *Arch. Ohrenheilk.* 32: 53-56, 1891.

STELLINGEN

I

Presbycusis sensu strictiori geeft zelden een dusdanige drempelverhoging dat de bejaarde er hinderlijk hardhorend door wordt. Is dit laatste wel het geval, dan alleen als gevolg van veranderingen in de auditieve zenuwbanen.

II

Bij een hardhorende bejaarde is meestal ook een aandoening van het orgaan van Corti aanwezig.

III

Het gehoororgaan wordt op middelbare leeftijd gevoeliger voor lawaai-inwerking.

IV

Medikamenteuze therapie is van weinig nut gebleken bij de behandeling van hardhorendheid van bejaarden.

V

Bij revalidatie van hardhorende bejaarden dienen, naast elektrische hoortoestellen, mechanische zoals de „pollepel" van Guye, niet vergeten te worden.

VI

Voor het opsporen van een gehoorafwijking bij een normale schoolbevolking, kleuters inbegrepen, is een speciale geluidarme kamer niet vereist.