

SAMENVATTING

Veel slechthorenden ondervinden problemen in het verstaan van spraak, in het bijzonder als spraak door andere geluiden verstoord wordt (zoals geroezemoes, verkeerslawaaï, muziek). In vorige dissertaties die in ons laboratorium tot stand gekomen zijn, hebben Festen (1983) en Dreschler (1983) geprobeerd deze problemen te verklaren door het niet goed functioneren van de primaire auditieve functies zoals frequentie- en tijdoplossend vermogen. Hun bevindingen toonden aan dat deze auditieve functies slechts ten dele verantwoordelijk kunnen zijn voor de problemen in het verstaan van spraak.

Een mogelijke verklaring voor dit resultaat kan zijn dat de bestudeerde primaire auditieve functies niet op één lijn stonden met de parameters die het verstaan van spraak beschrijven. Het snel variërende spraaksignaal vereist schijnbaar een vergelijking met ingewikkelder stimuli om beter inzicht te krijgen in de factoren die ten grondslag liggen aan de verminderde spraakverstaanbaarheid. Dit stemt overeen met het resultaat dat één spreker als stoorbron (Duquesnoy, 1983), of snel variërende maskeergeluiden (Festen en Plomp, 1986b) veel meer raakvlakken hebben met de spraakverstaanbaarheid van slechthorenden dan stationaire ruis. Blijkbaar is het de moeite waard de vorige studies aan te vullen met nieuwe experimenten waarin geluidstimuli voorkomen die een breed scala van spectro-temporele fluctuaties bevatten.

In deze studie worden experimenten uitgevoerd die aan deze voorwaarden voldoen. In elk experiment is onderzocht hoe slechthorenden bijzondere complexe geluidstimuli waarnemen. Om onderlinge vergelijking mogelijk te maken werden de meeste experimenten uitgevoerd met steeds dezelfde groep van 20 slechthorenden. Dit heeft het belangrijke voordeel dat onderlinge relaties tussen de resultaten van de verschillende experimenten bestudeerd kunnen worden door middel van correlatie-technieken.

Hoofdstuk 2 rapporteert experimenten waarin de continuïteitsdrempel van normaal- en slechthorenden gemeten werd voor toonstootjes die afgewisseld werden door ruisstootjes (gelijke duur van toon- en ruisstootje). In het eerste experiment werden drie soorten toonstootjes gebruikt: constante frequentie, gemoduleerd in de frequentie en met stijgende frequentie. Voor de normaalhorenden is het geluidsdruk-niveau van de continuïteitsdrempel lager voor lange toon-ruisperiodes dan voor korte periodes. Voor de slechthorenden was het moeilijk consistente resultaten te verkrijgen. Daarom werd een ander experiment uitgevoerd waarin de toon-

ruisperiode varieerde van 100 tot 800 milliseconde en het geluidruisniveau van het toonstootje over een bereik van 40 dB rond het meest aangename geluidruisniveau. Een speciale meet-techniek (toonstootjes al dan niet onderbroken door ruisstootjes) maakte het mogelijk consistente en betrouwbare resultaten te verkrijgen. Zowel voor de normaalhorenden als voor de slechthorenden daalt de continuïteitsdrempel naar lagere geluidruisniveaus van het toonstootje als de toon-ruisperiode langer wordt. Het overgangsgebied van de waarneming van continuïteit naar discontinuïteit is groter voor de slechthorenden dan voor de normaalhorenden vanwege de grotere variabiliteit en de grotere hysteresis.

Smooenburg en Coninx (1980) onderzochten het maskeren van korte smalbandige ruisstootjes van constante frequentie door langere toonstootjes met stijgende of dalende frequentie. Een van de opmerkelijkste resultaten van hun onderzoek was dat, tot bepaalde stijg- of daalsnelheden, de maskeerdrempel hoger bleek te liggen dan de drempel die gevonden werd met stationaire maskeergeluidjes. Dit is in tegenspraak met de huidige theorieën over maskering die gebaseerd zijn op energiedetectie in kritische frequentiebanden. Het doel van het experiment, beschreven in Hoofdstuk 3, was na te gaan of dit verschijnsel dat bij normaalhorenden optrad ook opgaat voor slechthorenden. Deze categorie ondervindt problemen in het verstaan van spraak, dat een fluctuerend geluidssignaal is, in het bijzonder tegen een achtergrond van ruis. Dit zou kunnen betekenen dat voor deze categorie korte geluidsignalen in versterkte mate gemaskeerd kunnen worden. De resultaten voor de slechthorenden laten zien dat de maskeerdrempel maximaal is bij een stijgsnelheid van 25 octaven/seconde en gemiddeld 21 dB hoger ligt dan de drempel met stationaire maskeergeluidjes (0 octaven/seconde). De eerste waarde ligt lager, de tweede waarde ligt hoger dan de waarden die voor normaalhorenden gevonden werden.

Hoofdstuk 4 introduceert de herkenningdrempel van een korte melodie die gelijktijdig ten gehore gebracht wordt met twee andere melodietjes, die lager en hoger van frequentie zijn. De drempel werd gedefinieerd als de kleinste frequentie-afstand tussen de melodietjes, waarbij de testmelodie nog net herkend kan worden. De gemiddelde herkenningdrempel bleek voor de normaalhorenden vijf halve tonen te bedragen, en voor de slechthorenden 27 halve tonen. Hoewel de interindividuele spreiding voor de laatste groep groot was, correleerde de uitkomst niet met de auditieve bandbreedte, noch met hun muzikale ervaring of opleiding.

In Hoofdstuk 5 wordt de rol van coarticulatie bestudeerd. Van 45 in korte zinnen opgenomen CVCVC-woorden verwijderden we het plof-

gedeelte van de medeklinker, of de overgang van medeklinker naar klinker, of het stationaire gedeelte van de klinker, of een combinatie hiervan. De luisteraars werden gevraagd de drie plofklanken in de resulterende stimulus te identificeren. De resultaten voor de normaalhorenden komen overeen met de resultaten van Schouten en Pols (1983): de identificatie is moeilijker als het plofgedeelte van de medeklinker weggelaten wordt dan bij het verwijderen van de CV- of VC-overgang. Bij de middenmedeklinkers bevat de CV-overgang meer informatie over de medeklinker dan de VC-overgang. Voor de slechthorenden speelt de CV- of VC-overgang een nog belangrijkere rol: de identificatie onderscheidt zich niet van gissen als alleen de plofklank ten gehore gebracht wordt. In tegenstelling tot de resultaten bij de normaalhorenden, treden er meer fouten op voor de eindmedeklinker dan voor de begin- of middenmedeklinker.

In de experimenten, beschreven in Hoofdstuk 6, waarin de spraak-verstaanbaarheidsdrempel (SRT) werd gemeten, gebruikten we ruis als stoorsignaal, in de tijd onderbroken of in de frequentie gefilterd, vergelijkbaar met dagelijkse situaties. Het bleek dat normaalhorenden meer voordeel hadden van de stille intervallen tussen de ruisstootjes om de spraak te verstaan dan slechthorenden. Het gemiddelde verschil in SRT tussen normaalhorenden en slechthorenden bij temporeel onderbroken ruis bedroeg 15-20 dB, terwijl het verschil bij continue ruis slechts ongeveer 3 dB was.

In het afsluitende Hoofdstuk 7 worden de resultaten van de spraak-verstaanbaarheids-metingen in verschillende ruis-omstandigheden vergeleken met de verschillen in toondrempel, auditieve bandbreedte, temporele resolutie, continuïteitsdrempel, het maskeren van korte ruisstootjes door toonstootjes met stijgende frequentie, en melodieherkenningdrempel. In de laatste drie gevallen werden variërende geluidstimuli gebruikt. Hoewel enige significante correlaties gevonden werden bleek de voorspellende waarde van deze experimenten veel lager te zijn dan van de experimenten met stationaire geluidstimuli.

We kunnen concluderen dat de experimenten die in dit proefschrift beschreven zijn bijdragen aan onze kennis van de perceptie van variërende geluidstimuli door slechthorenden. De oorspronkelijke vraag, die aan dit onderzoek ten grondslag ligt, namelijk of de moeilijkheden die slechthorenden ondervinden bij het verstaan van spraak in ruis gerelateerd is aan moeilijkheden in de perceptie van variërende geluidstimuli, kan niet positief beantwoord worden. In dit opzicht lijken de resultaten die verkregen zijn met stationaire geluidstimuli van meer belang te zijn dan de

resultaten die verkregen zijn met variërende geluidstimuli, die in dit onderzoek gebruikt zijn.

APPENDICES

The next 12 appendices contain the results of 10 normal-hearing and hearing-impaired subjects for all experiments, described before. The normal-hearing subjects are indicated by lower-case symbols, the hearing-impaired subjects by upper-case symbols. All numbers represent the average results of test and retest.

- App. 1 Mean results of all subjects for almost all measurements. The indicators of the columns correspond to parameters, described in Table 1 of Chapter 7.
- App. 2 Results for pure-tone audiometry for 19 different frequencies (columns), at 1/3-octave intervals (Fig. 2 in Chapter 3).
- App. 3 Results for the auditory-bandwidth experiment. The detection thresholds at the peak (P) and in the valley (V) of the noise signal, with ripple densities of 1/2, 1, and 2 ripples per 1000 Hz, and the differences (D) are given (Fig. 6 in Chapter 6).
- App. 4 Results for the temporal-resolution experiment. The detection thresholds at the peak (P) and in the valley (V) of the noise signal, with intensity-modulation frequencies of 5, 10, and 15 Hz, and the differences (D) are denoted (Paragraph 3d in Chapter 2).
- App. 5 Continuity thresholds (in dB) for eight different tone-noise periods (steps of 100 ms) and eight different levels of the 1000-Hz tone (steps of 10 dB, Fig. 8 in Chapter 2).
- App. 6 Masked thresholds of short noise probes in the frequency-sweep experiment, relative to the masker level (in dB). The masker duration was 100 ms (H) or 50 ms (F), the sweep speed varied between 0 and 60 (H) or 120 (F) oct/sec (Fig. 4 in Chapter 3).
- App. 7 Speech-reception thresholds in 10 listening conditions: in quiet (SIL), in filtered noise (F), in noise interrupted in time (T), and in continuous noise (C); the numbers in the columns indicate the continuous noise level (Fig. 3 in Chapter 6).
- App. 8 Percentages of correct responses for initial unvoiced consonants for the 13 stimulus conditions (described in Figure 1 of Chapter 5) in the co-articulation experiment (also Table 3 in Chapter 5).
- App. 9 Same as App. 8 but now for initial voiced consonants.
- App. 10 Same as App. 8 but now for medial unvoiced consonants.
- App. 11 Same as App. 8 but now for medial voiced consonants.
- App. 12 Same as App. 8 but now for final unvoiced consonants.