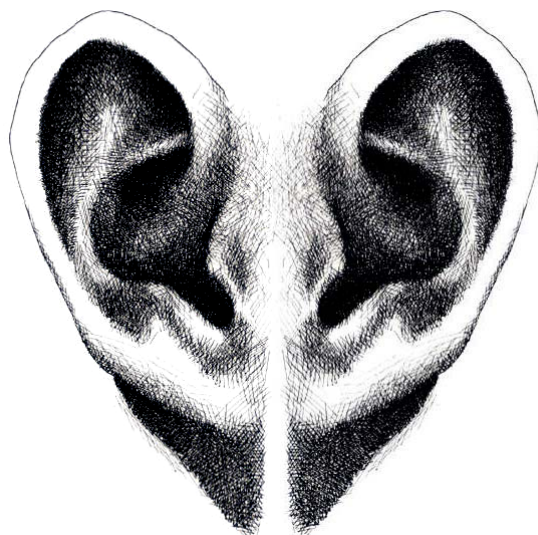




de relatie tussen taalvaardigheid en spraakverstaan

De relatie tussen taalvaardigheid en spraakverstaan in ruis

Afstudeerproject op het audiologisch centrum van het medisch centrum
van de Vrije Universiteit te Amsterdam

Hogeschool Utrecht

Logopedie

2008

Afstudeerproject van:

Femke Langerhorst
Merel Latenstein

Projectbegeleiders:

Else de Haan
Suzanne Jansen-Spit

Opdrachtgevers:

Prof. dr. ir. J.M. Festen
Dr. S.T. Goverts
Ir. M.W. Kaandorp
(afdeling audiologie, VUmc)

Auteursrechtverklaring

© 2008, Utrecht

De auteur verklaart het volledige auteursrecht op zijn/ haar werk te bezitten. Hij/ zij vrijwaart de Afdeling Logopedie van de Hogeschool Utrecht voor alle vorderingen van derden betreffende inhoud en vorm van de producten. Vermenigvuldiging en verspreiding van het product, is zonder toestemming van de Afdeling Logopedie, projectbegeleiders en auteur in gezamenlijk overleg, niet toegestaan. De auteur zal bij een eventuele publicatie, gebaseerd op het product, de Afdeling Logopedie slechts vermelden na verleende toestemming.

Voorwoord

Dit onderzoeksverslag is gemaakt in het kader van een afstudeerproject aan de opleiding Logopedie aan de Hogeschool Utrecht.

Bij aanvang van de afstudeerfase kwam de afdeling audiologie van het VUmc met een aanbod van een afstudeeronderwerp op het gebied van de audiologie. Op het VUmc is een longitudinaal onderzoek van start gegaan naar de invloed van auditieve en niet-auditieve factoren op het spraakverstaan in ruis bij cochleair implantaat (CI) gebruikers. Dit onderzoek is gestart om de grote variabiliteit tussen het maximale spraakverstaansresultaat bij CI gebruikers te kunnen verklaren en hier meer kennis over te ontwikkelen. Het VUmc vroeg ons om, in het kader van de longitudinale studie, 'de relatie tussen de taalvaardigheid en het spraakverstaan in ruis' te onderzoeken. Beiden zijn wij erg geïnteresseerd in de audiologie en aanverwante onderwerpen. De keuze was dan ook snel gemaakt, mede door de inhoud, de diversiteit van de verschillende onderzoeksactiviteiten en de bijdrage aan het wetenschappelijke onderzoek.

Verschillende personen hebben ons bij ons afstudeerproject geholpen en willen we daarvoor bedanken:

Marre Kaandorp voor de kans die ze ons geboden heeft deel te mogen nemen aan haar promotieonderzoek, voor het geduld dat ze had om al onze vragen te beantwoorden en voor de ruimte die ze ons gaf voor onze eigen interesses binnen haar onderzoek.

Theo Goverts en Joost Festen voor het delen van hun expertise en voor hun tijd en geduld om ons tijdens het project te helpen met onze vragen.

Onze procesbegeleidster Else de Haan voor het enthousiasme waarmee ze ons, zowel qua proces als inhoudelijk, begeleidt heeft en de tijd die ze voor ons nam, wanneer wij door de bomen het bos niet meer zagen.

Onze inhoudelijk begeleidster Suzanne Jansen-Spit voor haar positieve gedrevenheid, haar kennis en ervaring die ze met ons gedeeld heeft en haar betrokkenheid tijdens het gehele project.

De afdeling experimentele audiologie voor hun uitleg, toelichtingen op hun proefschriften, de hulp bij de statistische toetsen en analyses en voor de tijd die ze aan ons besteed hebben door samen na te denken over de resultaten.

De afdeling klinische audiologie voor hun interesse in het project, de peptalks tijdens lunches en voor hen enthousiaste deelname als proefpersoon aan ons onderzoek.

Natuurlijk ook alle familie, vrienden en kennissen die ons hebben gesteund tijdens het gehele onderzoek en hieraan hebben deelgenomen als proefpersoon.

Femke Langerhorst,
Merel Latenstein

Utrecht, juli 2008

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inhoudsopgave	4
Inleiding	6
1. Spraakverstaan	9
1.1 Werking van het gehoor	9
1.2 Verwerking van de spraak	10
1.3 De invloed van auditieve factoren op het spraakverstaan	12
1.4 De invloed van cognitieve factoren op het spraakverstaan.....	13
1.5 Probleemstelling	14
1.6 Doelstellingen	15
 DEEL I: DE ONTWIKKELING VAN DE VUmc TESTBATTERIJ.....	17
Inleiding	17
2. Literatuurstudie naar de doelen, inhoud en uitkomstmaten van de tests	18
2.1 Speech Reception Threshold (SRT) test van zinnen	18
2.2 Speech Reception Threshold (SRT) test met cijfer triplets	18
2.3 Text Reception Threshold (TRT) test.....	19
2.4 Lexical Decision Task (LDT) en Progressive Demasking Task (PDT)	20
3. Verantwoording van de ontwikkeling van de testbatterij	22
3.1. Afnamecondities bij de onderzoeksgroepen	22
3.2 Methode van stimuli aanbieding	23
3.3 Duur en volgorde van de testen.....	23
3.4 Keuze van de testen	23
3.5 Gebruik van de screeningstesten	23
3.6. Afnameprocedure van de auditieve testen.....	24
4 . Conclusie en aanbevelingen voor de ontwikkeling van de testbatterij	32
 DEEL II: PILOT STUDIE.....	35
Inleiding	35
5. Methode.....	36
5.1 Proefpersonen	36
5.2 Afnameprocedure	37
5.3 Meetapparatuur	50
5.4 Gegevensverwerking	50
6. Resultaten en discussie.....	51
6.1 Groepseffect	51
6.2 Testresultaten	52
6.3 Correlatie analyse binnen de groep normaal horenden	56
6.4 Verbanden tussen overige testonderdelen	59

6.5 Correlatie analyse binnen de groep normaalhorenden en slechthorenden samen	60
7. Conclusie.....	64
8. Aanbevelingen	65
Literatuurlijst	66
Samenvatting.....	70

Bijlagen

Bijlage I: Testprotocollen per onderzoeksgroep

Bijlage II; Testafname formulieren

Bijlage III; multiple stepwise regression analyse

Inleiding

In Nederland wonen ongeveer anderhalf miljoen mensen met een gehoorprobleem. Dit is zo'n 10% van de Nederlandse bevolking. Eén van de eerste klachten waarmee mensen met gehoorproblemen vaak komen, is dat het volgen van gesprekken waar veel omgevingslawaaï is, zoals op verjaardagen, vergaderingen en recepties, moeilijker wordt (www.NVVS.nl).

De één gaat het spraakverstaan tijdens deze situaties, ondanks een gehoorverlies, makkelijker af dan de ander. Dit kan komen door een verschil in de auditieve factoren zoals het verschil in de aard of mate van gehoorverlies, maar ook door niet-auditieve factoren, de cognitieve factoren, zoals de taalvaardigheden (o.a. George et al., 2006).

In zowel het logopedisch als audiologisch werkveld worden deze verschillen in spraakverstaansresultaat niet alleen bij slechthorenden opgemerkt, maar ook bij cochleaire implantaat (CI)¹ gebruikers. Dat niet alleen de auditieve factoren een rol spelen, blijkt uit de onverklaarbare variabiliteit in het spraakverstaansresultaat bij volwassen cochleaire implantaat (CI) gebruikers (Wiet et al., 1992; Dijk et al., 1999).

Ook op de afdeling audiologie in het medisch centrum van de Vrije Universiteit (VUmc) worden deze grote verschillen in spraakverstaansresultaten bij postlinguaal dove patiënten waargenomen. Zo zijn er patiënten die na een aantal weken intensieve revalidatie alledaagse zinnen kunnen verstaan zonder gebruik te maken van het spraakafzien, terwijl anderen dit niveau na een jaar revalidatie nog niet behaald hebben.

Er zijn meerdere factoren die ten grondslag liggen aan deze variabiliteit. In de literatuur worden deze factoren ook wel gezien als de voorspellers voor het spraakverstaan na CI implantatie. In de meeste literatuur komen als sterkste voorspellers onder de postlinguaal dove volwassen CI patiënten de volgende factoren naar voren: de leeftijd bij aanvang van het ernstige gehoorverlies (Kaplan et al, 2003), de duur van het gehoorverlies (Geier et al., 1999; Hamzavi et al., 2003, Oh et al., 2003) en de leeftijd van implantatie (Tyler and Summerfield, 1996). De oorzaak van de doofheid bleek van mindere invloed (Geier et al. 1999; Loep and Kessler, 1995). Niet alleen de bovenstaande factoren en bijvoorbeeld gewinning aan de signalen en het aantal actieve elektroden spelen een rol. Blamey et al. (1996) vonden door middel van een meta-analyse dat deze factoren slechts 21% van de variatie onder CI patiënten konden verklaren, hetgeen suggereert dat er andere variabelen, onder andere cognitieve factoren, een grote invloed uitoefenen. Recent onderzoek van Heydebrand et al. (2007) en George (2007) bevestigen deze suggestie.

Marre Kaandorp, audioloog in opleiding op het VUmc, doet onderzoek naar de invloed van de auditieve en niet-auditieve factoren op het maximaal haalbare spraakverstaan van CI-gebruikers. Ze doet dit met als doel hier meer begrip en kennis over te ontwikkelen. Met deze kennis hoopt

¹ Een Cochleair Implantaat (CI) is een elektronisch toestel dat dove en zeer slechthorende mensen de mogelijkheid biedt weer iets te horen.

ze beter te kunnen voorspellen wat het maximaal haalbare spraakverstaan zal zijn bij CI gebruikers en hoe de revalidatie hierop aangepast kan worden.

Onder begeleiding van een hoogleraar audiologie, J.M Festen, en in samenwerking met een audioloog, S.T Goverts, voert zij een longitudinaal onderzoek uit met de werktitel: '*Towards prediction of speech recognition for cochlear implant users*'.

In het kader van ons afstudeerproject leveren wij een bijdrage aan dit onderzoek, welke hieronder staat beschreven.

Voor het longitudinaal onderzoek worden meerdere testen afgenomen bij volwassen postlinguaal dove CI gebruikers, CI kandidaten én bij normaal horenden en slechthorenden voor het verkrijgen van een referentiekader. De testen meten verschillende factoren en zijn onder te verdelen in vier type testen: taaltesten, spraakverstaanstesten, psycho-akoestische testen en fysiologische testen.

Deze laatste twee type testen zullen door de audiologen worden afgenomen en vallen niet onder ons afstudeerproject. Als deel van het onderzoeksteam zullen wij ons richten op het gebruiksklaar maken van de testbatterijen voor alle onderzoeksgroepen, met daarin de talige en spraakverstaanstesten, en zullen we deze testbatterijen tijdens de pilot studie afnemen. Door middel van een literatuurstudie, voorstudie en het analyseren van de onderzoeksresultaten van het experiment worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Als inleiding op het onderwerp van deze scriptie wordt de werking van het gehoor en de invloed van cognitie, waaronder taalvaardigheid, bij verstaan van spraak besproken. Daarop volgend wordt de probleemstelling nogmaals kort toegelicht en worden de doelstellingen en projectproducten van dit verslag weergegeven.

De scriptie is daarna in twee delen opgesplitst.

In **Deel I** wordt de ontwikkeling van 'de VUmc testbatterij voor de relatie tussen taalvaardigheden en spraakverstaan in ruis' beschreven. Dit deel is opgedeeld in drie hoofdstukken. Voorafgaand wordt in de inleiding achtergrond informatie gegeven over de onderzoeksvragen die gericht zijn op het ontwikkelen van de testbatterijen.

In *hoofdstuk 2* wordt beschreven welke spraakverstaanstesten en talige testen deel uit maken van de VUmc testbatterij. Er wordt informatie gegeven over het doel en de uitkomstmaten van de testen en over eerder gevonden testresultaten uit de literatuur.

De keuzes die gemaakt zijn ten opzichte van de afnamecondities en testinstellingen van de VUmc testbatterij worden uitgelegd en verantwoord in *hoofdstuk 3*.

In *hoofdstuk 4* wordt er antwoord gegeven op de onderzoeksvraag gericht op het ontwikkelen van de VUmc testbatterij. Er worden daarnaast aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek.

Deel II is gericht op de pilot studie. Dit deel bestaat uit vier hoofdstukken.

In de inleiding wordt de onderzoeksvraag besproken en wordt er informatie gegeven over de achtergrond van deze vraag.

In *hoofdstuk 5* staat de methode beschreven. Allereerst wordt de samenstelling van de onderzoeksgroepen besproken. Er wordt weergegeven aan welke inclusie- en exclusiecriteria de proefpersonen uit de verschillende onderzoeksgroepen moesten voldoen. Vervolgens wordt er uitgebreid beschreven hoe de afnameprocedure is verlopen, welk testmateriaal er is gebruikt tijdens de afname en welke instructie er is gegeven. Ook informatie over de meetapparatuur en de meetopstelling is in dit hoofdstuk te vinden. Als laatste wordt er kort toegelicht hoe de gegevenswerking is verlopen.

In *hoofdstuk 6* worden de onderzoeksresultaten gepresenteerd en ter discussie gesteld. De testresultaten voor de normaal horende onderzoeksgroep worden in dit hoofdstuk weergegeven en vergeleken met de literatuur. Vervolgens wordt er antwoord gegeven op de onderzoeksvraag en worden de overige significante correlaties beschreven en ter discussie gesteld. De conclusie wordt beschreven in *hoofdstuk 7*. Tot slot worden er aanbevelingen gedaan in *hoofdstuk 8*.

1. Spraakverstaan

Het complexe proces dat plaatsvindt bij het waarnemen en herkennen van geluiden en spraak zal in dit hoofdstuk worden besproken. Eerst wordt de werking van het gehoor zelf uitgelegd, daarna wordt er specifiek ingegaan op het verwerken van de spraak. Vervolgens wordt de invloed van onder andere taalvaardigheden, in de paragraaf over de cognitieve verwerking van spraak beschreven. Tot slot worden de probleemstelling en de doelstellingen van de verschillende onderdelen van het verslag besproken en wordt een overzicht van de projectproducten weergegeven.

1.1 Werking van het gehoor

De structuur van het gehoor is onder te verdelen in drie grote systemen. Bij het waarnemen van geluiden, zoals spraakklanken, worden akoestische signalen omgezet in neurale signalen. Dit gebeurt in het eerste, het perifeer auditieve, systeem. Het tweede systeem is de gehoorzenuw die voor de overdracht van neurale signalen zorgt. De verwerking van deze neurale signalen gebeurt ten slotte in het derde systeem: het centraal auditief systeem.

1.1.1 Perifeer auditief systeem

Het perifeer auditief systeem is wat we het oor noemen. Het bestaat uit het zichtbare uitwendige oor, het middenoor dat een geleidende functie heeft naar het gehoororgaan (zintuig) en het binnenoor.

1.1.1.1 Buitenoor

Het buitenoor bestaat uit de oorschelp en de uitwendige gehoorgang. Wanneer iemand spreekt worden luchtdeeltjes in beweging gebracht. Deze beweging, de luchttrillingen, worden door de oorschelp, of ook wel het buitenoor, opgevangen. De vorm en de afmeting van de oorschelp oefenen invloed uit op het waargenomen geluid. Hierdoor kan worden bepaald of het geluid van voren, van opzij of van achteren komt. Via de gehoorgang worden de geluidstrillingen naar het trommelvlies geleid. De gehoorgang is te zien als een buis die aan één kant (de ingang) open is en aan de andere kant door het trommelvlies afgesloten is. Door de vorm en eenzijdige afsluiting van deze buis treedt resonantie op bij de frequenties tussen ca 2000 en 4000 Hz. Deze frequenties komen daardoor sterker bij het trommelvlies aan en dit zijn frequenties die belangrijk zijn voor het spraakverstaan. Het trommelvlies vormt de scheidingswand tussen het buitenoor en het middenoor en zet de akoestische signalen om in mechanische signalen (Slis, 1996).

1.1.1.2 Middenoor

Het middenoor bestaat uit een met lucht gevulde holte in het rotsbeen, het mastoïd, met daarin drie kleine gehoorbeentjes. De trilling van het trommelvlies wordt doorgegeven aan het gehoorbeentje dat de hamer (malleus) wordt genoemd. Dit gehoorbeentje zit ingegroeid in het trommelvlies. De trilling gaat verder via de andere twee gehoorbeentjes; het aambeeld (incus) en de stijgbeugel (stapes). Door de overdracht van de trilling van het trommelvlies, met een relatief

groot oppervlak, via de gehoorbeentjes keten naar het ovale venster, met een relatief klein oppervlak, wordt de trilling krachtiger. Ook zorgt het hefboom effect, wat de gehoorbeentjes samen hebben, voor extra versterking in de overdracht (Slis, 1996).

1.1.1.3. Binnenoor

Het binnenoor bestaat uit het evenwichtsorgaan en het slakkenhuis (cochlea). De cochlea, het eigenlijke gehoorzintuig, is een met vloeistof gevuld kanaal dat drie windingen maakt.

In het binnenoor wordt het geluidssignaal ontleed in samenstellende frequenties. De geluidstrilling wordt via de stapes doorgegeven aan het bovenste gedeelte van het binnenoor (scala vestibuli) via het ovale venster. De geluidstrilling zet de vloeistof in beweging langs het basilaire membraan. Dit membraan trilt aan het begin mee, wanneer er hoge tonen aan de cochlea worden overgedragen, en aan het einde, wanneer dit lagere tonen zijn. Elke zuivere toon die in het geluid voorkomt zal het membraan dus op een, bij die frequentie passende, plek in trilling brengen.

De trilling van het basilaire membraan moet op elk moment op alle plaatsen vastgelegd kunnen worden. Bovenop het basilaire membraan ligt over gehele lengte een ander membraan, het tectoriele membraan, dat aan één zijkant vastzit. Tussen deze membramen bevinden zich over de gehele lengte rijen met haarcellen, die de trilling op hun plaats van het membraan doorgeven. Wanneer het membraan trilt door de geluidsoverdracht, worden de haartjes op die plek in zijwaartse richting heen en weer bewogen. De buiging wordt als een soort elektrische spanning doorgegeven naar de hersenen. Hoe sterker een zuivere toon in het geluid voorkomt, hoe sterker de haartjes op die plek gebogen worden en hoe sterker de boodschap (elektrische, neurale signalen) is die vanuit die plaats naar de hersenen wordt doorgegeven (Slis, 1996).

1.1.2 Gehoorzenuw

De gehoorzenuw geleidt de elektrische, neurale signalen uit de cochlea, die informatie bevatten over de frequentie en amplitude, naar in de hersenen. Ze zorgen voor de prikkeling van het centraal auditieve systeem.

1.1.3 Centraal auditief systeem

De eerste verwerking van de informatie van signalen vindt plaats in de cochlea. Deze signalen worden daarna via de gehoorzenuw naar de hersenen gebracht waar verdere verwerking plaats vindt. In het centraal auditief systeem wordt de informatie geanalyseerd en geïntegreerd, wat tot het waarnemen en herkennen van geluiden of spraak leidt. Dit is een complex proces dat nog steeds onderzocht wordt.

1.2 Verwerking van de spraak

Het proces om spraakklanken te herkennen en om te kunnen zetten in betekenisvolle spraak is zeer complex. Voor het verstaan en begrijpen van spraak wordt in eerste instantie een beroep gedaan op het perifere auditieve orgaan. Om spraaksignalen te onderscheiden van andere signalen moeten de eigenschappen van spraakklanken gedetecteerd worden. Vervolgens

moeten deze gecategoriseerd worden. Dit is pas het begin en wordt het bottom-up proces genoemd. Daarna volgen nog zeer veel cognitieve processen die leiden tot het uiteindelijke verstaan en begrijpen van zinnen, het zogenaamde 'top-down proces'. Top-down en bottom-up processen zijn ineengestrengeld en zorgen beiden voor de spraakverwerking (Larsby, 2005). Het begrijpen van spraak vraagt kennis over hoe top-down en bottom-up processen op elkaar inwerken.

1.2.1 Bottom-up proces

De bottom-up informatie is de zintuiglijke informatie, het spraakgeluid zelf. Er is sprake van een bottom-up proces als de input van een lager (bottom) niveau komt en steeds verder naar een hoger verwerkingsniveau (up) wordt doorgegeven in de hersenen. Voor de bottom-up processen gebruiken we geen eigen kennis, maar is het proces geheel gebaseerd op analyse van de input (Degens et al, 2003). Het bottom-up proces bestaat uit 3 fases: 1. de auditieve fase, 2. de fonetische fase en 3. de fonologische fase (Best, 1999).

In de auditieve fase wordt het akoestische signaal omgezet in neurologische signalen. Deze signalen bevatten verschillende kenmerken van het akoestische geluid. Bijvoorbeeld informatie (code) over de frequentie, de amplitude en de duur. In deze fase wordt er nog geen fonologische of fonetische informatie uit het signaal gehaald.

In de fonetische fase krijgen de akoestische signalen op basis van hun code een 'fonetisch label'. Deze fase is dus bedoeld om de klanken 'een naam' te geven. Dit is geen gemakkelijke opgave, omdat de klanken in een lange stroom, met vaak maar enkele pauzes, worden uitgesproken.

In de fonologische fase worden de spraakklanken met 'label' op basis van fonologische regels aan elkaar geplakt. Elke klank bevat bijvoorbeeld informatie over de komende klanken. Zo kunnen de klanken aan elkaar gekoppeld worden en wordt er een woordvorm gevormd. Wanneer het bottom-up proces geheel is doorlopen, is het spraakverstaan pas gedeeltelijk voltooid. Er valt namelijk wel eens informatie van het spraaksignaal weg door bijvoorbeeld omgevingslawaaï, verminderde concentratie of gehoorproblemen, deze gaten worden dan opgevuld aan de hand van de top-down informatie (Zekveld et al, 2006).

1.2.2 Top-down proces

In plaats van spraakklanken tot woorden en woorden tot zinnen te verwerken, worden er op basis van algemene kennis en zinscontext woorden geïsoleerd. Tegelijkertijd wordt er uit het lange-termijngeheugen informatie opgehaald die gerelateerd is aan de waargenomen klanken: lexicale, semantische en syntactische informatie (Best, 1999). Op basis van deze informatie worden woorden en klanken die door bijvoorbeeld stoorgeluid wegvallen, ingevuld.

Als je bijvoorbeeld iemand hoort zeggen:

'De trein stopt niet op dit '

dan weet je dat het woord laatste woord 'perron' moet zijn. Voordat het laatste woord gezegd is, kan je al voorspellen welk woord het zal zijn. Wanneer fonemen of woorden wegvallen stel je als

luisteraar een hypothese op over de mogelijke kenmerken die de fonemen of woorden bevatten (Liberman, 1967). Warren (1970) toonde aan dat luisteraars missende fonemen kunnen verstaan door gebruik te maken van redundancies in de spraak op akoestisch, fonetisch, fonologisch en/ of lexicaal niveau. Dit kan alleen als het overige spraaksignaal (de zinscontext) lang genoeg is. Met de lexicale, semantische en syntactische informatie uit de zinscontext vorm je tezamen met je eigen kennis een beeld over de betekenis van de zin en het verloop van de zin (Watson et al., 1996). Samen met de eigen kennis is de informatie die je opdoet uit de zinscontext zo redundant dat het spraaksignaal akoestisch onvolledig kan zijn en de zin toch niet zijn betekenis verliest (Best, 1999).

1.3 De invloed van auditieve factoren op het spraakverstaan

Spraak is een complex akoestisch geluid dat continu varieert en waarbij meerdere processen een rol spelen, zoals beschreven in voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk. Toch kan ons oor dit verwerken en wordt het complexe akoestische spraaksignaal omgezet naar voor ons duidelijke taal. Zoals onder het kopje bottom-up proces is beschreven, kan ons oor aan de hand van verschillende klankeigenschappen de overdracht van de informatie herkennen. De amplitude (geluidssterkte), frequentie (toonhoogte) en duur van het foneem zijn een aantal van deze klankeigenschappen. Zij zorgen ervoor dat iedere klank gekenmerkt wordt. Naast deze eigenschappen speelt ook de klankkleur ('timbre') en inzet van spraakklanken een rol.

De eigenschappen van fonemen worden ook wel 'segmentele' eigenschappen genoemd, omdat fonemen de kleinste segmenten van de spraak zijn. Daarnaast heeft de spraak ook 'suprasegmentele' of 'prosodische' eigenschappen. Prosodische eigenschappen zijn alle eigenschappen van spraakuitingen die niet teruggevoerd kunnen worden op een opeenvolging van klinkers en medeklinkers. Voorbeelden hiervan zijn accenten, ritmiek en toonhoogte.

Alle bovenstaande eigenschappen geven ons de mogelijkheid de klankstroom te labelen oftewel te herkennen. Dit gaat goed zolang er sprake is van optimale luisteromstandigheden. Wanneer er echter ook sprake is van omgevingslawaai wordt dit voor zowel normaal horenden als slechthorenden moeilijker. Normaal horenden herkennen deze fonemen in woorden nog voor 100 % correct, wanneer deze maximaal 8 dB zachter worden aangeboden dan het spraaksignaal. Slechthorenden hebben over het algemeen meer moeite met het spraakverstaan in ruis. Voor hen moet het spraaksignaal soms zelfs harder worden aangeboden dan het ruissignaal (Festen en Plomp, 1989). De verminderde auditieve factoren zijn daarvan deels de oorzaak.

Bij het spraakverstaan door slechthorenden moet een onderscheid worden gemaakt tussen geleidingsslechthorendheid en perceptie slechthorendheid. Bij geleidingsslechthorendheid wordt het geluid niet goed naar de cochlea geleid, maar is de werking van de cochlea niet aangetast. Wanneer de spraak luid genoeg wordt aangeboden, zal dit in principe goed moeten worden verstaan.

Bij perceptieslechthorendheid is de situatie echter veel gecompliceerder. De verwerking van het geluid in het binnenoor of de systemen die meer centraal liggen zijn aangetast en de verliezen die optreden zijn in het algemeen meer van de frequentie afhankelijk dan bij geleidingsverliezen. Daarnaast is het dynamische bereik van het oor voor de minder waarneembare frequenties verkleind. Voor het spraakverstaan door perceptieslechthorenden is het simpelweg harder aanbieden van spraak dus niet altijd voldoende. Dit is echter wel redelijk te compenseren met een goed ingesteld hoortoestel.

Bij perceptieslechthorenden treden hiernaast nog een aantal niet compenseerbare afwijkingen van het gehoor op. Het analyserend vermogen van het gehoor is verminderd. Daarnaast hebben perceptieslechthorenden meetbaar meer problemen in het spraakverstaan in ruis dan normaalhorenden en geleidingslechthorenden.

Subjectief ervaren (perceptief) slechthorenden de problemen in het spraakverstaan in aanwezigheid van stoorgeluid (ruis) als hun grootste handicap van het gehoorverlies (Kramer et al, 1998). Deze afwijking kan met hoortoestellen of een CI slechts voor een klein deel worden gecompenseerd door bepaalde instellingen die in sommige situaties van pas komen.

1.4 De invloed van cognitieve factoren op het spraakverstaan

Een tijd lang hebben onderzoekers zich alleen gericht op de auditieve problemen wanneer er werd gekeken naar het spraakverstaan in ruis. Maar op gegeven moment ontstond het idee dat niet alleen auditieve factoren hierop van invloed waren. De auditieve factoren bleken over het algemeen niet voldoende om het verschil in spraakverstaan in ruis bij verschillende luisteraars te verklaren. Plomp en Mimpen (1979) en Duquesnoy (1983) toonden bijvoorbeeld al aan dat het niet mogelijk was om een goede schatting van het spraakverstaan in ruis te maken op basis van alleen de toonaudiometrie. Ook uit het onderzoek van Smoorenburg (1992) bleek dat de toonaudiometrie drempels slechts gedeeltelijk het verschil in spraakverstaan konden voorspellen. Smoorenburg vermoedde tevens dat niet-auditieve factoren, ook wel modaliteit specifieke factoren of cognitieve factoren genoemd, relevant waren voor het spraakverstaan. Verschillende studies hebben het belang van de cognitieve vaardigheden in het spraakverstaan in ruis aangetoond (Suprenant & Watson, 2001; Lyxell et al, 2003; Pichora-Fuller, 2003; George et al, 2007). Surprenant en Watson deden onderzoek met talige spraakverstaanstesten en niet talige, dus puur auditieve, temporele testen. Hieruit bleek dat de proefpersonen allen beter scoorden op de puur auditieve testen in vergelijking met de talige spraakverstaanstesten. Ze concludeerden hieruit dat hun bevindingen niet overeenkwamen met de modaliteit specifieke (auditieve) theorieën, maar wel met de modaliteit a-specifieke (cognitieve) theorieën. Dus dat er centrale cognitieve factoren een invloed hebben op het spraakverstaan, factoren zoals taalvaardigheden. George et al. onderzochten normaal horende en slechthorende proefpersonen met een auditieve test (SRT van zinnen in ruis) en een visuele, niet auditieve, talige test (TRT). Uit de resultaten van de normaalhorenden bleek dat het spraakverstaan puur door de cognitieve factoren werd

beïnvloed. Bij de slechthorende onderzoeksgroep speelden zowel de auditieve als cognitieve factoren een rol bij het spraakverstaan.

Spraakverstaan is dus een proces waarbij niet alleen het perifere auditieve orgaan betrokken is, maar wat ook afhangt van de cognitieve (niet auditieve) factoren.

De capaciteit van het werkgeheugen, concentratie, de snelheid van informatieverwerking en taalvaardigheden maken deel uit van deze cognitieve factoren (Suprenant en Watson, 2001; Gatehouse et al, 2003; Lunner, 2003; Hällgren, 2005).

Zo wordt het werkgeheugen gebruikt bij het opslaan van klanken. Wanneer spraakklanken worden waargenomen door het perifere auditieve orgaan, worden deze klank voor klank verwerkt en opgenomen in het werkgeheugen (Caroll, 2004).

Wanneer de kwaliteit van het spraaksignaal beperkt is omdat het bijvoorbeeld verstoord wordt door omgevingslawaai (ruis) moet er een extra beroep worden gedaan op het geheugen.

Verstane klanken en woorden moeten onthouden worden en daarna worden aangevuld op basis van algemene kennis en zinscontext. Naast het geheugen speelt dan tevens concentratie een grote rol in het spraakverstaan in ruis. Hoe meer het spraaksignaal verstoord wordt, hoe meer eisen er worden gesteld aan de cognitieve functies (Larsby et al, 2005). Wanneer het spraaksignaal verstoord is, speelt het top-down proces een grote rol. Er zal dan meer gevraagd worden van de eigen kennis en de taalvaardigheden (beschreven in hoofdstuk 2.2). Ook het lange termijn geheugen is dan belangrijk. Lexicale, semantische en syntactische informatie die gerelateerd is aan de waargenomen klanken moeten uit het lange termijn geheugen worden opgehaald om gemiste informatie van binnenuit in te vullen (Best, 1999).

Hoe kleiner de rol van het gehoor dus is, hoe groter de rol van de cognitieve factoren wordt. Bij slechthorenden is dit vaak het geval. Doordat zij als gevolg van hun gehoorverlies (grote) delen van de spraakinformatie missen, wordt er meer gevraagd van de cognitieve functies en het top-down proces (Zekveld et al., 2007).

Sommige studies tonen echter aan dat het gehoorverlies samen gaat met verminderde cognitieve functies. Andersson & Lyxell (1999) vonden dat verworven gehoorverlies samenhangt met verminderde fonologische vaardigheden. En ook Lyndenberger en Baltes (1997) ondervonden dat de cognitieve functies samen met het gehoorverlies minder werden naarmate de leeftijd hoger wordt. Zekveld et al. (2007) geeft echter aan dat deze bevindingen mogelijk het gevolg zijn van inconsistenties in de meetcondities.

1.5 Probleemstelling

Tot op heden is het nog onduidelijk in welke mate auditieve en niet-auditieve factoren (o.a. taalvaardigheid) het maximaal haalbare spraakverstaan (in ruis) van CI gebruikers voorspellen. Inzicht in de invloed van beide factoren op het spraakverstaan (in ruis) maakt het mogelijk patiënten goed voor te lichten over de te verwachten resultaten en kan de duur en intensiteit van de hoorrevalidatie kunnen worden aangepast.

Op dit moment is er nog geen goed referentiekader voor CI patiënten. Het verkrijgen van dit referentiekader is van belang en zal gebeuren door onder andere de invloed van de taalvaardigheden op het spraakverstaan, bij normaal horenden en slechthorenden, goed in kaart te brengen. Dit zal gedaan worden door middel van literatuuronderzoek en een pilot onderzoek, waarbij talige testen en spraakverstaanstesten zullen worden afgenomen.

1.6 Doelstellingen

1.6.1 Oriënterende literatuurstudie

Voorafgaand aan het gebruiksklaar maken van de testbatterijen en het uitvoeren van de pilot studie vindt er een literatuurstudie plaats met als doel de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

- Wat is de invloed van de cognitieve vaardigheden, met als belangrijkste de taalvaardigheden, op de resultaten van spraakverstaanstesten in stilte en in ruis?
- Welke resultaten zijn bekend over de invloed van auditieve vaardigheden op het spraakverstaan (in ruis)?
- Wat zijn de afnameprocedures voor de screeningstesten (toon- en spraakaudiometrie en Ishihara test), spraakverstaanstesten (CVC woorden, Speech Reception Threshold (SRT) test van zinnen in stilte, Speech Reception Threshold (SRT) van zinnen in ruis en Speech Reception Threshold (SRT) van cijfers in ruis en de taaltesten (Text Reception Threshold (TRT), Lexical Decision Task (LDT) en de Progressive Demasking Task (PDT))?
- Welke normeringgegevens zijn er bekend van zowel de spraakverstaanstesten (SRT van zinnen en cijfers in ruis) als de taaltesten (TRT, LDT en de PDT)?
- Welke variabelen, zoals leeftijd, opleidingsniveau en gehoorverlies, blijken van invloed te zijn op de spraakverstaanstesten (SRT van zinnen en cijfers in ruis) en taaltesten (TRT, LDT en de PDT)?
- Welke resultaten zijn bekend over de relaties tussen de spraakverstaanstesten (SRT van zinnen en cijfers in ruis) onderling?
- Welke resultaten zijn bekend over de relatie tussen de taaltesten (TRT, LDT en de PDT) onderling?
- Welke resultaten zijn bekend over de relatie tussen de spraakverstaanstesten (SRT zinnen en cijfers in ruis) en de taaltesten (TRT, LDT en PDT)?

1.6.2 Ontwikkelen en gebruiksklaar maken van de testbatterij

Onze tweede doelstelling is het gebruiksklaar maken van de testbatterij voor alle onderzoeksgroepen, met daarin de talige testen en spraakverstaanstesten, door het uitvoeren van een pilotstudie bij CI gebruikers, CI kandidaten, normaalhorenden en slechthorenden.

1.6.3 Pilot onderzoek

Wanneer de testbatterij meettechnisch goed is en de meetcondities duidelijk zijn, wordt er begonnen aan onze derde doelstelling: het uitvoeren van pilot onderzoek bij volwassen

normaalhorenden, slechthorenden, CI kandidaten en CI gebruikers met als doel de invloed van taalvaardigheden op het spraakverstaan (in ruis) te analyseren. Na de pilot studie worden de resultaten geanalyseerd.

1.7 Projectproducten

De projectproducten die geleverd worden bij de bovenstaande doelstellingen zijn:

- een oriënterende literatuurstudie
- een beschrijving van de voorstudie
- een onderzoeksverslag van de pilot studie

De oriënterende literatuurstudie is geschreven ter informatie van de audiologen, logopedisten en psychologen op de afdelingen audiologie, maar is ook voor onszelf een meerwaarde in de verrijking van onze kennis op het gebied van spraakverstaan in ruis en de invloed van de talige vaardigheden hierop. De literatuurstudie berust op een systematische zoektocht van recente literatuur in de databases: PubMed, ERIC, DocOnline, CINAHL, Academic Search Premier en Cochrane.

DEEL I: DE ONTWIKKELING VAN DE VUmc TESTBATTERIJ

om de relatie tussen taalvaardigheid en het spraakverstaan (in ruis) te onderzoeken

Inleiding

Op het audiologisch centrum van het VUmc wordt onderzoek gedaan naar de relatie tussen taalvaardigheden en het spraakverstaan (in ruis) bij CI gebruikers. Twee audiologen van dit audiologisch centrum, prof. dr. ir. J.M. Festen en ir. M.W. Kaandorp, hebben een opzet geschreven voor het testprotocol met daarin auditieve en visuele (talige) testen.

In het kader van ons afstudeerproject leveren wij een bijdrage aan het verder ontwikkelen en gebruiksklaar maken van de testbatterij voor de bovengenoemde groepen en voor twee referentiegroepen bestaande uit normaal horenden en slechthorenden.

De vraag die we ons hierbij stellen luidt:

Zijn er aanpassingen nodig in de opzet van de testbatterij qua:

- *testinstellingen*
- *meetcondities*
- *instructies*
- *stimuli*
- *responsmethoden*
- *data output*
- *afnameduur*
- *volgorde van testafname?*

Aan de hand van deze vraag is er begonnen met het ontwikkelen en vormen, oftewel het gebruiksklaar maken van de testbatterij. Het ontwikkelen en het vormen van de testbatterij is voor het grootste deel uitgevoerd tijdens de voorstudie. Hiervoor zijn de testen bij enkele proefpersonen afgenomen. Tijdens de pilot studie, die in deel II is beschreven is er verder gegaan met het vormen.

Alvorens de ontwikkeling van de testbatterij wordt beschreven, wordt in hoofdstuk 2 weergegeven wat er uit de literatuurstudie is gekomen: wat beogen de testen te meten, wat zijn de uitkomstmaten en is al eerder onderzoek gedaan naar de relatie tussen de testen uit de testbatterij.

In hoofdstuk 3 wordt een verantwoording gegeven van de beslissingen die zijn gemaakt bij het ontwikkelen en vormen van de testbatterij. Deze beslissingen zijn voornamelijk gemaakt vóór het begin van de pilot studie, tijdens de voorstudie. Enkele andere beslissingen zijn echter ook tijdens de pilot studie gemaakt.

In de conclusie in hoofdstuk 4 wordt een antwoord gegeven op bovengenoemde onderzoeksvraag en worden er aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek.

2. Literatuurstudie naar de doelen, inhoud en uitkomstmaten van de tests

2.1 Speech Reception Threshold (SRT) test van zinnen

Met de spraakverstaanstest van zinnen in stilte wordt bekeken hoeveel procent van de syllaben van de aangeboden zinnen correct worden verstaan bij verschillende intensiteiten. Plomp en Mimpen (1979) ontwikkelden deze test en maakten hiervoor spraakmateriaal dat bestaat uit korte alledaagse zinnen. De zinnen worden aangeboden in stilte om het uitgangspunt van het verstaan van zinnen in de meest optimale situatie te bepalen. Normaalhorenden verstaan vanaf een intensiteit van gemiddeld 20 dB 100% van de zinnen correct (Plomp en Mimpen, 1979). Voor slechthorenden varieert dit sterk als gevolg van onder andere grote variaties in gehoorverlies, zoals beschreven in hoofdstuk 1.

In het dagelijkse leven wordt er verwacht dat we een conversatie kunnen volgen in aanwezigheid van rumoer of lawaai. Onze oren moeten spraak en 'het stoorgeluid' kunnen onderscheiden. Er bestaan testen die het spraakverstaan in ruis (stoorgeluid) meten met een gefixeerde signaal (spraak) ruis (S/R) verhouding. Vaste S/R verhouding methodes hebben het nadeel dat er mogelijk vloer- en plafond effecten zijn en deze van beperkte precisie zijn. Plomp (1986) ontwikkelde daarom een methode om nauwkeurig de ondergrens van het spraakverstaan van zinnen te berekenen, de speech reception threshold genaamd. Deze methode berekent het punt waarop 50% van de zinnen in ruis correct herhaald worden. De speech reception threshold voor zinnen geeft dus een maat voor het verstaan van spraak in ruis in decibellen. Hoe negatiever de waarde hoe beter de score, want een negatieve waarde betekend dat de ruis harder wordt aangeboden dan de spraak en de spraak dan nog correct verstaan kan worden. Gemiddelde SRT waardes voor zinnen in ruis liggen ongeveer tussen de - 4,5 dB en -5,8 dB voor normaalhorenden bij monorale aanbidding met een hoofdtelefoon (Bosman & Smoorenburg 1995; Festen & Plomp, 1990; Noordhoek et al 2001; Plomp en Mimpen 1979; Versveld et al, 2000; Duquesnoy 1983).

Wanneer aan normaalhorenden de zinnen in ruis binauraal worden aangeboden via de koptelefoon of luidsprekers, ligt de SRT ongeveer 1,5 dB beter dan bij een monorale aanbidding. Dit is te verklaren door het voordeel van het luisteren met twee oren. De wijze waarop de gecodeerde signalen van de twee oren in de hogere centra van het auditieve systeem worden verwerkt, maakt dat het signaal (de spraak) en de ruis onderscheiden kunnen worden (www.audiologieboek.nl).

2.2 Speech Reception Threshold (SRT) test met cijfer triplets

Bij de cijfer triplet test in stilte wordt getest hoeveel cijfers er correct worden verstaan bij verschillende intensiteiten. De speech reception threshold test met cijfer triplets in ruis wordt volgens dezelfde methode afgenomen als de in de vorige paragraaf beschreven SRT van zinnen in ruis. Deze test berekent dus het punt waarop 50% van de cijfer triplets correct worden verstaan en geeft een maat van het spraakverstaan van cijfertriplets in ruis in decibellen. De SRT test van

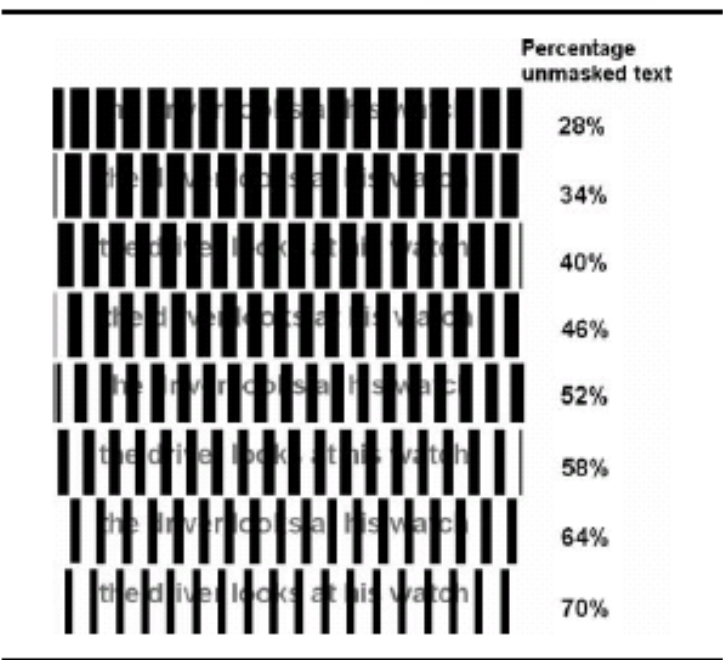
cijfers in ruis is ontwikkeld op het VUmc door audiologen C. Smits, T.S. Kapteyn en KNO-arts T. Houtgast (2004). In eerste instantie is deze test ontwikkeld als Nationale Hoortest via de telefoon, welke mensen thuis zelf konden uitvoeren. Doordat de test een gesloten set van bekend spraakmateriaal bevat, wordt het mogelijk om met deze test het spraakverstaan in ruis te meten bij patiënten die te slecht horen voor metingen met een open set van zinnen, zoals CI kandidaten. Een gesloten set van spraakmateriaal, verbetert namelijk de spraakherkenning scores (Miller et al, 1951). Dit is ook de belangrijkste reden dat de gemiddelde SRT voor SRT van cijfers in ruis bij monorale aanbieder via de hoofdtelefoon voor normaalhorenden (SRT -7, 3 dB) beter ligt dan voor de SRT van zinnen in ruis uit een open set (SRT tussen de - 4,5 en -5,8 dB) (Smits, Kapteyn en Houtgast, 2004). Uit onderzoek van Smits en collega's (2006) bleek de binaurale winst op de SRT van cijfers in ruis 1,4 dB te zijn. Daarnaast onderzochten Smits et al. de correlatie tussen de cijfer in ruis test en de zinnen in ruis test. Deze bleek behoorlijk hoog te zijn ($r=0.849$, $p<0.01$).

2.3 Text Reception Threshold (TRT) test

De Text Reception Threshold (TRT) test is ontwikkeld om de verschillen in de spraakverstaansresultaten van verschillende individuen te kunnen onderzoeken en inzicht te krijgen in de cognitieve factoren, die een rol spelen in het spraakverstaan in ruis. Om de auditieve en cognitieve factoren goed van elkaar te onderscheiden moest deze test in een andere modaliteit dan de SRT van zinnen in ruis test ontwikkeld

Figuur 1. Voorbeeld van de stimuli die gebruikt wordt in de TRT test.

worden. Zekveld en collega's (2007) ontwikkelden de TRT test dan ook als visuele analogoog van de auditieve SRT van zinnen in ruis test. Er moet echter nog verder worden onderzocht in hoeverre de verwerking van visuele en auditieve informatie gelijk verloopt. Aangezien er veel aanwijzingen zijn in onderzoeken dat deze met elkaar in verband staan (o.a. Zekveld et al, 2007; George et al. 2007) gaan we hier bij het huidige onderzoek vanuit.



Bij de TRT test moeten zinnen, met daarover heen balken geplaatst, hardop worden voorgelezen. De breedte van de balken varieert. Deze wordt breder nadat er een correct antwoord wordt gegeven en smaller na een incorrect antwoord. Delen die wegvallen door de maskering, zouden via het top-down proces kunnen worden aangevuld.

Uit de eerste data die Zekveld en collega's verzameld hebben blijkt dat normaal horenden ongeveer 55% ongemaskeerde tekst nodig te hebben om 50% van de zinnen correct te kunnen

lezen. Zekveld et al. onderzochten verder de correlatie tussen de SRT test van zinnen in ruis en TRT test bij 34 normaal horende proefpersonen. Om de mogelijke invloed van de leeftijd op de testresultaten uit te sluiten, bekeken ze eerst de correlatie tussen de leeftijd, de SRT test van zinnen in ruis en TRT test. Ze vonden bij beide testen geen leeftijdseffect. De correlatie tussen de TRT test en SRT test² van zinnen in ruis onderling was wel significant ($r=.54$ en $p < 0.01$). Dit houdt in dat wanneer er op de SRT test van zinnen in ruis goede resultaten gehaald worden, er op de TRT ook goed resultaten te verwachten zijn en andersom.

Zekveld et al. concludeerden dat deze data er op wijst dat een aanzienlijke hoeveelheid van de interindividuele verschillen op de SRT test van zinnen in ruis te maken heeft met niet-auditieve, dus cognitieve en talige factoren. Deze factoren lijken dus relevant voor het spraakverstaan in ruis. Ook concluderen zij dat deze resultaten bevestigen dat de TRT test de mogelijkheid biedt om gedeeltelijk de interindividuele verschillen te verklaren op de SRT test van zinnen in ruis als gevolg van niet-auditieve oftewel de cognitieve en talige factoren.

2.4 Lexical Decision Task (LDT) en Progressive Demasking Task (PDT)

De programma's voor de Lexical Decision Task (LDT) en Progressive Demasking Task (PDT) zijn gemaakt op het VUmc door Kees-Jan Kraaier (natuurkunde student aan het VU). Beide testen worden visueel aangeboden en geven als uitkomstmaat een reactiesnelheid in milliseconden.

Het doel van de PDT en de LDT in het kader van het huidige onderzoek is om te onderzoeken of de reactietijden op deze lexicale vaardigheidstesten een voorspellende waarde hebben op de SRT van zinnen in ruis. De hypothese is dat mensen met snelle reactietijden ook beter scoren op de SRT test van zinnen in ruis, omdat ze de woorden in de zinnen sneller herkennen en sneller kunnen analyseren of het een bestaand woord is of niet.

Het doel van de LDT als test is om een indicatie te krijgen over hoe snel woorden kunnen worden opgehaald of geactiveerd vanuit het lexicale geheugen (Wagenmakers, 2007). Bij deze test moet een respons worden gegeven op stimuli die een bestaand Nederlands woord of pseudowoord is. Deze stimuli blijft net zo lang in beeld, totdat de proefpersoon een respons geeft. Bij de PDT, ook wel Word-naming Task genoemd, gaat dit anders. Hierbij wordt de reactietijd gemeten die de proefpersoon nodig heeft om een bestaand Nederlands woord, wat in een steeds langer durende flits wordt aangeboden, te herkennen (Wagenmakers, 2007). Bij beide testen draait het om woordherkenning.

Er zijn meerdere modellen beschreven die trachten te verklaren welke processen zich afspelen bij visuele woordherkenning. Hiervan zijn de vier meest bekenden modellen de volgende:

² Zowel stationaire als fluctuerende ruis werden gebruikt in het onderzoek van Zekveld et al. (2007). Hierboven zijn alleen de resultaten weergegeven van de SRT test met stationaire ruis in vergelijking met de TRT test, omdat dit de soort ruis is die in het huidige onderzoek wordt gebruikt.

Het diffusion model (Wagenmakers et al., 2007), het deadline model (Wagenmakers et al., 2007), DRC model (Coltheart et al., 2001), ACV98 model (Ans et al., 1998) en het MROM model (Grainger & Jacobs, 1996).

Bij het huidige onderzoek zijn we uitgegaan van het ACV98 model. Dit model beschrijft twee lees processen: de globale procedure en de analytische procedure. De globale procedure wordt als eerst gebruikt om kennis te verkrijgen over het gehele woord. Het woord wordt als geheel gescand en verwerkt, het top-down proces. De herkenning vindt hier namelijk plaats op basis van voorkennis. Als de scanning en verwerken van het gehele woord niet leiden tot een herkenning, wordt de analytische procedure in gang gezet. Tijdens deze procedure worden segmenten van het woord (syllabes of letters) geactiveerd in het lexicon. Het verwerken begint bij het eerste grote segment van het woord dat wordt herkend als 'vertrouwd/ bekend', bijvoorbeeld het segment 'ok'. Daarna zal er gezocht worden naar de volgende bekende spellingspatronen, bijvoorbeeld 'to' en 'ber' om uiteindelijk weer te eindigen bij het gehele woord, 'oktober'. Dit analytische proces wordt in hoofdstuk 1 bij auditieve input beschreven als bottom-up proces. Hierbij wordt de input ook eerst in geanalyseerd. Pseudo-woorden en laag frequente woorden zullen op de analytische manier verwerkt worden, terwijl bestaande hoogfrequente woorden worden verwerkt door middel van de globale procedure.

Proefpersonen die snel zijn in het activeren of 'ophalen' van woorden uit het lexicale geheugen en een groot lexicon hebben, passen dus vaak de globale procedure toe en scannen woorden in zijn geheel. Proefpersonen die langzamer zijn in het activeren van het lexicale geheugen en een kleiner lexicon hebben, zullen de analytische procedure vooral gebruiken. Hierdoor duurt het langer tot het woord herkend wordt als pseudo-woord of bestaand woord.

Wagenmakers et al. (2007) ondervonden dat de resultaten op de LDT erg afhangen van de criteria die gebruikt worden. Zo beïnvloedt de instructie om óf snel óf nauwkeurig te reageren de resultaten (Grainger & Jacobs, 1996), maar ook de mate van het verschil tussen bestaande woorden de pseudo woorden lijken van invloed op de reactietijden. Daarnaast vonden Ratcliff et al. (2004) net zoals Wagenmakers et al. (2007) dat woordfrequentie van invloed is op de reactietijd. Hoogfrequente woorden worden sneller herkend dan laagfrequente woorden. Deze gevonden resultaten zijn echter allemaal verkregen met niet Nederlandstalige stimuli.

De Groot et al. (2002) en van Heuven et al. (1998) gebruiken wel Nederlandse woorden als stimuli. De Groot en haar collega's vonden voor de LDT een gemiddelde reactietijd van 525 milliseconden (ms) (SD = 48). Ze boden 880 woorden aan, waarvan 440 pseudowoorden- en 440 bestaande woorden met een frequentierange van 1.65 (laag) tot 4.69 (minder laag) per miljoen. Deze reactietijden die van Heuven et al. vonden tijdens hun onderzoek, komen in de buurt van de reactietijden die de Groot et al. vonden. Voor bestaande woorden lag de reactietijd tussen de 560 ms (SD=56) en 581 ms (SD =60). Hoe meer de pseudowoorden op de bestaande woorden leken, hoe langer de reactietijd werd. Dit gold ook voor de reactietijden van de pseudo-woorden. Die

varieerden tussen de 649 ms (SD = 73) en 675 ms (SD= 79). De bestaande woorden hadden een frequentie van gemiddeld 18.6 per miljoen. De foutpercentages lagen bij de bestaande woorden tussen de 6.4 % en 7.6 % en bij de pseudo-woorden tussen de 6.4% en 9.7% .

De reactietijden die van Heuven en collega's vonden voor de PDT varieerden van 1589 ms tot 1689 ms. Ook de PDT hadden de aangeboden woorden een frequentie van 18,6 per miljoen.

3. Verantwoording van de ontwikkeling van de testbatterij

Verschillende testprotocollen zijn ontwikkeld voor de vier onderzoeksgroepen: de normaal horenden, de slechthorenden, de CI kandidaten en CI gebruikers.

De variatie tussen de verschillende testprotocollen zijn het gevolg van de variatie tussen de onderzoeksgroepen. Niet alle testen zijn bijvoorbeeld voor elke onderzoeksgroep van belang. Daarnaast verschillen ook de testinstellingen en afnamecondities per onderzoeksgroep.

In dit hoofdstuk zullen als eerst de gemaakte keuzes ten opzichte van de afnamecondities van de onderzoeksgroepen en de manier van aanbidding kort worden besproken, daarna zullen de keuzes ten opzichte van de testafname verantwoord worden. De afnameprocedure van de testen is te vinden in het hoofdstuk methode in deel II.

3.1. Afnamecondities bij de onderzoeksgroepen

3.1.1 Normaalhorenden

Bij deze onderzoeksgroep zijn geen bijzonderheden in de afnamecondities.

3.1.2 Slechthorenden

In de onderzoeksgroep bevinden zich zowel slechthorenden met als zonder hoortoestellen. De slechthorenden met hoortoestellen dragen tijdens alle auditieve testen hun hoortoestellen. Deze situatie komt namelijk het meest overeen met het dagelijkse leven. Het spraakaudiogram wordt zowel zonder als met hoortoestellen afgenomen.

3.1.3 CI kandidaten

Tijdens alle auditieve testen dragen de CI kandidaten hun hoortoestel op het oor wat geïmplant wordt. In het andere oor dragen zij een dop, om het spraaksignaal buiten te sluiten. Het oor kan dan niet meer 'meeluisteren' op basis van het restgehoor. Zo wordt puur het te implanteren oor gemeten en kunnen de uitkomsten van de testen goed worden vergeleken met de situatie, wanneer het oor geïmplant is.

De CI kandidaten worden pas getest, wanneer het te implanteren oor bekend is. Wanneer beide oren apart getest zouden worden, wordt de afnameduur onnodig lang.

3.1.4 CI gebruikers

Tijdens de auditieve testen hebben de CI gebruikers alleen hun CI aanstaan. Als ze nog een hoortoestel in het andere oor dragen moet deze uit. In dit oor krijgen ze een dop, zodat dat oor niet kan 'meeluisteren' op basis van het restgehoor.

3.2 Methode van stimuli aanbidding

3.2.1 Koptelefoon

Alleen de standaard audiometrische testen worden afgenomen via de koptelefoon.

3.2.2 Luidspreker

De overige auditieve testen worden via de luidspreker aangeboden. Dit wordt bij alle onderzoeksgroepen op deze manier gedaan, omdat de auditieve testen bij CI gebruikers alleen via de luidspreker kunnen worden afgenomen. Om de testresultaten goed met elkaar te kunnen vergelijken, worden de testen ook bij de andere onderzoeksgroepen op dezelfde manier aangeboden, via de luidspreker.

3.3 Duur en volgorde van de testen

Gezien de duur van de testbatterijen voor slechthorenden, hebben we ervoor gekozen om deze niet in één keer op een dagdeel af te nemen, maar verspreidt over twee dagdelen met een pauze van één uur, of op twee verschillende dagdelen. De normaalhorenden konden wel in één keer getest worden, met enkel een korte pauze. Bij veel medewerkers van het VUmc is om logistieke redenen de testbatterij vaak in drie delen afgenomen.

In de testprotocollen, toegevoegd als bijlage 1, is de volgorde van afname te vinden. We hebben ervoor gekozen de anamnese en het standaard audiometrisch onderzoek als eerste te doen, omdat hierdoor duidelijk wordt of de proefpersoon aan de inclusie en exclusiecriteria voldoet en of hij of zij in de juiste onderzoeksgroep is onderverdeeld. Normaal horenden kunnen bijvoorbeeld toch slechthorend blijken. Bij de overige testen is rekening gehouden met het bieden van afwisseling in auditieve en visuele testen. De tussentijd tussen de LDT en de PDT worden zo groot mogelijk gehouden, aangezien er een aantal hoogfrequente woorden zijn die zowel bij de LDT als de PDT voorkomen. De LDT wordt daarom vrij in het begin afgenomen en de PDT aan het einde. Bij de testen die het spraakverstaan in ruis meten, wordt deze eerst in stilte afgenomen, om een indicatie te krijgen van het spraakverstaansniveau in stilte.

3.4 Keuze van de testen

De keuzes voor de testen zijn gemaakt aan de hand van de onderzoeksvragen van de opdrachtgevers. Een specifieke onderbouwing van de keuze van de onderstaande auditieve en talige (cognitieve) testen, staat per test beschreven in hoofdstuk 2.

3.5 Gebruik van de screeningstesten

3.5.1 Korte anamnese

In de anamnese worden (patiënt) gegevens gevraagd (zie bijlage II). De vragen zijn opgesteld aan de hand van de standaard anamnese lijsten, die op het VUmc voor volwassenen en CI kandidaten worden gebruikt en aan de hand van literatuur. De inclusie- en exclusiecriteria zijn

overgenomen van George et al., 2006, die vergelijkbaar onderzoek hebben gedaan. De variabelen die mogelijk van invloed zijn op het spraakverstaan bij CI gebruikers zijn: leeftijd bij het begin van het gehoorverlies, de duur van de slechthorendheid (Geier et al., 1999; Hamzavei et al., 2003; Oh et al., 2003), of de proefpersoon plots-doof of progressief slechthorend is geworden (Albu & Babighian, 1997), wat de oorzaak van de slechthorendheid is (Blamey et al, 1993), wat de duur van de periode is waarin hoortoestellen werden gedragen. De vragen zijn zo geformuleerd dat er een ja/ nee of een kort antwoord op gegeven kan worden.

3.5.2 Ishihara test

Bij deze kleurenblindheidstest wordt de standaard afnameprocedure gevolgd.

3.6. Afnameprocedure van de auditieve testen

3.6.1 Standaard audiometrisch onderzoek

3.6.1.1 Toonaudiogram

Deze test was al gebruiksklaar. Het toonaudiogram wordt afgenomen volgens de afnameprocedure van het VUmc, die gebaseerd is op de afnameprocedure van de Nederlandse Vereniging voor Audiologen (NVA).

3.6.1.2 Spraakcurve met koptelefoon

Deze test was al gebruiksklaar. Het spraakaudiogram wordt afgenomen volgens de afnameprocedure van het VUmc, die gebaseerd is op de afnameprocedure van de Nederlandse Vereniging voor Audiologen (NVA).

De afname voor normaal horenden verschilt echter iets van de normale standaard afnameprocedure. Bij de normaal horende proefpersonen, wordt de test alleen op 30 en 50 dB en eventueel op 60 dB afgenomen. Er wordt vanuit gegaan dat er op 50 dB of 60 dB een spraakverstaansscore van 100% wordt gehaald en dat bij 30 dB de curve gaat dalen (Rodenburg en Hanssens, 1998). Deze punten zijn voor ons het meest van belang om de proefpersonen met de normaalcurve te kunnen vergelijken.

3.6.1.3 Spraakcurve met hoortoestellen in het vrije veld

Deze test wordt afgenomen volgens dezelfde methode als het spraakaudiogram dat met de koptelefoon wordt afgenomen. Het enige verschil is, dat deze via de luidspreker wordt afgenomen, wat maakt dat er niet boven de 80 dB gemeten kan worden in verband met vervorming van de spraak.

3.6.1.4 Spraakaudiogram op het beste niveau met en zonder hoortoestellen

Er worden in totaal twee extra lijsten op het maximale spraakverstaansniveau aangeboden. De test-retest betrouwbaarheid van een meetpunt is namelijk niet perfect. Er moet rekening worden gehouden met een meetfout van ongeveer 10 % (Rodenburg en Hanssens, 1998). Omdat we de

spraakverstaanstesten in stilte en ruis allemaal op maximaal niveau afnemen, moet dit punt niet op een toevalstreffer gebaseerd zijn, maar nauwkeurig bepaald worden.

3.6.2 Spraakverstaanstesten in stilte

3.6.2.1 Spraakverstaanstest van zinnen in stilte

Voor de aanbieding van zinnen in stilte wordt de audiometer gebruikt. De stimuli (spraakmateriaal) dat via een CD speler ten gehore worden gebracht zijn de 'Plomp' zinnen (Plomp en Mimpfen, 1979; Versfeld et al., 2000).

Er kan bij deze zinnen een keuze worden gemaakt in de methode van het scoren:

1. Per hele zin scoren, waarbij een correcte score wordt verkregen wanneer de gehele zin juist wordt herhaald,
2. Per syllabe scoren, waarbij het percentage van de juist herhaalde syllaben ten opzichte van het totaal aantal syllaben van de zinnen wordt berekend.

We hebben de tweede methode gekozen. Op deze manier kan nauwkeuriger worden bepaald wat de proefpersoon van de zinnen heeft verstaan. Hierdoor wordt het mogelijk om deze test af te nemen bij vrij ernstig slechthorenden, die nauwelijks hele zinnen verstaan, maar slechts delen van de zinnen.

3.6.2.2 Spraakaudiogram van cijfer triplets in stilte

De standaardprocedure wordt hierbij gevolgd.

3.6.2.3 Spraakverstaan van cijfer triplets op het maximale niveau in stilte

Er worden na het meten van de functie van het niveau nog twee extra lijsten aangeboden op het maximale spraakverstaansniveau om een nauwkeuriger gemiddelde te verkrijgen.

3.6.3. Spraakverstaanstesten in ruis

De ruis die bij de SRT van zinnen en de SRT van cijfer triplets gebruikt wordt is stationaire ruis waarvan het spectrum breedbandig is. Er is voor stationaire ruis gekozen, omdat dit een veel gebruikte soort ruis is bij wetenschappelijke onderzoeken (Smits et al., 2004; George et al., 2006; e.a.), waardoor de data vergeleken kan worden. Daarnaast is het voordeel van stationaire ruis dat de spraak ruis (S/R) verhouding nauwkeuriger te bepalen is, omdat het niveau van de ruis constant blijft in de tijd (www.audiologieboek.nl).

Er is voor gekozen om zowel bij de SRT test van zinnen als de SRT test van cijfer triplets de spraak constant te houden en de ruis variabel. De spraak kan dan nooit te zacht worden tijdens de meting waardoor het minder goed hoorbaar is, of te hard, waardoor de spraak kan vervormen. De spraak kan op het niveau worden aangeboden waarop de proefpersoon maximaal verstaat in stilte. Op deze manier wordt bij de spraak in ruis meting bepaald hoe de S/R verhouding ligt bij het meest optimale signaal niveau.

3.6.3.1. Speech Reception Threshold (SRT) test van zinnen in ruis

Voor de aanbidding van zinnen in stilte is er op het VUmc een computerprogramma voor het onderzoek van Zekveld et al. (2007) ontwikkeld. De spraak en ruis (S/R) verhoudingen stonden in dit programma ingesteld met de ruis vast en de spraak adaptief. Het voordeel van deze instelling is, dat deze verhouding het meest overeenkomt met de situatie in het dagelijkse leven. In een rumoerige omgeving, zoals een café of in de auto, gaan mensen over het algemeen harder spreker (spraak adaptief) om boven het stoorgeluid uit te komen, wanneer de luisteraar de spraak niet goed kan verstaan.

De reden waarom er uiteindelijk toch voor de instelling spraak vast, ruis adaptief is gekozen staat onder het kopje 'spraakverstaansten in ruis' beschreven. Deze instelling was echter niet mogelijk in het computerprogramma, daarom is deze test met de OB 822 Clinical Audiometer van Madsen Electronics afgenomen en werd de adaptieve ruis handmatig ingesteld.

Bij de normaal horende proefpersonen wordt bij de eerste aanbidding de ruis 10 dB luider aangeboden dan de spraak. Bij slechthorenden en CI kandidaten wordt de intensiteit van de ruis bij de eerste aanbidding 5 dB luider gemaakt dan het spraaksignaal. Er is voor deze S/R verhoudingen gekozen, omdat het ruisniveau dan kan worden verlaagd totdat de proefpersoon de zin correct heeft verstaan. De S/R verhouding van de slechthorenden is wat minder groot, omdat bij deze groep de S/R verhouding slechter ligt dan voor normaalhorenden (Plomp en Mimpen, 1979) en de eerste zin anders te vaak herhaald moet worden.

Er worden in totaal 3 lijsten Plompzinnen afgenomen. Uit onderzoek van Hällgren (2005), blijkt dat er sprake is van een leereffect bij het testen van het spraakverstaan van zinnen. De eerste lijst wordt daarom als oefenlijst aangeboden. Van de overige twee lijsten wordt het gemiddelde genomen.

3.6.3.2 Speech Reception Threshold (SRT) test van cijfer in ruis

Bij het computerprogramma van de SRT test van cijfers in ruis hebben we in eerste instantie gekozen voor een instelling waarbij de S/R verhouding wordt bepaald waarbij zowel de spraak als de ruis variëren en het overal niveau gelijk blijft. Het voordeel hiervan is dat de spraak of de ruis nooit overdreven hard kan worden aangeboden, en dit maakt het geschikt voor CI gebruikers. Aangezien we de bepaling van de S/R verhouding toch hetzelfde wilden hebben als de andere spraakverstaan in ruis test (van zinnen) en ook gegevens uit eerder onderzoek met een andere S/R instelling waren verkregen (Smits et al., 2004), hebben we ervoor gekozen om de spraak constant te houden en de ruis variabel te maken.

Bij normaal horenden wordt bij de eerste aanbidding de ruis 10 dB luider aangeboden dan de spraak. Bij slechthorenden en CI kandidaten is dit 5 dB.

In totaal worden er 3 lijsten aangeboden. Uit nog te publiceren onderzoek door een audioloog op het VUmc, C. Smits, bleek er geen leereffect aanwezig te zijn, maar wel een gewenningseffect. De gemiddelde score wordt dus berekend aan de hand van de laatste twee lijsten.

3.7 Afnameprocedure van de talige testen

3.7.1. Lexical Decision Task (LDT)

De LDT wordt tweemaal afgenomen, omdat zowel hoogfrequente als laagfrequente woorden apart worden aangeboden.

3.7.1.1 Stimuli

De 'bestaande woorden' die gebruikt worden komen uit de CELEX database (Baayen, Piepenbrock & Gulikers, 1995). Hierin staan Nederlandse woorden opgeslagen die zijn onderverdeeld in de frequentie van het voorkomen op de miljoen. De pseudo-woorden zijn verkregen door de bestaande woorden om te vormen tot pseudo-woorden, die zowel orthografisch als fonologisch overeenkomen met Nederlandse woorden, met een programma ontwikkeld door M. van Carstere van het MRC Cognition and Brain Sciences Unit Cambridge. In de lijst met bestaande woorden komen soms 'onbeschaafde' woorden voor, zoals 'balzak' of 'porno'. Dit zijn natuurlijk geen gewenste woorden voor de test. Bij de pseudo-woorden komen soms Engelse woorden voor, zoals 'back' of 'crack'. Ook dit kan verwarring teweeg brengen bij de proefpersoon. We hebben geprobeerd deze woorden uit de database te verwijderen, dit lukte echter niet. Vandaar dat we bij het bepalen van de ranges en lijsten hebben gekeken wanneer deze woorden geen of slechts enkele keren voorkomen.

Voor de frequentiekeuze is literatuuronderzoek gedaan. Er is gekeken naar verschillende bronnen (Carreira et al. 1997; de Groot, 2002; Gold et al., 2007; Schreuder, 1997; van Heuven, 1998). De voorkeur ging uit naar onderzoeken met Nederlands talige stimuli. De begeleidende audiologen hadden het verzoek te streven naar de gemiddelde frequenties die de Groot et al. (2002) (HF M = 163, 6 en LF M = 11,9) gebruikten. De frequentierange van de laagfrequente woorden is 10 – 15. De frequentierange bij dit onderzoek is voor de hoogfrequente woorden 110 – 280. Omdat er rond de frequentie 163/ 164 (zoals de Groot et al. als gemiddelde verkregen) te weinig woorden beschikbaar waren in de CELEX database, is er gekozen voor een vrij brede frequentierange met ongeveer 166 als gemiddelde. Uit de resultaten bleek dat het verschil in reactietijd tussen deze ranges significant is ($p=0,0096$). De verschillen in reactietijd tussen de hoog en laagfrequente woorden leken echter zeer klein. Vandaar dat er bij de laatste proefpersonen, op verzoek van de audiologen, is gekozen voor de frequentie van 3 voor laagfrequente woorden.

Wat betreft de woordlengte van de stimuli, is er gekozen voor woorden met 4 tot 7 fonemen voor zowel de bestaande als pseudo-woorden. Ook deze parameter is overgenomen van de Groot (2002). Zelf gebruikten zij in hun onderzoek woorden tot 12 fonemen lang, maar hun advies was om deze op 4 tot 7 fonemen lang te houden.

3.7.1.2 Het aantal woorden

Bij de eerste aanbieding worden er 110 woorden in totaal aangeboden, waarvan 44 pseudo-woorden en 66 bestaande woorden. De eerste 10 aangeboden woorden worden gebruikt als oefenwoorden en zijn bij elke proefpersoon hetzelfde.

De test wordt via de computer afgenomen, waardoor er enige computervaardigheid van de proefpersonen wordt verwacht. De proefpersonen die minder computervaardig zijn, kunnen de handeling oefenen tijdens de eerste 10 oefenwoorden en zo bekent raken met de test.

Bij de tweede afname zijn er maar twee oefenwoorden. Er wordt vanuit gegaan dat ze tijdens de eerste afname genoeg ervaring met de test hebben kunnen opdoen. Er worden dan totaal 102 woorden aangeboden. De verdeling is dan 61 bestaande woorden en 41 pseudo-woorden.

In tegenstelling tot andere onderzoeken die een 50/50 verhouding voor bestaande en pseudo-woorden gebruiken (van Heuven et al, 1998; Gold et al., 2007; Martens & de Jong, 2006) is voor de verdeling van de testwoorden in dit onderzoek voor een verdeling 60/ 40 gekozen. De audiologen van het VUmc adviseerden deze verhouding om de gokkans kleiner te maken.

Daarnaast wordt op deze manier regelmaat in de responsen voorkomen en worden de proefpersonen alert gehouden.

3.7.1.3 Afname volgorde

Er is voor gekozen de volgorde van de afname, de hoogfrequente eerst, daarna de laagfrequente woorden, bij de laatste helft van de personen andersom af te nemen, om achteraf dan de mogelijkheid zou bestaan om te berekenen of een leereffect een rol speelt.

3.7.1.4 Instructie

Op verzoek van de audiologen is ervoor gekozen de proefpersonen de instructie te geven om zowel nauwkeurig als snel te reageren, wanneer er een bestaand of pseudo-woord in beeld verschijnt.

3.7.1.5 Responsmethode

Voordat met de pilot studie werd begonnen moesten de proefpersonen, voor een 'bestaand' of 'niet-bestaand' beoordeling van de woorden, de toetsen /j/ en /n/ toets indrukken op het toetsenbord.

Tijdens een korte voorstudie bleek dit verwarrend, omdat de toetsen erg dicht bij elkaar liggen.

Vandaar dat de instellingen in het programma is laten veranderen, zodat de /a/ en /;/ toets worden gebruikt voor de responsen. Deze toetsen liggen namelijk verder uit elkaar.

Voor de duidelijkheid zijn op deze toetsen gekleurde stickers geplakt, groen voor een bestaand woord en rood voor een pseudo-woord.

3.7.1.6 Data verwerking

Met de huidige data output van de LDT is het vrijwel onmogelijk om eenvoudig een analyse uit te voeren van correcte en incorrecte scores en de gecorrigeerde gemiddelde reactietijden.

Om dit mogelijk te maken bij de LDT, is door de technisch medewerker van het VUmc, J.M.H. van Beek, een programma gemaakt om de data output achteraf in te lezen en de gewenste uitkomstmaten weer te geven. Deze uitkomstmaten zijn de gemiddelde reactietijden die gecorrigeerd zijn met de fouten responsen, het aantal fouten wat gemaakt wordt en het percentage foutscores.

3.7.2 Progressive Demasking Task (PDT)

De PDT wordt, net als de LDT, twee maal afgenomen.

3.7.2.1 Stimuli

De stimuli die gebruikt wordt bij de PDT is hetzelfde als de stimuli die gebruikt wordt bij de LDT, namelijk de woorden uit de CELEX-database, zie hoofdstuk 3. paragraaf 7.1.1. Bij de PDT worden echter geen pseudo-woorden gebruikt, alleen de bestaande woorden.

Net zoals bij de LDT is er voor de frequentie keuze literatuuronderzoek gedaan. Uiteindelijk is, voor de frequentierange van de PDT, gekozen de gemiddelde frequentie van de Groot et al. (2002) over te nemen. De frequentierange bij de hoogfrequentie woorden (HF) is 110 – 280. De frequentierange van de laagfrequente woorden (LF) is 10 – 15.

Uit de eerste resultaten bleek dat er geen verschil in reactietijd tussen de resultaten van de HF en LF woorden was. Vandaar dat er gekozen voor een lagere frequentie van 1.

De woordlengte is hetzelfde als bij de LDT. Ook voor de PDT is de, door de Groot et al. (2002), geadviseerde woordlengte gebruikt.

3.7.2.2 Aantal woorden

Bij de eerste afname worden er 38 woorden aangeboden, waarvan 8 oefenwoorden. Bij deze test moeten de proefpersoon en proefleider samenwerken, dit kan tijdens de afname van de oefenwoorden geoefend worden. De tweede keer worden er totaal 32 woorden afgenomen, waarvan twee oefenwoorden. Er wordt vanuit gegaan dat de samenwerking tussen de proefpersoon en proefleider soepel zal verlopen, wanneer de test voor de tweede keer wordt afgenomen.

In vergelijking met de LDT is hier gekozen voor een kleiner aantal woorden. Tijdens het vooronderzoek gaven de proefpersonen aan last van hun ogen te krijgen, doordat er lange tijd geconcentreerd naar de flitsende woorden gekeken moet worden. Wanneer er tijdens de test honderd woorden werden aangeboden, werd hij te intensief en nam hij meer tijd in beslag dan de andere testen. Dit komt doordat bij de PDT veel tijd verloren gaat in het typewerk, wat bij de LDT en andere testen niet het geval is. Dit zijn de redenen dat er voor een kleinere hoeveelheid woorden is gekozen ten opzichte van de LDT.

3.7.2.3 Instructie

Op verzoek van de audiologen is ervoor gekozen de proefpersonen de instructie te geven om zowel nauwkeurig als snel te reageren wanneer er het woord in beeld verschijnt.

3.7.2.4 Respons van de proefpersoon

Aangezien er ook minder computervaardige proefpersonen deze test moeten kunnen maken, is er voor gekozen om de proefleider het woord in te laten typen nadat de proefpersoon heeft gereageerd en het herkende woord hardop heeft gezegd. Dit heeft als voordeel dat het minder tijd kost en er minder snel typfouten worden gemaakt.

Er waren echter wat problemen met de instellingen van de test. Zo bestond, met de voormalige instellingen van de PDT test, namelijk het risico dat het programma zich automatisch sloot, wanneer er een /c/ in een woord voorkwam en deze ingetoetst werd voordat er met de muis op het tekstvakje werd geklikt. Het programma moest dan helemaal opnieuw worden opgestart. De maker van het programma heeft dit op ons verzoek veranderd. De /c/ toets levert nu geen problemen meer op.

Daarnaast was de plaats van de responstoets midden op het toetsenbord. Aangezien de proefpersoon en proefleider beiden het toetsenbord gebruiken, bleek dit bij de voorstudie erg onpraktisch. Voorlopig is het programma nu zo ingesteld dat de responstoets voor de proefpersoon de /a/ toets is, die links van het toetsenbord zit, zodat de onderzoeker rechts van de proefpersoon kan zitten en typen.

3.7.2.5 Data verwerking

Net als voor de LDT is een programma gemaakt om de data output achteraf in te lezen en de gewenste uitkomstmaten weer te geven. Bij de PDT zijn dit het aantal fouten, het foutpercentage en de gemiddelde gecorrigeerde reactietijden.

3.7.3. Text Reception Threshold (TRT) test

3.7.3.1 Stimuli

Bij de afname van de TRT kan worden gekozen voor het gebruik van de VUmc98 zinnen die door Versfeld et al. (2000) zijn ontwikkeld of voor de 'Plomp zinnen' (Plomp en Mimpen, 1979). Voor dit onderzoek is er gekozen voor de VUmc98 zinnen, omdat deze uit 39 lijsten bestaat in tegenstelling tot de Plomp zinnen, die slechts uit 10 lijsten bestaat. Bij testen waarbij zinnen gebruikt worden, moet rekening gehouden dat bij herhaalde aanbieding de herkenning een grote rol invloed heeft op de score. Aangezien we voor de afname van de SRT in stilte en in ruis in totaal 6 lijsten nodig hebben, zouden er nog slechts 4 lijsten over blijven die tijdens de TRT afgenomen kunnen worden, terwijl we hiervoor 5 lijsten nodig hebben. Er zou dan een lijst moeten worden herhaald, wat de testresultaten beïnvloed. Het gebruik van de VUmc98 zinnen bij een test die in verband zal worden gebracht met een test waarbij Plompzinnen gebruikt worden, zou in principe moeten kunnen, omdat de zinnen vrijwel identiek zijn. De VUmc98 zinnen zijn ontwikkeld op basis van dezelfde eigenschappen van de Plompzinnen (Versfeld et al., 2000)

3.7.3.1 Respons van de proefpersoon

De proefpersoon leest de zinnen hardop voor. Er is voor gekozen om pas door te gaan naar het volgende item, vijf seconden nadat de zin door de proefpersoon is opgelezen. Uit de eerste proefafnamen bleek dat er te snel wordt doorgeslagen naar het volgende item, terwijl de proefpersoon nog aan het herformuleren is. Daarnaast is het belangrijk dat de proefleider naast de proefpersoon zit. Uit de eerste afnamen bleek dat de proefpersonen tijdens de test non-verbaal om bevestiging vragen of opmerkingen over de zinnen maken. Wanneer de proefleider naast de proefpersoon zit wordt hier minder gelegenheid toe gegeven.

3.7.3.2 Aantal metingen

De TRT test wordt vijf maal afgenomen. Uit het onderzoek van Zekveld et al., 2007 bleek een leereffect aanwezig te zijn, wanneer er zes lijsten werden afgenomen. Dit was alleen het geval, wanneer de eerste lijst werd meegenomen in de totale berekening. Op advies van Zekveld zijn er tijdens dit onderzoek vijf lijsten afgenomen, waarvan de eerste ook zal worden weggelaten i.v.m. het leereffect. Het gemiddelde van vier lijsten geeft ook een nauwkeurige uitkomst.

4 . Conclusie en aanbevelingen voor de ontwikkeling van de testbatterij

De testbatterijen voor de vier verschillende doelgroepen waren in het begin van het onderzoek nog niet bruikbaar, ze waren alleen globaal beschreven op papier. Er moesten nog veel beslissingen worden genomen over de testinstellingen, afnameprocedure en meetcondities. Ook moest er een meetopstelling worden gemaakt, de programmering van sommige testen worden aangepast en de meetapparatuur geijkt worden. Daarnaast moesten er anamnese en scoreformulieren gemaakt worden (zie bijlage II), de afnamemethode bepaald worden en een heldere instructie geschreven worden. Er is tijdens proef afnames bekeken of de testen afneembaar waren, hoeveel tijd ze in beslag namen en welke volgorde van de afname gunstig was. Verder werd er gekeken of de data output de gegevens leverde die van belang waren.

Voor het ontwikkelen van de testbatterij was de volgende vraag opgesteld:

Zijn er aanpassingen nodig in de testbatterij qua testinstellingen, meetcondities, instructie, stimuli, responsmethode, data output, afnameduur of volgorde van afname?

Er waren én zijn veel aanpassingen nodig op deze punten voor de verschillende testen. De testbatterij is momenteel echter wel voor een groot deel bruikbaar voor normaal horenden, slechthorenden en CI kandidaten. De testbatterij voor de CI gebruikers is nog niet afgenomen bij CI gebruikers. Twee van de testen uit de testbatterijen, de lexical decision task (LDT) en de progressive demasking task (PDT) zijn nog niet bruikbaar. De overige testen zijn dit in principe wel. De Text reception threshold (TRT) test en de speech reception threshold (SRT) test van zinnen in ruis zijn echter nog niet helemaal gebruiksvriendelijk. In de aanbevelingen, hieronder weergegeven, zijn de aanpassingen te vinden die nodig zijn voor het geschikt maken van de testbatterij met het doel waarvoor hij beoogd is.

Testinstellingen

De SRT test van zinnen in ruis zal beter via het computerprogramma afgenomen worden i.p.v. met de handmatige audiometer. De voordelen hiervan zijn dat de lijsten dan at random aangeboden worden en dat de data elektronisch beschikbaar is, wat tijd scheelt en de kans op rekenfouten uitsluit. Hiervoor zal een computerprogramma geschreven moeten worden, waarbij de instelling spraak vast, ruis variabel een optie moet zijn. De mogelijkheid om de SRT test van zinnen in stilte ook via een computerprogramma af te nemen en te scoren per lettergreep moeten worden uitgezocht en zal dezelfde voordelen hebben.

Instructie

Het bleek dat sommige proefpersonen het bij de LDT en PDT lastig vonden om zowel nauwkeurig als snel te reageren. Sommigen richtten zich daardoor meer op snelheid en anderen meer op nauwkeurigheid. Bij naslag in de literatuur bleek dat er een groot verschil in reactietijden en

foutpercentage was wanneer de instructie gericht was op óf snel óf nauwkeurig reageren (Wagenmakers et al., 2008). Bij de instructie om snel te reageren worden er meer fouten gemaakt, maar is de gemiddelde reactietijd sneller. Bij de instructie nauwkeurig te reageren worden er minder fouten gemaakt en is de gemiddelde reactietijd sneller. Wanneer ervoor gekozen wordt om de instructie nauwkeurig reageren te geven, al dan niet in combinatie met snel reageren, moet er een manier worden bedacht waarop gewaarborgd en gecontroleerd wordt of de proefpersoon ook echt 'nauwkeurig' reageert. Hierbij valt te denken aan controle vragen tussen de woorden door.

Stimuli

In de CELEX woordenlijst die gebruikt wordt bij de PDT en de LDT staan soms woorden zoals 'balzak', 'orgasme' of 'porno', die niet gepast zijn. Daardoor zou de concentratie tijdens de test kunnen verminderen waardoor de reactietijd wordt beïnvloed. Bij de pseudo-woorden komen soms Engelse woorden voor, zoals 'back', wat verwarring kan opleveren, ook al wordt in de instructie vermeld dat het om bestaande Nederlandse woorden gaat. Er zal moeten worden uitgezocht hoe deze woorden uit de database weggelaten kunnen worden, zodat het schuiven met frequentieranges en selecteren van lijsten geen ongewenste woorden teweeg brengen. Een ander punt dat de reactietijd kan beïnvloeden is dat er bij de PDT en de LDT woorden uit dezelfde database worden geselecteerd, waardoor bij gebruik van dezelfde frequentierange dezelfde woorden in beide test voorkomen, ondanks het selecteren van een andere lijst. Er zal moeten worden uitgezocht hoe dit probleem kan worden aangepakt wanneer het de keuze is om bij de PDT en de LDT woorden uit dezelfde frequentierange te gebruiken. Een mogelijkheid kan zijn om de lijsten die geselecteerd kunnen worden binnen een bepaalde frequentierange, op een dusdanige manier te laten selecteren, dat er geen overlap van woorden tussen de lijsten plaatsvindt.

Responsmethode

De huidige responsmethode van de PDT is onpraktisch. De proefpersoon en onderzoeker werken met hetzelfde toetsenbord. Dit heeft als nadeel dat de proefpersoon, nadat hij of zij op de responstoets (de toets /a/) heeft gedrukt en het woord hardop zegt, zijn of haar vinger iedere keer van de /a/ toets moet verwijderen, zodat de onderzoeker het woord kan intypen. Bij het volgende woord moet de proefpersoon de responstoets weer opzoeken. Hierdoor kan de responstoets gemakkelijk verwisseld worden met de omliggende toetsen. Instellen dat de control toets (/Ctrl/) de responstoets wordt, zal al enige verbetering opleveren, maar een aparte responstoets zal hiervoor de beste oplossing zijn.

Bij de LDT is de responsmethode door de nieuwe instellingen beter geworden dan voorheen. Wanneer deze test veelvuldig zal worden afgenomen in vervolgonderzoek en mogelijk later voor klinisch gebruik, verdient het echter aanbeveling om twee knoppen los van een toetsenbord, zoals de responsknoppen bij de audiometer, te gebruiken. Het nadeel van het gebruik van het

toetsenbord is namelijk dat computervaardigheid mogelijk een rol speelt en er een kans bestaat dat de responstoetsen met de omliggende toetsen worden verward.

Data output

De output van de PDT en de LDT worden in een Excel bestand getoond en moeten achteraf met een programma worden ingelezen om de uitkomsten te verkrijgen die belangrijk zijn voor de analyse. Hierbij is de aanbeveling de PDT en LDT zo te programmeren, dat direct de gewenste uitkomstmaten worden berekend en weergegeven.

Bij het huidige onderzoek is ervoor gekozen om de gemiddelde reactietijden te laten zien die gecorrigeerd zijn op de foutscores. Er moet worden besloten of in vervolg onderzoek ook naar de gecorrigeerde data wordt gekozen, of dat er op een andere manier rekening wordt gehouden met de foutscores. Proefpersonen die veel fouten maken hebben over het algemeen ook snellere reactietijden, maar kunnen eigenlijk niet goed worden vergeleken met proefpersonen die weinig tot geen fouten maken.

DEEL II: PILOT STUDIE

Inleiding

Binnen het werkveld logopedie en ook op de afdeling audiologie van het VUmc wordt er veel verschil gevonden tussen de maximale spraakverstaansresultaten van CI gebruikers. De één kan na een aantal weken intensieve revalidatie alledaagse zinnen verstaan zonder gebruik te maken van het spraakafzien, terwijl anderen dit niveau na een jaar nog niet behaald hebben. Lang werd er gedacht dat alleen de auditieve factor van invloed was op deze resultaten. Dat deze gedachte niet juist was blijkt uit onderzoek van onder andere Plomp en Mimpen (1979). Zij toonden aan dat het niet mogelijk was een goede schatting van het spraakverstaan te maken op basis van alleen audiometrische drempels. Dit bleek ook uit recenter onderzoek van onder andere George et al. (2006) en Pichora-Fuller (2003) bij normaal horenden en slechthorenden. Zij hebben tijdens hun onderzoek aangetoond dat ook cognitieve factoren van belang zijn. Ook Suprenant en Watson (2001) deden deze bevinding. Zij stellen dat ook de taalvaardigheden van invloed kunnen zijn op het spraakverstaan.

Op de afdeling audiologie van het VUmc wordt er geprobeerd een verklaring te vinden voor de grote variabiliteit in het maximale spraakverstaans-resultaat bij volwassen CI gebruikers. Deze verklaring proberen ze te vinden door de invloed van de auditieve en cognitieve factoren op het spraakverstaan in ruis te onderzoeken.

Onze pilot studie maakt deel uit van dit onderzoek. Het richt zich specifiek op de invloed van de taalvaardigheden op het spraakverstaan bij normaalhorenden, om een referentiekader voor CI gebruikers te verkrijgen. Aan de hand van de spraakverstaanstesten en talige testen wordt er gekeken naar de relatie tussen de taalvaardigheden en het spraakverstaan.

Om deze relatie duidelijk te krijgen, moet de volgende onderzoeksvraag beantwoordt worden:

Is taalvaardigheid, gemeten met de Text Reception Threshold test, de Lexical Decision Task en de Progressive Demasking Task, een voorspeller voor het spraakverstaan in ruis, gemeten met de Speech Reception Threshold test van zinnen in ruis?

- Voorspelt de Text Reception Threshold (TRT) test de SRT?
- Voorspelt de Lexical Decision Task (LDT) de SRT?
- Voorspelt de Progressive Demasking Task (PDT) de SRT?

Ondanks dat de testbatterij nog niet geheel klaar is voor gebruik, wordt er toch begonnen met het onderzoek. Ten eerste, omdat hierdoor de opzet van de testbatterij geëvalueerd kan worden. Ten tweede, omdat er binnen de onderzoeksperiode van het afstudeerproject data verzameld kan worden zodat er met enige voorzichtigheid een antwoord kan worden gegeven op de onderzoeksvraag.

5. Methode

5.1 Proefpersonen

De testbatterij werd bij drie verschillende onderzoeksgroepen afgenomen in de leeftijd van 20 tot 80 jaar, onderverdeelt in decades. De onderzoeksgroepen waren normaal horenden, slechthorenden en CI kandidaten. De testbatterij werd bij 24 normaal horenden, acht slechthorenden en twee CI kandidaten afgenomen.

Alle proefpersonen uit de verschillende onderzoeksgroepen voldeden aan de onderstaande inclusie en exclusiecriteria:

<i>Inclusie criteria</i>	<i>Exclusie criteria</i>
- Volwassen leeftijd (>20 jaar) - Normaal (of normaal gecorrigeerde) visus - Moedertaal: Nederlands - Minimaal basisonderwijs voltooid - Lichamelijk en geestelijk gezond	- Kleurenblind (Ishihara test) - Dyslexie of andere leesstoornissen - Dementie

Per onderzoeksgroep waren er nog extra inclusiecriteria:

- Bij de normaalhorende proefpersonen ligt de Fletcher Index (FI) over de waarden 500, 1000, 2000 en 4000 kHz gemiddeld maximaal 10 dB slechter dan de leeftijdsgerelateerde FI (Spoor e.a.,1966).
- Bij de slechthorende proefpersonen ligt de FI, over de waarden 500, 1000, 2000 en 4000 kHz gemiddeld, minimaal 10 dB slechter dan de leeftijdsgerelateerde FI (Spoor e.a., 1966).
- De CI kandidaten moesten audiologisch geïndiceerd zijn voor een CI, wat inhoudt dat het spraakverstaan van cvc-woorden, met twee hoortoestellen na optimale hoortoestelrevalidatie, op 75 dB kleiner is dan 40%. Of wanneer er sprake is van ernstig progressieve slechthorendheid en vermoed wordt dat het spraakverstaan zeer binnenkort minder dan 40% zal bedragen.
- De slechthorende, CI kandidaten en CI gebruikers moeten postlinguaal doof zijn, dit houdt in dat de ernstige slechthorendheid na hun 5^e jaar is ontstaan.

Aan de hand van de inclusie- en exclusie criteria zijn de onderstaande onderzoeksgroepen verkregen.

De groep normaal horende proefpersonen bestond uit 9 mannen en 15 vrouwen tussen de 22 en 69 jaar. Het grootste gedeelte (n=16) van de groep was hoogopgeleid (HBO en WO). Een aantal

was op dit moment nog bezig met hun HBO of WO opleiding (n=2). En het overige gedeelte (n=6) heeft middelbaar onderwijs als hoogste niveau.

De slechthorende groep bestaat uit zes mannen en twee vrouwen tussen de 31 en 78 jaar. Zeven van de slechthorende proefpersonen zijn hoogopgeleid en één heeft middelbaar onderwijs voltooid. De mate van gehoorverlies varieert binnen de groep. Er zijn twee proefpersonen met een licht gehoorverlies (15- 30 dB), drie met een matig gehoorverlies (30 – 60 dB) en drie met een ernstig gehoorverlies (60-90 dB). Binnen de groep zijn er drie proefpersonen die geen hoortoestel dragen. Van de overige vier dragen er drie beiderzijds hoortoestellen en één proefpersoon draagt één hoortoestel.

De groep CI kandidaten (n=2) bestond uit een man van 51 jaar en een vrouw van 58 jaar. Beiden hebben een MBO studie afgerond. De mate van slechthorendheid was bij beide ernstig/ doof (FI > 90 dB). Beiden waren hoortoestel dragers, hoewel de bijdrage van de hoortoestellen niet heel groot meer is. Door logistieke redenen en tijdgebrek was het niet mogelijk om meer CI kandidaten te zien. Ook de onderzoeksgroep 'CI gebruikers' valt door deze redenen buiten dit onderzoek.

Mannelijke en vrouwelijke proefpersonen zijn zo gelijkmatig mogelijk verdeeld over de leeftijdscategorieën.

Tabel 1. Eigenschappen van 34 proefpersonen uit de verschillende onderzoeksgroepen. SRT = Speech Reception Threshold, FI= gemiddelde gehoordrempel (dB) op 500, 1000, 2000 en 4000 Hz, AD = rechteroor, AS = linkeroor

Leeftijdsgroep	Aantal (v/m)	Leeftijd Gem in j. (min/max)	Opleiding: middelbaar/ hoogopgeleid*	FI AD (min/max)	FI AS (min/max)
Aantal NH	24 (15/9)	40 (22/69)	6/18	8 (0/20)	7 (-4/19)
Aantal SH	8 (6/2)	58 (31/78)	1/7	54 (18/108)	51 (19/91)
Aantal CI kand	2 (1/1)	55 (51/58)	0/2	>90	>90
Totaal aantal pp	34 (22/12)	45 (22/78)	7/27		

* Middelbaar onderwijs staat voor MAVO, HAVO, VWO en MBO. Hoger onderwijs staat voor HBO en WO

5.2 Afnameprocedure

De afnameprocedure is gericht op drie verschillende onderzoeksgroepen: normaal horenden, slechthorenden en CI kandidaten. De onderzoeksgroep CI gebruikers valt helaas buiten ons onderzoek. Deze groep kon om onder andere logistieke redenen en tijdgebrek niet gezien worden tijdens onze afstudeerperiode en zal in vervolgonderzoek worden meegenomen. De volgorde van de testafname is af te leiden uit de testprotocollen, welke zijn toegevoegd als bijlage 1.

5.2.1 Screeningstesten

Om de proefpersonen te includeren of te excluderen tot het onderzoek, zullen er eerst gegevens worden verzameld als screening op de criteria, gegeven in hoofdstuk 5 paragraaf 1. Voor het noteren van de testresultaten hebben we een formulier voor alle drie de onderzoeksgroepen in Word gemaakt. Deze formulieren bestaan uit verschillende kopjes (de testen) met daaronder tabellen en zijn in bijlage 2 te vinden. De testresultaten kunnen tijdens het onderzoek op het uitgeprinte formulier in de tabellen worden ingeschreven. Daarna worden de testresultaten ingevoerd in een database van Microsoft Office Excel 2003.

5.2.1.1 Korte anamnese

Afname

Voor dit onderzoek hebben we een anamneselijst voor elke onderzoeksgroep apart opgesteld (zie bijlage II). De anamneselijst verschilt per onderzoeksgroep, omdat er per onderzoeksgroep andere variabelen van belang zijn. Als eerst worden in deze lijst de persoonlijke gegevens genoteerd. Daarna de informatie die van belang is voor het includeren of excluderen van de proefpersoon en als laatste de variabelen die van invloed kunnen zijn op de testresultaten. De korte anamnese duurt bij elke onderzoeksgroep maximaal tien minuten.

Materiaal

Anamneselijst voor de normaal horenden, slechthorenden of CI kandidaten.

5.2.1.2 Ishihara test

Testafname

De Ishihara test wordt bij alle onderzoeksgroepen afgenomen.

Het is een kleurenblindheidstest die wordt afgenomen op de computer. De proefpersonen krijgen 13 gekleurde platen te zien met daarop getallen in telkens andere kleuren. Er kan naar de volgende plaat worden overgegaan door op de page-down toets op het toetsenbord te drukken. Het gehele onderzoek moet de proefpersoon op een afstand van 75 cm van het beeldscherm zitten. Als alle 13 getallen correct zijn herkend, is er geen sprake van een kleurenblindheidstoornis. Wanneer er sprake is van één of meer fouten, kan de Text Reception Threshold test niet worden afgenomen in verband met het kleurgebruik in de test. De afname van de Ishihara test neemt ongeveer twee minuten in beslag.

Testmateriaal

De Ishiharatest wordt op een Dell Pentium III met Windows 2000 professional afgenomen. Voor de afname is een .zip bestand gebruikt waarin de afbeeldingen van de Ishihara cijferplaten waren opgeslagen en een programma om de afbeeldingen te kunnen openen. Wij gebruiken Photoview.

Instructie voor alle proefpersonen (NH, SH, CI kand)³

‘We gaan straks een test afnemen waarin kleuren worden gebruikt. Om kleurenblindheid uit te sluiten, doen we nu met u een kleurenblindheidsscreening.

U krijgt zo 13 verschillende platen achter elkaar te zien. Op elke plaats staat een getal. Lees het getal dat u ziet hardop voor.

Heeft u nog vragen?’

5.2.2 Standaard audiometrisch onderzoek

5.2.2.1 Toon audiometrie

Testafname

Het toonaudiogram wordt bij de drie verschillende onderzoeksgroepen afgenomen: de normaalhorenden, de slechthorenden en de CI kandidaten. Wanneer de proefpersoon een patiënt van het VUmc is, wordt het audiogram uit de status overgenomen. Dit kan alleen als het audiogram niet ouder is dan 6 maanden.

De CI kandidaten zijn allen bekend op het VUmc. Van hen is er een recent toonaudiogram aanwezig in de status, welke gemaakt is tijdens het CI selectietraject.

Het toonaudiogram wordt afgenomen volgens de afnameprocedure van de afdeling audiologie van het VUmc. In principe komt deze procedure overeen met de methode van de Nederlandse Vereniging van Audiologie (NVA) (www.audiologieboek.nl). Er zijn echter een paar kleine verschillen. Er wordt al gemaskeerd wanneer het verschil tussen de luchtgeleidingsdrempels van het linker en rechter oor bij een bepaalde frequentie groter is dan 15dB. En wanneer het verschil tussen de luchtgeleidingsdrempel en de beengeleidingsdrempel bij een bepaalde frequentie groter of gelijk is aan 15dB. Dit is alleen het geval, wanneer de luchtgeleidingsdrempel gelijk aan of slechter ligt dan 20 dB van de normaallijn. De afnameduur van het audiogram verschilt van acht minuten tot 20 minuten per onderzoeksgroep (resp. normaalhorenden en slechthorende/CI kandidaten).

Testmateriaal

Het toonaudiogram wordt handmatig met de OB 822 Clinical Audiometer van Madsen Electronics afgenomen, waarbij de tonen via een TDH39 koptelefoon, met Circum Oral kappen, worden aangeboden. De gevonden drempels worden genoteerd in de tabel onder het kopje ‘toonaudiogram’ op het scoreformulier.

Instructie (NH en SH)

‘U krijgt zo verschillende tonen te horen via de koptelefoon. Elke keer als u een toon hoort, drukt u op de knop. Ook als de toon heel zacht of ver weg klinkt. Heeft u nog vragen?’

³ NH = normaal horenden, SH = Slechthorenden, CI kand = Cochleaire Implantaat kandidaten
Slechthorenden en CI kandidaten krijgen de instructie bij alle testen zowel mondeling als schriftelijk aangeboden.

5.2.2.2 Spraakaudiogram

Testafname

Het spraakaudiogram wordt bij alle drie de groepen afgenomen. Wanneer de proefpersoon een patiënt van het VUmc is, wordt het spraakaudiogram uit de status overgenomen. Dit kan alleen als het audiogram niet ouder is dan 6 maanden.

Bij slechthorende proefpersonen wordt het spraakaudiogram zowel met als zonder hoortoestel afgenomen wanneer ze niet bekend zijn bij het VUmc. De CI kandidaten zijn allen bekend op het VUmc, dus wordt alleen het spraakaudiogram met hoortoestellen bij hen afgenomen.

Het toonaudiogram wordt afgenomen volgens de methode van de NVA (www.audiologieboek.nl). Hieronder staan de verschillende werkwijzen per onderzoeksgroep beschreven.

Testafname bij normaalhorenden

De woordenlijsten worden via de koptelefoon gepresenteerd. De eerste lijst wordt op 50dB aangeboden en de 2^e lijst op 30dB. Wanneer er op 50dB nog geen 100% wordt verstaan, worden ook op een intensiteit van 60dB woorden gepresenteerd.

In totaal duurt de afname van het spraakaudiogram bij de normaalhorende onderzoeksgroep tien minuten.

Testafname bij slechthorenden zonder hoortoestellen (htt)

Bij de slechthorenden wordt met het 'beste' oor begonnen met meten. Als uitgangspunt voor de startintensiteit wordt begonnen op een geluidsniveau in het midden van de hoorspan voor 1000 Hz in het toonaudiogram.

De functie van niveau wordt gemeten tussen de intensiteit waarbij minder dan 50% van de woorden wordt verstaan tot 10 dB voor het niveau waarop de spraak als onaangenaam luid wordt aangegeven. Vanaf een spraakniveau van 70 dB wordt het andere (contralaterale) oor gemaskeerd.

De afname duurt ongeveer 15 minuten bij slechthorenden.

Testafname bij slechthorenden met hoortoestellen (htt)

De slechthorenden mogen beide hoortoestellen inhouden/ indoen. De eerste lijst wordt op 60 dB aangeboden. De functie van niveau wordt gemeten tussen de intensiteit waarbij minder dan 50% van de woorden wordt verstaan tot 80 dB. Harder dan 80 dB kan er niet gemeten worden, omdat dan het geluid vervormt door de luidspreker.

De afname duurt ongeveer 10 minuten.

Testafname bij CI kandidaten

De CI kandidaten mogen het hoortoestel, in het oor wat niet geïmplant wordt, uit doen. In het andere oor krijgen zij een dop. De afname en afnameduur komen verder overeen met de afname van de slechthorenden met hoortoestellen.

Testmateriaal

Het spraakaudiogram wordt met de OB 822 Clinical Audiometer van Madsen Electronics afgenomen, waarbij de woorden via een TDH39 koptelefoon met Circum Oral kappen of de JBL 446 luidspreker worden aangeboden. De woordlijsten die gebruikt worden zijn de 'Bosman lijsten' (NVA-lijsten). Deze woorden staan op CD. De CD speler die gebruikt wordt is de Sony CDP-XE500. De woorden worden gescoord op het formulier 'spraakaudiometrie' van het VUmc audiologisch centrum. De uiteindelijke spraakverstaanscores worden genoteerd onder het kopje 'spraakaudiogram' op het scoreformulier.

Instructie (NH, SH zonder htt)

'U krijgt zo woorden te horen via de koptelefoon. U mag de woorden nazeggen. De woorden worden steeds zachter aangeboden. Als u maar een deel van het woord verstaat, probeer dan de klank(en) die u gehoord heeft na te zeggen of te raden welk woord het is geweest.

Heeft u nog vragen?'

Instructie (SH met htt)

'(U mag uw hoortoestellen in doen). U krijgt zo (weer) woorden te horen via de luidspreker. U mag de woorden nazeggen. De woorden worden steeds zachter aangeboden. Als u maar een deel van het woord verstaat, probeer dan de klank(en) die u gehoord heeft na te zeggen of te raden welk woord het is geweest. Heeft u nog vragen?'

Instructie (CI kand.)

'U mag uw hoortoestel in het oor dat niet geïmplant wordt (links/ rechts) uitdoen. In dat oor krijgt u een dop. U krijgt dan woorden te horen via de luidspreker. U mag de woorden nazeggen. De woorden worden steeds zachter aangeboden. Als u maar een deel van het woord verstaat, probeer dan de klank(en) die u gehoord heeft na te zeggen of te raden welk woord het is geweest. Heeft u nog vragen?'

5.2.2.3 Spraakdiscriminatie op het maximaal spraakverstaansniveau

Deze test wordt alleen bij slechthorenden en CI kandidaten afgenomen om het maximale spraakverstaansniveau nauwkeurig te meten. Bij normaal horenden kan er vanuit worden gegaan dat wanneer het 100% punt bereikt is, er sprake is van een plafond effect (Bosman et al., 1995). Bij slechthorenden wordt deze test zowel met hoortoestellen als zonder hoortoestellen afgenomen, wanneer zij niet bekend zijn op het VUmc. Er worden in totaal twee extra lijsten op het maximale spraakverstaansniveau aangeboden en hiervan wordt het gemiddelde berekend voor een meer exacte uitkomst. De afname duurt 5 minuten.

Testmateriaal

Zie testmateriaal 'Spraakaudiometrie'

Instructie (SH zonder htt, SH met htt, CI kand.)

'(U mag uw hoortoestellen indoen). U krijgt via de koptelefoon 2 lijsten met woorden te horen. U mag deze nazeggen, net als bij de vorige test. Heeft u nog vragen?'

5.2.3 Het testen van de auditieve factoren die een rol spelen in het spraakverstaan (in ruis)

5.2.3.1 Spraakverstaanstesten in stilte

5.2.3.1.1 Spraakverstaanstest van zinnen in stilte

Testafname

Deze test wordt alleen afgenomen bij de slechthorende onderzoeksgroep en de CI kandidaten, om te onderzoeken hoe het spraakverstaan van zinnen in stilte ze vergaat. Er wordt vanuit gegaan dat normaal horenden op spraakverstaanstesten van zinnen in stilte een 100% score halen (Rodenburg en Hanssens, 1998) op de normale spraakluidheid (60 dB), vandaar dat deze test niet bij normaal horenden wordt afgenomen.

De slechthorenden en CI kandidaten hebben bij deze test hun hoortoestel(len) in. Via de luidspreker worden drie lijsten van 13 zinnen aangeboden op het maximale spraakverstaansniveau. De intensiteit waarop de zinnen worden aangeboden wordt ingesteld op de audiometer.

De proefpersoon dient het gehele onderzoek op een afstand van 70 cm van de luidspreker te zitten. De test wordt afgebroken indien er geen enkele correcte respons volgt op de eerste drie zinnen. Op een scoreformulier noteert de onderzoeker hoeveel syllaben er correct herhaald worden. Dit wordt gedeeld door het totaal aantal lettergrepen in de lijst en vermenigvuldigd met 100, wat resulteert het percentage spraakverstaan van zinnen in stilte. Tot slot wordt het gemiddelde van de twee laatst gemeten zinnenlijsten berekend. Deze test neemt 10 minuten in beslag.

Testmateriaal

De Plomp-zinnen (Plomp en Mimpfen, 1979) worden via de OB 822 Clinical Audiometer van Madsen Electronics en de JBL 44 luidspreker aangeboden.

Alle lijsten staan op CD, die wordt afgespeeld via de Sony CDP-XE500 CD speler. De zinnen worden per syllabe gescoord op formulier 'spraakverstaan Plomp-zinnen' van het VUmc audiologisch centrum. De uiteindelijke spraakverstaanscore wordt genoteerd onder het kopje 'Spraakverstaan in stilte; SRT zinnen (Plomp)' op het scoreformulier.

Instructie (SH, CI kand)

'U krijgt zo zinnen te horen via de luidspreker. U mag deze zinnen nazeggen. Als u de zin niet helemaal verstaat mag u de woorden die u wel verstaan heeft nazeggen. Of naar de zin raden. Heeft u nog vragen?'

5.2.3.1.2 Spraakaudiogram van cijfer triplets in stilte

Testafname

Het spraakverstaan van cijfer triplets als functie van het geluidsniveau wordt afgenomen bij CI kandidaten en slechthorenden. Deze test wordt niet afgenomen bij normaal horenden, omdat er vanuit wordt gegaan dat zij hierop dezelfde of betere scores halen dan bij het spraakaudiogram met cvc woorden.

De cijfercombinaties staan in een computerbestand en worden via de luidspreker gepresenteerd. Eén set cijfercombinaties bestaat uit 12 presentaties. Elke presentatie bestaat uit 3 verschillende cijfers tussen de 0 en 9. De proefpersoon zit de gehele test op een afstand van 70 cm van de luidspreker. Er wordt begonnen op een startintensiteit van 60 dB. Daarna wordt met stappen van 10 dB het geluidsniveau verlaagd, totdat er minder dan 50% van de cijfercombinaties wordt verstaan. Vervolgens worden nog twee sets van cijfercombinaties gepresenteerd bij de geluidsniveau's van 70 en 80 dB. De onderzoeker typt de cijfercombinaties die de proefpersoon heeft opgezegd in op het toetsenbord. Voor elke correct herhaald cijfer wordt een score van 3% gegeven. De behaalde scores worden door de computer in een grafiek afgezet tegenover de intensiteit waarmee de cijfercombinaties zijn aangeboden. Deze test duurt ongeveer 7 minuten

Testmateriaal

Het aangeboden spraaksignaal zijn de door Smits (2004) ontwikkelde cijfertriplets. Het cijfertriplet audiogram wordt afgenomen via de computer, die via de Creative SoundBlaster Audigy 2, verbonden wordt met de Creative Gigaworks T20 luidspreker.

De testresultaten worden weergegeven in een access bestand. Deze kunnen dan genoteerd worden onder het kopje 'Spraakverstaan in stilte; SRT cijfer triplets; functie van niveau' op het scoreformulier.

Instructie (SH, CI kand)

'U krijgt zo cijfercombinaties van drie getallen (bijv. 2 - 5 - 4) te horen via de luidspreker. U mag de cijfers nazeggen in dezelfde volgorde. Als u niet alle drie de cijfers verstaat, probeer dan te raden welke cijfers genoemd zijn. De series cijfercombinaties worden steeds zachter aangeboden. Heeft u nog vragen? '

5.2.3.1.3 Spraakdiscriminatie op het maximale spraakverstaanniveau

Testafname

Om bij de slechthorende en CI kandidaten een nauwkeurige meting te krijgen van de maximale spraakdiscriminatie van cijfertriplets en een toevalstreffer uit te sluiten, worden bij deze twee groepen proefpersonen op het maximale spraakverstaansniveau nog twee extra woordenlijsten, voor beide oren afzonderlijk, aangeboden via de koptelefoon. Van de drie lijsten wordt de gemiddelde score berekend. De afname duurt ongeveer 5 minuten

Testmateriaal en instructie

Zie 'Spraakaudiogram van cijfer triplets in stilte'

5.2.3.2 Spraakverstaanstesten in ruis

5.2.3.2.1 Speech Reception Threshold (SRT) test met zinnen in ruis

Testafname

Deze test wordt bij alle drie de onderzoeksgroepen afgenomen. De slechthorenden en CI kandidaten hebben hun hoortoestel(len) in.

Via de luidspreker worden drie lijsten van 13 zinnen aangeboden op het maximale spraakverstaansniveau. Tegelijkertijd wordt ruis uit dezelfde luidspreker aangeboden, die bij de eerste zin luider is dan de spraak. De spraak is constant en de ruis adaptief. Bij slechthorenden wordt begonnen met een spraak ruis verhouding van -10 dB en bij slechthorenden met -5 dB. De proefpersoon dient het gehele onderzoek op een afstand van 70 cm van de luidspreker te zitten. De eerste zin wordt herhaald totdat de proefpersoon de zin juist verstaat. Hiertoe wordt de spraak met stappen van 4 dB verhoogd totdat de proefpersoon de zin correct verstaat. De tweede tot en met de 13^e zin worden één keer aangeboden waarbij de spraak met 2 dB wordt verlaagd na een correcte respons en met 2 dB verhoogd na een incorrecte respons. Een correcte score wordt behaald indien de hele zin correct is verstaan.

Deze stappen worden allemaal handmatig met de audiometer ingesteld.

De SRT van zinnen in ruis wordt berekend aan de hand van de gemiddelde spraak ruis verhouding van zin 5 t/m zin 14. De lijst bestaat uit 13 zinnen en de 14^e zin wordt niet aangeboden, maar wordt berekend aan de hand van de respons op de 13^e zin. De test wordt afgebroken indien er geen correcte respons wordt bereikt bij de herhalingen van de eerste zin. Als uitkomstmaten worden het gemiddelde spraak niveau dat vereist was om 50% van de zinnen correct te herkennen en de gemiddelde standaarddeviatie in een Excel bestand weergegeven. De afnameduur van de test is tien minuten.

Testmateriaal

Het spraakmateriaal is hetzelfde als dat wat wordt gebruikt bij de test van zinnen in stilte (Plomp zinnen). De SRT test van zinnen in ruis wordt afgenomen via de audiometer OB 822 van Madsen Electronics en een Sony CDP-XE500 cd speler. De ruis die wordt gebruikt is stationaire ruis. De

SRT van zinnen in ruis en de standaarddeviaties van de drie lijsten worden weergegeven in een excel-bestand. Deze worden genoteerd onder het kopje 'Sprakverstaan in ruis; SRT zinnen (Plomp)' op het scoreformulier.

Instructie (NH, SH, CI kand)

'U krijgt zo zinnen en ruis tegelijkertijd te horen. U mag de zinnen nazeggen. U zult ongeveer de helft van de zinnen niet goed kunnen verstaan. Dit hoort bij de test en is dus niet erg. Als u de zin niet helemaal verstaat, mag u raden of de woorden die wel verstaan heeft nazeggen. Het gaat erom dat u de hele zin goed nazegt. De eerste zin wordt herhaald totdat u hem goed kunt verstaan. Heeft u nog vragen?'

5.2.3.2.2 Speech Reception Threshold (SRT) test van cijfers in ruis

Testafname

De SRT test met van cijfers in ruis wordt afgenomen bij alle onderzoeksgroepen. Bij deze test worden drie sets cijfer triplets gepresenteerd. Een set triplets bestaat uit 23 presentaties. De proefpersoon dient op een afstand van 70 cm recht voor de luidspreker te zitten. Het spraaksignaal wordt aangeboden op de intensiteit, waarop het maximale niveau met cijfer triplets in stilte werd bereikt en minimaal op 60 dB. Tegelijkertijd wordt stationaire ruis aangeboden. De spraak is constant en de ruis is adaptief. De onderzoeker voert de respons van de proefpersoon met het toetsenbord in. De triplets worden door de computer alleen correct beoordeeld, als alle drie de cijfers correct worden herkend. Bij een correcte respons wordt het ruis niveau met 2 dB verhoogd en bij een incorrecte respons wordt het met 2 dB verlaagd. De spraak-ruis verhouding wordt berekend aan de hand van het gemiddelde van 20 presentaties van de triplets 5 t/m 24. De 24^e triplet wordt niet gepresenteerd, maar berekend aan de hand van de respons op triplet 23. Als uitkomstmaat worden de SRT van cijfers in ruis en de standaarddeviaties weergegeven. De afnameduur is tien minuten.

Testmateriaal

De aanbieding van het spraakmateriaal en het spraakmateriaal zelf, is hetzelfde als bij de cijfer triplets in stilte.

Instructie (NH, SH, CI kand)

'U krijgt zo cijfercombinaties van drie getallen (bijv. 2 – 5 – 4) tegelijkertijd met ruis te horen via de box. U mag de cijfers nazeggen. Als u niet alle drie de cijfers verstaat, probeer dan te raden welke cijfers genoemd zijn.

U zult ongeveer de helft van de cijfercombinaties niet goed kunnen verstaan. Dit hoort bij de test en is dus niet erg. Heeft u nog vragen?'

5.2.4 Het testen van de talige factoren die een rol spelen in het spraakverstaan in ruis

Alle talige testen worden afgenomen via de computer (Dell Pentium III met Windows 2000 professional).

5.2.4.1 Text Reception Threshold (TRT)

Testafname

De TRT test wordt bij alle drie de onderzoeksgroepen afgenomen.

Deze onderzoeker biedt 5 lijsten van 13 zinnen⁴ aan op een computerscherm. De zinnen worden met balken gemaskeerd.

De proefpersonen dienen de zinnen hardop op te lezen. De eerste zin wordt aangeboden met een percentage van 84% gemaskeerde tekst, oftewel 16% van de tekst is zichtbaar. De zin wordt woord voor woord getoond en de timing van het verschijnen van de woorden, is gebaseerd op audio-opnames van de SRT test van zinnen in ruis (George et al., 2007). Na 3,5 seconden verdwijnt de zin van het scherm. Het balkenpatroon blijft staan tot de volgende aanbieding. Met een muisklik wordt door de onderzoeker aangegeven of de opgelezen zin correct of incorrect was. De linkermuisknop wordt gebruikt voor een correct antwoord, de rechter voor een incorrect antwoord. Vijf seconden nadat de proefpersoon geantwoord heeft wordt er pas doorgedrukt, zodat de proefpersoon kans heeft zich te corrigeren.

De eerste zin wordt telkens opnieuw aangeboden, met steeds minder maskering (smallere balken), totdat de proefpersoon de zin kan lezen. Bij de eerste zin wordt een dubbele stapgrootte van 12% gebruikt. Er wordt dus bij ieder incorrect antwoord 12% meer van de zin, die met balken gemaskeerd is, zichtbaar. Wanneer de eerste zin uiteindelijk correct wordt opgelezen, wordt er doorgesleuteld met de overige 12 zinnen, die allen maar één keer getoond worden. Naar aanleiding van een correct of incorrect antwoord wordt de hoeveelheid gemaskeerde tekst meer of minder, met een stapgrootte van 6%.

Gedurende de gehele test zit de proefpersoon recht voor de computer met een afstand van 45 cm tot het beeldscherm.

Na de 13 zinnen wordt er van de zinnen 5 tot en met 14 een gemiddelde door de computer weergegeven, de uiteindelijke TRT. De score van zin 14, die niet wordt afgenomen, wordt berekend aan de hand van de 13^e zin. De TRT is de geschatte drempel (in percentage ongemaskeerde tekst) die de proefpersoon nodig heeft om 50% van de zinnen correct te kunnen lezen. Als uitkomstmaat worden de TRT met de SD gegeven. Daarnaast worden ook de gegevens van de proefpersoon, de informatie over de gebruikte lijsten en de soort test, in de deze volgorde, vastgelegd in een databestand. De TRT test duurt ongeveer 20 minuten.

⁴ De visueel aangeboden zinnen die bij de TRT test gebruikt worden zijn de VU98 zinnen.

Testmateriaal

De zinnen die gebruikt worden zijn de zogenaamde VUmc98 zinnen. Deze hebben Versfeld, Daalder, Festen en Houtgast (2000) ontwikkelt en bevatten 39 lijsten van 13 zinnen. De TRT test is door Zekveld en George (2006) ontworpen.

De zinnen zijn geschreven in het lettertype Arial, met lettergrootte 27. De kleur van de zinnen is rood, de maskering is zwart en de achtergrond wit.

De testresultaten worden weergegeven in een logfile. Deze worden overgenomen in de tabel onder het kopje 'talige testen; TRT' op het scoreformulier.

Instructie proefpersonen

'Op het computerscherm krijgt u meerdere zinnen achter elkaar te zien. U mag deze zinnen hardop voorlezen. Over de zinnen zijn balken geplaatst. Hierdoor zijn ze minder makkelijk te lezen. De eerste zin wordt een paar keer herhaald, totdat u de zin hardop kan voorlezen. U zult ongeveer de helft van alle zinnen niet goed hardop kunnen voorlezen. Dit hoort bij de test en is dus niet erg. Probeer dan toch te raden naar wat er staat. Heeft u nog vragen?'

5.2.4.2 Lexical Decision Test (LDT)

Testafname

Deze test wordt bij alle drie de onderzoeksgroepen afgenomen.

De LDT bestaat uit 2 lijsten van 100 test woorden (exclusief de oefenwoorden) . Beide lijsten bestaan uit 60 bestaande en 40 pseudo-woorden, maar verschillen qua woordfrequentie. De eerste lijst bevat hoogfrequente bestaande woorden met een frequentierange van 110 - 280. De tweede lijst bevat laagfrequente bestaande woorden. In dit onderzoek zijn de laagfrequente woorden met twee verschillende frequentie(ranges) gemeten, namelijk frequentierange 10 – 15 (conditie1) en frequentie 3 (conditie 2). De reden hiervoor staat uitgelegd in hoofdstuk 2.4. De woorden worden random, via een computerscherm, aangeboden aan de proefpersoon. Deze moet zo nauwkeurig en snel mogelijk antwoorden of het aangeboden woord een bestaand woord of pseudo-woord is. Dit gaat met behulp van het toetsenbord. De toets 'a' voor een bestaand woord en de toets ';' voor een pseudo-woord. Op beide toetsen zit een stickertje. Een groen stickertje op de 'a' toets en een rood stickertje op de ';' toets. De gehele test zit de proefpersoon recht voor de computer met een afstand van 45 cm tot het beeldscherm.

Als uitkomstmaten worden het aangeboden woord, de reactie van de proefpersoon (ja/nee) en de gemiddelde reactietijd, zowel voor het totaal, als voor de pseudo- en bestaande woorden gegeven in een Excel bestand.

De afname van de LDT duurt 8 minuten.

Testmateriaal

De Lexical Decision Test wordt afgenomen via de computer (Dell Pentium III met Windows 2000 professional). Het programma is ontwikkeld door K.J. Kraaier (natuurkundestudent). De bestaande Nederlandse woorden die aangeboden worden tijdens de test komen uit de database

van de CELEX Lexicon CD-ROM (Baayen, Piepenbrock & Gulikers, 1995) en zijn op woordfrequentie gerangschikt. De aangeboden pseudowoorden zijn verkregen door de bestaande woorden om te vormen tot pseudo-woorden met een programma ontwikkeld door Maarten van Carsteren van het MRC Cognition and Brain Sciences Unit Cambridge. Zowel de bestaande, als de pseudo-woorden bestaan uit 4 tot 7 fonemen. De woorden zijn geschreven in lettertype Arial met lettergrootte 18. De woorden zijn zwart van kleur en de achtergrond is grijs. De testresultaten worden weergegeven in een Excel bestand. Op het scoreformulier worden de data genoteerd in de tabel onder het kopje 'talige testen; LDT'.

Instructie proefpersonen

'Op het computerscherm krijgt u bestaande Nederlandse woorden en niet bestaande woorden te zien. Leest u een bestaand woord (bijv. kaas), dan drukt u op de toets met het groene stickertje. Leest u een niet bestaand woord (bijv. agol), dan drukt u op de toets met het rode stickertje. Er zullen eerst een aantal oefenwoorden worden aangeboden, zodat u aan de test kunt wennen. Daarna wordt er automatisch doorgegaan met de testwoorden. We zullen de test twee keer afnemen. Het is de bedoeling dat u zo snel en nauwkeurig mogelijk reageert. Heeft u nog vragen?'

5.2.4.3 Progressive Demasking Test (PDT)

Testafname

Bij alle drie de onderzoeksgroepen wordt de PDT afgenomen.

De PDT bestaat uit 2 lijsten. Beide lijsten bevatten 30 bestaande woorden. De eerste lijst bevat hoogfrequente bestaande woorden met een frequentierange van 110 – 280. De tweede lijst bevat laagfrequente bestaande woorden met een frequentierange van 10 - 15. De woorden worden random, via een computerscherm, voor een korte tijd aangeboden aan de proefpersoon. Het woord zal eerst 15 milliseconden (ms) zichtbaar zijn en de progressive demasking, in de vorm van #####, 315 ms. De progressive demasking wordt gebruikt om 'nabranden' van het woord te voorkomen en volgt direct nadat het woord is verdwenen. De aanbidding van het woord en de demasking gaan continu door. De aanbiddingstijd wordt dan per ronde 15 ms langer en de demasking 15 ms korter. Wanneer de proefpersoon het woord herkend denkt te hebben, mag hij op de 'a' toets, met het groene stickertje, drukken. De proefpersoon moet zo nauwkeurig en snel mogelijk reageren. De aanbidding van het woord en de demasking stoppen dan automatisch. De proefpersoon mag het woord dat hij gelezen heeft, na het stopzetten, hardop zeggen. De proefleider zal dan het woord, ter controle, intypen in de verschenen tekstbalk. Daarna wordt er, na enkele seconden wachten, doorgegaan met de overige items door op de rechter pijltjestoets te drukken. De gehele test zit de proefpersoon recht voor de computer met een afstand van 45 cm tot het beeldscherm.

Als testresultaten worden vastgelegd in een Excel bestand. De afnameduur van de PDT is 15 minuten.

Testmateriaal

Ook de Progressive Demasking Test is een computerprogramma ontwikkeld door Kees Jan Kraaier (natuurkundestudent). De bestaande Nederlandse woorden die aangeboden worden tijdens de PDT komen ook uit de database van de CELEX Lexicon CD-ROM (Baayen, Piepenbrock & Gulikers, 1995) en zijn op woordfrequentie gerangschikt. Alle woorden bestaan uit 4 tot 7 fonemen en komen in het woordenboek, de Dikke van Dale, voor. Het lettertype van de gebruikte woorden is Arial met lettergrootte 18. De testresultaten worden weergegeven in het excel-bestand 'PDT'. Op het scoreformulier kunnen deze gegevens in de tabel onder het kopje 'talige testen; PDT' genoteerd worden.

Instructie (NH, SH, CI kand)

'Op het computerscherm krijgt u bestaande Nederlandse woorden in een flits te zien. De tijd dat u het woord te zien krijgt wordt steeds langer. Wanneer u het woord herkent, drukt u op de toets met het groene stickertje. Daarna zegt u het woord hardop voor. Wij typen het woord dan in.

Daarna verschijnt het volgend woord.

Er zullen eerst een aantal oefenwoorden worden aangeboden, zodat u aan de test kunt wennen.

Daarna wordt er automatisch doorgegaan met de testwoorden.

We zullen de test twee keer afnemen. Het is de bedoeling dat u zo snel en nauwkeurig mogelijk reageert.

Heeft u nog vragen?'

5.3 Meetapparatuur

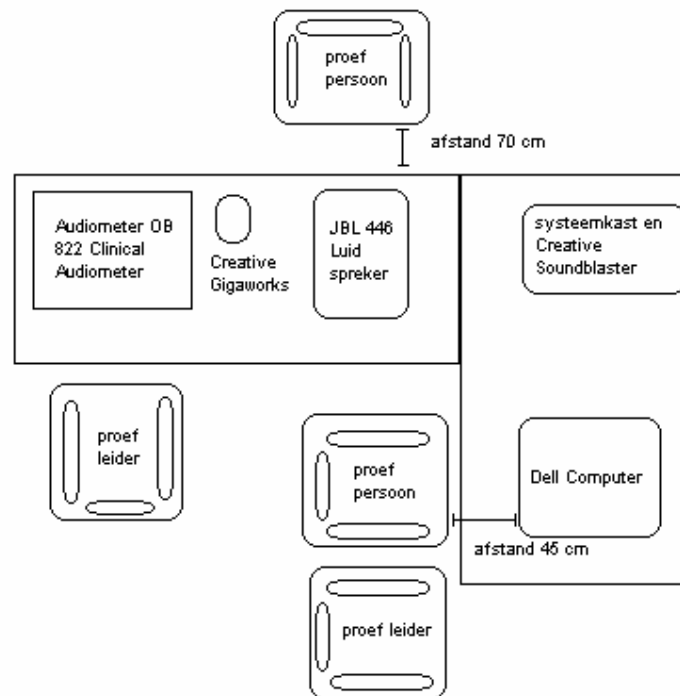
5.3.1 Meetruimte

Alle testen werden afgenomen in een geluidsdichte onderzoekscel op de afdeling audiologie van het VUmc.

5.3.2 Meetapparatuur

De toon en spraakaudiometrie testen zijn afgenomen op een OB 822 Clinical Audiometer van Madsen Electronics via een TDH39 koptelefoon met Circum Oral kap of de JBL 446 luidspreker. Een Optiplex GX 150 Dell Pentium III met Windows 2000 professional, met een 647 MHz processor, is gebruikt voor de testen die op de computer uitgevoerd moesten worden. Voor de auditieve testen die via de computer zijn afgenomen was de PC via een Creative Sound Blaster Audigy 2 SZ aangesloten op een Creative Gigaworks T20 luidspreker. Calibratie is uitgevoerd met een Soundlevelmeter van Bruel & Kjaer, type Observer 2260.

5.3.3 Meetopstelling



5.4 Gegevensverwerking

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden zijn ruwe scores verzameld op alle testonderdelen. De testresultaten zijn ingevoerd in een Excel-database (zie bijlage 3). In de bijlage is een compleet overzicht te vinden van de variabelen en testgegevens die zijn verzameld tijdens het

onderzoek. Deze gegevens zijn vervolgens ingelezen in Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 14. Met dit programma zijn statistische analyses uitgevoerd en figuren gemaakt.

Voordat er statistische berekeningen zijn gemaakt, is er gekeken naar de scatterplots, gemaakt in Excel, om al een eventuele voorspelling over de verbanden te kunnen maken.

In SPSS is er vervolgens, aan de hand van de one-sample Kolmogorov-Smirnov test, getoetst of de verkregen gegevens normaal verdeeld waren. De scores van de proefpersonen zijn op elke test normaal verdeeld, zoals te zien in tabel 2.

Tabel 2. Kolmogorov-Smirnov analyse. De getallen in deze tabel geven aan of de verkregen data significant afwijkt ($p < 0.05$) van de normaal verdeling.

	LDT_HF	LDT_LF	TRT	PDT_HF	PDT_LF	SRTz	SRTc	leeftijd
Asymp. Sig. (2-tailed)	,895	,309	,837	,644	,558	,917	,887	,390

Na deze toetsing zijn de correlaties berekend tussen de talige testen en de SRT test van zinnen in ruis om te bekijken of deze significant met elkaar in verband konden worden gebracht. Dit is gedaan aan de hand van de Pearson analyse en de multiple stepwise regression analyse. Tijdens deze analyses is er rekening gehouden met een eventueel leeftijds- en groepseffect. De statistische analyses zijn naderhand gecorrigeerd op leeftijd en de onderzoeksgroepen zijn apart van elkaar bekeken.

6. Resultaten en discussie

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksresultaten per test weergegeven, te beginnen met de spraakverstaanstesten (de Speech Reception Threshold voor zinnen in ruis en de Speech Reception Threshold voor cijfers in ruis) en vervolgens de 'talige' testen (de Text Reception Threshold test, de Lexical Decision Task en de Progressive Demasking Task). Daarna worden de correlaties tussen de testen beschreven, om tot een antwoord te komen op de onderzoeksvraag zoals genoemd in de inleiding van deel II.

6.1 Groepseffect

Binnen dit onderzoek kan er niet gekeken worden naar een groepseffect. De groep slechthorenden en de groep CI kandidaten zijn niet homogeen en te klein zijn om een uitspraak over te doen. Daarnaast verschilden de resultaten binnen de slechthorende groep als gevolg van aanpassingen tijdens het onderzoek.

Hierdoor is een vergelijking van de resultaten tussen de verschillende onderzoeksgroepen niet mogelijk. Door deze reden zullen ook de resultaten van de slechthorenden en de CI kandidaten niet besproken worden.

6.2 Testresultaten

6.2.1 Speech Reception Threshold (SRT) test van zinnen in ruis

De SRT voor zinnen in ruis is in twee verschillende condities getest. Bij de eerste 16 proefpersonen zijn de resultaten verkregen met de instelling ruis vast en de spraak variabel (conditie 1). Hier lag de gemiddelde SRT op -5,4 dB (SD = 0.86). Dit houdt in dat de normaalhorende proefpersonen nog 50% van de zinnen correct verstaan, wanneer de spraak 5.4 dB zachter wordt aangeboden dan de ruis. Bij de volgende 7 proefpersonen zijn de resultaten verkregen met de instelling spraak vast en ruis variabel (conditie 2), en kwam de gemiddelde SRT op -6.6 dB (SD = 1,1). Bij één proefpersoon is de test niet afgenomen, omdat de stimuli haar al bekend waren.

Tabel 3. SRT waardes en SD voor zinnen in ruis bij normaal horenden in de verschillende meetcondities. Conditie 1 = ruis vast, spraak variabel. Conditie 2 = spraak vast, ruis variabel.

	Aantal proefpersonen	SRT in dB (SD)	SRT gecorrigeerd (dB) voor binauraal horen
Conditie 1	16	-5,4 (SD = 0.9)	-4
Conditie 2	7	-6.6 (SD = 1,1)	-5,1
Samen	23	-5.5 (SD =0,92)	-5

Het verschil tussen de s/r verhoudingen van deze twee condities bleek niet te wijten aan de methode. Het verschil in ruisinstelling moet bij normaalhorenden namelijk geen verschil geven, omdat de spraak los van de ruis goed hoorbaar blijft, ook al wordt de spraak zachter of luider. Het gevonden verschil bleek aan de meetapparatuur te liggen. De SRT is in conditie 1 via de computer afgenomen met de Creative Gigaworks T20 luidspreker en in conditie 2 met de clinical audiometer en de JBL 446 luidspreker. De afwijking in de ijking van de audiometer bedroeg 0,8 dB. Wanneer de resultaten uit de tweede conditie hierop gecorrigeerd worden, is de S/R verhouding gemiddeld - 5,8 dB. Conditie 1 en conditie 2 geven dan samen een S/R verhouding van -5.5 dB (SD =0,92).

De SRT van zinnen in ruis wordt in de meeste onderzoeken monoraal aangeboden met een hoofdtelefoon. Bij ons experiment hebben we de zinnen binauraal via de luidspreker aangeboden. De winst die met binaurale aanbidding behaald kan worden, bedraagt ongeveer 1,5 dB (Plomp & Mimpen, 1979).

Wanneer de gevonden resultaten uit dit onderzoek hiermee gecorrigeerd worden, komen we op een S/R verhouding van -4 dB. Deze ligt slechter dan de gemiddelde waarden die uit verschillende onderzoeken komen. Deze liggen namelijk tussen de - 4,5 dB en -5,8 dB bij monorale aanbidding met een hoofdtelefoon (Bosman & Smoorenburg 1995; Festen & Plomp, 1990; Noordhoek et al 2001; Plomp en Mimpen 1979; Versveld et al, 2000; Duquesnoy 1983). Om deze relatief slechte scores te kunnen verklaren, zijn de mogelijke verschillen met deze bronnen bekeken. De afnameprocedure is hetzelfde en onze onderzoeksgroep wijkt ook niet sterk af. Een verklaring voor de verschillen tussen de s/r verhoudingen kan tot nu toe nog niet gegeven worden.

6.2.2 Speech Reception Threshold (SRT) test van cijfertriplets in ruis

De SRT van cijfers in ruis werd ook in twee verschillende condities afgenomen. Bij de eerste 9 normaal horenden proefpersonen werd de S/R verhouding bepaald met een variërend spraak en ruis niveau; een vast overall niveau (conditie 1). De gevonden s/r verhouding voor deze groep bedroeg -8,4 dB (SD=1,2).

De overige 15 normaal horenden werden getest met het spraakniveau vast en de ruis variabel (conditie 2). De hierbij gevonden gemiddelde waarde bedroeg -9,5 dB (SD=0,71). Het verschil tussen de s/r verhoudingen gevonden in beide condities lijkt vrij groot. Ze wijken echter niet significant van elkaar af ($p=0.62$). Wanneer de resultaten uit beide condities samen worden genomen wordt er een gemiddelde s/r verhouding gevonden van -9.4 dB (SD = 0,8).

Tabel 4. SRT waarden en SD voor cijfers in ruis bij normaal horenden in de verschillende meetcondities. Conditie 1 = spraak en ruis variabel. Conditie 2 = spraak vast, ruis variabel

	Aantal proefpersonen	SRT in dB (SD)	SRT gecorrigeerd (dB) voor binauraal horen
Conditie 1	9	-8,4 (SD=1,2)	-7
Conditie 2	15	-9,5 (SD=0,71)	-8.1
Samen	24	-9.4 (SD = 0,8)	-8

Smits, Kapteyn en Houtgast, (2004) hebben de SRT test van cijfers in ruis bij normaalhorenden monoraal aangeboden met een hoofdtelefoon en vonden dan een SRT waarde rond de -7, 3 dB. Uit onderzoek van Smits et al. (2006) bleek de binaurale winst op de SRT van cijfers in ruis 1,4 dB te zijn. Wanneer de gevonden resultaten van het huidige onderzoek hiermee gecorrigeerd worden, aangezien deze binauraal zijn aangeboden, is de s/r verhouding bij de eerste conditie -7 dB en bij de tweede conditie -8,1 dB. De meting met de eerste conditie ligt hierbij dicht in de buurt, maar de meting van de tweede conditie niet. Ook niet wanneer de twee condities samen worden genomen, de s/r verhouding is dan -8 dB. De oorzaak van deze betere scores met de conditie waarbij de ruis vast is en de spraak variabel is nog niet achterhaald.

6.2.3 Text Reception Threshold test (TRT)

De gemiddelde TRT waarde die voor de groep normaalhorenden is gevonden, is 47% (SD = 3,1%). Een waarde van 47% houdt in dat de normaal horende proefpersonen 47% ongemaskeerde tekst nodig hebben, om 50% van de zinnen correct te kunnen oplezen.

Dit gemiddelde komt niet overeen met de TRT waarde die door Zekveld et al. (2007, 2008) is gevonden. Bij het eerste gepubliceerde onderzoek dat door Zekveld et al. (2007) is gedaan, is de TRT waarde op 55% ongemaskeerde tekst (SD= 2,5) gevonden. Bij het tweede onderzoek dat Zekveld et al. (2008) hebben gedaan, was de gevonden TRT waarde ongeveer 54%, met een SD van 2,77. De proefpersonen uit deze pilot studie scoren dus circa 7 à 8% beter op de TRT dan de proefpersonen in de onderzoeken van Zekveld et al. (2007 en 2008). Om dit verschil te kunnen begrijpen, zijn we de belangrijkste mogelijke beïnvloedende factoren nagegaan.

De leeftijden bij ons onderzoek, gemiddeld 40 jaar, zijn niet erg afwijkend van het onderzoek van Zekveld et al. (2007) bij normaal horenden, waarbij de gemiddelde leeftijd 34 jaar was (jongste 19 en de oudste 78 jaar, N=34). Bij het onderzoek van Zekveld et al. uit 2008, waarbij alleen normaal horende proefpersonen zijn gemeten, was de gemiddelde leeftijd 23 jaar (jongste 19, oudste 31 jaar, N=18). De verwachting zou zijn dat jongere proefpersonen beter zullen scoren dan oudere proefpersonen, maar het tegenovergestelde blijkt het geval. Qua opleidingsniveau zijn er ook geen grote verschillen, want bij Zekveld haar onderzoeken zijn ook vooral hoger opgeleiden (studenten en VUmc medewerkers) onderzocht.

De afnameprocedure is hetzelfde zoals Zekveld et al. die hebben beschreven (2007 en 2008). Het enige verschil is dat Zekveld et al. 6 lijsten hebben afgenomen met een pauze halverwege en in het huidige onderzoek 5 lijsten achter elkaar afgenomen zijn. Als dit een effect zou hebben op de concentratie, dan zouden de proefpersonen uit het afstudeeronderzoek echter slechter scoren, wat niet het geval is.

Bij vergelijking van de testinstellingen bleek dat er bij ons programma een andere instelling voor de verhouding balkbreedte/ ongemaskeerde tekst was geprogrammeerd. Wij hebben de TRT afgenomen met deze instelling op 16 en Zekveld et al. hebben tijdens hun onderzoeken deze instelling op 11 gebruikt, wat inhoudt dat de balken bij ons onderzoek smaller waren. Na deze ontdekking is er samen met Zekveld gekeken of er een verschil is in moeilijkheidsgraad tussen de verschillende instellingen. Na afname van twee lijsten met beide instellingen leek het erop, dat bij de instelling uit de pilot studie (instelling op 16) aanzienlijk minder maskering nodig was om de zinnen correct te kunnen lezen. De zinnen zijn dan makkelijker te lezen. Dit zou een mogelijk een verklaring kunnen zijn voor de betere TRT score die wij hebben gevonden.

Voor het beantwoorden van onze onderzoeksvragen is het echter geen punt dat de absolute waarde afwijkt, omdat de test wel laat zien welke proefpersonen goed en welke minder goed zijn in zinnen lezen wanneer deze gemaskeerd zijn.

6.2.4 Lexical Decision Task (LDT)

Bij de LDT kan er naar verschillende uitkomsten gekeken worden. Er is voor gekozen te kijken naar de gecorrigeerde reactietijden in milliseconden vanaf het moment dat het woord in beeld verschijnt tot het moment dat de proefpersoon door middel van een druk op de een toets aangeeft het woord als bestaand of pseudowoord te herkennen. Met gecorrigeerde reactietijden wordt bedoeld dat de incorrecte responsen niet worden meegenomen in de analyse.

Bij de hoogfrequente woorden (freq. range = woorden die 110 – 280 keer op de miljoen voorkomen) wordt er een gemiddelde reactietijd van 804, 3 milliseconden (SD = 112,1, n = 24) gevonden. Dit houdt in, dat de normaalhorende proefpersonen gemiddeld 804,3 ms nodig voor hebben om de hoogfrequente woorden correct te herkennen. De laagfrequente (LF) woorden zijn getest met de frequentierange 10 – 15 woorden op de miljoen (n= 22). Bij deze instellingen hadden ze gemiddeld 892 ms (SD = 137.3) nodig om de woorden correct te herkennen.

Bij twee proefpersonen zijn de laagfrequente woorden getest met frequentie 3. Van deze frequentie is nog geen betrouwbaar gemiddelde te geven.

Tabel 5. Deze tabel geeft het aantal proefpersonen en de gemiddelde reactietijden voor de LDT HF en de LDT LF weer.

	Aantal proefpersonen	Gem reactietijd in sec (SD)
LDT HF (110 – 280)	24	804.3 (112,1)
LDT LF (10 – 15)	22	892 (137,3)
LDT LF (3)	2	-

Het is niet goed mogelijk om de verkregen gemiddelde reactietijden te vergelijken met de reactietijden uit de literatuur. Bij elk onderzoek worden er andere instellingen gebruikt en ook in dit onderzoek verschillen de instellingen teveel van de instellingen die in de literatuur zijn gebruikt om ze te vergelijken. Zo verschilt de gebruikte frequentierange bij verschillende onderzoeken. De gekozen frequentie heeft een effect op de reactietijd: laagfrequente woorden veroorzaken langere reactietijden dan hoogfrequente woorden. Ook heeft de toename van leeftijd zichtbaar effect op de reactiesnelheid (e.g. Allen, Madden, and Crozier, 1991; Allen, Sliwinski, & Bowie, 2002). Uit onderzoek van Wagenmakers et al. (2007) blijkt de instructie van invloed op de reactietijd en het foutpercentage. Wanneer de instructie wordt gegeven dat de proefpersonen 'snel' moeten reageren, wordt de reactietijd korter, maar ook het foutpercentage. Het tegenovergestelde gebeurt bij de instructie 'nauwkeurig' te reageren. Ook de gekozen verhouding van bestaande woorden en pseudo-woorden verschilt met de literatuur. De verhouding heeft mogelijk invloed op de concentratie, die van invloed kan zijn op de testresultaten. Waar we wel naar kunnen kijken, is of bij ons experiment een duidelijk verschil is tussen de reactietijden op de hoogfrequente en laagfrequente woorden. Uit verschillende onderzoeken, e.g. de Groot (1992), blijkt een groot verschil in scores bij hoog en laagfrequente woorden. We vonden een significant verschil tussen de LDT reactietijden bij hoogfrequente en laagfrequente ($p < .01$) woorden. Deze verschillen leken in eerste instantie echter zeer klein. Vandaar dat er bij de laatste drie onderzochte proefpersonen, op verzoek van de audiologen, is gekozen voor een lagere frequentierange, namelijk van woorden met een voorkomen van 3 keer op de miljoen. De reactietijden, gemeten met frequentie 3, liggen hoger dan die met de frequentierange 10-15 zijn gemeten. Er valt niet goed te zeggen of dit echt te wijten is aan het veranderen van de range op basis van de resultaten van 3 proefpersonen.

6.2.5 Progressive Demasking Task (PDT)

Ook bij de PDT werd er net als bij de LDT gekeken naar de gecorrigeerde gemiddelde reactietijden van de twee verschillende woordfrequenties.

Bij de hoogfrequente woorden (freq. range = 110 – 280) werd er een gemiddelde reactietijd gevonden van 86,6 ms (SD = 19,6). Dit houdt in dat de normaalhorende proefpersonen gemiddeld 86.75 ms nodig hebben om een woord juist te herkennen.

De laagfrequente woorden zijn in twee verschillende frequentie ranges getest. De eerste data is verkregen met de frequentierange 10 – 15 (conditie 1) ($n = 21$). Er werd een gemiddelde reactietijd gevonden van 88.8 ms (SD = 18,1). Het verschil tussen de gemiddelde reactietijd van de hoog- en laagfrequente woorden was echter niet significant ($p = 0,815515$). Dit maakt dat bij

deze test de laagfrequente woorden bij de laatst gemeten proefpersonen is afgenomen met de frequentie 1 (conditie 2, n=3). Voor deze data zijn er ook extra normaal horenden proefpersonen onderzocht, waarbij alleen de PDT afgenomen is en niet de andere testen van de testbatterij (n=4).

In de tweede conditie (n=7) wordt er een gemiddelde reactietijd gevonden van 95,5 ms (SD = 3,9), die 6,7 ms verschilt van het gemiddelde bij de range van 10-15 woorden op de miljoen. Of de laagfrequente woorden nu wel significant verschillen met de hoogfrequente woorden is niet te bepalen met slechts 7 proefpersonen.

Tabel 6. Deze tabel geeft het aantal proefpersonen en de gemiddelde reactietijden voor de PDT HF en de PDT LF weer.

	Aantal proefpersonen	Gemiddelde reactietijd in ms (SD)
PDT HF (110 – 280)	24	86,6 (19,6)
PDT LF (conditie 1)	21	88,8 (18,1)
PDT LF (conditie 2)	7	95,5 (3,9)

De gemiddelde reactietijden van de PDT die gevonden zijn in dit onderzoek (HF = 86,4 ms en LF = 88,8 ms) wijken zeer sterk af van de gevonden reactietijden in de literatuur, welke bij het onderzoek van Van Heuven et al. (1998) rond de 1650 ms liggen en bij Carreiras et al. (1997) rond de 1400 ms. Van Heuven et al. en Carreiras et al. presenteerden de reactietijden van de gehele aanbestedingstijd, woordaanbesteding inclusief maskering. In het huidige onderzoek is alleen de tijd dat het woord aangeboden is, dus in beeld is, vastgelegd.

Indien er tijdens dit onderzoek gekeken zou worden naar de gehele tijd, zouden de reactietijden waarschijnlijk nog steeds niet overeenkomen. Net zoals bij de LDT zijn er teveel verschillen tussen de verschillende literaire bronnen. Net als bij de LDT zal de frequentie, de instructie, het aantal woorden (concentratie) en de gebruikte software van invloed kunnen zijn op de reactietijden. Daarnaast is het voor te stellen dat bij de PDT de keuze voor de tijd van de woordpresentatie en de tijd en vorm van maskering een rol kunnen spelen bij de nauwkeurigheid van de gemeten reactiesnelheid.

6.3 Correlatie analyse binnen de groep normaal horenden

Eerst wordt het leeftijdseffect op enkele talige testen bekeken en nader toegelicht. Hier is naar gekeken om eventuele leeftijdseffecten op de correlaties tussen de testen uit te sluiten. De correlaties, gecorrigeerd voor leeftijd, tussen de talige testen en de spraakverstaanstest, SRT test van zinnen in ruis, worden hierna toegelicht en verklaard. Als laatste worden de overige significante of afwijkende correlaties tussen de testonderdelen besproken.

6.3.1 Verband leeftijd met testen

Om puur naar het verband tussen het spraakverstaan en de taalvaardigheden te kijken, moet een eventueel leeftijdseffect uitgesloten worden. Hiervoor zijn als eerste Pearson correlaties berekend tussen de testen en de leeftijd. De verwachting was dat er een leeftijdseffect werd gevonden op de testen die de reactiesnelheid meten, de LDT en de PDT. De reactiesnelheid wordt namelijk

minder zodra men ouder wordt (Bashore et al., 1989). Op de SRT test van zinnen in ruis werd ook verwacht een leeftijdseffect te vinden. Het gehoor verminderd namelijk naarmate men ouder wordt (Spoor e.a., 1966). De gevonden correlaties tussen de testen en leeftijd zijn te vinden in tabel 7.

Tabel 7. Deze tabel geeft de correlaties, met hun significanties, weer tussen de leeftijd en de testen.

		SRT	TRT	LDT HF	LDT LF	PDT HF	PDT LF
Leeftijd	Correlatie (sig. 2 tailed)	-0.72 (.744)	0.542 ** (.006)	0.525 ** (.008)	0.205 (.359)	0.256 (.227)	0.250 (.275)
	N	23	24	24	22	24	21

** de correlatie is significant op het 0.01 level (2-tailed)

Er is een significante correlatie gevonden tussen de TRT en leeftijd ($r=0.542$, $p=.006$), wat inhoudt dat jongere proefpersonen beter op de TRT scoren (zie tabel 7). Dit is een interessante constatering. Zekveld et al. (2007, 2008) hebben bij hun onderzoeken bij normaal horenden geen leeftijdseffect gevonden op de TRT resultaten. Wel signaleerden ze een trend tussen beiden. De trend wijst er op dat de proefpersonen met een hogere leeftijd presteren minder goed op de TRT presteren.

Naast de TRT, werd er ook tussen de LDT HF en leeftijd een correlatie gevonden ($r=0.525$, $p=.008$) wat inhoudt dat oudere mensen langzamer, dus slechter op deze taak presteren. Deze correlatie vonden onder andere Ratcliff et al. (2004), Myerson et al. (1997) ook. Wanneer de LDT puur de taalvaardigheid zou meten, zou je echter verwachten dat oudere mensen het juist beter zouden doen, omdat ze meer ervaring en kennis hebben van de taal. Blijkbaar spelen er meerdere cognitieve factoren mee die met de toename van de leeftijd verminderen. De reactiesnelheid bijvoorbeeld wordt minder naarmate men ouder wordt (Bashore et al., 1989). Op de andere testen waarbij er naar de reactietijden wordt gekeken (LDT LF, PDT HF, PDT LF) worden er echter geen significante leeftijdseffecten gevonden.

6.3.2 Verband Speech Reception Threshold test van zinnen in ruis met talige testen

De correlaties, gecorrigeerd voor leeftijd, tussen de spraakverstaanstest en talige testen zijn berekend om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De onderzoeksvraag staat eerder in de inleiding van de pilot studie genoemd en wordt hieronder nogmaals herhaald:

Is taalvaardigheid, gemeten met de Text Reception Threshold test, de Lexical Decision Task en de Progressive Demasking Task, een voorspeller voor het spraakverstaan in ruis, gemeten met de Speech Reception Threshold test van zinnen in ruis?

De deelvragen die uit deze onderzoeksvraag voortkomen zijn:

- Voorspelt de Text Reception Threshold (TRT) test de SRT van zinnen in ruis?
- Voorspelt de Lexical Decision Task (LDT) de SRT van zinnen in ruis?
- Voorspelt de Progressive Demasking Task (PDT) de SRT van zinnen in ruis?

De verwachting was dat de resultaten van de talige testen, vooral van de TRT test, hoge correlaties zouden geven wanneer deze vergeleken zouden worden met de SRT test van zinnen in ruis. Het idee was namelijk dat wanneer men slecht scoort op de SRT van zinnen in ruis, dit waarschijnlijk ook het geval zou zijn op de TRT test, omdat dan de vaardigheid om de 'talige' gaten in zinnen op te vullen minder goed zou zijn. Dit zou bevestigd kunnen worden door de LDT en PDT die ook een deel van de taalvaardigheden meten, namelijk de snelheid waarmee woorden herkend worden. Wanneer de talige vaardigheden minder zouden zijn, zou het top-down proces minder goed kunnen helpen bij het invullen van gemiste talige informatie.

Voor de SRT van zinnen in ruis zijn tegen de verwachting in geen significante correlaties gevonden met de talige testen binnen de groep normaal horende proefpersonen, zoals te zien in tabel 8.

Tabel 8. Deze tabel geeft de correlaties, met hun significanties, weer tussen de SRT van zinnen in ruis en de talige testen (TRT, LDT en PDT).

		TRT	LDT HF	LDT LF	PDT HF	PDT LF
SRT van zinnen in ruis	Correlatie (sig. 2 tailed)	0.177 (.469)	0.217 (.371)	-0.017 (.946)	0.202 (.406)	0.121 (.622)

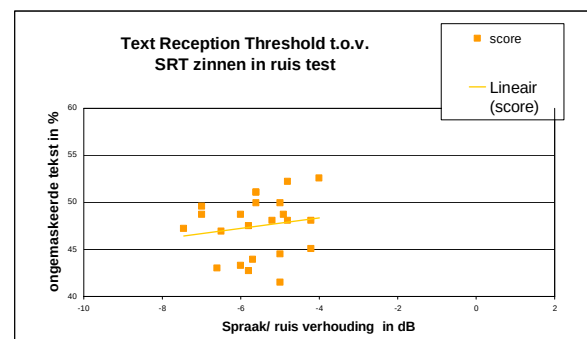
Al deze correlaties zijn gecorrigeerd voor leeftijd door middel van het berekenen van two-tailed partial correlaties

Ook kwam geen van de talige testen als voorspeller naar voren bij een multiple stepwise regression analyse, die te vinden in bijlage 4. Er zijn dus geen voorspellers gevonden voor de SRT van zinnen in ruis. Dat er geen significante correlaties gevonden zijn bij multiple stepwise regression analyse is te verwachten, wanneer er tussen de testen apart genomen ook geen significante correlaties gevonden worden. In de volgende paragraaf worden verklaringen gegeven voor het uitblijven van significante correlaties tussen de taal- en spraakverstaaanstesten.

6.3.2.1 Verband SRT van zinnen in ruis met TRT

Zekveld et al. (2007) vonden een significante ($p < 0.01$) correlatie van $r = 0.54$ tussen de SRT van zinnen in ruis en de TRT bij normaal horenden. Daarnaast vonden ze dat de TRT de variatie binnen de SRT van zinnen in ruis voor 30% verklaarde. George et al. (2007) vonden ook een correlatie tussen de TRT en SRT ($r = 0.61$, $p < 0,05$) bij normaal horenden⁵.

Een mogelijke oorzaak van het feit dat er nu geen correlatie gevonden wordt, is dat de variatie wat



Figuur 2. SRT zinnen in ruis tov de TRT
Met op de horizontale as de s/r verhouding van zinnen in ruis in dB en op de verticale as de TRT ongemaskerde tekst in %.

⁵ De resultaten van Zekveld et al. en George et al. zijn netzoals in deze pilot studie normaal verdeeld. Bij Zekveld et al. zijn de resultaten op leeftijd gecorrigeerd, bij George et al. is dit niet het geval.

betreft de scores op de SRT (te) klein is, zoals te zien in bijstaande grafiek. De standaarddeviatie is maar 0.9 dB, terwijl de meetfout van de SRT ongeveer 1 dB is. Zekveld et al. hebben een grotere groep normaalhorenden proefpersonen onderzocht (n=34). Dit zorgt waarschijnlijk voor een grotere spreiding binnen de resultaten. Wanneer de variatie binnen de resultaten groter is, is de kans op het vinden van correlatie groter.

Wat betreft de TRT liggen de gegevens ongeveer gelijk verspreid.

6.3.2.2 Verband SRT van zinnen in ruis met LDT en PDT

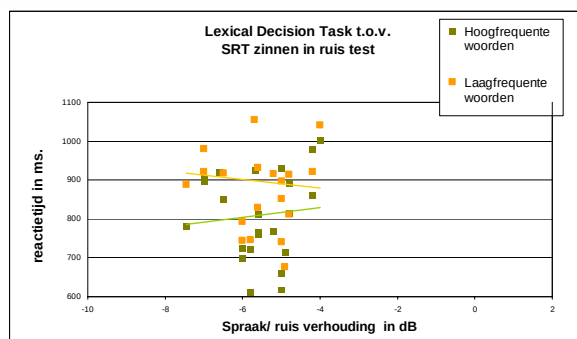
Ook voor de PDT en LDT worden er geen correlaties gevonden met de SRT van zinnen in ruis.

Zowel voor de hoogfrequente als laagfrequente woorden niet.

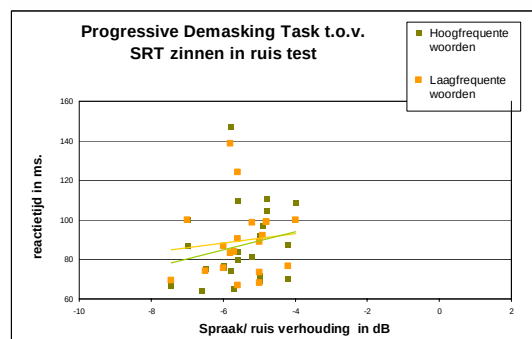
Het ontbreken van deze verbanden tussen deze testen zou ook het gevolg kunnen zijn van de beperkte hoeveelheid variatie binnen de resultaten van de SRT van zinnen in ruis, zoals hierboven beschreven bij de TRT.

Hieronder zijn de gegevens weergegeven in een scatterplot.

Figuur 3. SRT zinnen in ruis tov de LDT.
Met op de horizontale as de s/r verhouding van zinnen in ruis in dB en op de verticale as de LDT reactietijden in ms.



Figuur 4. SRT zinnen in ruis tov de PDT.
Met op de horizontale as de s/r verhouding van zinnen in ruis in dB en op de verticale as de PDT reactietijden in ms.



De verwachting was dat mensen met betere taalvaardigheden, ook beter zouden scoren op de SRT test van zinnen in ruis. Een mogelijke andere oorzaak dat er geen hoge correlatie is gevonden tussen de LDT, PDT en de zinnen in ruis test, zou de instructie kunnen zijn. Wij gaven de instructie om én nauwkeurig én snel te reageren. Hierdoor kan het voorkomen dat proefpersonen met een gelijke score op de SRT test van zinnen in ruis, verschillende resultaten halen op de LDT en PDT, omdat ze een andere manier van reageren gebruikten. Wagenmakers et al. (2007) vonden ook dat de instructie (óf snel óf nauwkeurig) van invloed was op de reactietijden op beide testen.

6.4 Verbanden tussen overige testonderdelen

De correlaties die hieronder besproken worden zijn allemaal gecorrigeerd op leeftijd. Zoals te lezen in paragraaf 6.3.1 is zijn er correlaties gevonden tussen de talige testen en leeftijd. Om er zeker van te zijn dat geen enkele relatie het gevolg was van leeftijd, hebben we alle correlaties gecorrigeerd op leeftijd.

6.4.1 PDT hoogfrequent en PDT laagfrequent met de LDT laagfrequent

Zowel de PDT hoogfrequent als de PDT laagfrequent vertonen een verband met de LDT laagfrequent. De correlatie, gecorrigeerd op leeftijd, die tussen de PDT hoogfrequent en de LDT laagfrequent gevonden is, is .54 ($p < 0.05$). De correlatie die tussen de PDT laagfrequent en LDT laagfrequent gevonden is, is .53 ($p < 0.05$). De PDT en LDT meten beide de snelheid waarmee de woordherkenning plaatsvindt. De correlatie tussen de LDT en PDT betekent dus, dat wanneer de proefpersonen snel woorden herkennen tijdens LDT LF, ook snel woorden herkennen tijdens de PDT HF en LF. Ze lijken dus in ieder geval deels dezelfde taalvaardigheden te meten.

Wat echter opvallend is, is dat er geen correlatie gevonden wordt tussen de LDT HF en LDT LF, PDT LF en PDT HF, omdat je verwacht dat ook de LDT HF hetzelfde meet als de andere drie testen, namelijk de snelheid van de woordherkenning. Dit zou mogelijk kunnen komen doordat er een relatief kleine groep mensen is onderzocht, waarbinnen de spreiding in opleidingsniveau ook vrij klein is. De verwachting is dat hoe hoger het opleidingsniveau is, hoe beter de taalvaardigheden zijn en hoe beter de toegang tot het lexicon. De proefpersonen die onderzocht zijn tijdens dit onderzoek zijn grotendeels hoger opgeleid. Waarschijnlijk leidde dit tot een te kleine spreiding.

6.4.2 TRT met PDT hoogfrequent

Tussen de TRT en de PDT hoogfrequent is een correlatie gevonden van $r = 0.53$ ($p < 0.05$). Dit betekent dat wanneer men goed is in het invullen van de visuele gaten in tekst, men ook snelle reactietijden laat zien bij het herkennen van hoogfrequente woorden. Beiden meten dus een deel van de visuele taalvaardigheid. Wanneer een proefpersoon snel woorden herkent tijdens de PDT, zal hij ook snel, en binnen de tijd dat de stimuli wordt aangeboden, de woorden herkennen bij de TRT. Het betekent ook dat wanneer de proefpersoon delen van een woord herkent, hij van die waargenomen delen snel een geheel kan maken. Bij de PDT zijn mogelijk delen van een woord nog onduidelijk, doordat je de woorden in een flits ziet. Bij de TRT zijn delen van een woord nog onduidelijk, doordat deze gemaskeerd zijn met balken. Gaat dit bij de PDT goed of slecht, dan is dit ook het geval op de TRT. Dit verband is verder nog niet eerder onderzocht. Er zijn dus geen bronnen uit de literatuur, waarmee de gevonden resultaten vergeleken kunnen worden.

6.5 Correlatie analyse binnen de groep normaalhorenden en slechthorenden samen

Binnen de groep normaal horenden werden geen correlaties gevonden met de SRT van zinnen in ruis. Omdat waarschijnlijk één van de hoofdredenen is dat er te weinig spreiding zit binnen de resultaten van de SRT van zinnen in ruis binnen de groep normaal horenden, is ervoor gekozen om de resultaten van de slechthorende onderzoeksgroep er bij te nemen. Samen vormen ze een grotere groep⁶, met meer variatie. Om globaal te bekijken of er eventuele trends gesignaleerd

⁶ De CI gebruikers zijn niet in deze groep meegenomen, omdat de SRT zinnen in ruis niet bij hen kon worden afgenomen.

kunnen worden tussen de SRT van zinnen in ruis en de taaltesten binnen deze groep, zijn er scatterplots gemaakt.

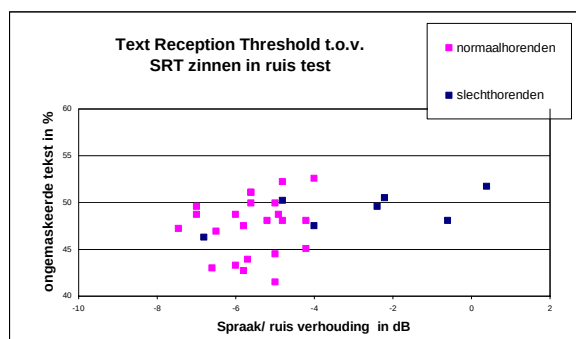
Er is bekeken of de verkregen data per test voor de gehele groep normaal verdeeld was. Dit was het geval voor de meeste testen, zoals te zien in tabel 9. Bij de SRT test van zinnen in ruis was dit niet het geval, net zoals bij de PDT hoogfrequent. Voor de SRT test van zinnen in ruis is dit vrij logisch, omdat er grote verschillen binnen de mate van 'gehoorverlies' in de gehele groep zitten. Het feit dat de PDT HF significant afwijkt van de normale verdeling is typischer. Dit komt niet door de verschillen tussen de normaal horenden en slechthorenden. Deze scores wijken niet significant van elkaar af ($p=0.81$).

Tabel 9. Kolmonorov-Smirnov analyse. De getallen in deze tabel geven aan of de verkregen data significant afwijkt ($p<0.05$) van de normaal verdeling.

	LDT_HF	LDT_LF	TRT	PDT_HF	PDT_LF	SRTz	SRTc	leeftijd
Asymp. Sig. (2-tailed)	,835	,092	,804	,470	,418	,023	,117	,415

6.5.1 Trend tussen de SRT test van zinnen in ruis en de TRT test

Wanneer de data wat betreft de TRT test en de SRT test van zinnen in ruis van de normaalhorenden samen wordt gevoegd met de data van de slechthorenden, lijkt er een lichte trend te verschijnen (zie figuur 5). Er zijn alleen nog te weinig proefpersonen onderzocht om hier echt iets over te kunnen zeggen. Aan de hand van de lichte trend die nu gezien wordt lijkt het echter waarschijnlijk, dat wanneer er een grotere groep, waarin meer variatie zit, wordt onderzocht, er duidelijkere verbanden gevonden zullen worden tussen de SRT test van zinnen in ruis en TRT test. Dit betekent dat de TRT gedeeltelijk de score op de SRT test van zinnen in ruis kan voorspellen. Haalt men hoge scores op de TRT test, dan lijkt het erop dat men ook hogere scores haalt op de SRT test van zinnen in ruis. De cognitieve en talige vaardigheden die bij de TRT van belang zijn, spelen dus waarschijnlijk ook een rol spelen bij de SRT van zinnen in ruis.

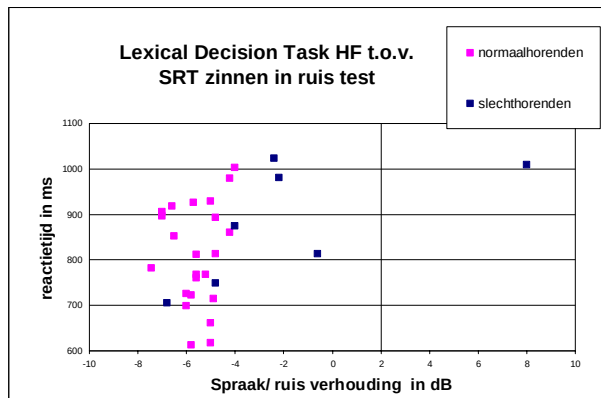


Figuur 5. SRT zinnen in ruis tov de TRT (NH & SH). Met op de horizontale as de TRT ongemaskerde tekst in % en op de verticale as de s/r verhouding van zinnen in ruis in dB.

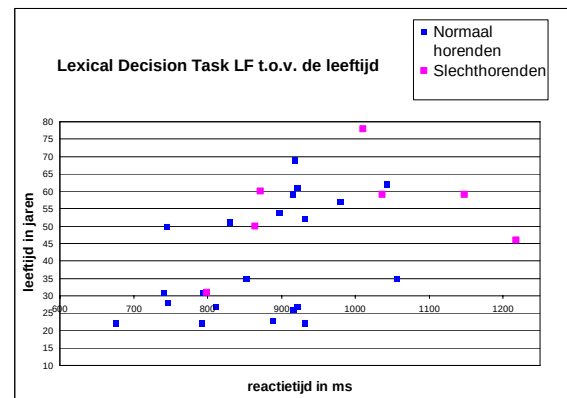
6.5.2 Trend tussen de SRT test van zinnen in ruis en de LDT

Wanneer de LDT HF en de SRT van zinnen in ruis en de LDT LF en de SRT van zinnen in ruis samen in een scatterplot gezet worden, lijkt er een lichte trend gevormd te worden. Wanneer er dus een grotere onderzoeksgroep onderzocht wordt, met daarin meer variatie, lijkt het erop dat er

een verband gevonden zou kunnen worden tussen de lexicale vaardigheden, gemeten met de LDT HF, en het spraakverstaan in ruis, gemeten met de SRT test van zinnen in ruis. Echter, de slechthorenden zijn gemiddeld ouder dan de normaal horenden (gemiddeld 57j t.o.v. 40 j). Een leeftijdseffect zou deze trend dus ook kunnen veroorzaken (zie figuur 7). Maar het lijkt er op dat wanneer er een grotere groep met meer variatie onderzocht wordt, er toch een verband lijkt te ontstaan.

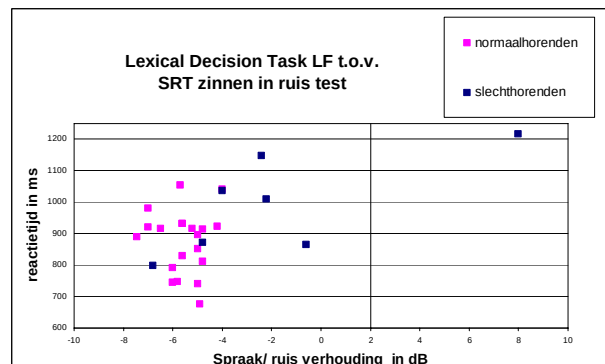


Figuur 6. SRT zinnen in ruis tov de LDT HF (NH & SH)
Met op de horizontale as de LDT HF reactietijden in ms en op de verticale as de s/r verhouding van zinnen in ruis in dB.



Figuur 7. LDT LF t.o.v. de leeftijd (NH & SH)
Met op de horizontale as de LDT LF reactietijden in ms en op de verticale as de leeftijd in jaren

Ook tussen de LDT LF en de SRT van zinnen in ruis lijkt er een lichte trend te ontstaan, zoals te zien in figuur 8. Voor de LDT LF geldt hetzelfde als de LDT HF: in een grotere groep met meer variatie zou er een verband naar voren kunnen komen. Maar ook bij de LDT LF moet er opgepast worden voor het leeftijdseffect. De slechthorenden zijn namelijk gemiddeld ouder dan de normaalhorenden. Maar wanneer het leeftijdseffect dan buiten beschouwing wordt gelaten, zou dit kunnen betekenen dat de taalvaardigheden die de LDT HF en LF meten ook gebruikt worden tijdens het spraakverstaan in ruis. Het lijkt erop dat men dan betere scores haalt op de LDT HF en LDT LF, wanneer men ook goed scoort op de SRT test van zinnen in ruis.

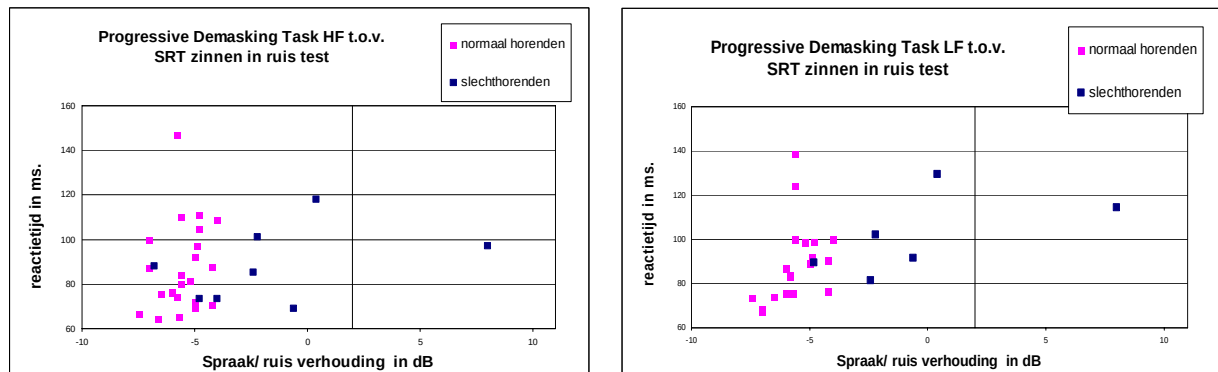


Figuur 8. SRT van zinnen in ruis t.o.v. de LDT LF (NH & SH)
Met op de horizontale as de LDT LF reactietijden in ms en op de horizontale as de S/R verhouding van zinnen in ruis in dB

6.5.3 Trend tussen de SRT test van zinnen in ruis en de PDT

Voor de PDT HF en PDT LF gelden ook deze bevindingen. Het lijkt er op dat wanneer er een grotere groep met meer variatie wordt onderzocht, er mogelijk een verband kan worden gevonden. Waarbij wel een eventuele invloed van het leeftijdseffect in het achterhoofd gehouden

moet worden. Maar dit zou dan betekenen dat de PDT HF en PDT LF delen van de taalvaardigheid meten, namelijk woordherkenning, die ook een rol spelen in het verstaan van spraak in ruis. Zijn de proefpersonen sneller in het herkennen van de woorden, dan zijn ze ook beter in het verstaan van spraak in ruis.



Figuur 9; Figuur 10. SRT zinnen in ruis tov PDT HF en PDT LF.
Op de horizontale as de PDT reactietijden in ms en op de verticale as de s/r verhouding van zinnen in ruis in dB.

Hoewel er nu naar verbanden is gekeken binnen een grotere groep, blijft er nog sprake van een kleine groep met weinig variatie in gehoorverlies. Er bevinden zich in de gemaakte scatterplots te weinig punten om van echte trends te kunnen spreken. Wanneer er dus, met grote voorzichtigheid, gesproken wordt van een lichte trend betekent dit dat er zich een licht verband aan het vormen is.

7. Conclusie

Onze onderzoeksvraag luidde:

Verklaren taalvaardigheden, zoals gemeten met de Text Reception Threshold (TRT) test, de Lexical Decision Task (LDT) en de Progressive Demasking Task (PDT), de variabiliteit in het spraakverstaan in ruis bij normaal horenden, gemeten met de Speech Reception Threshold (SRT) test van zinnen in ruis?

De verwachting was dat taalvaardigheden van invloed zijn op het spraakverstaan in ruis. Dat betekent binnen dit onderzoek dat wanneer de proefpersonen goede resultaten halen op de SRT test van zinnen in ruis, ze ook goede resultaten halen op de TRT test, en snelle reactietijden op de LDT en PDT. Verwacht werd dan ook dat er tussen deze testen correlaties gevonden zouden worden en dat de talige testen als voorspellers konden worden gezien.

Binnen dit onderzoek werden er echter geen correlaties gevonden tussen de taalvaardigheids testen en de SRT test van zinnen in ruis. Hierdoor werden er ook geen voorspellers gevonden. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat taal niet van invloed is op het spraakverstaan in ruis en de verwachting vooraf aan dit onderzoek niet juist is. Echter, zoals beschreven in hoofdstuk 6, zijn er veel factoren die mogelijk de oorzaak kunnen zijn van het uitblijven van de correlaties. De meest invloedrijke factor hiervan, is dat de variatie binnen de resultaten op de SRT test van zinnen in ruis heel klein is en het dus geen lineair verband te vinden. Om toch te bekijken of er eventuele verbanden kunnen worden gevonden, zijn de resultaten van de slechthorenden toegevoegd aan resultaten van de normaal horenden, zodat er een grotere groep met meer variatie verkregen werd. Er zijn geen statistische analyses op deze grotere groep toegepast, omdat de groep nu niet homogeen is en klein is. Wel zijn de resultaten in scatterplots gezet en werden er enkele lichte trends gezien tussen de TRT test en de SRT test van zinnen in ruis, de PDT hoogfrequent en laagfrequent en de SRT test van zinnen in ruis en de LDT HF en LF en de SRT test van zinnen in ruis. Deze lichte trends komen met de verwachtingen overeen. Ze ondersteunen, met grote voorzichtigheid, de hypothese dat de variatie op de SRT van zinnen in ruis deels door talige vaardigheden voorspeld zou kunnen worden.

8. Aanbevelingen

In het kader van het afstudeerproject is er 20 weken lang gewerkt aan het ontwikkelen van de testbatterijen voor de verschillende onderzoeksgroepen, aan het uitvoeren van de pilot studie en het analyseren van de verkregen resultaten, zoals te lezen in deel I en deel II. Er moeten echter nog een aantal zaken uitgezocht worden en aanpassingen in de testbatterij gedaan worden, voordat er goed kan worden doorgegaan met de pilot studie.

Op grond van onze bevindingen tijdens de pilot studie, willen we de volgende aanbevelingen doen:

- Voor het vergelijken van de data is het belangrijk dat er een grotere, meer homogene groep slechthorenden wordt onderzocht. Deze groep kan verkregen worden door de inclusie- en exclusiecriteria aan te scherpen. Er moet bijvoorbeeld een keuze gemaakt worden in het soort of de mate van het gehoorverlies en of de proefpersonen wel of niet hoortoesteldragend mogen zijn. Wanneer deze criteria aangescherpt zijn, zal blijken of er al dan niet verbanden tussen de SRT test van zinnen in ruis en de talige testen te vinden is.
- Bij de normaal horende onderzoeksgroep is het van belang dat er meer variatie in opleidingsniveau en IQ komt om voor een grotere spreiding op de talige testen te zorgen. Om het IQ vast te leggen zal er een intelligentietest moeten worden toegevoegd aan de testbatterij.
- Er moet onderzocht worden of er aangenomen mag worden of de visuele talige input op dezelfde manier wordt verwerkt als de auditieve talige input.
- Er moet nader onderzocht worden welke taalvaardigheden de Text reception threshold, de lexical decision task (LDT) en de progressive demasking task (PDT) precies meten en of deze van groot belang zijn bij het verstaan van zinnen in ruis. Om dit te onderzoeken is het van belang dat er een maatstaf voor taalvaardigheid wordt gebruikt om de resultaten mee te kunnen vergelijken. Dit zijn bijvoorbeeld de resultaten van een genormeerde taalbegrip- of woordenschattest.
- Bij de PDT en LDT werd gevraagd om snelle en nauwkeurige reactie. Dit leidt tot een inter-individueel verschil in reactietijden. De ene proefpersoon reageert snel, de ander nauwkeurig. Om te zorgen dat er zowel snel als nauwkeurig gereageerd wordt zou er een vorm moeten worden bedacht waardoor gecontroleerd kan worden of de proefpersoon ook nauwkeurig reageert. Dit zou bijvoorbeeld in de vorm van begripsvragen over de stimuli kunnen.
- Er moet bekeken worden of er een leereffect aanwezig is bij de LDT en PDT, omdat het vermoeden bestaat dat dit het geringe verschil tussen de HF en LF reactietijden veroorzaakt.
- De LDT, PDT en TRT moeten genormeerd worden.

Literatuurlijst

- Allen, P.A. Madden, D.J., Crotzier L.C. (1991), Adult age differences in letter-level and word-level processing. *Psychology and Aging*. 6,261-271
- Allen, P.A., Sliwinski, M., Bowie, T. (2002) Differential age effects in semantic and episodic memory: Part II. Slope and intercept analyses. *Experimental Aging Research*: 28,111-142
- Ans, B., Carbonnel, S., Valdois, S. (1998), A connectionist multiple-trace memory model voor polysyllabic word reading, *Psychological Review*: 105, 678 – 723
- Bashmore, T.R., Osman, A., Heffley, E.F. (1989), Mental slowing in elderly persons: A cognitive psychophysiological analysis, *Psychology Aging*: 4, 235-44
- Best, J.B. (1999), *Cognitive Psychology*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing
- Bosman, A.J., Smoorenburg, G.F. (1995), Inteligibility of Dutch CVC syllables and sentences for listeners with normal hearing and with three types of hearing impairment, *audiologie*: 34, 260-284
- Carroll, D. W. (2004), *Psychology of language*, Wadsworth: Thomson Learning
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., Ziegler, J. (2001), DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud, *psychological review*: 108, 204 – 256
- Degens, A., Fooij, H. de, Kampman, M., Reinten, R., Steenbeek, W. (2003), Een nieuw geluid: Circle Interactief Hoortrainingsprogramma: zelfstandig trainen van spraakverstaan voor volwassen CI-gebruikers, hbo-kennisbank
- Duquesnoy, A.J. (1983), The intelligibility of sentences in quiet and in noise in aged listeners, *Journal of the Acoustical Society of America*: 74, 1136 – 1144
- Gatehouse, S., Naylor, G., Elberling, C. (2003), Benefits from hearing aids in relation tot interaction between the user and the environment, *International Journal of Audiology*: 42, 77 – 85
- George, E.L.J, Festen, J.M., Houtgast, T. (2006), Factors affecting masking release for speech in modulated noise for normal-hearing and hearing-impaired listeners, *Journal of the Acoustical Society of America*: 120, 2295 – 2311
- George, E.L.J., Zekveld, A.A., Kramer, S.E., Goverts, S.T., Festen, J.M., Houtgast, T. (2007), Auditory and nonauditory factors affecting speech reception in noise by older listeners, *Journal of the Acoustical Society of America*: 121, 2362 – 2375
- Gold, B.T., Powell, D.K., Xuan, L., Jiang, Y., Hardy, P.A.,(2007) PageSpeed of lexical decision correlates with diffusion anisotropy in left parietal and frontal white matter: Evidence from diffusion tensor imaging, *Neuropsychologia*: 45, 2439-2446
- Grainger, J., Sequi, J. (1990), Neighborhood frequency effects in visual word recognition: A comparison of lexical decision and masked identification latencies, *Perception and Psychophysics*: 47, 191 -198

- Groot, A.M.B. de, Borgwaldt, S., Bos, M., Eijnden, E. van den (2002), Lexical Decision and Word naming in Bilinguals: Language effects and Task effects, *Journal of Memory and Language*: 47, 91 – 124
- Hällgren, M. (2005), *Hearing and cognition in speech comprehension*, Linköping: UniTryck
- Hällgren, M. Larsby, B., Lyxell, B., Arlinger, S. (2005), Speech understanding in quiet and noise, with and without hearing aids, *International journal of Audiology*: 44, 574 – 583
- Hamzavi, J., Baumgartner, W.D., Pok, S.M., Franz, P., Gstoettner, W. (2003) Variables Affecting Speech Perception in Postlingually Deaf Adults Following Cochlear Implantation, *Acta Otolaryngol*; 123: 493–498
- Heuven, W.J.B. van, Dijkstra, T., Grainger, J. (1998), Orthographic Neighborhood Effects in Bilingual Word Recognition, *Journal of memory and language*: 39, 458 – 483
- Heydebrand, G., Hale, S., Potts, L., Gotter, B., Skinner, M. (2007) Cognitive Predictors of Improvements in Adults' Spoken Word Recognition Six Months after Cochlear Implant Activation *Audiol Neurotol*; 12:254-264
- Kaplan, D.M., Schipp, D.B., Chen, J.M., Ng, A.H., Nedzelski J.M. (2003) Early-deafened adult cochlear implant users: assessment of outcomes, *J. Otolaryngol.* 32(4):245-9
- Kramer, S.E., Kapteyn, T.S., Festen J.M. & Tobi.H. (1996) The relationships between self reported hearing disabilities and measure of auditory disability. *Audiologie*, 35, 277-287.
- Larsby, B., Hällgren, M., Lyxell, B., Arlinger, S. (2005), *International Journal of Audiology*: 44, 131 – 143
- Liberman, A.M., Cooper, F.S., Shankweiler, D.P, Studdert-Kennedy, M. (1967) Perception of the speech code, *Psychology*: 85,225-228
- Lunner (2003), Cognitive function in relation to hearing aid use, *International Journal of Audiology*: 42, 49 – 58
- Lyxell, B, Andersson, U., Borg, E., Ohlsson, I.S.(2003) Working-memory capacity and phonological processing in deafened adults and individuals with a severe hearing impairment, *Int. J. Audiol.* 42: 86-9
- Martens, V.E.G., de Jong, P.F. (2006) The effect of visual word features on the acquisition of orthographic knowledge, *Journal of experimental child psychology*: 93, 337-356
- Myerson, J., Hale, S., Chen, J., Lawrence, B. (1997), General lexical slowing and the semantic priming effect: The roles of age and ability, *Acta Psychologica*: 96, 838 – 101
- Noordhoek, I.M., Houtgast, T., Festen, J.M. (2001) Relations between intelligibility of narrow-band and auditory functions, both in het 1-kHz frequency region, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109, 1197
- Oh, S.H., Kim, C.S., Kang, E.J., Lee, D.S., Lee, H.J., Chang, S.O., Ahn, S.H., Hwang, C.H., Park, H.J., Koo, J.W. (2003) Speech perception after cochlear implantation over a 4-year time Period; *Acta Oto-laryngologica*, 123: 148-153

- Pichora-Fuller, M.K. (2003), Cognitive aging and auditory information processing, *International Journal of Audiology*: 42, 26 – 32
- Plomp, R., Mimpen, A.M. (1979), Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences, *Audiology*: 18, 1085 – 1099
- Plomp, R. (1986), A signal-to-noise ratio model for the speech-reception threshold of the hearing impaired. *J. Speech Hear Res.* 29, 146-15
- Ratcliff, R., Thapar, A., Gomez, P., McKoon, G. (2004), *Psychology Aging*: 19, 278 - 289
- Rodenburg, M., & Hanssens, K. (1998). *Audiometrie: Methoden en klinische toepassingen*. Bussum: Uitgeverij Continho B.V.
- Slis I.H. (1996) *Audiologie; horen in een wereld van geluid*. Dick Couthinho, Bussum.
- Smits, C., Kapteyn, T.S en Houtgast, T. (2004), Miller, G.A., Heise, G.A. & Lichten, W. (1951) The intelligibility of speech as a function of the context of the test material. *J. Exp. Psychol.* 41, 329-355
- Smits, C., Merkus, P. & Houtgast, T. (2006), How we do it: The Dutch functional hearing–screening tests by telephone and internet, *Clinical Otolaryngology*: 31, 436–455
- Smoorenburg, G.F. (1992), Speech reception in quiet and in noisy conditions by individuals with noise-induced hearing loss in relation to their audiogram, *Journal of the Acoustical Society of America*: 91, 421 – 437
- Spoor A., Van Laar F. (1966) Pure tone threshold for males and females in different age groups in presbycusis: the present status, *Dutch ENT-society*: Schmidt PH. ed
- Surprenant, A.M., Watson, C.S (2001), Individual differences in the processing of speech and nonspeech sounds by normal-hearing listeners, *Journal of the Acoustical Society of America*: 110, 2085 – 2095
- Versfeld, N.J., Daalder, L., Festen, J.M., Houtgast, T. (2000), Method for the selection of sentence materials for efficient measurement of the speech reception threshold, *The Journal of the Acoustical Society of America*: 107, 1671-1684
- Wagenmakers, E.J., van der Maas, H.L.J., Grasman, R.P.P.P. (2007) An EZ-diffusion model for response time and accuracy, *Psychonomic Bulletin & Review*: 14, 3-22(20)
- Wagenmakers, E.J., Ratcliff, R., Gomez, P., McKoon, G (2008) A diffusion model account of criterion shifts in the lexical decision task, *Journal of memory and language*: 58, 140-159
- Warren, R.M. (1970), Perceptual Restoration of Missing Speech Sounds, *Science*: 167, 392 – 393
- Waston, C.S., Qui, W.W., Chamberlain, M.M., Li, X. (1996), Auditory and visual speech perception : Confirmation of a modality independent source of individual differences, *Journal of the Acoustical Society of America* : 100, 1153 – 1162
- Zekveld, A.A., George, E.L.J., Kramer, S.E., Goverts, S.T., Houtgast, T. (2007), The Development of the Text Reception Threshold test: a visual analogue of the Speech Reception Threshold test, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*: 50, 576 – 584

- Zekveld, A. A., Heslenfeld, D.J., Festen, J.M., Schoonhoven, R. (2006), Top–down and bottom–up processes in speech comprehension, *Neuroimage*: 32, 1826-1836
- Zekveld, A.A., Kramer, S.E., Vlaming, M.S.M.G., Houtgast, T., (2008) Audiovisual Perception of Speech in Noise and Masked Written Text, *Ear & Hearing*. 29(1):99 -111

Samenvatting

Marre Kaandorp, audioloog in opleiding op het VUmc, voert, onder begeleiding van hoogleraar audiologie, J.M Festen, en in samenwerking met een audioloog, S.T Goverts een longitudinaal onderzoek naar de invloed van de auditieve en niet-auditieve factoren op het maximaal haalbare spraakverstaan van Cochleair implantaat (CI) gebruikers, met de titel: 'Towards prediction of speech recognition for cochlear implant users'.

Met de hierdoor verkregen kennis hoopt ze beter te kunnen voorspellen wat het maximaal haalbare spraakverstaan zal zijn bij CI gebruikers en hoe de revalidatie hierop aangepast kan worden. In het kader van ons afstudeerproject leverden wij een bijdrage aan dit onderzoek. Als deel van het onderzoeksteam hebben wij ons gericht op het gebruiksklaar maken van de testbatterijen voor verschillende onderzoeksgroepen, met daarin spraakverstaaNSTESTEN en taalvaardigheidstesten, en hebben we deze testbatterijen tijdens de pilot studie afgenomen. Tijdens het ontwikkelen van de testbatterijen kwamen we tot de conclusie dat veel van de testen nog niet gebruiksklaar waren. Er moesten nog veel aanpassingen gedaan worden qua testinstellingen, meetcondities, instructie, stimuli, responsmethode, data output of de afnameduur. De testbatterij is op dit moment voor normaal horenden, slechthorenden en CI kandidaten voor een groot deel gebruiksklaar. De testbatterij voor de CI gebruikers nog niet. Hier moet eerst nog een aantal pilot studies mee worden gedaan. Twee van de testen uit de testbatterijen, de Lexical decision task en de progressive demasking task, zijn nog niet gebruiksklaar. De overige testen zijn dit in principe wel. De text reception threshold test en de Speech reception threshold (SRT) test van zinnen in ruis test zijn echter nog niet helemaal gebruiksvriendelijk.

Toch is er begonnen met onderzoek, ten eerste omdat de opzet van de testprotocollen op deze manier geëvalueerd konden en ten tweede dat er data kon worden verzameld binnen de onderzoeksperiode van het afstudeerproject, zodat er met enige voorzichtigheid een antwoord kon worden gezocht op de onderzoeksvraag.

Binnen dit onderzoek werden er echter geen correlaties gevonden tussen de 'taalvaardigheids' testen en de SRT test van zinnen in ruis bij normaalhorenden. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat taal niet van invloed is op het spraakverstaan in ruis en de verwachting vooraf aan dit onderzoek niet juist is. Echter, wanneer de normaalhorenden en slechthorenden samen werden gevoegd tot één onderzoeksgroep, om meer variatie binnen de resultaten te krijgen, werden er enkele lichte trends gezien tussen de SRT test van zinnen in ruis en de talige testen. Deze lichte trends komen met de verwachtingen overeen. Ze ondersteunen, met enige voorzichtigheid, de hypothese dat de variatie op de SRT test van zinnen in ruis deels door talige vaardigheden voorspeld zou kunnen worden.

Bijlage I: Testprotocollen per onderzoeksgroep

- Normaalhorenden
- Slechthorenden
- CI kandidaten
- CI gebruikers

Testprotocol voor normaal horenden

	Test	Intensiteit Signaal	Spraak/ruis verhouding	Aantal metingen	Vrije veld/ koptelefoon	Monoraal/ binauraal	Geschatte Meettijd	opmerkingen
Screening	Korte anamnese	-	-	-	-	-	5 min	
Standaard audiometrie	Toonaudiogram	-	-	1	Koptel.	Mon bdz.	8 min	Alleen luchtgeleidingsdrempel
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	50, 30 en evt. 60 dB	-	2 + 2 lijsten (evt. 2 meer)	Koptel.	Mon bdz.	10 min	
Screening	Ishihara	-	-	1	-	-	2 min	Bij uitval op deze test de TRT test niet afnemen.
Taalvaardigheid	Lexical decision task (LDT)	-	-	2 lijsten, namelijk Hoogfreq. (HF) & Laagfreq. (LF)	-	-	10 min	HF = 110 – 280 op de miljoen 66 bestaande woorden lijst 1 44 pseudo woorden lijst 1 10 oefenwoorden LF = 3 – 3 op de miljoen 61 bestaande woorden lijst 1 41 pseudo woorden lijst 2 2 oefenwoorden
Taalvaardigheid	Text reception treshold (TRT) met VU98 zinnen	-	-	5 lijsten	-	-	20 min	
PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE								
Spraak in ruis	SRT test met Plomp zinnen	65 dB	- 10 dB	3 lijsten	Vrije veld	Bin	5 min	Ruis vast, spraak variabel
Spraak in ruis	SRT test met cijfer triplets	65 dB	- 10 dB	3 lijsten	Vrije veld	Bin	10 min	Ruis en spraak adaptief
Taalvaardigheid	Progressive demasking task (PDT)	-	-	2 lijsten, namelijk Hoogfreq. (HF) & Laagfreq. (LF)	-	-	15 min	HF = 110 – 280 op de miljoen 38 bestaande woorden lijst 2 8 oefenwoorden LF = 1 – 1 op de miljoen 32 bestaande woorden lijst 1 2 oefenwoorden
Totale geschatte testduur							1.23 uur	
Totaal geschatte duur (inclusief pauze van ongeveer 25 min.)							1.50 uur	

Testprotocol voor slechthorenden (Vrije veld meting tot 80 dB i.v.m. vervorming)

	Test	Intensiteit Signaal	S/R verhouding	Aantal metingen	Hoortestel	Vrije veld/ koptelefoon	Monoraal/ Binauraal	Geschatte Meettijd	Opmerkingen
Screening	Korte anamnese	-	-	-	-	-	-	10 min	
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	divers	-	5 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	6 min	
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	Bij score max niv	-	2 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	5 min	
Screening	Ishihara	-	-	1	-	-	-	2 min	Bij uitval op deze test de TRT test niet afnemen.
Taalvaardigheid	LDT	-	-	2 lijsten, namelijk hoogfreq. (HF) & laagfreq. (LF)	-	-	-	10 min	HF = 110 – 280 op de miljoen 66 bestaande woorden lijst 1 44 pseudo woorden lijst 1 10 oefenwoorden LF = 3 – 3 op de miljoen 61 bestaande woorden lijst 1 41 pseudo woorden lijst 2 2 oefenwoorden
Taalvaardigheid	TRT VU98 zinnen	-	-	5 lijsten	-	-	-	20 min	
PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE									
Spraak in stilte	Plomp zinnen	Max niv	-	3 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	7 min	Scoren per syllabe
Spraak in stilte	Cijfer triplets	divers	-	5 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	7 min	
Spraak in stilte	Cijfer triplets	Max niv.	-	2 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	5 min	
Spraak in ruis	SRT test Plomp zinnen	Max niv	- 10 dB	3 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	10 min	Spraak vast, ruis variabel
Spraak in ruis	SRT test cijfer triplets	Max niv	- 10 dB	3 lijsten	ja	Vrije veld	Binauraal	17 min	Spraak vast, ruis variabel
Taalvaardigheid	Progressive demasking task	-	-	2 lijsten, namelijk hoogfreq. (HF) & laagfreq. (LF)	-	-	-	15 min	HF = 110 – 280 38 bestaande woorden lijst 2 8 oefenwoorden LF = 1 – 1 32 bestaande woorden lijst 1 2 oefenwoorden
Extra	Toonaudiogram (lucht en been)	-	-	-	nee	Koptel.	Mon. bdz	20 min	Wanneer de proefpersoon geen toonaudiogram (gemaakt in ziekenhuis) heeft, deze zelf nog maken
Extra	Spraakaudiogram	divers	-	5 + 5 lijsten	nee	Koptel.	Mon. bdz.	15 min	Wanneer de proefpersoon geen spraakaudiogram (gemaakt in ziekenhuis) heeft, deze zelf nog maken
Totale geschatte testduur								1.39 uur	2.14 uur mét toon & spraakaudiogram via koptel.
Totaal geschatte duur (inclusief pauze van ongeveer 40 min.)								2.20 uur	2.55 uur mét toon en spraakaudiogram via koptel.

Testprotocol voor CI kandidaten (Vrije veld meting tot 80 dB i.v.m. vervorming)

	Test	Intensiteit Signaal	Spraak/ruis verhouding	Aantal metingen	Hoor toestel	Vrije veld/ Koptel.	Monoraal/ Binauraal	Geschatte Meettijd	Opmerkingen
Screening	Korte anamnese	-	-	-	ja	-	-	10 min	
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	divers	-	3 lijsten	ja	Vrije veld	Mon. Andere oor dop	5 min	
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	Max. niv.	-	2 lijsten	ja	Vrije veld	Mon. Andere oor dop	5 min	
Screening	Ishihara	-	-	1	-	-	-	2 min	Bij uitval op deze test de TRT test niet afnemen.
Taalvaardigheid	LDT	--	-	2 lijsten namelijk hoogfreq. (HF) & laagfreq. (LF)		-	-	10 min	HF = 110 – 280 66 bestaande woorden lijst 1 44 pseudo woorden lijst 1 10 oefenwoorden LF = 3 – 3 lijst 61 bestaande woorden lijst 1 41 pseudo woorden lijst 2 2 oefenwoorden
Taalvaardigheid	TRT VU98 zinnen	-	-	5 lijsten	-	-	-	20 min	
PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE									
Spraak in stilte	Plomp zinnen	Bij max. niveau	-	3 lijsten	ja	Vrije veld	Mon. Andere oor dop.	5 min	Scoren per syllabe
Spraak in stilte	cijfer triplets	divers	-	5 lijsten	ja	Vrije veld	Mon. andere oor dop.	12 min	
Spraak in stilte	cijfer triplets	Bij max. niveau	-	2 lijsten	ja	Vrije veld	Mon. andere oor dop.	10 min	
PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE									
Spraak in ruis	SRT Plomp zinnen	Bij max. niveau	- 10 dB	3 lijsten	ja	Vrije veld	Mond. Andere oor dop.	10 min	Spraak vast, ruis variabel
Spraak in ruis	SRT cijfer triplets	Bij max. niveau	- 10 dB	3 lijsten	ja	Vrije veld	Mon. andere oor dop.	10 min	Spraak vast, ruis variabel
Taalvaardigheid	PDT	-	-	2 lijsten namelijk hoogfreq. (HF) & laagfreq. (LF)	-	-	-	15 min	HF = 110 – 280 38 bestaande woorden lijst 2 8 oefenwoorden LF = 1 – 1 lijst 32 bestaande woorden lijst 1 2 oefenwoorden
Extra	Toonaudiogram	-	-	-	nee	Koptel	Bin	-	Overnemen uit status
Extra	Spraakaudiogram	-	-	-	nee	Koptel	Bin	-	Spraakcurve en max niv. zonder hoortoestel overnemen uit status
Totale geschatte testduur								1.54 uur	
Totaal geschatte duur (inclusief pauze van ongeveer 45 min.)								2.40 uur	

Testprotocol voor CI gebruikers (Vrije veld meting tot 80 dB i.v.m. vervorming)

	Test	Intensiteit Signaal	Spraak/ruis verhouding	Aantal metingen	Vrije veld/ koptel	Monoraal/ Binauraal	Geschatte Meettijd	Opmerkingen
Screening	Korte anamnese	-	-	-	-	-	10 min	
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	divers	-	4 lijsten	Vrije veld	Mon. Andere oor dop	10 min	
Standaard audiometrie	Spraakaudiogram	Max. niv.	-	2 lijsten	Vrije veld	Mon. + dop	5 min	
Screening	Ishihara	-	-	1	-	-	2 min	Bij uitval op deze test de TRT test niet afnemen.
Taalvaardigheid	Lexical decision task (LDT)	-	-	2 lijsten, namelijk hoogfreq. (HF) & laagfreq. (LF)	-	-	10 min	HF = 110 – 280 op de miljoen 66 bestaande woorden lijst 1 44 pseudo woorden lijst 1 10 oefenwoorden LF = 3 – 3 lijst op de miljoen 61 bestaande woorden lijst 1 41 pseudo woorden lijst 2 2 oefenwoorden
Taalvaardigheid	Text reception threshold (TRT) VU98 zinnen	-	-	5 lijsten	-	-	20 min	
PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE								
Spraak in stilte	Plomp zinnen	Bij max niv.	-	3 lijsten	Vrije veld	Mon. + dop	5 min	Scoren per syllabe
Spraak in stilte	cijfer triplets	divers	-	5 lijsten	Vrije veld	Mon. + dop	12 min	
Spraak in stilte	cijfer triplets	Bij max niv.	-	2 lijsten	Vrije veld	Mon. + dop	10 min	
PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE – PAUZE								
Spraak in ruis	SRT Plomp zinnen	Bij max niv.	- 10 dB	3 lijsten	Vrije veld	Mon. + dop	10 min	Spraak vast, ruis variabel
Spraak in ruis	SRT cijfer triplets	Bij max niv.	- 10 dB	3 lijsten	Vrije veld	Mon. + dop	10 min	Spraak vast, ruis variabel
Taalvaardigheid	PDT	-	-	2 lijsten, namelijk hoogfreq. (HF) & laagfreq. (LF)	-	-	15 min	HF = 110 – 280 op de miljoen 38 bestaande woorden lijst 2 8 oefenwoorden LF = 1 – 1 op de miljoen 32 bestaande woorden lijst 1 2 oefenwoorden
Extra	Toonaudiogram	-	-	-	Koptel	Binauraal	-	Overnemen uit status
	Spraakaudiogram	-	-	-	Koptel	Binauraal	-	Spraakcurve en max niv. zonder hoortoestel overnemen uit status
Totale geschatte testduur							1.49 uur	
Totaal geschatte duur (inclusief pauze van ong. 45 min.)							2.35 uur	

Bijlage II; Testafname formulieren

- Normaalhorenden
- Slechthorenden
- CI kandidaten
- CI gebruikers

NORMAAL HORENDEN

PP nummer _____

Naam _____

Tel nr _____

Adres _____

Geb. datum _____

Tijd _____

Geslacht man/ vrouw

Visus normaal/ normaal gecorrigeerd met bril/ lenzen

Moedertaal Nederlands ja nee

Meertalig opgevoed ja nee

nml: _____

Hoogstgenoten opleidingsniveau _____

Lichamelijk gezond ja nee

Leesstoornissen ja nee

Geheugenproblemen ja nee

AUDIOGRAM

Toonaudiogram

AD	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel						

AS	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel						

AD: FI: dB
FI high: dB
FI (0.5, 1, 2, 4kHz)dB

AS: FI: dB
FI high: dB
FI (0.5, 1, 2, 4kHz)dB

Opmerkingen:

Spraakaudiogram

AD	30 dB	50 dB	60dB
Spraakverst in %			

AS	30 dB	50 dB	60 dB
Spraakverst in %			

Opmerkingen

Visuele screening

Kleurenblind ja nee

Opmerkingen

TALIGE TESTEN

LDT

frequentie	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd	Gem. reactietijd nonsenswoord en	Gem. reactietijd bestaande woorden
HF 110 - 280	/			
LF 3 - 3	/			
Gemiddeld				

TRT

Lijst	TRT	SD
Gemiddeld		

SPRAAKVERSTAAN IN RUIS

SRT zinnen (Plomp)

Lijst	SRT	SD
Gemiddeld		

SRT cijfer triplets

Test	SRT	SD
Gemiddeld		

TALIGE TESTEN

PDT

frequentie	Perc. correct	Gem. reactietijd
HF 110 - 280		
LF 1 - 1		
Gemiddeld		

SLECHTHORENDEN

PP nummer _____

Naam _____

Tel nr _____

Adres _____

Geb. datum _____

Tijd _____

Geslacht man/ vrouw

Visus normaal/ normaal gecorrigeerd met bril/ lenzen

Moedertaal Nederlands ja nee

Meertalig opgevoed ja nee

nml: _____

Hoogstgenoten opleidingsniveau _____

Lichamelijk gezond ja nee

Leesstoornissen ja nee

Geheugenproblemen ja nee

Slechthorendheid

Leeftijd begin gehoorverlies jaar/-.....-.....

Duur slechthorendheid; Jaar

Oorzaak slechthorendheid

start dragen hoortoestel(len) AD:

AS:

draagjaren hoortoestel(len) AD: jaar

AS: jaar

Percentage duur dragen hoortoestel t.o.v. duur slechthorendheid %

Tinnitus klachten AS / AD / ADS

AUDIOGRAM**Toonaudiogram**

AD	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel						
Bg drempel	-					-

AS	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel						
Bg drempel	-					-

Opmerkingen:**Ernst gehoorverlies**

AD: FI: dB
 FI high: dB
 FI (0.5, 1, 2, 4kHz)dB
 AS: FI: dB
 FI high: dB
 FI (0.5, 1, 2, 4kHz)dB

Soort gehoorverlies

AD: conductief/ perceptief/ gemengd
 AS: conductief/ perceptief/ gemengd

Vorm gehoorverlies

AD: komvormig/ vlak/ hoge tonen verlies
 AS: komvormig/ vlak/ hoge tonen verlies

Spraakaudiogram zonder htt**AD**

dB						
Spraakverst in %						

max. niv.

dB			
Spraakverst in %			

AS

dB						
Spraakverst in %						

max. niv.

dB			
Spraakverst in %			

ADS met hoortoestellen functie van niveau

Lijst	dB	Spraakverst in %

ADS met hoortoestellen op max. niveau

Lijst	dB	Spraakverst in %

Opmerkingen

Visuele screening

Kleurenblind ja nee

Opmerkingen

TALIGE TESTEN

LDT

Frequentie	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd	Gem. reactietijd nonsenswoord en	Gem. reactietijd bestaande woorden
110 - 280	/			
3 - 3	/			
Gemiddeld				

TRT

Lijst	TRT	SD
Gemiddelde TRT		

SPRAAKVERSTAAN IN STILTE

SRT zinnen (Plomp) op max. niveau

Lijst	dB	Tot. corr. syll/ Aant. syll.	%
		/	
		/	
		/	

Cijfer triplets, functie van niveau

test	dB	Spraakverstaan in %

Cijfer triplets, max. niveau

test	dB	Spraakverstaan in %

SPRAAKVERSTAAN IN RUIS

SRT zinnen (Plomp) op max. niveau

Lijst	SRT	SD
Gemiddelde		

SRT cijfer triplets op max. niveau

Test	SRT	SD
Gemiddelde		

TALIGE TESTEN

PDT

Frequentie	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd
110 - 280	/	
1 - 1	/	
Gemiddeld		

CI kandidaten

PP nummer _____

Naam _____

Tel nr _____

Adres _____

Geb. datum _____

Tijd _____

Geslacht man/ vrouw

Visus normaal/ normaal gecorrigeerd met bril/ lenzen

Moedertaal Nederlands ja nee

Meertalig opgevoed ja nee

nml: _____

Hoogstgenoten opleidingsniveau _____

Lichamelijk gezond ja nee

Leesstoornissen ja nee

Geheugenproblemen ja nee

Slechthorendheid

Leeftijd begin gehoorverlies jaar/-....-.....

Duur slechthorendheid; Jaar

Oorzaak slechthorendheid

start dragen hoortoestel(len) AD:
AS:draagjaren hoortoestel(len) AD: jaar
AS: jaar

Tinnitus klachten AS / AD / ADS

Percentage duur dragen hoortoestel t.o.v. duur slechthorendheid %

Slechthorende of speciaal onderwijs ja/ nee, nml:

Ernst (rest)gehoorverlies voor implantatie	AD	AS
	250 Hz:	250 Hz:
	500 Hz:	500 Hz:
	1000 Hz:	1000 Hz:
	2000 Hz:	2000 Hz:
	4000 Hz:	4000 Hz:
	8000 Hz:	8000 Hz:

Datum CI implantatie-.....-..... / jaar

Te implanteren oor links/ rechts/ niet bekend

AUDIOGRAM

Toonaudiogram

AD	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel							

AS	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel							

Opmerkingen:

Ernst gehoorverlies AD: FI: dB
FI high: dB
Gemid. (0.5, 1, 2, 4kH)dB
AS: FI: dB
FI high: dB
gemid. (0.5, 1, 2, 4kH)dB

Soort gehoorverlies AD: conductief/ perceptief/ gemengd
AS: conductief/ perceptief/ gemengd

Vorm gehoorverlies AD: komvormig/ vlak/ hoge tonen verlies
AS: komvormig/ vlak/ hoge tonen verlies

Spraakaudiogram zonder htt (overnemen uit status)

AD

dB					
Spraakverst in %					

Bij score max. niv. met HTT

dB			
Spraakverst in %			

AS

dB						
Spraakverst in %						

Bij score max. niv. met HTT

dB			
Spraakverst in %			

Opmerkingen

Spraakaudiogram met htt

AD

dB					
Spraakverst in %					

max. niv.

dB			
Spraakverst in %			

AS

dB						
Spraakverst in %						

max. niv.

dB			
Spraakverst in %			

Opmerkingen

Visuele screening

Kleurenblind ja nee

Opmerkingen

TALIGE TESTEN

LDT

Lijst	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd	Gem. reactietijd nonsenswoord en	Gem. reactietijd bestaande woorden
110 - 280	/			
3 - 3	/			
Gemiddeld				

TRT

Lijst	TRT	SD
Gemiddelde		

SPRAAKVERSTAAN IN STILTE

Plompzinnen op max niveau

AS/AD

Lijst	%

SRT cijfer triplets: functie van niveau

AS/ AD

dB	%
Gemiddelde	

SRT cijfer triplets: op max. niveau

AS/ AD

dB	%
Gemiddeld e	

SPRAAKVERSTAAN IN RUIS

Plompzinnen in ruis op max niveau

AS/ AD

Lijst	%

SRTcr

AS/ AD

test	SRT	SD
Gemiddeld e		

TALIGE TESTEN

PDT

Lijst	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd
110 - 280	/	
1 - 1	/	
Gemiddeld		

Datum: - -

CI gebruikers

PP nummer _____

Naam _____

Tel nr _____

Adres _____

Geb. datum _____

Tijd _____

Geslacht man/ vrouw

Visus normaal/ normaal gecorrigeerd met bril/ lenzen

Moedertaal Nederlands ja nee
Meertalig opgevoed ja nee

nml: _____

Hoogstgenoten opleidingsniveau _____

Lichamelijk gezond ja nee

Leesstoornissen ja nee

Geheugenproblemen ja nee

Slechthorendheid

Leeftijd begin gehoorverlies jaar/-.....-.....

Duur slechthorendheid; Jaar

Progressieve slechthorendheid ja langzaam/ ja snel/ nee

Oorzaak slechthorendheid

start dragen hoortoestel(len) AD:
AS:

draagjaren hoortoestel(len) AD: jaar
AS: jaar

Percentage duur dragen hoortoestel t.o.v. duur slechthorendheid %

Datum CI implantatie / jaar

CI implantatie links/ rechts

Toonaudiogram

AD	125 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel						

AS	125 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lg drempel						

Opmerkingen:

Ernst gehoorverlies AD: FI: dB
 FI high: dB
 FI 0.5, 1, 2, 4kHz.....dB

AS: FI: dB
 FI high: dB
 FI 0.5, 1, 2, 4kHzdB

Soort gehoorverlies AD: conductief/ perceptief/ gemengd
 AS: conductief/ perceptief/ gemengd

Vorm gehoorverlies AD: komvormig/ vlak/ hoge tonen verlies
 AS: komvormig/ vlak/ hoge tonen verlies

Spraakaudiogram voor implantatie

AD

dB						
Spraakverst in %						

max niveau

dB			
Spraakverst in %			

AS

dB						
Spraakverst in %						

max. niveau

dB			
Spraakverst in %			

Spraakaudiogram na implantatie

AD/AS

dB						
Spraakverst in %						

max. niveau

dB			
Spraakverst in %			

Visuele screening

Kleurenblind ja nee

Opmerkingen

TALIGE TESTEN

LDT

frequentie	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd	Gem. reactietijd nonsenswoord en	Gem. reactietijd bestaande woorden
110 - 280	/			
3 - 3	/			
Gemiddeld				

TRT

Lijst	TRT	SD
Gemiddelde		

SPRAAKVERSTAAN IN STILTE

Plompzinnen op max niveau

AS/AD

Lijst	%

SRT cijfer triplets: functie van niveau

AS/ AD

dB	%
Gemiddelde	

SRT cijfer triplets: op max. niveau

AS/ AD

dB	%
Gemiddelde	

SPRAAKVERSTAAN IN STILTE

Plompzinnen op max niveau

AS/ AD

Lijst	%

SRT cijfer triplets

AS/ AD

test	dB	%
Gemiddelde		

SPRAAKVERSTAAN IN RUIS

SRT zinnen (Plomp)

Lijst	SRT	SD
Gemiddelde		

SRT cijfer triplets

Lijst	SRT	SD
Gemiddelde		

TALIGE TEST**PDT**

frequentie	Correct/ incorrect	Gem. reactietijd
110 - 280	/	
1 - 1	/	
Gemiddeld		

Bijlage III; multiple stepwise regression analyse

Variables Entered/Removed(b)

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	leeftijd(a)	.	Enter

a All requested variables entered.

b Dependent Variable: SRTz

Model Summary(b)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,042(a)	,002	-,054	,87869

a Predictors: (Constant), leeftijd

b Dependent Variable: SRTz

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,025	1	,025	,032	,860(a)
	Residual	13,898	18	,772		
	Total	13,922	19			

a Predictors: (Constant), leeftijd

b Dependent Variable: SRTz

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-5,409	,533		-10,140	,000
	leeftijd	-,002	,013	-,042	-,178	,860

a Dependent Variable: SRTz

Excluded Variables(b)

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	LDT_HF	,254(a)	,919	,371	,217	,732
	LDT_LF	-,017(a)	-,068	,946	-,017	,974
	TRT	,210(a)	,740	,469	,177	,703
	PDT_HF	,209(a)	,851	,406	,202	,938
	PDT_LF	,124(a)	,502	,622	,121	,945
	SRTc	-,067(a)	-,269	,791	-,065	,937

a Predictors in the Model: (Constant), leeftijd

b Dependent Variable: SRTz