



Radboud Universiteit Nijmegen

Radboudumc
university medical center

Dual-task paradigma als maat voor luisterinspanning

Een onderzoek naar het verschil in luisterinspanning op een dual-task tussen kinderen en jongeren met een unilateraal cochleair implantaat en normaalhorende kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar.

Maud Smeets
s4487222
31 oktober 2016
Masterscriptie Taal- en Spraakpathologie
Externe begeleider/eerste beoordelaar:
dr. Marloes Sparreboom
Tweede beoordelaar: dr. Esther Janse

Voorwoord

Voor u ligt de masterscriptie ‘Dual-task paradigma als maat voor luisterinspanning, een onderzoek naar het verschil in luisterinspanning op een dual-task tussen kinderen en jongeren met een unilateraal cochleair implantaat en normaalhorende kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar.’

Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van de recente ontwikkelingen die zich voordoen op het gebied van cochleaire implantatie. Bilaterale implantatie kent voordelen ten opzichte van unilaterale implantatie en hiermee ligt het in de lijn der verwachting dat ook op het gebied van luisterinspanning er verschillen tussen beide groepen zullen zijn. Om uitspraken te kunnen doen over de luisterinspanning die geleverd moet worden met een bilateraal cochleair implantaat is het eerst van belang te onderzoeken hoeveel luisterinspanning kinderen en jongeren met een unilateraal cochleair implantaat en normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar moeten leveren.

Het onderzoek voor deze scriptie is uitgevoerd op het Radboudumc afdeling Keel-Neus-Oorheelkunde, Hearing & Implants te Nijmegen. Deze masterscriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen van de masteropleiding Taal- en Spraakpathologie aan de Radboud Universiteit te Nijmegen. Van februari 2016 tot en met oktober 2016 ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van de scriptie.

Bij dezen wil ik graag mijn externe begeleider, dr. Marloes Sparreboom bedanken voor de fijne begeleiding en ondersteuning tijdens dit traject. Daarnaast wil ik dr. Esther Janse bedanken voor haar bereidheid te fungeren als tweede lezer. Ook wil ik alle kinderen en jongeren (en hun ouders/verzorgers) bedanken die mee hebben gewerkt aan dit onderzoek. Zonder hun medewerking had ik dit onderzoek niet kunnen voltooien. Verder wil ik het CI-team bedanken van de afdeling Hearing & Implants te Nijmegen voor de mogelijkheid mee te lopen met verschillende disciplines van de afdeling. Hierdoor heb ik beter inzicht gekregen in de doelgroep waardoor ik mijn scriptie beter vorm kon geven. Tot slot wil ik graag mijn vriend, familie en vriendinnen bedanken die me ondersteund hebben om deze scriptie tot een goed einde te brengen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Maud Smeets
Nijmegen, 25 oktober 2016.

Inhoudsopgave

Voorwoord	i
Inhoudsopgave	ii
Samenvatting	1
Abstract	2
1. Inleiding	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Literatuuroverzicht	4
Het normale gehoor en gehoormetingen	4
1.2.1 Werking van het oor	4
1.2.2 Gehoordrempels en metingen	5
1.3 Slechthorendheid en doofheid	8
1.3.1 Ernst gehoorverliezen	8
1.3.2 Etiologie ernstige slechthorendheid en doofheid	8
1.4 Werking van een cochleair implantaat	10
1.5 Factoren die van invloed zijn op cochleaire implantatie	11
1.5.1 Kind gerelateerde factoren	11
1.5.2 Omgevingsfactoren	12
1.5.3 Factoren ten gevolge van het systeem van een cochleair implantaat	12
1.6 Spraak- en taalontwikkeling en cochleair implantaat	13
1.6.1 Invloed van cochleair implantatie op de spraak- en taalontwikkeling	13
1.7 Implantatie bilateraal cochleair implantaat bij kinderen	14
1.7.1 Voordelen bilateraal cochleair implantaat	15
1.7.2 Resultaten bilateraal cochleair implantaat	16
1.7.3 Simultaan versus sequentieel implanteren	16
1.8 Het werkgeheugen	17
1.8.1 Opbouw (werk)geheugen	17
1.8.2 Werkgeheugencapaciteit	19
1.8.3 Werkgeheugen en cochleair implantaat	19
1.9 Luisterinspanning	21
1.9.1 Definitie luisterinspanning	21
1.9.2 Factoren die invloed hebben op de luisterinspanning	21
1.9.3 Gehoorverlies en luisterinspanning	21
1.10 Het meten van de luisterinspanning met het dual-task paradigma	22
1.10.1 Prestaties dual-task paradigma normaalhorende kinderen	23
1.10.2 Prestaties dual-task paradigma ernstig slechthorende/dove kinderen	23
Vraagstelling	25
Hypotheses	25
2. Methode	26
2.1 Proefpersonen	26
2.2 Procedure	28
2.2.1 Werving deelnemers	28
2.2.2 Afname testen	28
2.2.3 Afronding	32
2.3 Apparatuur en onderzoeksomstandigheden	32
2.4 Data-analyse	33

3. Resultaten	34
3.1 Auditieve woordherkenningstaak (NVA taak): CVC-foneemscores in de single task in stilte en ruis en als primaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis	34
3.1.1 CVC-foneemscores in de single task	34
3.1.2 CVC-foneemscores als primaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis	35
3.2 Visuele cijfer onthoudtaak: cijfers onthouden in de single task en als secundaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis	38
3.2.1 Cijfers onthouden in de single task	38
3.2.2 Cijfers onthouden als secundaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis	39
3.3 PPVT-III-NL (woordbegrip) scores	42
3.4 Confounding variabelen	45
4. Conclusie en Discussie	48
4.1 Conclusie	48
4.2 Discussiepunten van het onderzoek	50
4.2.1 Discussiepunten voor de (primaire) auditieve woordherkenningstaak (NVA taak)	50
4.2.2 Discussiepunten voor de (secundaire) cijfer onthoudtaak	51
4.2.3 Algemene discussiepunten	52
4.3 Suggesties voor verder onderzoek	54
Referentielijst	56
Bijlagen	62
Bijlage 1: Opgestelde e-mail collega's voor werving	62
Bijlage 2: Informatiedocument voor collega's en hun kind(eren)	63
Bijlage 3: Brief en informatiedocument voor ouders van broers/zussen CI kinderen	65
Bijlage 4: Invulformulier algemene gegevens kind	68
Bijlage 5: Bibliografische gegevens ouders	70
Bijlage 6: Protocol testen normaalhorende kinderen	71
Bijlage 7: Scoreformulier single tasks en dual-task	76

Samenvatting

Op het gebied van cochleaire implantatie doen zich de laatste jaren veel veranderingen voor. Er vinden ontwikkelingen plaats op het gebied van indicatiecriteria voor cochleaire implantatie, technologische ontwikkelingen en veranderingen op het gebied van begeleiding van ernstig slechthorende en dove kinderen en jongeren. Bilaterale implantatie kent voordelen ten opzichte van unilaterale implantatie. Voor kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar die bilateraal geïmplanteerd worden ligt het in de lijn der verwachting dat er een verschil ontstaat in de luisterinspanning, de cognitieve inspanning die de luisteraar moet leveren om een spraaksignaal te begrijpen in vergelijking met de unilaterale groep. Kinderen met een cochleair implantaat komen meer en meer in het reguliere onderwijs terecht waar ze te maken krijgen met uitdagendere luisteromstandigheden door de aanwezigheid van meer ruis. Dit heeft invloed op de luisterinspanning die geleverd moet worden.

Om beide groepen goed met elkaar te vergelijken is het van belang om op een objectieve manier de luisterinspanning te meten. Om in de toekomst bilateralen te kunnen meten en vergelijken is het belangrijk zowel unilateralen van 5 t/m 18 jaar als normaalhorenden van 5 t/m 18 jaar te onderzoeken op de mate van luisterinspanning die zij nodig hebben in een stilte en ruis (schoolse) omgeving.

Hieruit is de onderzoeksvraag naar voren gekomen: ‘In hoeverre is er een verschil in de mate van luisterinspanning die kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar met een unilateraal cochleair implantaat moeten leveren op een primaire auditieve taak in een dual-task in een stilte- en een ruis-conditie in vergelijking met normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar?’

Om antwoord te kunnen geven op deze onderzoeksvraag is er een onderzoek uitgevoerd met het dual-task paradigma, een objectieve manier om de luisterinspanning te meten, in een stilte- en ruis-conditie. Normaalhorende kinderen en jongeren zijn met dit paradigma getest. Ook is er toonaudiometrie verricht ter controle van het gehoor en is er de Peabody Picture Vocabulary test afgenomen om de taalvaardigheden in kaart te brengen. Deze gegevens van kinderen en jongeren met een unilateraal cochleair implantaat zijn reeds beschikbaar. De resultaten op het dual-task paradigma en de Peabody Picture Vocabulary Test van de normaalhorende groep werden vergeleken met de resultaten van de groep met een unilateraal cochleair implantaat. Uit het onderzoek bleek dat er significant geen verschil gevonden is in de mate van luisterinspanning die kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar met een unilateraal cochleair implantaat en normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar moeten leveren op een primaire auditieve taak in een dual-task zowel in de stilte- als in de ruis-conditie. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat beide groepen evenveel luisterinspanning nodig hebben voor de dual-task. Echter is het van belang hierbij de kanttekening te plaatsen, dat de normaalhorende groep een andere moeilijkheidsgraad van de secundaire taak van de dual-task heeft gekregen dan de groep met een unilateraal cochleair implantaat. Dit beïnvloedt mogelijk de conclusie van dit onderzoek dat beide groepen evenveel luisterinspanning nodig hebben. Er wordt aanbevolen om in de toekomst de groep normaalhorende kinderen en jongeren en de kinderen en jongeren met een unilateraal cochleair implantaat dezelfde moeilijkheidsgraad van de secundaire taak van de dual-task te geven. Dit onderzoek heeft de grondslag gelegd om in de toekomst een vergelijking te kunnen maken tussen de normaalhorenden én bilateralen en de unilateralen én bilateralen. Het is dan duidelijk wat je op het gebied van luisterinspanning kunt verwachten voor de verschillende groepen kinderen en jongeren.

Abstract

During the last few years, a lot of changes in the field of cochlear implantation have taken place. The developments have been going fast in the field of indication criteria for cochlear implantation, technological developments and changes in guidance of severely hearing impaired and deaf children. Bilateral implantation has benefits compared to unilateral implantation. It is expected that a difference in listening effort, the cognitive effort to be made by the listener to understand a speech signal, will occur between the children and adolescents with a unilateral cochlear implant and the children and adolescents with bilateral cochlear implants. Children with cochlear implants are increasingly placed in mainstream education. In this environment they have to deal with more challenging listening conditions because of the existence of noise. This environment will influence the degree of listening effort which is made.

It is important to measure the listening effort in an objective manner to compare both groups with each other. To measure and compare bilaterals in the future to the extent of listening effort they require, it is interesting to measure the listening effort of both children and adolescents from 5 up to and including 18 years with a unilateral cochlear implant as normal hearing children and adolescents from 5 up to and including 18 years in quiet and noise environment. This resulted in the following research question: ‘To what extent is the performance on a dual-task of children and adolescents, aged from 5 up to and including 18 years with a unilateral cochlear implant different from the performance on a dual-task of normal hearing children and adolescents aged from 5 up to and including 18 years in quiet and noise environment?’

In order to answer this research question, an investigation is conducted with the dual-task paradigm, an objective way to measure the listening effort, in both a silence and noise condition. Normal hearing children and adolescents will be tested with this paradigm. In addition, tone audiometry has been carried out to check the hearing of the normal group hearing children and adolescents. The Peabody Picture vocabulary test was conducted to assess the language skills. Children and adolescents with unilateral cochlear implants have already been tested. The results of the dual-task paradigm and the Peabody Picture Vocabulary Test were compared between the normal hearing children and adolescents and the children and adolescents with an unilateral cochlear implant. This research showed there was no significant difference in the degree of listening effort between children and adolescents aged from 5 up to and including 18 years with an unilateral cochlear implant, and normal hearing children and adolescents aged from 5 up to and including 18 years when performing a primary auditory task in a dual-task in the silence and in the noise condition. This research concludes both groups need the same listening effort for the dual-task. However, it is important here to place the comment the normal hearing group has a different degree of difficulty of the secondary task of the dual-task compared with the group with an unilateral cochlear implant. This affects possible the conclusion of this study that both groups need the same listening effort.

Based on these conclusions, it is recommended to give the normal hearing children and adolescents and children and adolescents with a unilateral cochlear implant the same difficulty of the secondary task of the dual-task. This research has set a basis to be able to compare in the future the normal hearing with the bilateral, as well as the unilateral with the bilateral. Because of this research, it will be clear what one can expect from the different groups of children and adolescents.

1. Inleiding

In onderstaande hoofdstukken wordt de aanleiding van dit onderzoek beschreven. Ook wordt de literatuur behandeld die van belang is in het kader van dit onderzoek. Om meer inzicht te krijgen in de recente ontwikkelingen op het gebied van cochleaire implantatie is het van belang enige kennis te hebben over de werking van het normale gehoor en slechthorendheid/doofheid. Daarom zullen onder andere in onderstaande hoofdstukken deze aspecten verder toegelicht worden.

1.1 Aanleiding

Het gehoor is een van de vijf zintuigen die een belangrijke rol speelt in de ontwikkeling van het kind. Normaalhorende baby's geven de eerste reacties op geluid vanaf 29 weken post conceptie (Wunderlich, Cone-Wesson, & Shepherd, 2006). Via de neonatale gehoorscreening kan een eventueel gehoorverlies dan ook al vlak na de geboorte opgespoord worden.

Gehoorverlies komt vrij regelmatig voor bij kinderen. In 2012 is er in Nederland bij 337 pasgeborenen een enkelzijdig of dubbelzijdig gehoorverlies vastgesteld. Dit komt overeen met 1.9 op de 1000 levend geboren. Deze pasgeborenen hadden een gehoorverlies van minimaal 40 dB (van der Pal-de Bruin, Rijpsstra, & Verkerk, 2014; van Straaten, van Dommelen, & Verkerk, 2014). Het aantal kinderen uit deze groep pasgeborenen met een dubbelzijdig gehoorverlies van minimaal 40 dB komt overeen met 1.2 per 1000 levend geboren. Wanneer er sprake is van een zeer ernstig gehoorverlies of doofheid en er met conventionele hoorapparaten onvoldoende toegang tot geluid en/of spraak verkregen kan worden, dan is cochleaire implantatie een overweging. Doordat kinderen een cochleair implantaat (CI) ontvangen, verbeteren de hoordrempels omdat nu geluiden waarneembaar zijn. Dit heeft tot gevolg dat deze kinderen betere scores laten zien op het gebied van spraakperceptie in stilte dan kinderen met een zeer ernstig gehoorverlies/doofheid met conventionele hoorapparatuur. Deze positieve effecten van het CI zorgen ervoor dat hun spraak- en taalvaardigheden verbeteren in vergelijking met kinderen met conventionele hoortoestellen (A. F. Snik, Vermeulen, Geelen, Brokx, & van den Broek, 1997). Op het gebied van cochleaire implantatie hebben zich de afgelopen jaren vele veranderingen voorgedaan op het gebied van technologie, richtlijnen en behandeling. Sinds 1999 wordt in Nederland een unilateraal cochleair implantaat (UCI) vergoed bij bilaterale zeer ernstig slechthorende of dove kinderen. Door toegenomen inzichten zijn de richtlijnen voor implantatie van zeer ernstig slechthorende en dove kinderen aangepast. Sinds 2005 wordt een bilateraal cochleair implantaat (BiCI) vergoed in Nederland bij kinderen met meningitis. Sinds 2012 wordt een BiCI vergoed bij kinderen onder de 5 jaar en sinds 2014 komen kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar in aanmerking voor een BiCI. Een BiCI levert namelijk voordelen ten opzichte van een UCI (Asp et al., 2012; Murphy, Summerfield, O'Donoghue, & Moore, 2011; Sparreboom et al., 2010).

Kinderen die op (zeer) jonge leeftijd zeer ernstig slechthorend of doof bevonden worden, kunnen door de verbeterde technologieën en de toegenomen kennis op het gebied van cochleaire implantatie toch een goede hoorontwikkeling doormaken. Hierdoor komt deze groep kinderen steeds vaker in het regulier onderwijs terecht. In het regulier onderwijs worden de kinderen geconfronteerd met complexe luisteromstandigheden. Hierdoor is het moeilijker om meerdere taken tegelijk uit te voeren terwijl dat in deze setting wel van de kinderen verwacht wordt. Er wordt een groter beroep gedaan op de cognitieve flexibiliteit van het kind. Echter doordat het luisteren minder inspanning kost voor deze groep geïmplanteerde

kinderen door de verbeteringen van de afgelopen jaren, verwacht men dat ze ook beter in staat zijn gelijktijdig een andere taak uit te voeren.

De luisterinspanning kan objectief gemeten worden met behulp van het dual-task paradigma. Het dual-task paradigma houdt in dat het kind meerdere taken tegelijk moet uitvoeren. Doordat het luisteren voor kinderen met een CI minder moeite kost, wordt er verwacht dat er meer aandacht overblijft voor het gelijktijdig uitvoeren van een andere taak. Kinderen met een BiCI laten het bijkomende voordeel zien dat het spraakverstaan in ruis verbetert waardoor er dus ook in deze situatie minder inspanning voor het luisteren nodig is (Beijen, Snik, & Mylanus, 2007; De Raeve, Vermeulen, & Snik, 2015; Kuhn-Inacker, Shehata-Dieler, Muller, & Helms, 2004; Litovsky, Johnstone, Godar, et al., 2006; Litovsky, Johnstone, & Godar, 2006; Mencher & Davis, 2006). Het is hierbij interessant te onderzoeken in hoeverre de luisterinspanning bij geïmplanteerde kinderen objectief afneemt. Om conclusies te kunnen trekken over hoe kinderen met een UCI of BiCI presteren op een dual-task, is het van belang een referentiegroep normaalhorende (NH) leeftijdsgenoten te onderzoeken. Op dit moment is het namelijk nog onbekend hoe NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar presteren op een dual-task in een stilte en ruis omgeving. Het is van belang dit onderzoek uit te voeren zodat er gegevens beschikbaar komen van de prestaties van NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar op een dual-task. Deze prestaties kunnen dan vervolgens vergeleken worden met de prestaties van kinderen en jongeren met een UCI en in de toekomst met kinderen en jongeren met een BiCI op een dual-task.

1.2 Literatuuroverzicht

Het normale gehoor en gehoormetingen

1.2.1 Werking van het oor

Het gehoororgaan is van vitaal belang voor de mens. Als het vermogen tot horen niet aanwezig is bij de geboorte kan hij/zij de taal niet leren door een gebrek aan geluidswaarneming. Daarnaast kan hij/zij de teweegbrengende emotie van geluid niet ervaren (Frijns & Schoonhoven, 2012).

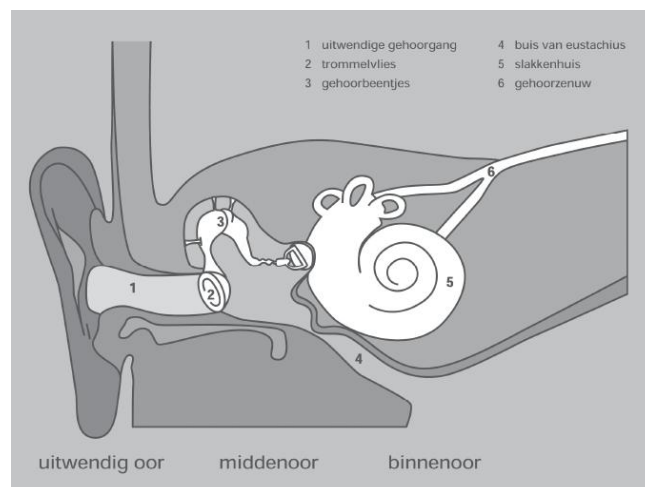
Het gehoororgaan kan opgesplitst worden in de volgende onderdelen namelijk het buitenoor, het middenoor en het binnenoor. In figuur 1 (Radboudumc, 2015, p. 13) wordt de anatomie van het gehoororgaan weergegeven. Het uitwendige oor bestaat uit de oorschelp en de uitwendige gehoorgang. De oorschelp speelt een rol bij het richtinghoren. Met de oorschelp kan de geluidslokalisatie in het horizontale en verticale vlak bepaald worden. De uitwendige gehoorgang zorgt ervoor dat er een zekere resonantie over een betrekkelijk breed frequentiegebied optreedt van de binnenkomende trillingen. Naast de voortgeleiding van de luchttrillingen heeft de uitwendige gehoorgang ook nog de functie als bescherming van het trommelvlies.

Het middenoor bevat de middenoorholte (cavum tympani), de gehoorbeentjesketen namelijk de malleus, incus en stapes, de buis van Eustachius, de aangezichtszenuw en de zenuwbundel die smaakvezels bevat (de chorda tympani). Het trommelvlies zorgt voor de afsluiting van de gehoorgang naar de trommelholte. De buis van Eustachius vormt de verbinding van het cavum tympani met de neus-keelholte. Het systeem van het trommelvlies en de gehoorbeentjesketen moeten ervoor zorgen dat de luchttrillingen overgedragen worden aan de vloeistof in de cochlea.

Het binnenoor bestaat uit de cochlea en het vestibulum. De cochlea bestaat uit tweedrie vierde winding. De cochlea is tonotopisch georganiseerd. Op het basilaire membraan

heeft iedere frequentie tussen de 20 Hz en 20 kHz zijn eigen plek gekregen. Het basilair membraan heeft verschillende mechanische eigenschappen aan de basis en aan het uiteinde. Aan de basis is het membraan relatief dik en stijf en aan het uiteinde wordt het membraan dunner en soepeler. Op basis van de frequentie van het geluid verplaatst het centrum van het deiningengebied zich langs het membraan. De omvang van het deiningengebied is ook afhankelijk van de intensiteit van de geluidstrilling. Hoge frequenties stimuleren het basilair membraan in de buurt van de basis en lage frequenties stimuleren het basilair membraan meer naar het uiteinde toe (Rietveld & van Heuven, 2009).

Het basilair membraan splitst de ruimte van de winding in tweeën. Een gang wordt de scala tympani genoemd en de andere gang de scala vestibuli. De neergaande scala tympani eindigt bij het ronde venster dat met een membraan van de trommelholte afgesloten is. De opgaande scala vestibuli begint bij het ovale venster waarin de voetplaat van de stapes rust. De scala tympani en de scala vestibuli zijn met perilymfe gevuld. De scala media die tussen de scala vestibuli en scala tympani ligt is gevuld met endolymfe. Hier bevindt zich het orgaan van Corti. Het orgaan van Corti is het gehoorzintuig dat zich bevindt over de hele lengte van het basilair membraan en is opgebouwd uit binnenste en buitenste haarcellen. In totaal zijn er ongeveer 3.000 binnenste haarcellen en 20.000 buitenste haarcellen aanwezig. Hier wordt de activiteit omgezet in kleine elektrische stroompjes. Via de gehoorzenuw gaan deze stroompjes vervolgens naar de hersenschors. In de hersenen worden de geluiden herkend en kan spraak worden verstaan (Ligtenberg & Hoolboom, 1982).

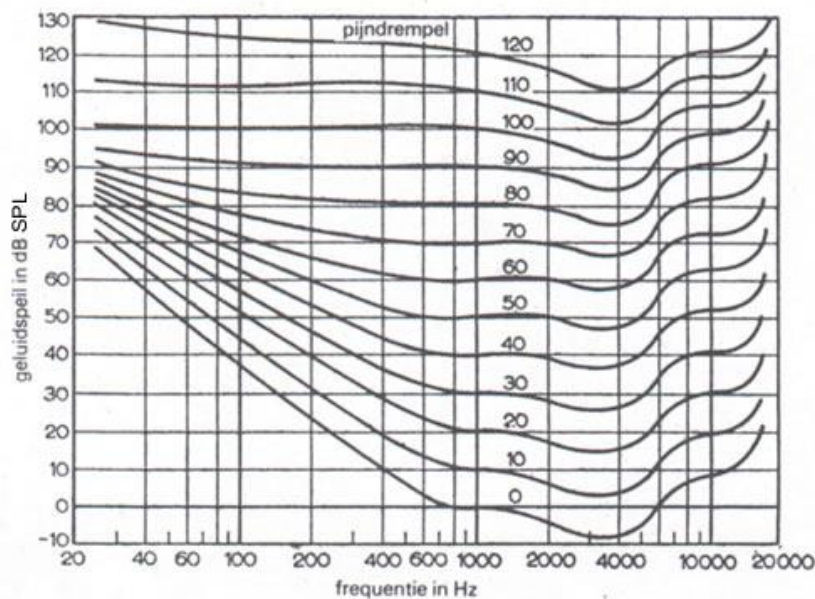


Figuur 1. Doorsnede oor. Bron: Hearing & Implants Cochleaire Implantatie (CI) bij kinderen, door Radboudumc, 2015, p. 13. Ontleend aan https://www.radboudumc.nl/Informatiefolders/7068-Hearing__Implants_Cochle-i.pdf Copyright 2015 door Radboudumc Nijmegen.

1.2.2 Gehoordrempels en metingen

Het geluid dat hoorbaar is voor een mens kan onderverdeeld worden in verschillende gehoordrempels. De absolute drempel van geluid is het geluidsniveau waarop het geluid nog net hoorbaar is. De sterkte van het geluid wordt uitgedrukt in dB SPL (Sound Pressure Level). Voor zuivere tonen is deze absolute drempel afhankelijk van de frequentie van de toon. Dit is

terug te zien in figuur 2 (Klarde & Happers, 2009) in de curves van Fletcher en Munson. Naarmate de frequenties hoger of lager worden neemt de drempel toe. Daar is de gevoeligheid van het oor minder. Een geluid van 20 dB SPL wordt als ‘erg zacht’ ervaren en een geluid van 35 dB SPL als ‘zacht’. Een geluid van 65 dB SPL neemt men waar als ‘normaal’. Deze intensiteit is ook de normale conversatie luidheid. Een geluid van 85 dB SPL neemt men waar als ‘hard’ en een geluid van 110-120 dB SPL als ‘erg hard’ en zelf pijnlijk. De onderste curve wordt de gehoordrempel genoemd en de bovenste curve de pijndrempel. Het gebied tussen de gehoordrempel en de pijndrempel is de oorspan. Er is sprake van een (licht)gehoorverlies bij een geluidsintensiteit vanaf 20 dB SPL (Fletcher & Munson, 1933; Lamoré & Dreschler, 2007; Rodenburg & Hanssens, 1998).



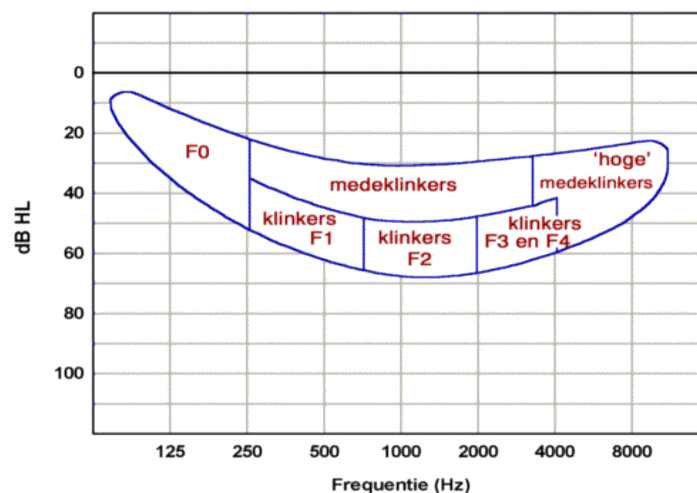
Figuur 2.[De curves van Fletcher en Munson]. Bron: *Forum Audiofreaks*, door Klarde und Happers Audiomanufaktur, 1933, Ontleend aan <https://forum.audiofreaks.nl/index.php?topic=17337.45> Copyright 2009 door Forum Audiofreaks.

De gehoordrempel kan op verschillende manieren worden gemeten, maar het heeft de voorkeur dit subjectief te doen. De gehoordrempels worden standaard gemeten met behulp van toonaudiometrie. De tonen worden via een hoofdtelefoon of inserts aangeboden. In het oor wordt vervolgens de drukvariatie omgezet in een beweging van het trommelvlies. De beweging gaat van het trommelvlies naar de malleus, incus en stapes en wordt vervolgens overgebracht naar de vloeistof in de cochlea. De drempel die op deze manier gemeten wordt noemen we de luchtgeleidingsdrempel. De gevonden drempel geldt namelijk voor het hele auditieve systeem van de uitwendige gehoorgang tot en met de auditieve hersenschors (Huizing, Snow, de Vries, Graamans, & van de Heyning, 2007). Als er afwijkingen in deze drempels gevonden worden dan kan er sprake zijn van gehoorverlies door een geleidingsstoornis. In dit geval wordt het geluid niet goed door de gehoorgang en/of het middenoor geleid.

Een andere manier om subjectief het gehoor te meten is door middel van beengeleiding. Bij het meten van de beengeleiding wordt de cochlea gestimuleerd door de

schedelbeenderen in trilling te brengen. Bij deze manier van audiometrie wordt alleen gekeken naar de werking van het binnenoor. Het buitenoor en middenoor worden bij deze vorm van meting dus overgeslagen. Hiermee kan nagegaan worden of het gehoorverlies veroorzaakt wordt door aan de ene kant het middenoor of aan de andere kant de cochlea of het neurale gedeelte van het oor (Ligtenberg & Hoolboom, 1982). Indien er door middel van beengleiding een gehoorverlies gevonden wordt, spreekt men van een perceptiestoornis. Indien iemand zowel een geleidingsstoornis als een perceptiestoornis heeft, wordt het een gemengd gehoorverlies genoemd (Huizing et al., 2007).

De drempel wordt standaard bepaald bij de frequenties 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz zowel bij de luchtgeleiding als de beengleiding. In het audiogram wordt het verschil tussen de gevonden hoordrempel(s) en de drempel van de normaalhorende uitgezet. De drempel van een normaalhorende is in het audiogram de horizontale lijn die ligt op 0 dB zie figuur 3 (Kapteyn et al., 1994). Het gehoorverlies bepaalt met behulp van de hoofdtelefoon en/of beengeleider wordt uitgedrukt in aantal dB's ten opzichte van de drempel van een normaalhorende (Ligtenberg & Hoolboom, 1982; Rodenburg & Hanssens, 1998). Een normaal gehoor is gevoelig voor frequenties tussen de 20 en 20.000 Hz, bij geluidsniveaus die liggen tussen de 0 en 120 dB. Het gebied tussen de hoordrempel en de pijngrens is het gehoorveld. In het gehoorveld bevinden zich de frequenties en intensiteiten van de spraak. Dit gebied staat bekend als 'de spraakbanaan'. In de spraakbanaan zijn de verschillende klinkers en medeklinkers uit de Nederlandse taal ingedeeld op basis van hun frequentiekenarakteristieken. Dit is te zien in figuur 3 (Kapteyn et al., 1994).



Figuur 3. De 'spraakbanaan', dat wil zeggen het gebied met de frequenties en intensiteiten van de verschillende categorieën spraakklanken, uitgezet in een audiogramkader.
Bron: *NVA Audiologieboek*, door Kapteyn et al., 1994,
Ontleend aan <http://www.audiologieboek.nl/hfm/hfd10/10-3-1.htm>
Copyright 2012 door NVA Nunspeet.

1.3 Slechthorendheid en doofheid

1.3.1 Ernst gehoorverliezen

Gehoorverliezen kunnen ingedeeld worden op basis van ernst. Er zijn verschillende classificatiesystemen ontwikkeld. In tabel 1 (Rodenburg & Hanssens, 1998, p. 32) is een van de bestaande classificatiesystemen weergegeven. Hier worden de verschillende klassen van gehoorverlies uitgedrukt in dB. Bij een verlies tussen de 0-20 dB is er sprake van een normaal gehoor. Dan zijn er geen hoorhulpmiddelen noodzakelijk. Tussen de 21-40 dB spreekt men van een licht gehoorverlies. Een matig gehoorverlies is een verlies tussen de 41-70 dB, een ernstig gehoorverlies tussen de 71-90 dB, doofheid tussen de 91-119 dB en er is sprake van een totaal gehoorverlies bij 120 dB volgens deze indeling.

Bij een gemiddeld gehoorverlies van 35 dB HL of meer op het beste oor kom je in aanmerking voor een hoorhulpmiddel. Als er met conventionele hoortoestellen onvoldoende rendement behaald kan worden dan is cochleaire implantatie een overweging.

Tabel 1. Klasse-indeling van gehoorverliezen op grond van audiometrische gemiddelden

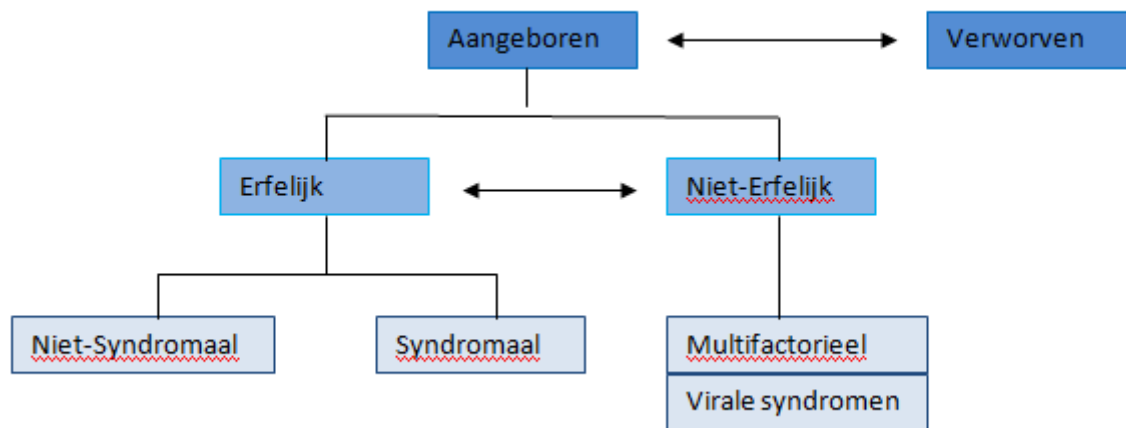
Klasse	Audiometrische gemiddelden
I Normaal of subnormaal	0 – 20 dB
II Licht gehoorverlies	21 – 40 dB
III Matig gehoorverlies eerste graad tweede graad	41 – 70 dB 41 – 55 dB 56 – 70 dB
IV Ernstig gehoorverlies eerste graad tweede graad	71 – 90 dB 71 – 80 dB 81 – 90 dB
V Doofheid eerste graad tweede graad derde graad	91 – 119 dB 91 – 100 dB 101 – 110 dB 111 – 119 dB
VI Totaal gehoorverlies – Anakoësie	120 dB

Note. Klasse-indeling van gehoorverliezen op grond van audiometrische gemiddelden. Bewerkt van *Audiometrie methoden en klinische toepassingen* (p. 32). Door M. Rodenburg en K. Hanssens, 1998, Bussum, Nederland: Uitgeverij Coutinho. Copyright 1998 door Uitgeverij Coutinho b.v.

1.3.2 Etiologie ernstige slechthorendheid en doofheid

De etiologie van ernstige slechthorendheid en doofheid kan ingedeeld worden in vier hoofdgroepen. Namelijk ‘erfelijk en niet-syndromaal’, ‘erfelijk en syndromaal’, ‘niet-erfelijk’ en ‘verworven’ (Lamoré, 2011). In figuur 4 (Smith, Green & van Camp, 2004) wordt deze onderverdeling schematisch weergegeven. Onder erfelijk niet-syndromaal vallen de

gehoorstoornissen die niet het gevolg zijn van een syndroom. Als de gehoorstoornis echter wel het gevolg is van een syndroom wordt het gekarakteriseerd als erfelijk syndromaal. Niet-erfelijk kan opgesplitst worden in multifactorieel en virale syndromen. De aandoeningen die het gevolg zijn van meerdere vaak onbekende factoren en waarbij de wijze van overerving niet duidelijk is, worden multifactorieel genoemd. Daarnaast bestaan er ook nog virale syndromen die (ernstige) slechthorendheid of doofheid tot gevolg kunnen hebben.



Figuur 4. Overzicht van de verschillende categorieën oorzaken van doofheid en slechthorendheid
Schematische weergave van etiologie ernstige slechthorendheid en doofheid. Bron: NVA
Audiologieboek, door Smith, Green & van Camp, 2004, Ontleend aan
<http://www.audiologieboek.nl/htm/hfd7/7-3-2.htm> Copyright 2011 door NVA Nunspeet.

Bij een gedeelte van de mensen met ernstige gehoorverliezen of doofheid is de oorzaak onbekend. Precieze aantallen over de verdeling ‘erfelijke gehoorstoornissen’, ‘verworven gehoorstoornissen’ en ‘oorzaak onbekend’ ontbreken. Volgens Lamoré (2011) kunnen globaal de volgende percentages gekoppeld worden aan de verschillende etiologieën. Namelijk 50% erfelijke gehoorstoornissen, 25% verworven gehoorstoornissen en 25% oorzaak onbekend. Onder de categorie ‘erfelijk’ is ongeveer 75% ‘niet-syndromaal’ en 25% ‘syndromaal’.

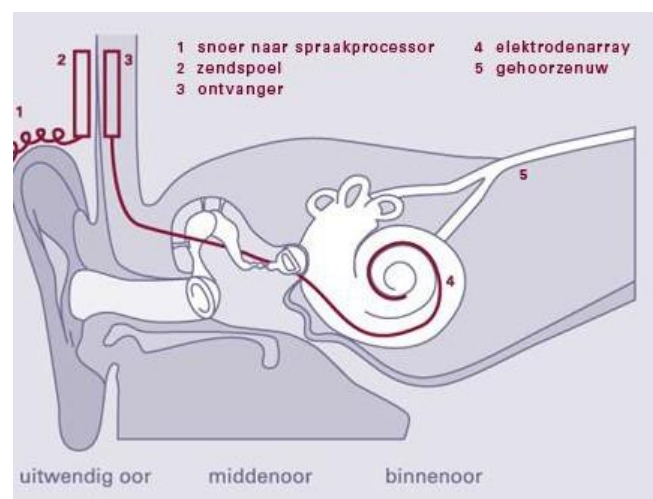
Naast de gegevens van Lamoré (2011) zijn er nog meerdere globale aantallen over de etiologie van de slechthorendheid/doofheid in de literatuur bekend. Zo zegt Morzaria, Westerberg en Kozak (2004) dat de oorzaak van slechthorendheid bij kinderen onder de 18 jaar in ongeveer een derde van de gevallen erfelijk is. In het andere derde deel verworven en bij het overige derde deel kan de oorzaak niet vastgesteld worden. Het Nederlandse onderzoek van Korver et al. (2011) toont aan dat de oorzaak van slechthorendheid bij 3 tot 5 jarigen in 39% van de gevallen erfelijk is, in 30% van de gevallen verworven en dat bij 24% van de kinderen de oorzaak onbekend is. Ook is er een kleine groep, namelijk 7% van de kinderen waarbij de oorzaak niet goed te classificeren is. Er bestaan dus verschillen in de percentages voor de verschillende etiologieën.

1.4 Werking van een cochleair implantaat

De werking van een CI is als volgt. Een CI stimuleert direct de gehoorzenuw met elektrische stroompjes. Het binnenkomend signaal wordt dus niet door het buitenoor, middenoor en de cochlea verwerkt. Voorwaardes voor implantatie zijn dat er geen volledige verbening van de cochlea heeft plaatsgevonden en er een gehoorzenuw aanwezig is. Anders kunnen de elektrische stroompjes niet doorgegeven worden.

Een CI bestaat uit een uitwendig deel, de geluidsprocessor en de zendspoel, en een inwendig deel, het implantaat zelf zie figuur 5 (Radboudumc, 2015, p. 15). In de geluidsprocessor worden de binnenkomende signalen gecodeerd oftewel omgezet in elektrische pulsen. Deze signalen worden doorgegeven aan de zendspoel. De zendspoel maakt via een magneet contact met de geïmplanteerde ontvangspoel die zich onder de huid achter het oor bevindt. De ontvangspoel zorgt ervoor dat er elektrische stroompjes opgewekt worden die bij de verschillende frequentiebanden horen. Aan de ontvangspoel is een elektrodenbundel verbonden. Deze draad met elektroden wordt in de cochlea, de scala tympani, vanaf de basis zover mogelijk tot het helicotrema geplaatst. Het binnenkomende signaal wordt geanalyseerd op frequentie-inhoud en opgedeeld in 12 tot 22 frequentiebanden tussen de 200 en 8000 Hz. De ingebrachte draad met elektrodes zorgt ervoor dat de hoogste frequenties terecht komen in de basale elektroden aan de basis van de cochlea en de laagste frequenties terecht komen in de apicale elektroden in de richting van het helicotrema van de cochlea. De frequentie-inhoud bepaalt welke elektroden er gestimuleerd worden. De elektroden worden meestal achter elkaar gestimuleerd en niet gelijktijdig met een snelheid van rond de 1000 pulsen per seconde per elektrode (Sparreboom, 2013).

Nadat de ontvanger met de elektrodes geïmplanteerd is, wordt enkele weken later het uitwendige deel aangesloten. Dan kan er begonnen worden met het afregelen van het CI.



Figuur 5. Implantaat in het oor. Bron: Hearing & Implants Cochleaire Implantatie (CI) bij kinderen, door Radboudumc, 2015, p.15. Ontleend aan https://www.radboudumc.nl/Informatiefolders/7068-Hearing__Implants_Cochle-i.pdf Copyright 2015 door Radboudumc Nijmegen.

Het cochleair implantaat zorgt ervoor dat zenuwvezels in het binnenoor elektrisch gestimuleerd worden. De elektrische stroom die geleverd wordt door de elektroden moet corresponderen met het dynamisch bereik van de vezels van de gehoorzenuw. De stroomsterkte van een elektrode dient zo ingesteld te worden dat er een hoorsensatie opgewekt kan worden. Het afregelen van een CI wordt ook wel fitting of het maken van een MAP genoemd. De geluidsprocessor wordt dan volledig geprogrammeerd via een verbinding met de computer. Indien deze stroomsterkte goed afgesteld is, wordt de gehoordrempel voor die elektrode bereikt. Dit niveau waarbij de stroomsterkte goed afgereld is en de drempel bereikt wordt, noemen we het T-niveau (Threshold-niveau). Het dynamisch bereik is het gebied tussen de stroomsterkte van de drempel en de waarde van de stroomsterkte die een onaangename sensatie opwekt. Dit dynamisch bereik ligt tussen de 40 en 75 dB (Wolfe & Schafer, 2010b). In het dynamisch bereik ligt een stroomsterkte die tot een duidelijk waarneembaar geluid leidt, maar die niet te hard klinkt. Dit wordt het C-niveau (Comfort-niveau) genoemd voor die elektrode. Deze T- en C- niveaus dienen altijd per persoon heel goed ingesteld te worden omdat er nogal de nodige variatie in kan zitten. Het instellen van deze T- en C- niveaus wordt de afregelprocedure genoemd. Per persoon worden deze T- en C- niveaus opgeslagen in het geheugen van de processor (Lamoré, 2013).

Het gebruikersprogramma bepaalt hoe een CI de elektrische stimulatie aanbiedt aan de gehoorzenuw. Bij jonge kinderen is het van belang het CI geregeld opnieuw af te stellen omdat zij nog geen mondelinge feedback kunnen op de kwaliteit van de signalen die ze ontvangen. Het is namelijk erg belangrijk het CI zo goed als mogelijk af te stellen op deze leeftijd omdat zij nog een spraak-, taal- en gehoorontwikkeling doormaken (Wolfe & Schafer, 2010a).

1.5 Factoren die van invloed zijn op cochleaire implantatie

Er zijn een aantal factoren die invloed hebben op het succes, het uiteindelijk te behalen resultaat, van cochleaire implantatie bij kinderen. Deze factoren kunnen onderverdeeld worden in kindgerelateerde factoren, omgevingsfactoren en factoren ten gevolge van het systeem van het CI. Deze drie verschillende groepen factoren zullen hieronder verder toegelicht worden.

1.5.1 Kindgerelateerde factoren

Een factor die een rol speelt in het uiteindelijk te behalen resultaat met een CI is de onderliggende oorzaak (etiologie) van de slechthorendheid of doofheid. De etiologie is mede bepalend voor de procedure van een cochleair implantaat. Meningitis is een aandoening die invloed heeft op het succes van een CI. Als er bij een kind namelijk meningitis geconstateerd wordt, kan dit tot verbening leiden van de cochlea. Hierdoor kunnen er soms minder elektrodes ingebracht worden in de cochlea waardoor het resultaat van het CI beïnvloed wordt. Daarnaast speelt de mate van eventueel aanwezig restgehoor een rol. Als het kind nog gehoord heeft of via conventionele hoorapparatuur nog geluiden kan opvangen, wordt er bemerkt dat deze kinderen sneller resultaten boeken met hun CI dan kinderen die nauwelijks of geen auditieve informatie eerder hebben waargenomen.

Naast de onderliggende etiologie en de aanwezigheid van restgehoor speelt de manier waarop er gecommuniceerd wordt met het kind ook een belangrijke rol in het resultaat dat er met een CI geboekt kan worden. Als het kind auditief onvoldoende aanbod krijgt bijvoorbeeld

omdat er door middel van gebarentaal gecommuniceerd wordt, leert hij/zij ook niet om te gaan met het CI. Voldoende auditieve stimulatie is dus van belang (Geers, 2002). Naast de factor communicatiemodus spelen ook de intellectuele mogelijkheden, leermogelijkheden en eventuele nevenstoornissen een rol. Vooral een mentale handicap of een autisme spectrumstoornis heeft een negatieve invloed op het revalidatieproces (De Raeve, 2001). Bij het leren horen is het auditieve geheugen van belang. Een goed functionerend auditief geheugen heeft een positieve invloed op het leren horen (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012). Daarnaast zijn een goed ritmegevoel en associatieve vaardigheden van betekenis. Ook moet de duur van de doofheid zo kort mogelijk worden gehouden (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012). Het is namelijk moeilijker om de auditieve cortex te stimuleren als iemand al langer doof is. Leeftijd van implantatie is dus cruciaal. Vooral bij kinderen die nog een auditieve- en spraaktaalontwikkeling moeten doormaken (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012; Gordon & Papsin, 2009; Peters, Litovsky, Parkinson, & Lake, 2007; J. Sarant, Harris, Bennet, & Bant, 2014; Sharma, Dorman, & Kral, 2005; Sharma, Dorman, & Spahr, 2002). Het uiteindelijke resultaat dat er met een CI geboekt kan worden is dus afhankelijk van de volgende kindgerelateerde factoren: onderliggende oorzaak van de slechthorendheid/doofheid, aanwezigheid van eventueel restgehoor, communicatiemodus, intellectuele mogelijkheden, leermogelijkheden, eventuele nevenstoornissen en leeftijd van implantatie.

1.5.2 Omgevingsfactoren

Om ervoor te zorgen dat er resultaten geboekt worden met het CI is het van belang dat er medewerking is van de ouders en de omgeving van het kind. Zij moeten eraan bijdragen dat het kind na implantatie van het CI voldoende auditief gestimuleerd wordt en het revalidatieprogramma gevolgd wordt. De begeleiding en revalidatie vanuit het ziekenhuis en eventueel externe zorgverleners is daarnaast een belangrijke factor in het te behalen succes van het CI. Het is van belang het revalidatieprogramma na de implantatie aan te passen aan de mogelijkheden van het individuele kind. Ook de fitting oftewel afregeling van de elektrodes is belangrijk. Door de juiste hoeveelheid energie aan elke elektrode toe te kennen, kan het kind een geluid als comfortabel ervaren. Doordat vooral jonge kinderen niet goed kunnen aangeven of een geluid comfortabel klinkt en doordat de stroomniveaus aan het begin onderhevig zijn aan verandering, is regelmatige afregeling van het CI van belang (Sparreboom, 2013).

1.5.3 Factoren ten gevolge van het systeem van een cochleair implantaat

Naast kindgerelateerde en omgevingsfactoren zijn er ook een aantal factoren van het systeem van belang die invloed hebben op het resultaat dat er met een CI geboekt kan worden. Zo speelt de gebruikte coderingsstrategie een rol. De geluidsprocessor kan op verschillende manieren de binnenkomende spraak verwerken. Afhankelijk van de gekozen strategie kunnen de resultaten verschillen (Lamoré, 2013). Ook het aantal elektroden dat geïmplanteerd wordt heeft invloed op het te behalen resultaat van een CI (Francis et al., 2008). Echter speelt niet alleen het aantal elektroden maar ook de snelheid van stimuleren een rol in de kwaliteit van het horen. De selectiviteit van de elektroden en de mogelijkheid tot simultane stimulatie, het tegelijkertijd stimuleren van twee elektrodes naast elkaar zonder dat ze elkaar negatief beïnvloeden zijn van belang voor een optimaal resultaat (Francis et al., 2008).

1.6 Spraak- en taalontwikkeling en cochleair implantaat

1.6.1 Invloed van cochleaire implantatie op de spraak- en taalontwikkeling

Er kan gesteld worden dat cochleaire implantatie een positief effect heeft op de spraak- en taalontwikkeling (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012; Boons et al., 2013; A. E. Geers, Nicholas, & Sedey, 2003; Miyamoto, Houston, Kirk, Perdew, & Svirsky, 2003; Niparko et al., 2010). De helft van de kinderen met een CI bereikt leeftijdsadequate taalniveaus mits ze geen bijkomende comorbiditeiten hebben en eentalig zijn opgegroeid (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012). Leeftijd van implantatie is een belangrijke factor die invloed heeft op de spraak- en taalontwikkeling van het kind. In veel studies wordt er dan ook een positieve relatie gevonden tussen leeftijd van implantatie en taaluitkomsten. Hoe vroeger een kind geïmplanteerd wordt, des te beter de taaluitkomsten zullen zijn (Dettman, Pinder, Briggs, Dowell, & Leigh, 2007; A. Geers, Tobey, Moog, & Brenner, 2008; Johnson & Goswami, 2010; Tait, Nikolopoulos, & Lutman, 2007). Echter wordt niet in alle studies een relatie gevonden tussen leeftijd van implantatie en betere taalscores (Boons et al., 2013). Het afwezige effect van leeftijd op taaluitkomsten in de studie van Boons et al. (2013) is te verklaren doordat de kinderen die deelnamen aan de studie allemaal jong geïmplanteerd waren, namelijk voor de leeftijd van 2;0 jaar, waardoor er sprake is van een homogene onderzoeksgroep en er geen significant effect van leeftijd van implantatie gevonden wordt op de taaluitkomsten op de leeftijd van 5;0-13;3 jaar.

Doordat de kinderen tegenwoordig vroeg geïmplanteerd worden, maken ze al van jongs af aan een spraak- en taalontwikkeling door waardoor ze meer in het regulier onderwijs terecht komen (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012; Gordon & Papsin, 2009; Peters et al., 2007; J. Sarant et al., 2014; Sharma et al., 2005; Sharma et al., 2002). Uit onderzoek blijkt dat de 49% van de CI kinderen twee jaar na implantatie naar het dovenonderwijs gaat, 33% gaat naar het regulier onderwijs en 18% gaat naar een slechthorende school (LCTI, 2007). Onderzoek van De Raeve (2010) concludeert zelfs dat 65% van de kinderen met een CI regulier onderwijs volgt en dat dit aantal stijgende is. Ook onderzoek van Langereis en Vermeulen (2015) laat een stijging zien van het aantal CI kinderen dat regulier onderwijs volgt. Vijf jaar na plaatsing van het CI gaat 48% van de kinderen naar regulier onderwijs, 37% naar het dovenonderwijs en 18% naar een slechthorende setting (Langereis & Vermeulen, 2015). Steeds meer CI kinderen komen dus op regulier onderwijs terecht. Het volgen van regulier onderwijs heeft ook weer een positief effect op de spraak- en taalvaardigheden. Als geïmplanteerde kinderen namelijk regulier onderwijs volgen, laten ze betere taaluitkomsten zien dan dat ze naar speciaal onderwijs gaan (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012; Sparreboom, Langereis, Snik, & Mylanus, 2015). Zo zien we dat op het gebied van de receptieve en expressieve woordenschat er geen verschil meer merkbaar is tussen NH kinderen in de leeftijd van 5;0-13;0 jaar en CI kinderen in dezelfde leeftijdscategorie. Onderzoek laat ook zien dat de taaluitkomsten beter worden als het CI kind ouder wordt (Hayes, Geers, Treiman, & Moog, 2009).

Naast leeftijd van implantatie en het volgen van regulier onderwijs heeft de communicatiemodus van de omgeving met het geïmplanteerde kind invloed op de spraak- en taaluitkomsten. Als de ouders door middel van gesproken taal met het geïmplanteerde kind communiceren, dan heeft dit een positief effect op de spraak- en taalontwikkeling. Op deze manier wordt het kind auditief gestimuleerd en komt het kind in aanraking met de Nederlandse gesproken taal (fonologie, morfologie, semantiek en syntaxis) (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012; Boons et al., 2013).

Een extra additionele beperking en/of een twee- of meertalige opvoeding bij kinderen met gehoorproblemen heeft een negatieve invloed op de taalontwikkeling (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012). Bij 30-40% van de kinderen komt namelijk naast doofheid ook een bijkomende beperking voor (Edwards, 2007). Voorbeelden van bijkomende beperkingen zijn een algehele ontwikkelingsachterstand, cognitieve beperkingen, leermoeilijkheden, motorische beperkingen, visus beperkingen, een opzichzelfstaande taalstoornis, een autisme spectrum stoornis of psychische stoornissen. Deze bijkomende beperkingen hebben een negatief effect op de spraak- en taaluitkomsten.

Daarnaast speelt de factor geslacht een rol in de spraak- en taaluitkomsten zowel in de groep normaalhorde kinderen als in de groep CI kinderen. Meisjes laten iets betere taalprestaties zien dan jongens (Geers et al., 2003; Le Normand, Parisse, & Cohen, 2008) .

Een andere belangrijke voorspeller voor de taaluitkomsten zijn de non-verbale cognitieve vaardigheden van het slechthorende kind. Hoe beter de non-verbale cognitieve vaardigheden hoe beter de taaluitkomsten (Geers et al., 2008; Sarant, Holt, Dowell, Rickards, & Blamey, 2009)

Naast leeftijd van implantatie, het volgen van regulier onderwijs, bijkomende beperkingen en/of twee- of meertalige opvoeding, geslacht en non-verbale cognitieve vaardigheden zijn er ook externe factoren die invloed hebben op de taaluitkomsten van slechthorende/dove kinderen. Zo is het opleidingsniveau van de ouder een significante voorspeller voor de resultaten van het slechthorende kind op de (receptieve) woordenschatuitkomsten. Hoe hoger het opleidingsniveau van de ouder, vooral van de moeder, des te beter is de taalontwikkeling van het kind (Sarant et al., 2014). Daarnaast is er een effect zichtbaar van geboortevolgorde op de taaluitkomsten. Slechthorende kinderen die als eerste geboren worden en geen oudere broers of zussen hebben, laten scores zien die 5% lager zijn dan slechthorende kinderen die wel een oudere broer of zus hebben (Sarant et al., 2014). Opvoedingsstijl van de ouders is ook een factor die de taalprestaties van het kind met een CI beïnvloedt. Net als de betrokkenheid van de ouders en hun sociaal-economische status. Hoe meer betrokkenheid en hoe hoger de sociaal-economische status, hoe beter de taalprestaties van hun slechthorende kind (Calderon, 2000).

Kortom zijn de spraak- en taaluitkomsten van CI kinderen afhankelijk van een aantal factoren. Zo speelt de leeftijd van implantatie, het volgen van regulier onderwijs, eventuele aanwezigheid van bijkomende beperkingen, een twee- of meertalige opvoeding, het geslacht van het kind en de non-verbale cognitieve vaardigheden van het kind een rol. Daarnaast hebben ook de volgende externe factoren invloed op de spraak- en taalontwikkeling namelijk het opleidingsniveau van de ouder(s) (vooral van de moeder), de aanwezigheid van broers/zussen, opvoedingsstijl, betrokkenheid van de ouders en hun sociaal-economische status.

1.7 Implantatie bilateraal cochleair implantaat bij kinderen

Door verbeterde inzichten zijn de richtlijnen wat betreft het implanteren van een BiCI aangepast. Zoals eerder vermeldt, wordt in Nederland sinds 2005 een BiCI vergoed bij kinderen met meningitis. In 2012 werd de richtlijn aangepast en kwamen ook kinderen met ernstige slechthorendheid of doofheid onder de 5 jaar in aanmerking voor een BiCI. Sinds 2014 wordt er ook een BiCI vergoed bij ernstig slechthorende of dove kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar. Een BiCI kent namelijk voordelen ten opzichte van een UCI.

1.7.1 Voordelen bilateraal cochleair implantaat

Het tweezijdig implanteren kent een aantal voordelen ten opzichte van het eenzijdig implanteren. Zo blijkt uit onderzoek dat een kind met een BiCI beter in staat is richting te horen dan met een UCI (Beijen et al., 2007; Killan, Royle, Totten, Raine, & Lovett, 2015; Kuhn-Inacker et al., 2004; Litovsky, Johnstone, Godar, et al., 2006; Litovsky, Johnstone, & Godar, 2006; Mencher & Davis, 2006; Sparreboom et al., 2015). Naast de verbetering in het richtinghoren verbetert ook de spraakperceptie met een BiCI, vooral in rumoerige situaties (Asp et al., 2012; Beijen et al., 2007; De Raeve et al., 2015; Kuhn-Inacker et al., 2004; Litovsky, Johnstone, Godar, et al., 2006; Litovsky, Johnstone, & Godar, 2006; Mencher & Davis, 2006; Murphy et al., 2011; Sparreboom et al., 2015; Sparreboom et al., 2010). Bilateraal en unilateraal geïmplanteerde kinderen laten op het gebied van spraakherkenning in stilte op conversatieniveau gemiddeld scores zien die vrijwel overeenkomstig zijn. Echter is het van belang hierbij te vermelden dat de kinderen grote individuele verschillen lieten zien in prestaties en dat er sprake was van een plafondeffect die de scores op het gebied van spraakherkenning in stilte beïnvloedden (Asp et al., 2015). Er is echter geen significant verschil gevonden in de spraakherkenningscores of het kind het tweede CI voor of na het vierde levensjaar ontving (Asp et al., 2015).

Daarnaast wordt met een BiCI de geluidsperceptie beter en zijn er voordelen met betrekking tot het hoofdschaduw effect. Het hoofdschaduw effect houdt in dat als een signaal van rechts komt, dit luider zal klinken in het rechter oor dan in het linker oor. Het geluidsniveau is dan aan het rechter oor hoger dan aan het linker oor. De vermindering van luidheid in het verste oor ten opzichte van de geluidsbron wordt veroorzaakt doordat het hoofd en de schouders als klankscherm functioneren. Deze vermindering in intensiteit wordt het hoofdschaduw effect genoemd (Boey, 1996).

Verder is het voordeel van een BiCI dat de luisterinspanning vermindert waardoor er meer aandacht overblijft voor het uitvoeren van een andere (secundaire) taak (Hughes & Galvin, 2013). Zo blijkt uit recent onderzoek dat de taalprestaties, de receptieve woordenschat significant verbetert bij BiCI kinderen. Dit is onderzocht voor kinderen in de leeftijd van 8;1 tot en met 14;6 jaar die op jonge leeftijd sequentieel geïmplanteerd werden. Het eerste CI ontvingen ze voor 3-jarige leeftijd en het tweede CI tussen de 2;4 en 8;5 jaar (Sparreboom et al., 2015). Ook het onderzoek van Boons et al. (2012) laat zien dat BiCI kinderen significant beter presteren op zowel receptieve als expressieve taaltesten dan UCI kinderen. Vroege implantatie van het tweede CI wordt hierbij geadviseerd voor maximaal succes van de taalontwikkeling (Boons, Brokx, Frijns, et al., 2012; Hughes & Galvin, 2013; Sarant et al., 2014). Kinderen die geïmplanteerd zijn voor de leeftijd van 2 jaar laten namelijk betere taalscores zien dan kinderen die geïmplanteerd worden op latere leeftijd (Sarant et al., 2014).

Ook voor de nauwkeurigheid van de lokalisatie van geluid is het van belang kinderen vroeg bilateraal te implanteren. Kinderen die hun tweede CI voor de leeftijd van 4 jaar ontvingen laten namelijk meer accurate scores zien op geluidslokalisatie taken dan kinderen die hun tweede CI na hun vierde levensjaar ontvingen (Asp et al., 2015).

Naast vroege bilaterale implantatie speelt de opvoedingsstijl van de ouders een rol in de taaluitkomsten van het kind met een BiCI (Sarant et al., 2014). Ook is er gebleken dat de schoolprestaties van kinderen met een BiCI kunnen verbeteren ten opzichte van kinderen met een UCI (Crosson & Geers, 2001). Sommige kinderen met een BiCI zullen verbale cognitieve vaardigheden ontwikkelen die leeftijdsequivalent zijn (De Raeve et al., 2015). Kinderen kunnen met een BiCI makkelijker meekomen in het regulier onderwijs. Dit heeft een positief effect op hun taalontwikkeling (Sparreboom et al., 2015). Er is dan ook een trend zichtbaar dat steeds meer kinderen met een BiCI in het regulier onderwijs terecht komen. Kinderen die

vroeg geïmplanteerd zijn blijken vaker regulier onderwijs te volgen en minder vaak naar een dovenschool te gaan (Archbold, 2010). Zoals onderzoek van De Raeve (2010) en Langereis en Vermeulen (2015) heeft geconcludeerd dat steeds meer CI kinderen regulier onderwijs volgen, ligt het in de lijn der verwachting dat alle kinderen met een BiCI zonder bijkomende problemen op regulier onderwijs terecht komen omdat een BiCI het grote voordeel heeft dat het spraakverstaan in ruis verbetert. Dit zorgt ervoor dat ze beter kunnen functioneren in een reguliere onderwijssetting.

Kinderen met een BiCI laten zoals hierboven beschreven voordelen zien ten opzichte van UCI kinderen. Echter is het van belang kritisch te blijven en er rekening mee te houden dat kinderen ook al zijn ze bilateraal geïmplanteerd, niet op het niveau van een NH leeftijdsgenoot kunnen presteren.

1.7.2 Resultaten bilateraal cochleair implantaat

De uiteindelijke resultaten van bilaterale cochleaire implantatie zijn afhankelijk van een aantal factoren. De volgende factoren spelen hierbij een belangrijke rol: de leeftijd van aanvang van het gehoorverlies en de leeftijd van implantatie, de mate van het preoperatief restgehoor, het gebruik van een contralateraal conventioneel hoortoestel preoperatief, de communicatiemodus (NGT/NmG/oraal), en familie en omgevingsfactoren zoals opleiding van de moeder en de sociaal- economische status (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012; Sininger, Grimes, & Christensen, 2010).

Er zijn een aantal significante voorspellers die invloed hebben op het uiteindelijke resultaat dat met een BiCI behaald kan worden. Vanaf het eerste jaar van het BiCI zijn de factoren leeftijd van implantatie, contralaterale stimulatie, bijkomende beperkingen en meertaligheid factoren die invloed hebben. Vanaf het tweede jaar van het BiCI is de betrokkenheid van de ouders een significante voorspeller en vanaf het derde jaar van het BiCI de wijze van communicatie. Het is dus van belang met deze factoren rekening te houden om de juiste verwachtingen van een BiCI te creëren (Van Deun et al., 2010).

1.7.3 Simultaan versus sequentieel implanteren

Het BiCI kan zowel simultaan als sequentieel geïmplanteerd worden. Het grootste voordeel van het simultaan implanteren zijn de kosten (Merdad, Wolter, Cushing, Gordon, & Papsin, 2014). Daarnaast is de inspanningslast die een kind kan ervaren van een tweede operatie en de hoorrevalidatie niet van toepassing bij het simultaan implanteren doordat er maar een operatie plaatsvindt. Ook op het gebied van de expressieve taalontwikkeling is er een positief effect zichtbaar van het simultaan bilateraal implanteren in vergelijking met het sequentieel bilateraal implanteren (Boons, Brokx, Frijns, et al., 2012).

Het voordeel van het sequentieel implanteren is dat de vestibulaire functie beoordeeld kan worden voordat er overgegaan wordt tot implantatie van het tweede CI. Ook kan er gekeken worden wat de eventuele mogelijkheden zijn van een contralateraal conventioneel hoortoestel in het niet-geïmplanteerde oor bij kinderen met restgehoor. Bij het sequentieel implanteren is het wel van belang dat er niet een te lange tijd zit tussen het eerste en het tweede CI. Voor de (taal)ontwikkeling is het belangrijk dat het kind het tweede CI ontvangen heeft voor de leeftijd van vier jaar (Asp et al., 2015). Ook onderzoek van Sparreboom et al. (2015) laat zien dat vroege sequentiële implantatie van belang is omdat het een vooruitgang van de receptieve woordenschat laat zien. Een nadeel van sequentieel implanteren is echter

dat er een groter gat in de binaurale ontwikkeling ontstaat. Het kind wordt namelijk voor implantatie van het tweede CI unilateraal gestimuleerd. Als beide gehoorbanen niet op jonge leeftijd geprikkeld worden, heeft dit invloed op het richtinghoren en het gemakkelijker kunnen horen in rumoerige situaties.

Het is voor kinderen die sequentieel geïmplantéerd worden en lange tijd een UCI hebben gehad van belang goed ondersteund te worden in het dragen van het BiCI in het eerste jaar na de implantatie van het tweede CI. De voordelen en effecten van een tweede CI zijn namelijk pas merkbaar als dit tweede CI goed (dagelijks) gedragen wordt (Sparreboom, Leeuw, Snik, & Mylanus, 2012).

1.8 Het werkgeheugen

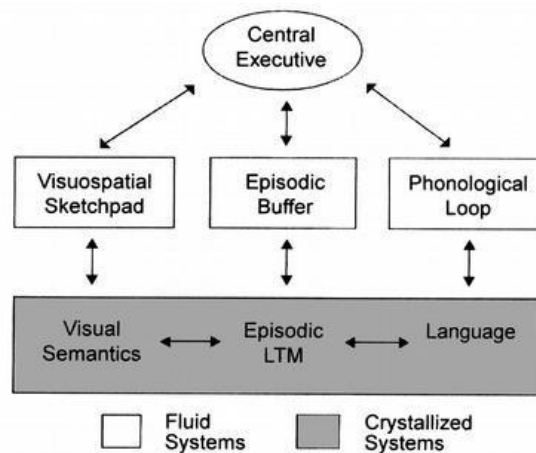
1.8.1 Opbouw (werk)geheugen

Het geheugen is onder andere van belang om te kunnen leren. Om informatie tot je te kunnen nemen en dus tot leren te komen, is het belangrijk dat de gehoororganen goed functioneren. Het gehoor en het geheugen houden dus verband met elkaar.

Het geheugen is op te splitsen in meerdere systemen die min of meer onafhankelijk van elkaar functioneren. Zo kun je het geheugen opdelen in tijd. Als eerste is er het sensorische geheugen waar de informatie die we waarnemen ongeveer 1 seconde blijft hangen (Sperling, 1960). Deze vorm van geheugen is opgedeeld in het echoïsche geheugen (geluid) en het iconische geheugen (beeld). Vervolgens komt de informatie in het werkgeheugen terecht. Het werkgeheugen heeft het vermogen om informatie voor korte tijd (ongeveer een halve minuut) actief te houden (Baddeley & Hitch, 1974). Ook kan er in het werkgeheugen manipulatie van de binnengekomen informatie plaatsvinden (Meeter & Hendriks, 2012). Het kortetermijngeheugen wordt echter vaak verward met het werkgeheugen. In het werkgeheugen vindt er manipulatie van de binnengekomen informatie plaats, terwijl dat bij het kortetermijngeheugen niet het geval is. Zolang er aandacht besteed wordt aan de binnenkomende informatie blijft het werkgeheugen actief. Het werkgeheugen wordt gebruikt in mentale taken zoals taalbegrip, het oplossen van problemen en planning (Cowan, 2010). Echter heeft het werkgeheugen een beperkte capaciteit. Als het werkgeheugen actief is wordt er activiteit gezien in de dorsolaterale en prefrontale hersenschors. Ook lijkt het erop dat posterieure gebieden betrokken zijn bij het werkgeheugen. Waarnemingen worden daar actief gehouden terwijl ze al verwerkt zijn (Cabeza & Nyberg, 2000). Als het werkgeheugen vervolgens aandacht besteedt aan nieuwe binnenkomende signalen, dan verdwijnt de actief gehouden informatie uit het werkgeheugen. Deze informatie blijft behouden als het is overgegaan en dus is opgeslagen in het langetermijngeheugen (Kessels, Eling, Ponds, Spikman, & Zandvoort van, 2012).

Daarnaast kan het geheugen ook nog opgedeeld worden in soort informatie. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen het declaratieve geheugen, het bewuste geheugen en het niet-declaratieve geheugen, het onbewuste geheugen (Squire, 1992). Het declaratieve geheugen kan opgesplitst worden in het episodische geheugen voor gebeurtenissen en het semantische geheugen voor feiten. De inhoud van het werkgeheugen is rapporteerbaar en is daarom declaratief.

Volgens Baddeley (2003) kan het werkgeheugen schematisch weergegeven worden zie figuur 6 (Baddeley, 2000, p. 418).



Figuur 6. Het werkgeheugenmodel. Bron: 'Ik kon er niets aan doen!' Een onderzoek naar inhibitie en werkgeheugen bij kinderen met dyscalculie, Door Baddeley, 2000, p. 418. Ontleend aan http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/460/327/RUG01-001460327_2011_0001_AC.pdf Copyright 2010 door Universiteit Gent

In de central executive (executieve controle) wordt de verschillende binnenkomende informatie bewerkt en op elkaar afgestemd. De central executive is weer opgedeeld in verschillende modaliteitspecifieke buffers. In de phonological loop (de fonologische lus) wordt verbale informatie vastgehouden door constante herhaling. In de visual semantics (het visueel-ruimtelijk kladblok) wordt visuele informatie tijdelijk vastgehouden. De episodische buffer (de episodische buffer) is een opslagsysteem dat later door Baddeley is toegevoegd. Hierin worden meerdere aspecten van gebeurtenissen in een multidimensionale code bewaard. Deze episodische buffer fungeert als schakel tussen het werkgeheugen en het langetermijngeheugen. Daarnaast kan de episodische buffer een teveel aan informatie dat actief gehouden moet worden door de fonologische lus of het visueel-ruimtelijk kladblok opslaan. De episodische buffer heeft wel een beperkte capaciteit. Deze capaciteit bestaat uit ongeveer vier chunks (Baddeley, 2007). Een chunk is een eenheid van informatie die opgeslagen kan worden (Cowan, 2001). Een chunk is bijvoorbeeld een reeks van zeven cijfers die als één eenheid van informatie wordt opgeslagen. De fonologische lus kan ongeveer drie seconden aan verbale informatie opslaan. Het visueel-ruimtelijk kladblok en de episodische buffer kunnen ongeveer vier elementen aan informatie vasthouden.

Daarnaast maakt het werkgeheugenmodel van Baddeley nog een onderscheid in het 'fluid systems' en het 'crystallized systems'. In het 'fluid systems' vindt alleen maar tijdelijke activiteit plaats (het werkgeheugen) terwijl in het 'crystallized systems' permanente activiteit plaatsvindt (het langetermijngeheugen) (Baddeley, 2012). Vervolgens komt de informatie terecht in het langetermijngeheugen. Hier zit de informatie die opgeslagen is maar op het moment niet actief is in het werkgeheugen. De precieze relatie tussen het werkgeheugen en het langetermijngeheugen is echter nog onbekend.

1.8.2 Werkgeheugencapaciteit

Het aantal eenheden dat een (volwassen) mens kan vasthouden in het werkgeheugen is zeven chunks. Er zit hier een variatie in van vijf tot negen chunks. Doordat een mens in staat is complexe informatiestructuur te groeperen, kan iemand met minder chunks genoeg hebben om informatie te onthouden.

Er is echter veel diversiteit in de werkgeheugencapaciteit bij de normale bevolking. Rond de leeftijd van 7 jaar kan er een onderscheid in werkgeheugencapaciteit gemaakt worden. Kinderen die ouder zijn dan 7 jaar kunnen vaak dezelfde capaciteit onthouden als een (jong)volwassene (Cowan, 2010). Beneden deze leeftijd kunnen ze minder onthouden, ongeveer drie tot vijf betekenisvolle items. De beperkingen in de capaciteit van het werkgeheugen zijn afhankelijk van een aantal factoren. Deze factoren zijn de mate van herhaling van de binnengekomen informatie, de aandacht die eraan besteed wordt, het gebruik van materiaal of modaliteitspecifieke informatie en de mate waarin de binnengekomen informatie gebundeld wordt (grouping) (Cowan, 2010).

Op het gebied van forward digit span, het voorwaarts onthouden van cijfers, wordt er een beroep gedaan op het kortetermijngeheugen. Er vindt namelijk geen manipulatie van de binnengekomen informatie plaats. Er zijn veel verschillen te vinden in de literatuur op het gebied van de capaciteit van forward digit span taken per leeftijd. Orsini (1987) en Gillam (1995) concluderen dat kinderen tot en met 10 jaar maar maximaal vijf cijfers voorwaarts kunnen onthouden. Echter laat onderzoek van Soleymani et al. (2014) en Giofrè et al. (2015) zien dat kinderen vanaf 7-8 jaar in staat zijn om zeven cijfers voorwaarts te onthouden. Kinderen tot en met 4 jaar zouden drie cijfers kunnen onthouden en kinderen in de leeftijd van 5-6 jaar vijf cijfers. De logopedische test de CELF- 4 -NL (Clinical Evaluation of Language Fundamentals, Nederlandse versie) kent de volgende normwaarden toe aan het voorwaarts onthouden van cijfers. Kinderen van 5;0 tot en met 5;11 jaar moeten drie cijfers voorwaarts kunnen onthouden. Kinderen van 6;0 tot en met 8;11 jaar vier cijfers en kinderen en jongeren van 9;0 tot en met 17;11 jaar vijf cijfers. Er worden in de literatuur en logopedisch testmateriaal verschillende waarden toegekend aan het aantal cijfers dat een kind of jongere voorwaarts dient te kunnen onthouden.

Zodra er naast het onthouden van voorwaartse cijfers ook nog een andere taak van de kinderen en jongeren verwacht wordt, zal er aanspraak gedaan worden op het werkgeheugen. Er moet dan namelijk wel manipulatie plaatsvinden van de binnenkomende informatie om beide taken adequaat te kunnen uitvoeren.

1.8.3 Werkgeheugen en cochleair implantaat

Het auditieve en visuele werkgeheugen speelt een belangrijke rol voor het kunnen leren. Recente onderzoeken tonen aan dat jong geïmplanteerde kinderen, voor de leeftijd van 3 jaar, en zij die opgegroeid zijn in een gesproken taalomgeving een beter kortetermijngeheugen en werkgeheugen ontwikkelen (Gallego, Martin-Aragoneses, Lopez-Higes, & Pison, 2016; Moberly, Lowenstein, & Nittrouer, 2016; Willis, Goldbart, & Stansfield, 2014). Dit in vergelijking met eerder onderzoek waarbij dove kinderen die hun CI ontvingen tussen hun eerste en zesde levensjaar slechtere scores lieten zien op het gebied van werkgeheugen en taalvaardigheden in vergelijking met NH leeftijdsgenootjes (Fagan, Pisoni, Horn, & Dillon, 2007). Dit is in overeenstemming met eerdere onderzoeken (Geers et al., 2003; Pisoni & Cleary, 2003). Ook Figueras (2008) concludeert dat CI kinderen in de leeftijd van 8 tot 12 jaar zwakkere executieve vaardigheden en taalvaardigheden laten zien dan NH leeftijdsgenootjes.

Om de huidige groep CI kinderen in het juiste perspectief te plaatsen is het van belang een onderscheid te maken in de prestaties van CI kinderen op het auditieve en het visuele werkgeheugen.

Een significant gehoorverlies heeft namelijk een negatieve invloed op het auditief werkgeheugen (Pisoni & Cleary, 2003; Pisoni et al., 2008). Uit de meeste studies komt naar voren dat het auditieve werkgeheugen bij CI kinderen aangedaan is in vergelijking met NH leeftijdsgenootjes (Bharadwaj, Maricle, Green, & Allman, 2015; A. E. Geers, Pisoni, & Brenner, 2013). Ook als de kinderen jong unilateraal of bilateraal geïmplanteerd worden, voor hun derde levensjaar laten ze op de gebieden inhibitie, concentratie en werkgeheugen slechtere scores zien dan NH leeftijdsgenootjes (Beer et al., 2014). Jongeren met een CI laten slechtere scores zien dan NH leeftijdsgenoten op auditieve werkgeheugen digit span taken. Deze slechtere scores zijn te verklaren door een verminderde auditieve input. De fonologische loop is noodzakelijk voor het vasthouden van verbale informatie. Deze is echter aangedaan bij mensen met een CI (Geers et al., 2013). Ook onderzoek van Allman et al. (2015) concludeert dat kinderen met een CI op het gebied van het auditieve kortetermijngeheugen en werkgeheugen prestaties laten zien die beneden gemiddeld zijn in vergelijking met NH leeftijdsgenoten.

Naast het auditief werkgeheugen is ook het visueel werkgeheugen van belang om te kunnen leren. 'Forward digit span' (voorwaarts herhalen van cijfers) en 'backward digit span' (achterwaarts herhalen van cijfers) taken zijn een goede manier om de visuele kortetermijngeheugencapaciteit en visuele werkgeheugencapaciteit van CI gebruikers in kaart te brengen (AuBuchon, Pisoni, & Kronenberger, 2015). Op het gebied van het visueel werkgeheugen laat recente literatuur juist zien dat de huidige groep kinderen die vroeg geïmplanteerd zijn met een CI betere scores laten zien dan hun NH leeftijdsgenootjes (Beer et al., 2014; Bharadwaj et al., 2015; Willis et al., 2014). Willis et al (2014) concludeert dat voor het leren van nieuwe woorden de visuele presentatie een belangrijke rol speelt voor de CI kinderen. Aan het onderzoek van Aubuchon (2015) namen UCI, BiCI en NH kinderen deel. Dit onderzoek laat echter zien dat NH kinderen beter scoren op de visuele digit span taken dan CI kinderen. Het is hierbij van belang te vermelden dat de geïmplanteerde kinderen hun eerste CI hadden gekregen voor 7- jarige leeftijd en ze pas op lange termijn getest werden op het gebied van kortetermijngeheugen en werkgeheugen. CI gebruikers zijn minder efficiënt in het encoderen en vasthouden van fonologische representaties in het kortetermijngeheugen. Zij maken te weinig gebruik van fonologische en linguïstische strategieën tijdens geheugentaken.

Zolang er geen aanspraak wordt gedaan op de auditieve vaardigheden is er tegenwoordig geen of nauwelijks verschil zichtbaar tussen NH kinderen en CI kinderen. Zo verschilt het non-verbaal IQ tussen schoolgaande kinderen met en zonder CI niet van elkaar. Kinderen met een CI laten dezelfde scores zien als NH kinderen (Kronenberger, Beer, Castellanos, Pisoni, & Miyamoto, 2014).

Prestaties op het gebied van het auditieve en visuele werkgeheugen houden ook verband met de ontwikkeling van de taalvaardigheden, de groei van de woordenschat (Kronenberger et al., 2013). De ontwikkeling van het werkgeheugen is gerelateerd aan de groeisnelheid van de woordenschat en de gesproken woordherkenningsvaardigheden. Kinderen met een beter auditief en visueel geheugen laten ook betere taalvaardigheden zien. Het auditieve en visuele werkgeheugen spelen dus een belangrijke rol in de (taal)ontwikkeling van het kind.

1.9 Luisterinspanning

1.9.1 Definitie luisterinspanning

Luisterinspanning verwijst naar de aandacht en cognitieve processen die nodig zijn voor het begrijpen van een spraaksignaal (Gosselin & Gagne, 2011). Het luisteren naar spraak en het begrijpen ervan zijn complexe taken. Het bestaat uit een vaste reeks van sensorische en cognitieve processen. Waarneming of spraakperceptie kan niet plaatsvinden zonder bijdrage van andere grote subsystemen zoals aandacht, het (werk)geheugen of het leren (Pisoni, Conway, Kronenberger, Henning, & Anaya, 2010).

1.9.2 Factoren die invloed hebben op de luisterinspanning

Er zijn drie factoren die invloed hebben op de hoeveelheid inspanning die geleverd moet worden op een luistertaak, namelijk de aanwezigheid van ruis, leeftijd en aandacht. Indien er ruis oftewel omgevingslawaaï bij de luistertaak komt kijken, neemt de akoestische complexiteit verder toe. Voor het luisteren naar geluiden met achtergrondruis heb je zowel sensorische als cognitieve vaardigheden nodig. Deze cognitieve vaardigheden bestaan uit aandacht en werkgeheugen. Er kan gesteld worden dat hoe beter het werkgeheugen en de aandacht is, des te beter het vermogen tot spraakverstaanbaarheid in ruis is (Kraus, Strait, & Parbery-Clark, 2012). De aanwezigheid van ruis tijdens een luistertaak heeft niet alleen een negatief effect op de luistertaak zelf maar ook op de mogelijkheid om tegelijkertijd cognitieve activiteiten uit te voeren zoals het onthouden van woorden of cijfers of het snel reageren op een complexe visuele taak (Sarampalis, Kalluri, Edwards, & Hafter, 2009). Het toepassen van ruisonderdrukking door het auditieve systeem zelf vermindert de cognitieve inspanning die noodzakelijk is voor de luistertaak (Sarampalis et al., 2009). Een soortgelijk effect laat ook het onderzoek van Gustafson et al. (2014) zien, namelijk dat de luisterinspanning effectief afneemt als de ruis gereduceerd wordt.

Leeftijd en aandacht zijn de andere twee factoren die de mate van luisterinspanning bepalen. Hoe ouder het kind hoe beter het in staat is om tegelijkertijd met de luistertaak een andere cognitieve activiteit uit te voeren. Er is dan minder inspanning noodzakelijk voor de luistertaak. Daarnaast concludeert men dat als er minder aandacht nodig is voor de primaire luistertaak, er meer aandacht overblijft voor een andere cognitieve activiteit. Hierdoor wordt de prestatie op de secundaire taak beter (Gustafson, McCreery, Hoover, Kopun, & Stelmachowicz, 2014).

1.9.3 Gehoorverlies en luisterinspanning

Daarnaast heeft een gehoorverlies eveneens effect op de luisterinspanning. Luisteraars met een gehoorverlies moeten meer inspanning leveren om te luisteren naar spraak in ruis dan NH luisteraars (Rakerd, Seitz, & Whearty, 1996). Door verbeterde technologische ontwikkelingen van het CI en veranderingen in de richtlijnen op het gebied van implantatie, laten kinderen met een CI een verbetering zien in de spraakherkenning en spraakproductie in zowel stilte- als ruis-condities. De hoormogelijkheden zijn namelijk verbeterd ten opzichte van vroeger toen de mogelijkheden van het CI minder waren en er andere richtlijnen golden (Lamoré, 2013). Kinderen met een CI laten door vroege interventie en bilaterale stimulatie minder luisterinspanning zien in complexe luistersituaties. Doordat kinderen van jongs af aan

tegenwoordig een BiCI ontvangen ligt het in de lijn der verwachtingen dat deze kinderen een goede hoorontwikkeling kunnen doormaken waardoor ze minder luisterinspanning nodig hebben. De verbetering in spraakherkenning en spraakproductie kan onder andere door middel van het meten van de pupildiameter vastgesteld worden (Steel, Papsin, & Gordon, 2015).

Of er daadwerkelijk een verschil in luisterinspanning merkbaar is tussen een UCI en een BiCI werd door Galvin en Mok (2016) onderzocht. In dit onderzoek werden de luisterprestaties in het dagelijks leven van de CI kinderen vóór de implantatie van hun tweede CI en ná de implantatie van hun tweede CI bevraagd bij de ouders. Wat blijkt is dat 75% van de ouders verbeteringen ziet in de luisterprestaties postoperatief. Echter wordt er geen significant effect gevonden van een BiCI ten opzichte van een UCI in de mate van luisterinspanning in een conversatie op basis van de vragenlijsten (Galvin & Mok, 2016). Het onderzoek van Steel, Papsin en Gordon (2015) laat zien dat kinderen die jong bilateraal simultaan of sequentieel geïmplanteerd worden, minder mentale inspanning nodig hebben voor het begrijpen van een (bilateraal)spraaksignaal. Wel zullen zij voor bottom-up processen en binaurale signalen in het dagelijkse leven meer inspanning moeten leveren dan NH kinderen. Er zal een groter beroep gedaan worden op de capaciteit van het werkgeheugen om de bilaterale geluiden te verwerken (Steel et al., 2015).

1.10 Het meten van de luisterinspanning met het dual-task paradigma

Het dual-task paradigma is een van de meest gebruikte objectieve methoden in de cognitieve literatuur voor het onderzoek naar de cognitieve eisen bij een taak (Sarampalis et al., 2009). Het dual-task paradigma houdt het volgende in. De proefpersoon voert twee taken afzonderlijk en gelijktijdig uit. Tijdens het gelijktijdig uitvoeren is er altijd sprake van een primaire en van een secundaire taak. De primaire taak is bij het onderzoek naar luisterinspanning een auditieve taak. Deze taak wordt vaak in stilte en in ruis afgenomen. De secundaire taak kan verschillende vormen aannemen. Het is veelvuldig een geheugentaak, reactietijdtaak of een tactiele patroonherkenningstaak.

Het dual-task paradigma is gebaseerd op de ‘theory of limited cognitive resources’ van Kahneman (1973). Deze theorie gaat ervan uit dat als een taak moeilijker wordt, extra inspanning geleverd moet worden om op hetzelfde niveau te kunnen blijven presteren. Deze extra inspanning die geleverd moet worden op de primaire taak gaat ten koste van de inspanning die nodig is om tegelijkertijd een andere cognitieve (secundaire) taak uit te voeren. Het is echter wel van belang bij deze theorie te vermelden dat de aandacht gefocust moet blijven op de primaire taak. Het uitvoeren van de primaire taak is belangrijker dan het uitvoeren van de secundaire taak. De interferentie van de primaire en secundaire taak gebeurt centraal in de linker prefrontale cortex, ter hoogte van het werkgeheugen en de aandachtsprocessen (Awh & Jonides, 2001; Collette et al., 2005). Een afname in de prestatie van de secundaire taak, geeft informatie over de capaciteit die nodig is voor de primaire taak (Choi, Lotto, Lewis, Hoover, & Stelmachowicz, 2008). Met behulp van het dual-task paradigma kan de luisterinspanning gemeten worden die nodig is voor de primaire (auditieve) taak.

1.10.1 Prestaties dual-task paradigma normaalhorende kinderen

De prestatie van een normaalhorende op een dual-task is afhankelijk van een aantal factoren. Zo blijkt ten eerste dat leeftijd een factor is die effect heeft op het resultaat van een dual-task (Choi et al., 2008). Jongere kinderen presteren slechter dan oudere kinderen omdat ze een kleinere kortetermijngeheugencapaciteit hebben en de taalvaardigheden nog minder goed ontwikkeld zijn. Naarmate het kind ouder wordt, nemen de kortetermijngeheugen capaciteit en de taalvaardigheden toe. Echter laat onderzoek van Irwin-Chase en Burns (2000) geen verschillen zien tussen kinderen van 8 jaar en kinderen van 11 jaar als de primaire en secundaire taak van de dual-task gelijke prioriteit hebben. Indien de taken echter verschillende prioriteit hadden dan waren alleen de kinderen van 11 jaar in staat hun aandacht op de juiste manier toe te wijzen aan de dual-task. In dit geval heeft leeftijd wel een relatie met de prestatie op de dual-task. Oudere kinderen zijn beter in staat hun aandacht te coördineren en controleren.

Naast de factor leeftijd speelt ten tweede de factor ruis een rol. Ruis heeft een negatief effect op het uitvoeren van een dual-task. De aanwezigheid van ruis tijdens de luistertaak heeft niet alleen een negatief effect op de primaire luistertaak zelf, maar ook op de mogelijkheid van de luisteraar om tegelijkertijd andere secundaire cognitieve activiteiten uit te voeren zoals het reageren op een complexe visuele taak (Howard, Munro, & Plack, 2010; Sarampalis et al., 2009). De factor ruis is een belangrijke factor aangezien een kind in een schoolomgeving voortdurend meerdere taken in een ruisomgeving moet uitvoeren. Voor NH kinderen is in een klas situatie een SNR noodzakelijk van +15 dB. Dit betekent dat de leerkracht 15 dB luider moet praten dan de achtergrondruis in de klas zodat het kind alles kan begrijpen wat de leerkracht zegt (ASHA, 2016). Indien de SNR lager wordt dan +15 dB, dan moet het NH kind meer luisterinspanning leveren.

Ten derde heeft de factor galm invloed op de luisterinspanning in een klas situatie. Het luisteren in ruis en galm zorgt voor een afname in de snelheid van leren (Sarampalis et al., 2009).

Hierboven zijn de factoren beschreven die bij NH kinderen invloed hebben op de prestatie van een dual-task. Wat echter de minimale norm is, wat is nou een goede prestatie op een dual-task voor een normaalhorend kind en wat is nou een slechte prestatie is tot op heden nog niet onderzocht.

1.10.2 Prestaties dual-task paradigma ernstig slechthorende/dove kinderen

Het is gebleken dat de prestatie van NH kinderen op een dual-task afhankelijk is van de factoren leeftijd, aanwezigheid van ruis en aanwezigheid van galm. Hoe ouder het NH kind hoe beter de prestatie op de dual-task. Ook presteren de NH kinderen beter als er geen ruis of galm aanwezig is.

Uit onderzoek is gebleken dat kinderen met een gehoorverlies meer moeite hebben met een dual-task dan NH kinderen. Slechthorende of dove kinderen moeten meer cognitieve inspanning leveren op een dual-task dan NH kinderen. Door deze grotere cognitieve inspanning die geleverd moet worden, neemt de vermoeidheid toe (Hicks & Tharpe, 2002). Het onderzoek van McFadden en Pittman (2008) laat zien dat kinderen in de leeftijd van 8 tot 12 jaar met een gehoorverlies meer fouten maken in de primaire luistertaak dan NH kinderen. Echter is de prestatie op de secundaire taak tussen beide groepen wel weer vergelijkbaar.

Een reden waarom schoolgaande kinderen met een gehoorverlies minder goed presteren op een dual-task is omdat ze mogelijk zwakkere taalvaardigheden hebben

ontwikkeld dan NH kinderen. Ook kan het zijn dat de woorden van de primaire taak voor de kinderen met gehoorverlies minder hoorbaar of herkenbaar waren.

Daarnaast speelt de factor ruis een rol op de prestaties van een dual-task. De ruis heeft bij de slechthorende kinderen invloed op de spraakperceptie mogelijkheden (Hicks & Tharpe, 2002). Ook de prestatie op de secundaire taak neemt af in een ruisomgeving voor slechthorende kinderen (McFadden & Pittman, 2008). Zowel de prestaties op de primaire als op de secundaire taak nemen af bij slechthorende en dove kinderen als er ruis wordt toegevoegd. Er is dan meer luisterinspanning noodzakelijk.

Ernstig slechthorende of dove kinderen en jongeren die unilateraal geïmplanteerd zijn moeten meer cognitieve inspanning leveren op een dual-task dan NH leeftijdsgenoten (Hughes & Galvin, 2013). Doordat ernstig slechthorende of dove kinderen door de veranderende richtlijnen tegenwoordig bilateraal geïmplanteerd worden, is het interessant om te onderzoeken hoe BiCI kinderen presteren op een dual-task ten op zichte van UCI kinderen en ten opzichte van NH kinderen. Hughes en Galvin (2013) onderzochten het verschil tussen de prestaties van BiCI kinderen op een dual-task met de prestaties van NH kinderen. Het SNR niveau (signal-to-noise ratio) van de primaire taak werd per individu afgesteld zodat de taak niet te moeilijk zou zijn maar wel uitdagend genoeg. De onderzoekers manipuleerden deze luistercondities zodat de spraakperceptiescores gelijk waren tussen de NH-groep en de BiCI-groep. Doordat de spraakperceptiescores nu gelijk waren tussen beide groepen bleek dus dat de luisterinspanning gelijk is voor de BiCI- en de NH-groep. Als er ruis wordt toegevoegd neemt de luisterinspanning toe zowel voor de NH-groep als voor de BiCI-groep (Hughes & Galvin, 2013). Daarnaast wordt er in het onderzoek van Hughes en Galvin (2013) geconcludeerd dat hoe ouder het kind is, hoe beter het in staat is de aandacht te richten op de twee verschillende taken. Dit geldt zowel voor de NH-groep als voor de BiCI-groep. Hierbij dient er echter rekening mee gehouden te worden dat de primaire taak dus gemanipuleerd is wat ervoor zorgt dat de prestaties tussen beide groepen gelijk zijn.

Als de prestaties op een dual-task van jongvolwassenen met een BiCI en jongvolwassenen met een UCI worden vergeleken, laat dit onderzoek zien dat jong volwassenen met een BiCI minder luisterinspanning nodig hebben om de dual-task adequaat uit te voeren dan jongvolwassenen met een UCI (Hughes & Galvin, 2013). Er is echter nog weinig onderzoek op dit gebied uitgevoerd omdat het BiCI pas sinds 2014 vergoed wordt bij kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar. Het ligt in de lijn der verwachting dat kinderen met een BiCI minder moeite hebben met de primaire luistertaak dan UCI kinderen waardoor ze meer capaciteit over hebben om gelijktijdig een andere taak uit te voeren. Het is hierbij interessant te onderzoeken in hoeverre objectief de luisterinspanning afneemt wanneer kinderen en jongeren hun tweede CI krijgen.

Het is echter nog objectief onduidelijk hoe NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar presteren op een dual-task in een stille omgeving en in een ruisomgeving. Er worden ook nog veel verschillen gevonden in de prestaties op de primaire en secundaire taak tussen NH kinderen en kinderen met een gehoorverlies. Het is van belang dit te onderzoeken zodat de prestaties van de NH kinderen en jongeren op het dual-task paradigma voor een referentiepunt zorgen en de prestaties van UCI kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar en later de prestaties van BiCI kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar op het dual-task paradigma ermee vergeleken kunnen worden. Aangezien er momenteel al gegevens verzameld zijn van de prestaties van UCI kinderen van 5 t/m 18 jaar op het dual-task paradigma is het van belang deze te vergelijken met de prestaties van een NH-groep kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar. Hieruit is de volgende vraagstelling naar voren gekomen en zijn de volgende hypothesen opgesteld.

Vraagstelling

‘In hoeverre is er een verschil in de mate van luisterinspanning die kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar met een unilateraal cochleair implantaat moeten leveren op een primaire auditieve taak in een dual-task in een stille- en een ruis-conditie in vergelijking met normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar?’

Hypotheses

- Normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar laten betere prestaties zien op het gebied van spraakverstaan op enkelvoudige auditieve taken (single task) zowel in een stille omgeving bij zachte spraak (45 dB SPL) als in een ruisomgeving (SNR 0 dB) dan kinderen en jongeren met een UCI in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar.
- UCI kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar laten een grotere afname zien van het onthouden van de cijfers (3,5 of 7) tussen de primaire taak (single task) en de secundaire taak (dual-task) dan normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar in een stille omgeving van 45 dB SPL.
- UCI kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar laten een grotere afname zien van het onthouden van de cijfers (3,5 of 7) tussen de primaire taak (single task) en de secundaire taak (dual-task) dan normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar in een ruis omgeving van SNR 0 dB.
- De factoren leeftijd van implantatie, mate van aanwezig restgehoor, etiologie van de slechthorendheid/doofheid, schooltype, opleidingsniveau van de moeder en de PPVT-III-NL LQ score hebben invloed op de prestatie op de dual-task (primaire en secundaire taak) zowel in een stille als in een ruisomgeving bij UCI kinderen in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar.
- De factoren opleidingsniveau van de moeder en de PPVT-III-NL LQ score hebben invloed op de prestatie op een dual-task (primaire en secundaire taak) zowel in een stille als in een ruisomgeving bij normaalhorende kinderen in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar.
- Normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar hebben een even goed ontwikkeld woordbegrip als vroeg geïmplanteerde UCI kinderen, voor het derde levensjaar, in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar.

2. Methode

In onderstaande paragrafen wordt omschreven hoe dit onderzoek is opgezet en uitgevoerd. Er zal beschreven worden hoe de populatie eruit zag en welk materiaal er gebruikt werd in het onderzoek. Vervolgens zal de gevolgde procedure aan bod komen. Tot slot zal de gebruikte apparatuur, de onderzoeksomstandigheden en de data-analyse die uitgevoerd is op dit onderzoek besproken worden.

2.1 Proefpersonen

Er namen 20 horende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar deel aan het onderzoek. Hiervan waren er 11 mannen en 9 vrouwen. De kinderen en jongeren werden verworven door medewerkers van de afdeling Keel-Neus-Oorheelkunde (KNO) van het Radboud universitair medisch centrum (Radboudumc) per mail te benaderen met de vraag of hun kind(eren) eventueel in de gelegenheid waren mee te doen. Daarnaast werden de ouders van de CI kinderen benaderd met de vraag of broer(s) en/of zus(sen) mee wilden doen en werd er gebruik gemaakt van contacten van de onderzoeker. Een vrouwelijke proefpersoon werd uiteindelijk geëxcludeerd uit het onderzoek omdat uit de toonaudiometrie bleek dat ze een (licht) gehoorverlies had. In de analyse werden uiteindelijk 19 proefpersonen opgenomen waarvan 11 mannen en 8 vrouwen. De gemiddelde leeftijd van de onderzoekspopulatie was 10;1 jaar (SD = 3.3; range = 5;5-16;6). Zij hadden allen een normaal gehoor (≤ 20 dB HL van 250-8000 Hz). Geen van hen was op het moment van testafname of in het verleden met taal- en/of spraakproblemen gediagnosticeerd. Alle kinderen hadden het Nederlands als moedertaal.

In het onderzoek werden echter twee kinderen meegenomen waarbij sprake was van een co-morbiditeit, namelijk dyslexie en een cognitieve beperking, mogelijk Nonverbal Learning Disorder (NLD). Er werd besloten deze kinderen toch mee te nemen in de analyse omdat er bij de kinderen met een CI ook vaker sprake is van een co-morbiditeit. Hierdoor ontstond er een betere afspiegeling van de populatie en was er sprake van een realistischer vergelijk tussen de NH populatie en de CI populatie kinderen en jongeren.

De groep CI kinderen die ter vergelijk diende voor dit onderzoek waren allemaal sequentieel bilateraal geïmplanteerd. Voor het moment dat ze hun tweede CI kregen, zijn er een aantal onderzoeken afgenomen. Deze testgegevens werden in dit onderzoek meegenomen. Er werd dus een vergelijk gemaakt tussen de UCI-groep kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar en de NH-groep kinderen en jongeren van 5 t/m 18 jaar (zie tabel 3). De groep UCI kinderen had een gemiddeld gehoorverlies van 99.0 dB (SD = 11.9; range = 71.7-120). De etiologie van de slechthorendheid/doofheid was in 21% van de gevallen verworven, in 50% van de gevallen erfelijk en in 7% van de gevallen niet-erfelijk. In 21% van de gevallen was de oorzaak onbekend (zie tabel 2). Kinderen en jongeren werden geïmplanteerd met de Nucleus® 24 multichannel devices, de Nucleus® CI512 cochlear implant with Contour Advance™ electrode of de Nucleus® CI422 cochlear implant with straight electrode. Er namen 28 kinderen en jongeren met een UCI deel aan het onderzoek. De gemiddelde leeftijd van deze UCI populatie was 11;4 jaar (SD = 3.6; range = 5;5-18;9). Van twee kinderen van deze groep waren de scores van de PPVT-III-NL onbekend waardoor deze kinderen niet werden meegenomen in de analyse voor de woordbegripscores.

Tabel 2. Populatie UCI karakteristieken

	UCI (n = 28)	
	Gemiddelde (SD)	Range
Leeftijd CI 1 (jaren)	5;4 (4.3)	0;9 – 16;9
CI 1 < 3 jaar (n)	10	
CI 1 > 3 jaar (n)	18	
Gemiddeld gehoorverlies (dB)	99.0 (11.9)	71.7 – 120.0
Mate restgehoor (dB)	21.1 (11.8)	0.0 – 48.3
<i>Etiologie</i>		
Verworven (%)	21.4	
Niet-erfelijk (%)	7.1	
Erfelijk (%)	50.0	
Onbekend (%)	21.4	
Volgt regulier onderwijs (%)	68	
Evt. met behulp van tolk		
Aantal mannen (n)	12	
Aantal vrouwen (n)	16	

Note. CI 1 = eerste cochleair implantaat; UCI = unilateraal cochleair implantaat.

Tabel 3. Vergelijk populatie karakteristieken

	UCI-groep (n = 28)		NH-groep (n = 19)	
	M (SD)	Range	M (SD)	Range
Leeftijd test Dual-task paradigma (jaren)	11;4 (3.6)	5;5-18;9	10;1 (3.3)	5;5-16;6
Leeftijd test PPVT-III-NL (jaren)	11;3 (3.8)	5;10-19;3	10;1 (3.3)	5;5-16;6
Aantal deelnemers (n) Dual-task paradigma	28		19	
Geslacht man	12		11	
vrouw	16		8	
Aantal deelnemers (n) PPVT-III-NL	26		19	
Geslacht man	11		11	
vrouw	15		8	

Note. UCI = unilateraal cochleair implantaat; NH = normaalhorend

2.2 Procedure

2.2.1 Werving deelnemers

Telefonisch of per mail (zie bijlage 1) werd er contact gelegd met de ouder(s) met de vraag of hun kind(eren) eventueel wilde(n) meedoen aan het onderzoek. Tijdens dit contact werden er een aantal vragen gesteld of het kind in aanmerking kwam voor het onderzoek. Vervolgens kregen de ouders een informatiedocument opgestuurd per post of per mail met uitgebreide informatie over het onderzoek (zie bijlage 2 en bijlage 3). Na officiële bevestiging deelname aan onderzoek werd er een datum gepland voor testafname.

2.2.2 Afname testen

De ouders kregen voor aanvang van deelname aan het onderzoek een vragenlijst over de algemene gegevens van hun kind per mail of per post opgestuurd (zie bijlage 4). Deze diende geretourneerd te worden voor aanvang van het onderzoek. Op deze manier kon met zekerheid vastgesteld worden of het kind voldeed aan de inclusiecriteria. Voordat er gestart werd met de testafnames kregen de ouders en het kind een korte uitleg over de inhoud van de testen. Eventuele vragen van de ouder(s) en/of het kind werden beantwoord door de onderzoeker. Daarna werd aan vader of moeder gevraagd om een biografische vragenlijst (zie bijlage 5) in te vullen. Belangrijke factoren die met behulp van deze vragenlijst bevestigd werden waren het opleidingsniveau van vader en moeder en of de proefpersoon broer(s) en/of zus(sen) heeft. Indien ze de vragenlijst over de algemene gegevens van het kind niet geretourneerd hadden, werd gevraagd deze ook nog in te vullen. Bij akkoord voor deelname werd het protocol gevolgd (zie bijlage 6). Deelnemers namen vrijwillig deel aan de testen. De gemiddelde duur van het onderzoek was 1 uur. De testen werden individueel afgenomen. De volgorde van de onderzoeken was als volgt. Er werd gestart met toonaudiometrie, vervolgens werd het dual-task paradigma afgenomen en als laatste werd het woordbegrip met behulp van de PPVT-III-NL getest. Echter werd bij een beperkt aantal kinderen eerst de PPVT-III-NL afgenomen voordat er toonaudiometrie en het dual-task paradigma werd afgenomen dit in verband met de beschikbaarheid van de audio box. Alle taken werden uitgevoerd in het Radboudumc te Nijmegen afdeling KNO, Hearing & Implants. De toonaudiometrie en het dual-task paradigma (zie bijlage 7) werden afgenomen in een geluidsdichte audio box.

Toonaudiometrie

Met behulp van standaard toonaudiometrie werd bevestigd dat het kind of de jongere een normaal gehoor had. Er werden toondrempels bepaald over de frequenties 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz zowel op het linker als het rechter oor. Via een hoofdtelefoon kreeg het kind piepjes aangeboden op verschillende frequenties en luidheden. Deze piepjes werden aangeboden door de computer via het programma AudiologicX. Het kind of de jongere moest op een knopje drukken als hij/zij de toon hoorde. Indien het kind drempels had ≤ 20 dB op de verschillende frequenties, was er sprake van een normaal gehoor.

Dual-task paradigma

Seriële visuele cijfer onthoudtaak (single task)

Er werd gestart met een visuele cijfer onthoud single task. Een kind tot 6 jaar kreeg een drie cijfer onthoudtaak, een kind in de leeftijd vanaf 6 jaar tot 8 jaar een vijf cijfer onthoudtaak en vanaf 8 jaar werd de zeven cijfer onthoudtaak afgenomen. De keuze van het aantal cijfers was gebaseerd op onderzoek van Soleymani et al. (2014) en Giofrè et al. (2016). De stimuli, sets van drie, vijf of zeven cijfers werden gerandomiseerd door een computer via het programma random.org. Oplopende of aflopende patronen in de cijfer volgorde werden verwijderd. Ook als een cijfer repeterend voorkwam in de reeks werd deze cijferreeks verwijderd.

Drie, vijf of zeven cijfers werden visueel gepresenteerd in het midden van een computerscherm. Voordat de cijfers op het scherm verschenen, verscheen eerst vijf seconden lang een visuele cue ‘Kijk naar de cijfers’ voor de vijf en zeven cijfer taak. Bij de drie cijfer taak kwam er vijf seconden lang een smiley in beeld die uitbeeldde ‘let op’. Vervolgens verscheen de drie, vijf of zeven cijferreeks vijf seconden op het scherm. Deze cijfers moest het kind onthouden in de volgorde zoals ze op het scherm verschenen. Het kind werd aangemoedigd om de cijfers in het hoofd te blijven herhalen totdat na een pauze van 30 seconden (de deelnemer zag een wit scherm in deze pauze tijd) door middel van de visuele cue ‘Noem de cijfers’ bij de vijf en zeven cijfer onthoudtaak en een ‘pratende smiley’ bij de drie cijfer onthoudtaak, hij/zij de cijferreeks hardop mocht vertellen. Deze single task bestond uit twee reeksen cijfers. Indien het kind 100% scoorde op de cijfer onthoud single task, werd er indien deze beschikbaar was een moeilijker cijfer onthoudtaak afgenomen. Als het kind bijvoorbeeld op de drie cijfertaak 100% scoorde werd de vijf cijfertaak afgenomen. Alleen de cijfers die genoemd werden op de exacte positie van de reeks werden gescoord als correct. Als het kind echter aangaf dat het bijvoorbeeld het eerste cijfer van de reeks vergeten was, maar het de rest wel nog wist en kon noemen in de juiste volgorde werden die cijfers wel als correct gescoord. Het aantal juist genoemde cijfers werd met pen en papier gescoord en omgerekend naar een percentage aantal correct.

Auditieve woordherkenningstaak (single task)

Voor de auditieve woordherkenningstaak werd er gebruik gemaakt van fonetisch gebalanceerde consonant-vocaal-consonant woorden (CVC-woorden) afkomstig uit de (kinder) Nederlandse Vereniging voor Audiologie lijsten, de NVA-lijsten (Bosman & Smoorenburg, 1995). Elk woord bestond dus uit drie fonemen en werd door een vrouwelijke spreker uitgesproken. De lijsten werden random gekozen voor de stilte-conditie uit de NVA kinderlijsten voor de drie en vijf cijfertaken en uit de NVA volwassenlijsten voor de zeven cijfer taken. Voor de conditie ruis werden er lijsten gekozen die het meest homogeen waren. Deze meest homogene lijsten waren door experts van het Radboudumc vastgesteld.

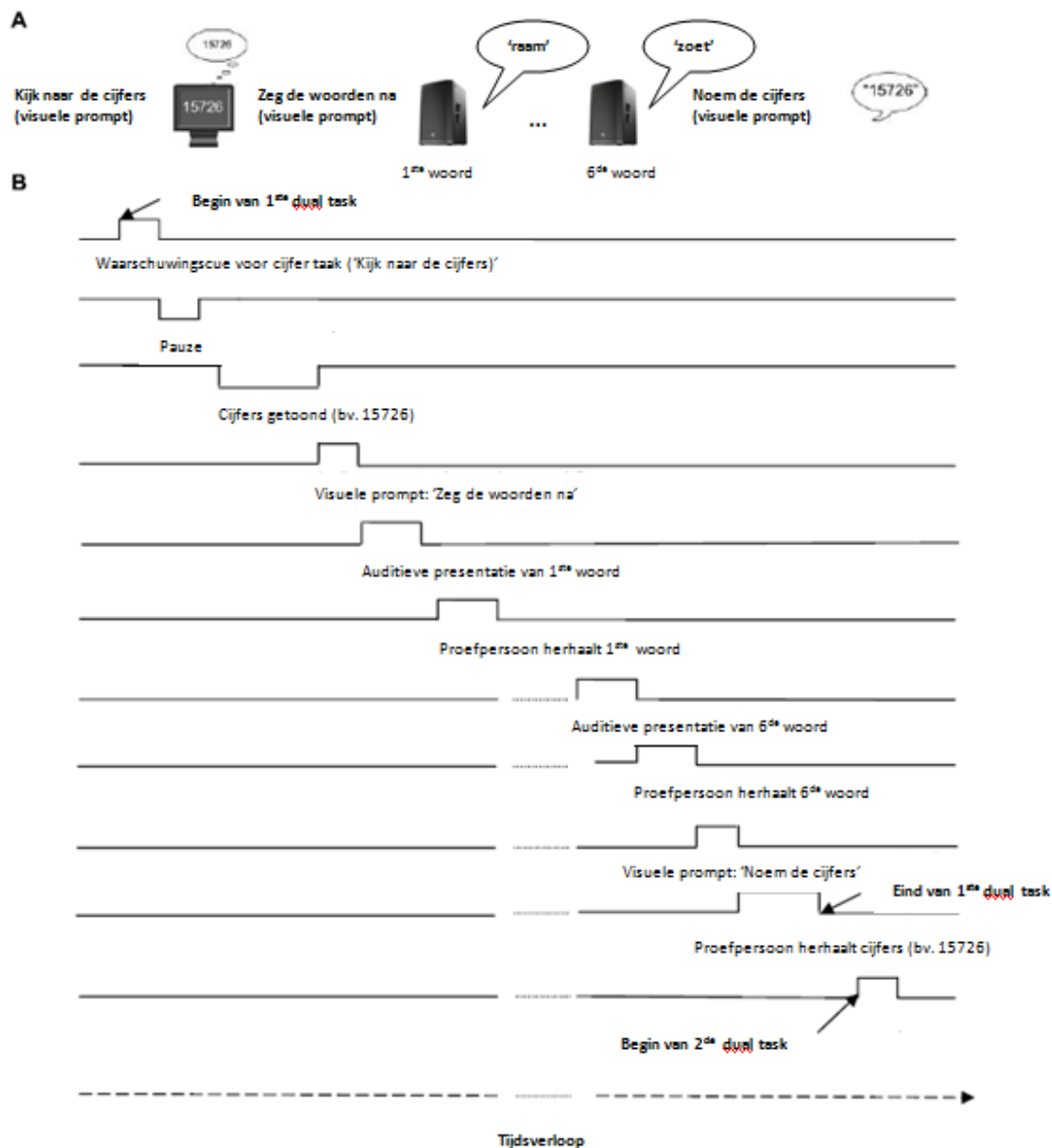
Per conditie stilte (45 dB SPL) of ruis (SNR 0 dB) werden er 12 CVC-woorden gebruikt om de spraakherkenning te meten. De waardes van de twee condities stilte (45 dB SPL) en ruis (SNR 0 dB) zijn gebaseerd op waardes die voorkomen in een klas situatie (Arnold & Canning, 1999). Een SNR van 0 dB vertoont grote overeenkomsten met een klas situatie omdat daar vaak de SNR tussen de -7 en +5 SNR ligt (Arnold & Canning, 1999; Crandell & Smaldino, 2000; Smaldino & Crandell, 1999). Een waarde van 45 dB SPL komt overeen met stille spraak.

De kinderen en jongeren kregen de instructie om direct het woord te herhalen wat de vrouw zei. Bij de conditie ruis werd er bij de uitleg toegevoegd dat er nu extra lawaai bij de woorden kwam. Dit lawaai mochten ze negeren. Het was van belang de woorden luid en duidelijk na te zeggen zodat de onderzoeker het kind of de jongere nog kon verstaan. Ook

werd er aan de instructie toegevoegd dat als het kind of de jongere niet zeker wist welk woord de vrouw had gezegd, hij of zij het woord mocht raden of vertellen welke klanken ze wel gehoord hadden van het woord. De verbale responses werden met pen en papier gescoord door de onderzoeker. Per correct foneem kreeg het kind een punt. Het scoren van het aantal correcte fonemen is een betrouwbaardere manier dan het scoren van de hele woorden omdat er hierdoor minder de invloed van de vocabulaire kennis van het kind meespeelt (Galvin & Mok, 2016). Het eerste woord van de 12 woorden van de reeks in zowel de stilte- als de ruisconditie werd niet meegeteld in de scoring en werd gezien als oefenitem. In totaal kon het kind 33 punten (drie punten per woord) scoren op de taak woorden herhalen in stilte en 33 punten op de taak woorden herhalen in ruis. Deze punten werden omgerekend naar een percentage aantal correct uitgesproken fonemen in stilte en in ruis.

Dual-task

De dual-task bestond uit een primaire auditieve woordherkenningstaak in combinatie met een secundaire visuele cijfer onthoudtaak. Door een geheugentaak (het onthouden van cijfers) toe te voegen aan de dual-task werd er een groter beroep gedaan op de fonologische loop van het kortetermijngeheugen. Er werd competitie gecreëerd tussen de aandacht die verdeeld moest worden tussen de auditieve woordherkenningstaak en de visuele cijfer onthoudtaak (Baddeley, 2003; Choi et al., 2008). De dual-task bestond uit twee condities. Conditie 1 was het onthouden van cijfers in combinatie met het nazeggen van woorden in stilte op 45 dB SPL. Conditie 2 was het onthouden van cijfers in combinatie met het nazeggen van woorden in ruis bij SNR 0 dB. Het kind moest de cijferreeks onthouden in de volgorde zoals hij gepresenteerd werd op het computerscherm. De cijferreeks bleef vijf seconden in beeld. In de pauze wanneer de cijfers van het scherm verdwenen, moest de deelnemer zes CVC-woorden verkregen uit de NVA lijsten nazeggen. Na herhaling van het zesde woord werd de deelnemer gevraagd om de cijferreeks te noemen. Daarna werd er een nieuwe cijferreeks gepresenteerd die het kind moest onthouden. Vervolgens moest het kind weer zes CVC-woorden nazeggen en daarna weer de cijferreeks noemen. In figuur 7 wordt de procedure van het dual-task paradigma visueel weergegeven. Tijdens de dual-task kregen alle deelnemers de instructie dat het nazeggen van de woorden (de primaire taak) belangrijker was dan het onthouden van de cijfers (de secundaire taak).



Figuur 7. Visuele weergave procedure dual-task vijf en zeven cijfertaak. Ontleend aan Choi et al. (2008).

Peabody Picture Vocabulary test-III-NL

Het is gebleken dat NH kinderen en jongeren en kinderen en jongeren met een UCI in de leeftijd van 5;0 tot 13;0 jaar (indien jong geïmplant) geen verschil laten zien op o.a. de receptieve woordenschat (Hayes et al., 2009). Vooral omdat er een belangrijke relatie bestaat tussen het werkgeheugen en het taalbegrip/de receptieve woordenschat is het van belang deze woordbegripsscore mee te nemen in dit onderzoek. Daarom werd de Peabody Picture Vocabulary test derde editie (PPVT-III-NL) afgenomen als maat voor het taalbegrip/woordbegrip. Net als in het dual-task paradigma speelt het werkgeheugen ook een rol in het taalbegrip (Cowan, 2010). Prestaties op het gebied van het auditieve en visuele werkgeheugen hebben dus ook een relatie met de groei van de (receptieve) woordenschat (Kronenberger et al., 2013). Het dual-task paradigma houdt op deze manier dus verband met

het woordbegrip. Kinderen en jongeren met een beter auditief en visueel werkgeheugen laten betere taalvaardigheden zien. Met behulp van de Nederlandse versie van de PPVT-III-NL werd de receptieve woordenschat gemeten. De PPVT-III-NL is genormeerd voor de leeftijd van 2;3 tot en met 90;0 jaar (Campbell, 1998). Deze test werd met behulp van pen en papier gescoord. De instapset werd bepaald op basis van kalenderleeftijd. De proefpersoon kreeg voor elk woord vier afbeeldingen te zien en hij of zij moest dan de afbeelding aanwijzen die past bij het woord dat door de onderzoeker gezegd werd. De test werd afgebroken indien er in een set van 12 woorden negen of meer woorden fout waren. Als de test afgebroken moest worden, werd er een ruwe score berekend. Hieruit kwam een woordbegripquotiënt (WBQ) naar voren. Vervolgens werd het betrouwbaarheidsinterval, percentiel en leeftijdsequivalent opgezocht. Ook kon een taalquotiënt (LQ) bepaald worden. De LQ geeft de verhouding aan tussen de taalleeftijd en de kalenderleeftijd. Een LQ van 1.0 betekent dat het kind een leeftijdsadequate receptieve woordenschat heeft.

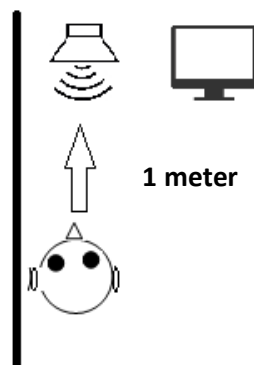
2.2.3 Afronding

Na afname van de testen kreeg het kind een beloning als dank voor deelname. Het onderzoek werd kort besproken met ouders en eventuele vragen werden nog beantwoord door de onderzoeker. Na verwerking van de testresultaten ontvingen ouders per mail de resultaten van hun kind op de testen.

2.3 Apparatuur en onderzoeksomstandigheden

De toonaudiometrie en het dual-task paradigma onderzoek werden afgenomen in een geluidsdichte audio box in het Radboudumc te Nijmegen afdeling KNO, Hearing & Implants. Voor de toonaudiometrie kreeg het kind piepjes te horen via een hoofdtelefoon type Telephonics TDH-39P. De piepjes werden aangeboden door het programma AudiologicX.

Bij het dual-task paradigma werden de visuele cijfer onthoudtaken (zowel als single task en als dual-task) gepresenteerd op een computerscherm met behulp van PowerPoint (Microsoft Office 2007). De auditieve woordherkenningstaken, de spraak, ging via de usb naar de audiometer (Interacoustics Equinox AC440) en vervolgens naar de speakers. Via de single geluidsbox type Westra LAB-251 werd het geluid aan het kind aangeboden. De afstand van deelnemer tot geluidsbox was 1 meter. In figuur 8 is de gebruikte testopstelling weergegeven voor het dual-task paradigma. De PPVT-III-NL werd afgenomen in een kamer in een tafel en stoel opstelling.



Figuur 8. Testopstelling dual-task paradigma.

2.4 Data-analyse

Voor het analyseren van de onderzoeksgegevens werd er gebruik gemaakt van het statistische programma IBM SPSS Statistics Data Editor versie 22. Om de hoofdvraag te beantwoorden over de prestatie op een dual-task voor NH kinderen en jongeren in vergelijking met kinderen en jongeren met een UCI van 5 t/m 18 jaar werd er gebruik gemaakt van het one-way between groups analysis of variance (ANOVA) design. Dit design is een geschikte methode voor deze onderzoeksvraag omdat de onderzoeksgegevens van ratio niveau zijn. Er zijn meer dan drie samples, namelijk de cijfer score in stilte 45 dB SPL, de cijfer score in ruis SNR 0 dB, de CVC-foneem (NVA) score in stilte 45 dB SPL en de CVC-foneem (NVA) score in ruis SNR 0 dB. Daarnaast zijn de samples onafhankelijk van elkaar. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat een one-way between groups analysis of variance (ANOVA) het meest passend is. Voordat dit design uitgevoerd mocht worden op de data moest er eerst aan een aantal assumpties voldaan worden. De eerste assumptie waar aan voldaan moest worden is de schaal van de meting. De variabelen moeten allemaal van interval of ratio niveau zijn. De tweede assumptie is die van onafhankelijkheid. Elke deelnemer mocht maar een keer deelnemen aan het onderzoek en mag geen invloed uitoefenen op de deelname van anderen. De derde assumptie is die van normaliteit. De data moesten normaal verdeeld zijn. De vierde assumptie is de assumptie van homogeniteit van de variantie. Aan assumptie een en twee werd in dit onderzoek voldaan. Alle data zijn namelijk van ratio niveau. Ook nam elke deelnemer maar een keer deel aan het onderzoek en oefende ze geen invloed op elkaar uit. De assumpties drie en vier werden met behulp van PASW Statistics en PASW Advanced Statistics getest.

Daarnaast werden er in de analyse de volgende factoren opgenomen om eventuele correlatie met de onderzoeksvariabelen te onderzoeken namelijk: leeftijd van implantatie van CI 1 (< 3 jaar of ≥ 3 jaar), mate van aanwezig restgehoor bij de geïmplanteerde kinderen en jongeren, etiologie van de slechthorendheid/doofheid (congenitaal/progressief), type onderwijs (regulier/speciaal (basis)onderwijs/ combinatie) en de hoogst genoten opleiding van de moeder. De keuze om deze factoren toe te voegen aan de analyse is op basis van literatuur die in het theoretisch kader aan bod is gekomen. In de resultatensectie zullen de uitkomsten van de analyses beschreven worden.

3. Resultaten

In onderstaande paragrafen worden de resultaten van dit onderzoek beschreven. Er zal onderscheid gemaakt worden tussen de UCI-groep kinderen en jongeren en de NH-groep kinderen en jongeren in de prestatie op de single auditieve woordherkenningstaak (NVA taak) in stilte en ruis en de prestatie op de primaire auditieve woordherkenningstaak (NVA taak) in de dual-task in stilte en ruis. Daarnaast zal de prestatie die de UCI-groep en de NH-groep laat zien op het gebied van de visuele cijfer onthoud single task en de secundaire visuele cijfer onthoudtaak in een dual-task in een stilte- en ruis-conditie vergeleken worden. Ook zullen de PPVT-III-NL woordbegripscores (WBQ) en leeftijdsquotiënten (LQ) vergeleken worden tussen de UCI-groep kinderen en jongeren en de NH-groep kinderen en jongeren. Tot slot zullen de confounding variabelen besproken worden die een eventuele invloed hebben op de verschillen in het onthouden van cijfers als secundaire taak in de stilte- en ruis-conditie en de verschillen in het nazeggen van woorden als primaire taak in stilte en ruis.

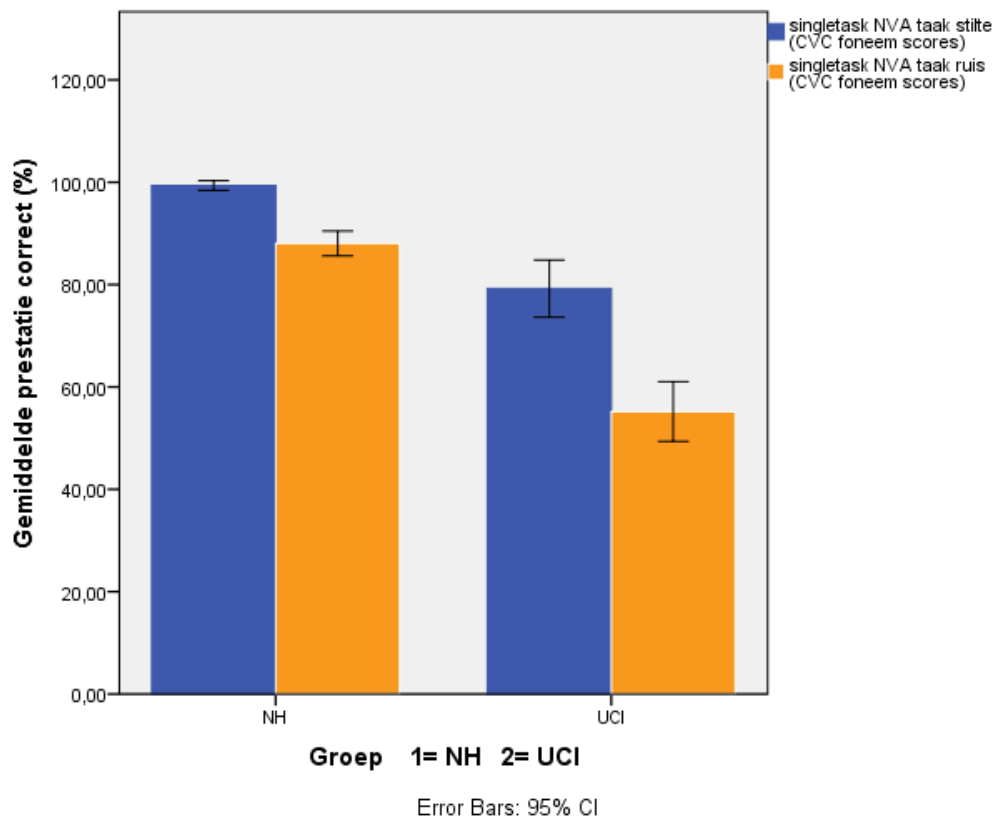
3.1 Auditieve woordherkenningstaak (NVA taak): CVC-foneemscores in de single task in stilte en ruis en als primaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis

3.1.1 CVC-foneemscores in de single task

Om de CVC-foneemscores (in percentages) in de single task te vergelijken tussen de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren in een stilte- en ruis-conditie werd er een independent samples t-test uitgevoerd met een α van 0.05.

In de stilte-conditie laat de NH-groep ($M = 99.36$, $sd = 1.91$) een betere prestatie zien in het nazeggen van woorden dan de UCI-groep ($M = 79.23$, $sd = 14.42$). Dit resultaat is terug te zien in figuur 9. Gemiddeld scoort de NH-groep 20.13 procent beter op het nazeggen van woorden in stilte, 95% CI [13.41, 26.86], dan de UCI-groep. Het verschil tussen beide groepen was statistisch significant, $t(45) = 6.03$, $p < 0.001$ met een grote effect size van $r = 2.47$. Onderzoek naar de skewness, kurtosis en Shapiro-Wilk statistiek laat zien dat er niet aan de assumptie van normaliteit voldaan wordt voor de conditie stilte. Echter zal deze schending geen gevolgen hebben omdat de analyse robuust is voor de schending van normaliteit. De Levene's test was voor de stilte-conditie significant $F(1,45) = 33.160$, $p < 0.001$. Dit betekent dat er niet aan de assumptie van homogeniteit voldaan wordt. Echter zal deze schending geen grote gevolgen hebben voor verdere analyse aangezien de analyses robuust zijn voor de schending van homogeniteit.

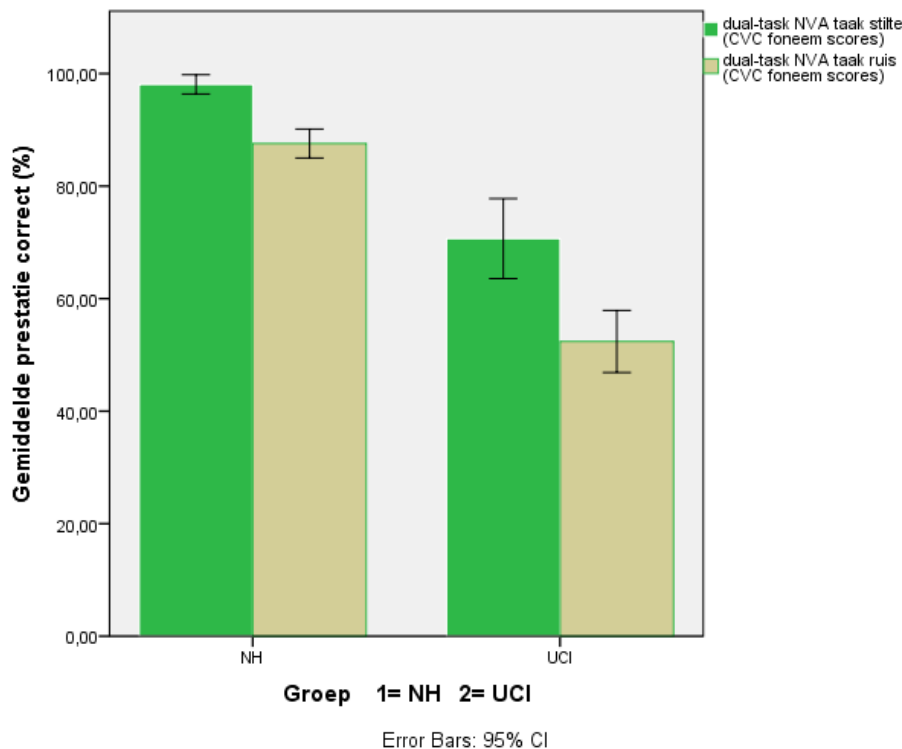
In de ruis-conditie laat de NH-groep ($M = 88.04$, $sd = 5.00$) betere prestaties zien in het nazeggen van woorden dan de UCI-groep ($M = 55.19$, $sd = 15.03$). Dit resultaat is terug te zien in figuur 9. Gemiddeld scoort de NH-groep 32.85 procent beter op het nazeggen van woorden in ruis, 95% CI [25.63, 40.08], dan de UCI-groep. Het verschil tussen beide groepen was statistisch significant, $t(45) = 9.16$, $p < 0.001$ met een grote effect size van $r = 3.28$. Onderzoek naar de skewness, kurtosis en Shapiro-Wilk statistiek laat zien dat er aan de assumptie van normaliteit voldaan wordt voor de conditie ruis. De Levene's test was voor de ruis-conditie significant $F(1,45) = 13.101$, $p < 0.001$. Dit betekent dat er niet aan de assumptie van homogeniteit voldaan wordt. Echter zal deze schending geen grote gevolgen hebben voor verdere analyse aangezien de analyses robuust zijn voor de schending van homogeniteit.



Figuur 9. Gemiddelde prestatie (percentage correct) op de single NVA taak in de stilte- en ruis-conditie tussen de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

3.1.2 CVC-foneemscores als primaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis

Indien er gebruik wordt gemaakt van de ruwe data blijkt in de stilte-conditie dat de NH-groep $M = 98.09$, $sd = 3.53$ betere prestaties laat zien in het nazeggen van woorden dan de UCI-groep $M = 70.67$, $sd = 18.33$. In de ruis-conditie vindt men op basis van de ruwe data de volgende percentages aantal correct herhaalde woorden, in de NH-groep $M = 87.56$, $sd = 5.33$ en in de UCI-groep $M = 52.38$, $sd = 14.21$ (zie figuur 10).

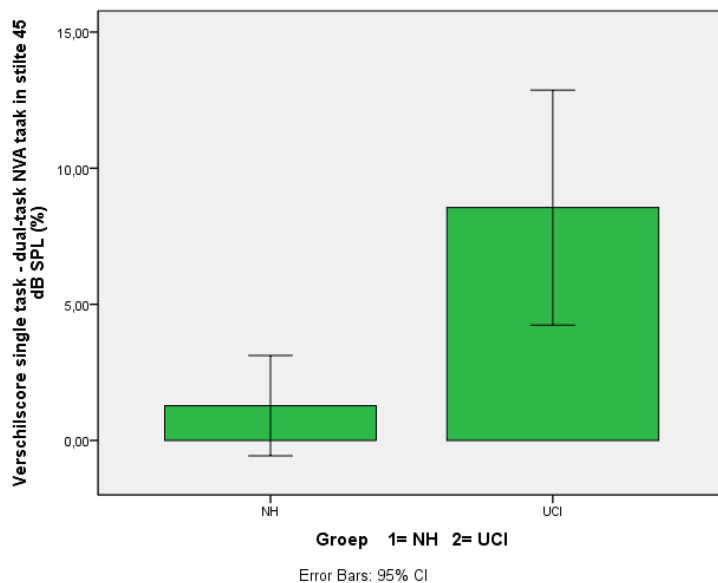


Figuur 10. Gemiddelde prestatie (percentage correct) op de dual-task NVA taak in de stilte- en ruis-conditie tussen de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

Echter omdat er bij de visuele cijfer onthoudtaak (secundaire taak van de dual-task) een analyse is uitgevoerd met de verschillcores om de groepen UCI kinderen en jongeren en NH kinderen en jongeren met elkaar te vergelijken, zal er bij de auditieve woordherkenningstaak (NVA taak) ook gebruik worden gemaakt van de verschillcores. Voor de NVA taak werden de verschillcores op de volgende manier berekend. Voor de conditie stilte wordt de prestatie op de single task woorden nazeggen (NVA taak) op 45 dB SPL (stilte-conditie) vermindert met de prestatie op de dual-task woorden nazeggen (NVA taak) op 45 dB SPL (stilte-conditie). Deze variabele wordt gecodeerd als ‘verschilscore woorden nazeggen (NVA taak) stilte 45 dB SPL’. Voor de conditie ruis wordt de single task woorden nazeggen (NVA taak) met SNR 0 dB (ruis-conditie) vermindert met de dual-task woorden nazeggen (NVA taak) met SNR 0 dB (ruis-conditie). Deze variabele wordt gecodeerd als ‘verschilscore woorden nazeggen (NVA taak) ruis SNR 0 dB’.

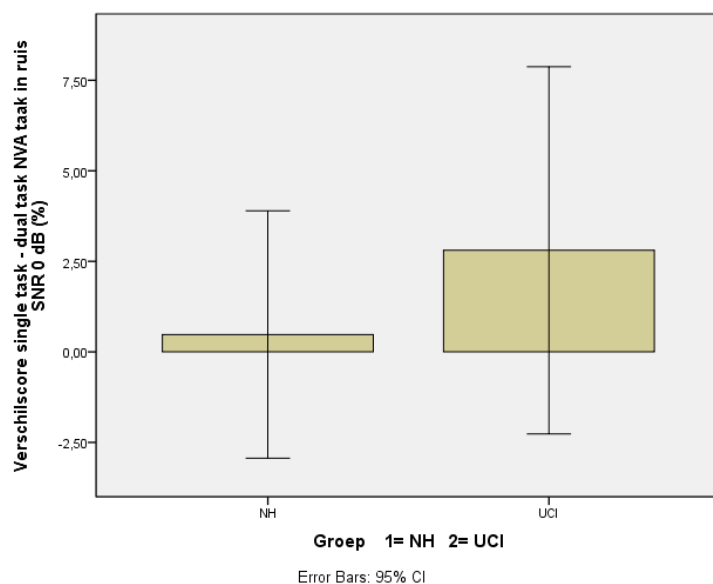
Vervolgens worden via een one-way between groups analysis of variance (ANOVA) de verschillcores woorden nazeggen in de stilte- en ruis-conditie vergeleken tussen de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren. De skewness, kurtosis en Shapiro-Wilk statistiek laten zien dat de assumptie voor de normaliteit ondersteund wordt voor de conditie ruis. De Shapiro-Wilk is echter wel significant voor de NH-groep in de stilte-conditie, $p < 0.001$. Echter zal deze schending geen gevolgen hebben omdat de analyse robuust is voor de schending van normaliteit. Levene’s statistiek was significant voor de verschilscore woorden nazeggen in stilte 45 dB SPL $F(1,45) = 15.217$, $p < 0.001$ en voor de verschilscore woorden nazeggen in ruis SNR 0 dB $F(1,45) = 5.411$, $p = 0.025$. De assumptie van homogeniteit van variantie wordt dus geschonden. Echter zal deze schending geen negatief effect hebben omdat de analyses robuust zijn voor schendingen van homogeniteit.

In de stilte-conditie worden de volgende percentages verschilcores woorden nazeggen gevonden in de NH-groep $M = 1.28$, $sd = 3.82$ en in de UCI-groep $M = 8.55$, $sd = 11.13$ (zie figuur 11).



Figuur 11. Gemiddelde prestatie (percentage verschilcores) op de primaire NVA taak in de dual-task stilte-conditie tussen de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

En in de ruis-conditie worden de volgende percentages verschilcores woorden nazeggen gevonden in de NH-groep $M = 0.48$, $sd = 7.09$ en in de UCI-groep $M = 2.80$, $sd = 13.08$ (zie figuur 12).

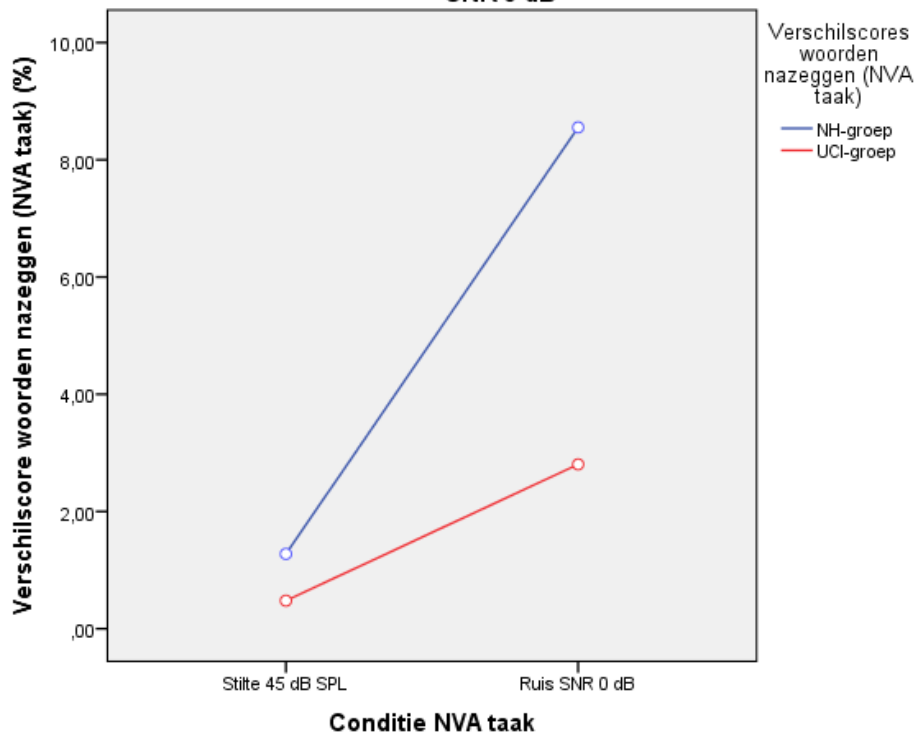


Figuur 12. Gemiddelde prestatie (percentage verschilcores) op de primaire NVA taak in de dual-task ruis-conditie tussen de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

De ANOVA was statistisch significant voor de verschillscore woorden nazeggen in stilte 45 dB SPL $F(1,45) = 7.474, p = 0.009, \eta^2 = 0.142$ en statistisch niet significant voor de verschillscore woorden nazeggen in ruis SNR 0 dB $F(1,45) = 0.499, p = 0.484, \eta^2 = 0.011$. Dit indiceert dat er een verschil is in prestatie in het nazeggen van woorden (CVC-foneemscores) in de conditie stilte tussen de NH- en de UCI-groep kinderen en jongeren.

Via een one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) wordt de twee-weg interactie bekeken tussen de groepen NH en UCI en de verschillscores in het nazeggen van woorden (NVA taak) zowel in de stilte- als in de ruis-conditie (zie figuur 13). In de figuur is te zien dat zowel in de stilte-conditie als in de ruis-conditie de NH-groep een grotere afname laat zien tussen de single task en de dual-task dan de UCI-groep. Ook is te zien dat er in de ruis-conditie een groter verschil is tussen de NH-groep en de UCI-groep dan in de stilte-conditie. Echter is dit interactie-effect statistisch niet significant, $F(1,45) = 1.12, p = 0.295$.

Interactie-effect verschillscores NVA taak (primaire taak) in stilte: 45 dB SPL en in ruis: SNR 0 dB



Figuur 13. Interactie-effect verschillscores NVA taak (primaire taak) in stilte 45 dB SPL en in ruis SNR 0 dB.

3.2 Visuele cijfer onthoudtaak: cijfers onthouden in de single task en als secundaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis

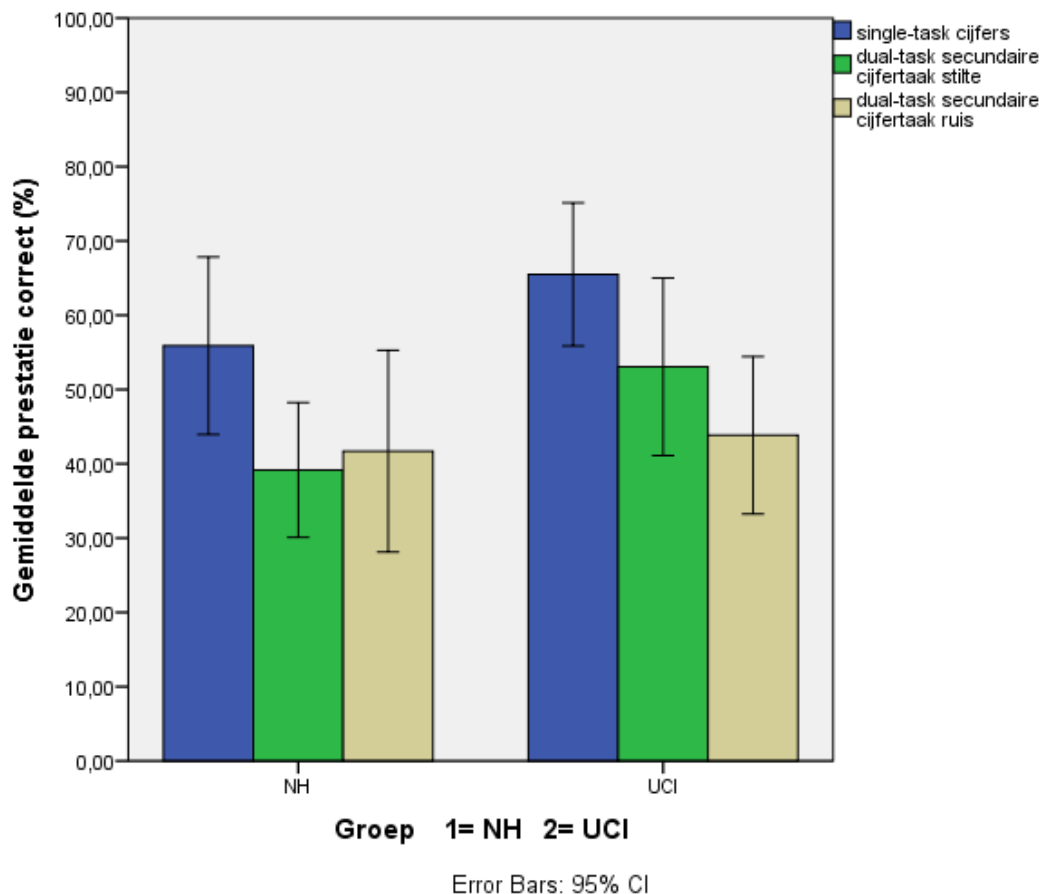
3.2.1 Cijfers onthouden in de single task

In de single task worden de volgende percentages correct aantal onthouden cijfers gevonden, in de NH-groep $M = 55.89, sd = 24.81$ en in de UCI-groep $M = 65.49, sd = 24.81$. Hieruit blijkt dat de UCI-groep beter presteert in het onthouden van cijfers op de single task dan de NH-groep. Deze ruwe data zijn echter niet met elkaar te vergelijken door het verschil in moeilijkheidsgraad in de cijfer onthoudtaken die toegekend zijn aan de UCI- en NH-groep.

Om later vershilscores te kunnen berekenen is het wel van belang de ruwe data te vermelden (zie figuur 14)

3.2.2 Cijfers onthouden als secundaire taak in de dual-task in de condities stilte en ruis

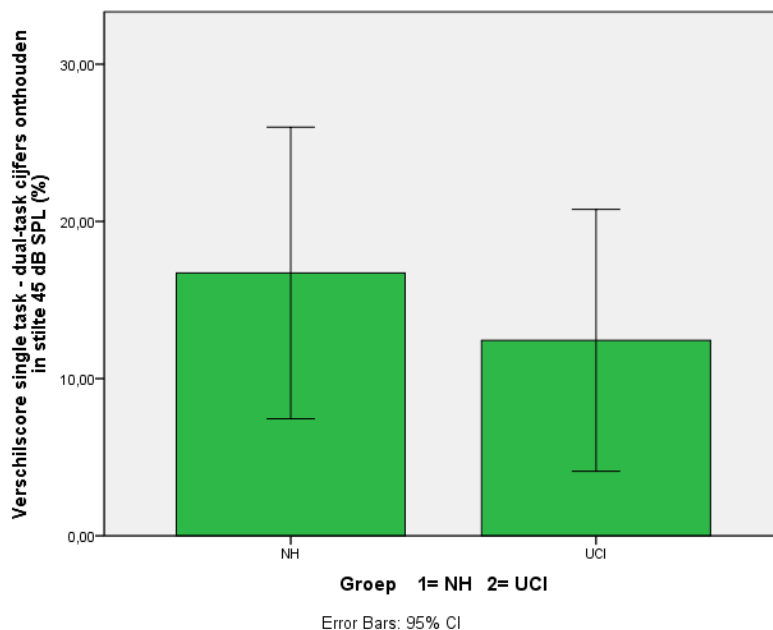
In de dual-task is ervoor gekozen om te rekenen met vershilscores om beide groepen goed met elkaar te kunnen vergelijken. Indien er gebruik wordt gemaakt van de ruwe data blijkt namelijk dat de UCI-groep betere prestaties laat zien dan de NH-groep in het onthouden van cijfers op de dual-task in beide condities. Namelijk in de stilte-conditie worden de volgende percentages correct aantal onthouden cijfers gevonden in de NH-groep $M = 39.17$, $sd = 18.82$ en in de UCI-groep $M = 53.06$, $sd = 30.80$. In de ruis-conditie vindt men op basis van de ruwe data de volgende percentages aantal correct onthouden cijfers, in de NH-groep $M = 41.70$, $sd = 28.15$ en in de UCI-groep $M = 43.84$, $sd = 27.31$ (zie figuur 14).



Figuur 14. Gemiddelde prestatie (percentage correct) op de single task cijfers onthouden en op de dual-task cijfers onthouden (secundaire taak) in stilte en ruis tussen de NH-groep en de UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

De betere prestaties van de UCI-groep in de stilte- en ruis-conditie zijn te verklaren doordat deze kinderen een makkelijkere cijfer onthoudtaak toegewezen hebben gekregen per kalenderleeftijd dan de NH-groep kinderen en jongeren. Er is dus sprake van een verschil in

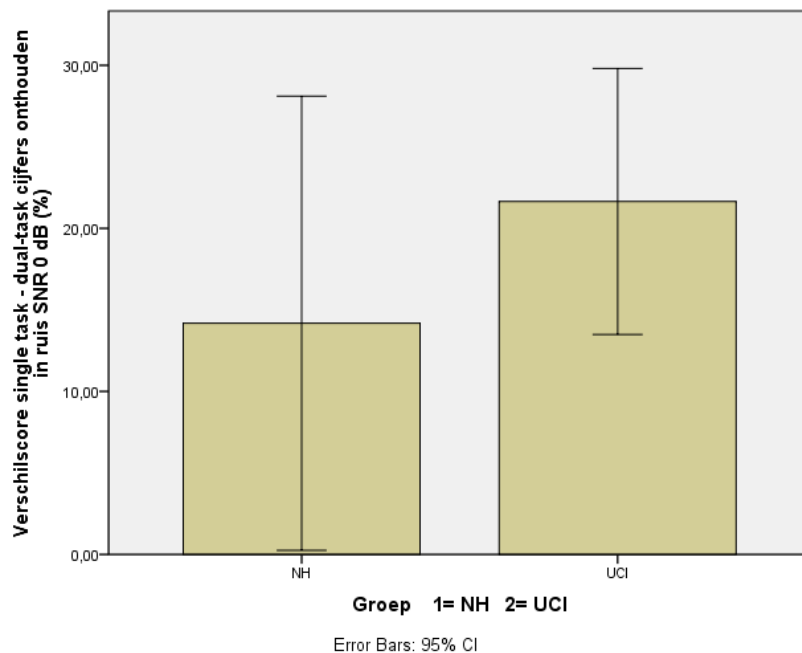
moelijkheidsgraad in de cijfer onthoudtaken tussen de UCI- en NH-groep waardoor de ruwe data niet vergelijkbaar zijn tussen de twee groepen kinderen en jongeren. Vanwege deze reden wordt er voor de analyse gebruik gemaakt van de verschillcores. Een afname verwijst naar de vermindering van de prestatie op de dual-task ten opzichte van de single task (baseline). Een toename verwijst naar een verbetering van de prestatie op de dual-task ten opzichte van de single task (baseline). De verschillcores worden berekend op de volgende manier. Voor de conditie stilte wordt de single task cijfer onthoud score verminderd met de dual-task cijfer onthoud score in stilte 45 dB SPL. Deze variabele wordt gecodeerd als ‘verschilcore cijfers onthouden stilte 45 dB SPL’. In de stilte-conditie worden de volgende percentages verschillcores gevonden in de NH-groep $M = 16.72$, $sd = 19.25$ en in de UCI-groep $M = 12.43$, $sd = 21.48$ (zie figuur 15).



Figuur 15. Verschilcore cijfers onthouden in de stilte-conditie (in procenten) tussen de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

Voor de conditie ruis wordt de single task cijfer onthoud score verminderd met de dual-task cijfer onthoud score in ruis SNR 0 dB. Deze variabele wordt gecodeerd als ‘verschilcore cijfers onthouden ruis SNR 0 dB’. In de ruis-conditie worden de volgende percentages verschillcores gevonden in de NH-groep $M = 14.18$, $sd = 28.90$ en in de UCI-groep $M = 21.65$, $sd = 21.04$ (zie figuur 16).

Op deze manier wordt de afname van de prestatie in het onthouden van cijfers berekend tussen de single task en de dual-task in stilte en ruis en wordt er geen rekening meer gehouden met het verschil in moeilijkheidsgraad van de taken tussen de twee groepen.

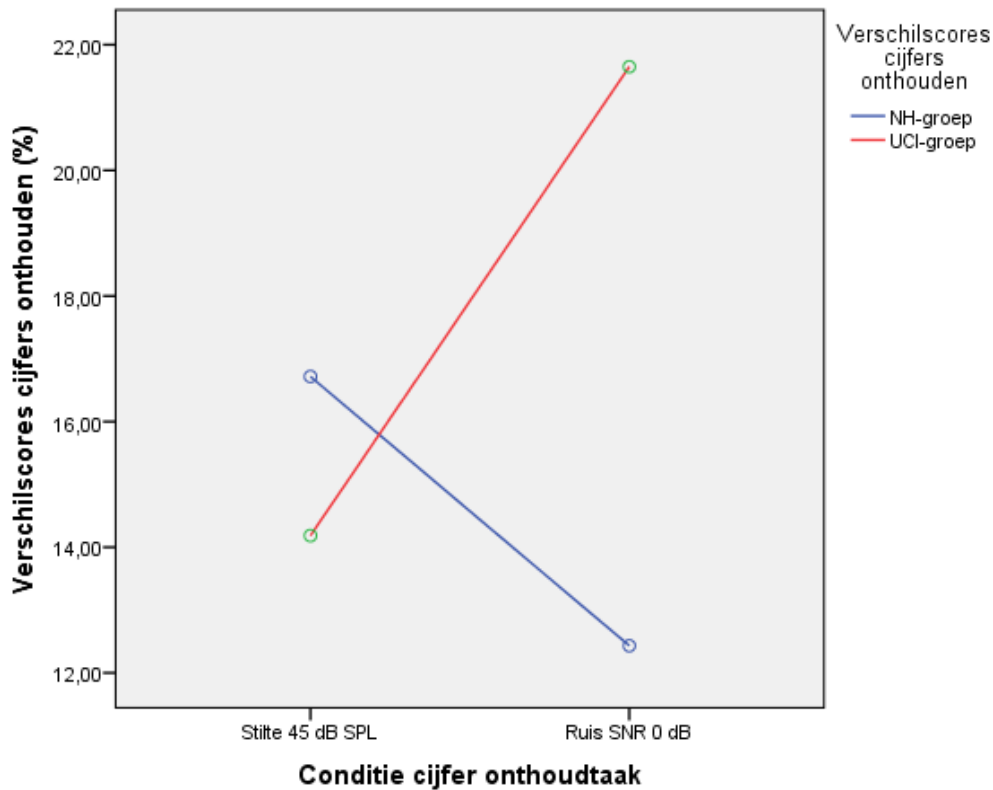


Figuur 16. Vershuilscore cijfers onthouden in de ruis-conditie (in procenten) tussen de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

Vervolgens worden via een one-way between groups analysis of variance (ANOVA) de vershuilscores van de cijfer onthoudtaak in de stilte- en ruis-conditie vergeleken tussen de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren. De skewness, kurtosis en Shapiro-Wilk statistiek laten zien dat de assumptie voor normaliteit ondersteund wordt voor de conditie ruis. De Shapiro-Wilk is echter wel significant voor de NH-groep in de stilte-conditie, $p < 0.001$. Echter zal deze schending geen gevolgen hebben omdat de analyse robuust is voor de schending van normaliteit. Levene's statistiek was niet significant voor de vershuilscore cijfers onthouden in stilte 45 dB SPL $F(1,45) = 0.236$, $p = 0.630$ en de vershuilscore cijfers onthouden in ruis SNR 0 dB $F(1,45) = 1.090$, $p = 0.302$. De assumptie van homogeniteit van variantie wordt dus niet geschonden. De ANOVA was statistisch niet significant voor de vershuilscore cijfers onthouden in stilte 45 dB SPL $F(1,45) = 0.489$, $p = 0.488$, $\eta^2 = 0.011$ en de vershuilscore cijfers onthouden in ruis SNR 0 dB $F(1,45) = 1.052$, $p = 0.311$, $\eta^2 = 0.023$. Dit indiceert dat er geen verschil is in de prestatie in het onthouden van cijfers in een stilte- en ruis-conditie tussen de NH- en de UCI-groep kinderen en jongeren.

Via een one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) wordt de tweeweg interactie bekeken tussen de groepen NH en UCI en de vershuilscores in het onthouden van cijfers zowel in de ruis- als in de stilte-conditie (zie figuur 17). In het figuur is te zien dat er sprake is van een gekruist interactie-effect. In de stilte-conditie laat de NH-groep een grotere afname zien tussen de single task en de dual-task dan de UCI-groep. In de ruis-conditie laat de UCI-groep een grotere afname zien tussen de single task en de dual-task dan de NH-groep. Ook is te zien dat er in de ruis-conditie een grotere verschil is tussen de NH-groep en de UCI-groep dan in de stilte-conditie. Echter is dit interactie-effect statistisch niet significant, $F(1,45) = 2.22$, $p = 0.143$.

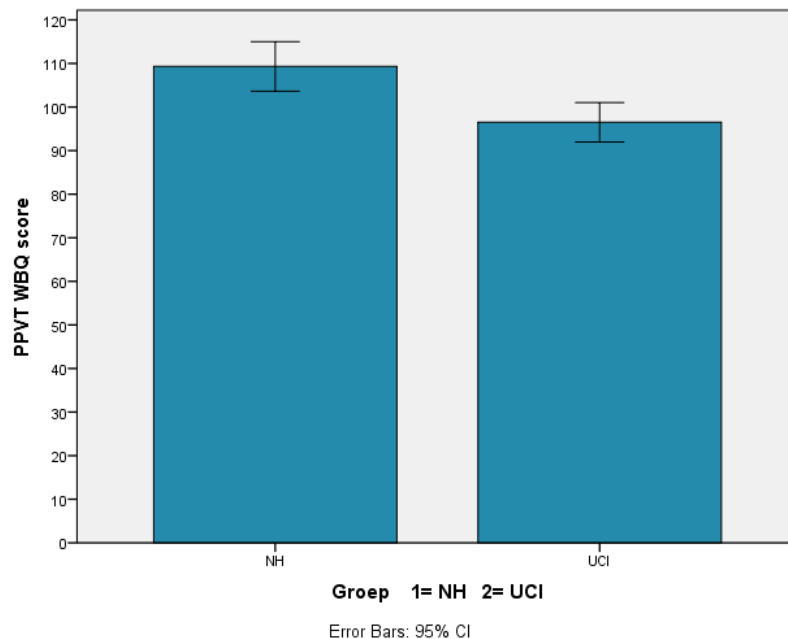
Interactie-effect verschillen cijfers onthouden (secundaire taak) in stilte: 45 dB SPL en ruis: SNR 0 dB



Figuur 17. Interactie-effect verschillen cijfer onthoudtaak (secundaire taak) in stilte 45 dB SPL en in ruis SNR 0 dB.

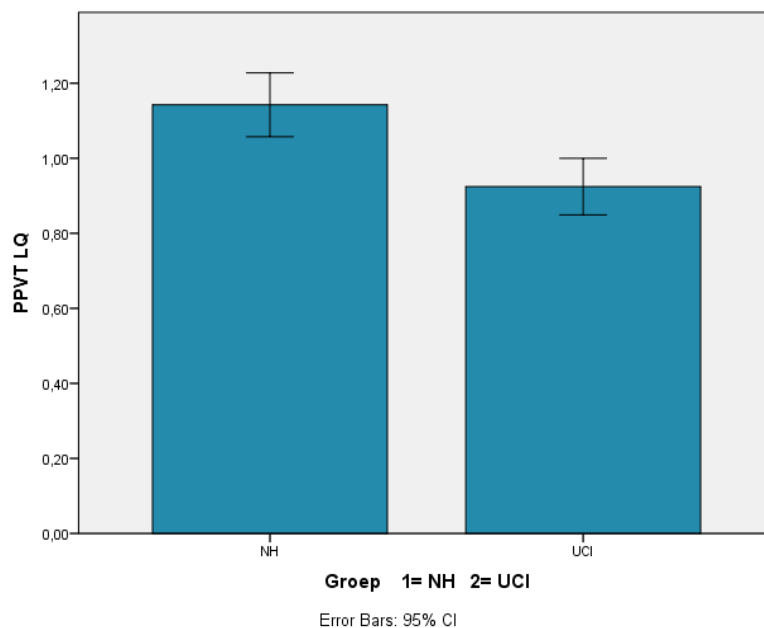
3.3 PPVT-III-NL (woordbegrip) scores

In onderstaand paragraaf worden de PPVT-III-NL scores voor de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen met elkaar vergeleken. De PPVT-III-NL laat de volgende WBQ scores zien in de NH-groep $M = 109.32$, $sd = 11.80$ en in de UCI-groep $M = 96.50$, $sd = 10.75$ (zie figuur 18).



Figuur 18. Gemiddelde PPVT-III-NL WBQ scores voor de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

De LQ scores laten de volgende waarden zien in de NH-groep $M = 1.14$, $sd = 0.18$ en in de UCI-groep $M = 0.92$, $sd = 0.19$ (zie figuur 19).



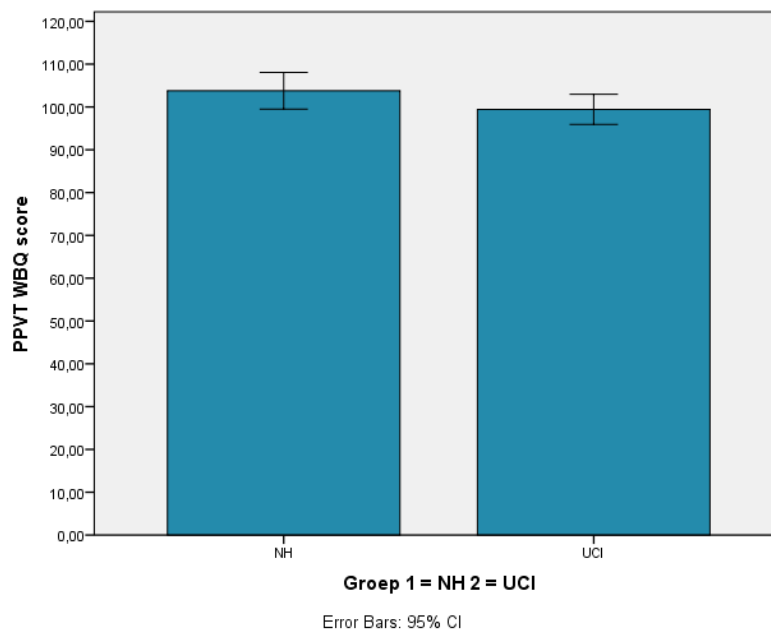
Figuur 19. Gemiddelde PPVT-III-NL LQ scores voor de NH-groep en UCI-groep. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

Een one-way between groups analysis of variance (ANOVA) werd uitgevoerd om een vergelijking te maken tussen de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en

jongeren op hun woordbegripscores. Het WBQ (woordbegripquotiënt) en LQ (leeftijdsquotiënt) worden meegenomen in de analyse. De skewness, kurtosis en Shapiro-Wilk statistiek laten zien dat de assumptie voor de normaliteit ondersteund wordt voor de factoren WBQ en LQ. Levene's statistiek was niet significant voor het WBQ $F(1,41) = 0.027, p = 0.870$ en de LQ $F(1,43) = 0.022, p = 0.882$. De assumptie van homogeniteit van variantie wordt dus niet geschonden. De ANOVA was statistisch significant. Dit laat zien dat er een verschil is in de prestatie tussen de NH- en de UCI-groep kinderen en jongeren op de woordbegripscores, WBQ $F(1,41) = 13.83, p = 0.001, \eta^2 = 0.252$ en LQ $F(1,43) = 15.67, p < 0.001, \eta^2 = 0.267$.

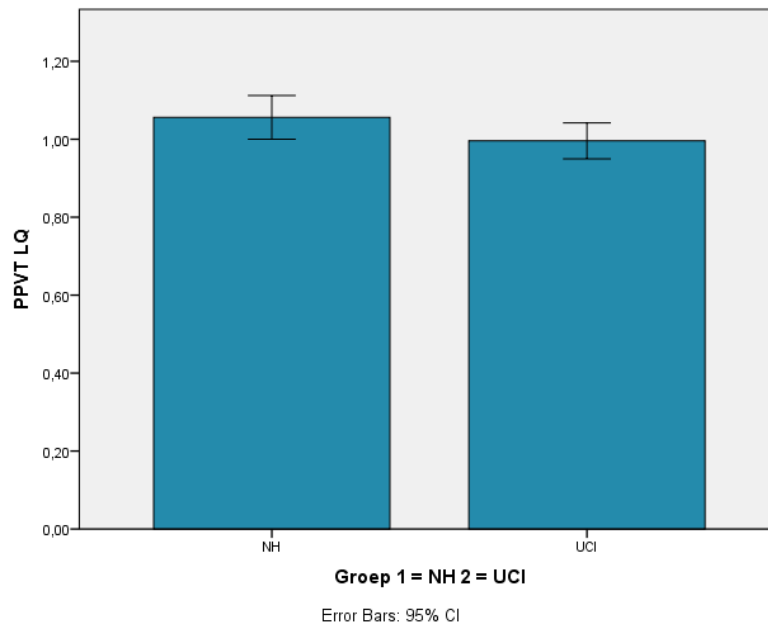
Echter wordt er verwacht dat er geen verschil in de woordbegripscores tussen de NH- en de UCI-groep zou moeten zijn. Als de WBQ scores die boven en beneden de 2 SD liggen, dus die < 85 of > 115 gescoord zijn in beide groepen, niet meegenomen worden in de analyse dan geeft dit het volgende resultaat.

De PPVT-III-NL laat het volgende gemiddelde van de WBQ scores zien als de waardes < 85 en > 115 uitgesloten worden van de analyse, in de NH-groep $M = 103.79, sd = 7.44$ en in de UCI-groep $M = 99.43, sd = 7.74$ (zie figuur 20).



Figuur 20. Gemiddelde PPVT-III-NL WBQ scores voor de NH-groep en UCI-groep indien WBQ < 85 en > 115 uitgesloten zijn. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

En de PPVT-III-NL laat het volgende gemiddelde van de LQ scores zien als de waardes < 85 en > 115 uitgesloten worden uit de analyse, in de NH-groep $M = 1.06, sd = 0.10$ en in de UCI-groep $M = 1.00, sd = 0.10$ (zie figuur 21).



Figuur 21. Gemiddelde PPVT-III-NL LQ scores voor de NH-groep en UCI-groep indien WBQ <85 en >115 uitgesloten zijn. De error bars laten het 95% betrouwbaarheidsinterval zien.

De skewness, kurtosis en Shapiro-Wilk laten zien dat de assumptie voor normaliteit ondersteund wordt voor de twee factoren WBQ en LQ als de WBQ waarden <85 en >115 uitgesloten worden. Levene's statistiek was niet significant voor het WBQ $F(1,33) = 0.099$, $p = 0.755$ en de LQ $F(1,33) = 0.115$, $p = 0.736$. De assumptie van homogeniteit van variantie wordt dus niet geschonden. De ANOVA was statistisch niet significant. Dit indiceert dat er geen verschil is in de prestatie tussen de NH en de UCI-groep kinderen en jongeren op de woordbegripscores, WBQ $F(1,33) = 2.74$, $p = 0.107$, $\eta^2 = 0.077$ en LQ $F(1,33) = 3.06$, $p = 0.089$, $\eta^2 = 0.084$ als de WBQ waarden <85 en >115 uitgesloten zijn.

3.4 Confounding variabelen

Om de invloed van eventuele confounding variabelen te bepalen op de verschillscore cijfers onthouden in stilte en ruis en de verschillscore op de NVA taak in stilte en ruis is de correlatie berekend. In tabel 4 zijn de resultaten weergegeven van de confounding variabelen opleidingsniveau van de moeder, schooltype, leeftijd van implantatie, etiologie van de slechthorendheid/doofheid, mate van aanwezig restgehoor en de PPVT-III-NL LQ score op de verschillscore cijfers onthouden in de stilte- en ruis-conditie voor de UCI-groep kinderen en jongeren. Uit tabel 4 blijkt dat er geen correlatie bestaat tussen de eventuele confounding variabelen en de prestatie die de UCI-groep kinderen en jongeren laat zien op de verschillscore cijfers onthouden in de stilte- en ruis-conditie ($p > 0.050$).

Tabel 4. Pearson Correlatie in de UCI-groep (n = 28) tussen de verschillscore onthouden van cijfers in de stilte- en ruis-conditie en de confounding variabelen.

Potentiële confounding variabelen	Vershilscore cijfers onthouden stilte 45 dB SPL	Vershilscore cijfers onthouden ruis SNR 0 dB
Opleidingsniveau van de moeder	$r = 0.040$ $p = 0.424$	$r = 0.177$ $p = 0.199$
School type (reg., spec., combi)	$r = 0.120$ $p = 0.272$	$r = 0.188$ $p = 0.169$
Leeftijd implantatie	$r = -0.163$ $p = 0.204$	$r = -0.276$ $p = 0.078$
Etiologie van de slechthorendheid/doofheid	$r = -0.051$ $p = 0.398$	$r = 0.070$ $p = 0.362$
Mate van aanwezig restgehoor	$r = 0.119$ $p = 0.273$	$r = -0.246$ $p = 0.103$
PPVT-III-NL LQ	$r = -0.182$ $p = 0.187$	$r = -0.144$ $p = 0.241$

Note. Geen van de correlaties was significant op een level van $\alpha = 0.05$

Op basis van de Pearson correlatie berekeningen (zie tabel 5) kan er geconcludeerd worden dat schooltype (regulier, speciaal, combinatie) positief gecorreleerd is met de prestatie die UCI kinderen en jongeren leveren op de verschillscore van het nazeggen van CVC-woorden in de stilte-conditie ($r = 0.343$, $p = 0.037$). De leeftijd van implantatie laat een negatieve correlatie zien met de prestatie die de UCI-groep levert op de verschillscore het nazeggen van CVC-woorden in stilte ($r = -0.368$, $p = 0.027$) en een positieve correlatie in de conditie ruis ($r = 0.371$, $p = 0.026$). Tot slot is de etiologie van de slechthorendheid/doofheid negatief gecorreleerd met de prestatie die de UCI-groep kinderen en jongeren laat zien op de verschillscore CVC-woorden nazeggen in stilte ($r = -0.389$, $p = 0.020$).

Tabel 5. Pearson Correlatie in de UCI-groep (n = 28) tussen de verschillscore nazeggen van CVC-woorden (NVA) in de stilte- en ruis-conditie en de confounding variabelen.

Potentiële confounding variabelen	Vershilscore CVC-woorden nazeggen NVA 45 dB SPL	Vershilscore CVC-woorden nazeggen NVA SNR 0 dB
Opleidingsniveau van de moeder	$r = 0.217$ $p = 0.149$	$r = -0.016$ $p = 0.469$
School type (reg., spec., combi)	$r = 0.343$ $p = 0.037$	$r = -0.022$ $p = 0.455$
Leeftijd implantatie	$r = -0.368$ $p = 0.027$	$r = 0.371$ $p = 0.026$
Etiologie van de slechthorendheid/doofheid	$r = -0.389$ $p = 0.020$	$r = -0.022$ $p = 0.455$
Mate van aanwezig restgehoor	$r = -0.083$ $p = 0.338$	$r = -0.055$ $p = 0.390$
PPVT-III-NL LQ	$r = -0.102$ $p = 0.310$	$r = 0.103$ $p = 0.308$

Note. Geen van de correlaties was significant op een level van $\alpha = 0.05$

In tabel 6 is de Pearson correlatie weergegeven tussen de variabelen opleidingsniveau van de moeder en de PPVT-III-NL LQ score en de verschillcores cijfers onthouden in stilte en in ruis voor de NH-groep kinderen en jongeren. Echter is er geen correlatie zichtbaar tussen deze factoren en de verschillcores op de cijfertaken in stilte en ruis ($p > 0.050$).

Tabel 6. Pearson Correlatie in de NH-groep ($n = 19$) tussen de verschillscore onthouden van cijfers in de stilte- en ruis-conditie en de confounding variabelen.

Potentiële confounding variabelen	Vershilscore cijfers onthouden stilte 45 dB SPL	Vershilscore cijfers onthouden ruis SNR 0 dB
Opleidingsniveau van de moeder	$r = 0,052$ $p = 0,416$	$r = -0,138$ $p = 0,286$
PPVT-III-NL LQ	$r = 0,064$ $p = 0,398$	$r = -0,012$ $p = 0,481$

Note. Geen van de correlaties was significant op een level van $\alpha = 0.05$

Tabel 7 laat zien dat er geen correlatie is tussen het opleidingsniveau van de moeder en de verschillscore nazeggen van CVC-woorden in de conditie stilte en ruis ($p > 0.050$). Ook tussen de PPVT-III-NL LQ score is en de verschillscore nazeggen van CVC-woorden in de conditie stilte en ruis is er geen correlatie zichtbaar ($p > 0.050$).

Tabel 7. Pearson Correlatie in de NH-groep ($n = 19$) tussen de verschillscore nazeggen van CVC-woorden (NVA) in de stilte- en ruis-conditie en de confounding variabelen.

Potentiële confounding variabelen	Vershilscore CVC-woorden nazeggen NVA 45 dB SPL	Vershilscore CVC-woorden nazeggen NVA SNR 0 dB
Opleidingsniveau van de moeder	$r = 0.012$ $p = 0.480$	$r = 0.061$ $p = 0.402$
PPVT-III-NL LQ	$r = -0.188$ $p = 0.221$	$r = -0.181$ $p = 0.229$

Note. Geen van de correlaties was significant op een level van $\alpha = 0.05$

4. Conclusie en discussie

In onderstaande paragrafen wordt de conclusie en worden de discussiepunten van dit onderzoek beschreven. Als eerste zullen de opgestelde hypothesen besproken worden en zal er antwoord worden gegeven op de onderzoeksvraag. Vervolgens zullen de discussiepunten aan bod komen en worden er suggesties voor verder onderzoek onder de aandacht gebracht.

4.1 Conclusie

In dit onderzoek werden NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar vergeleken met kinderen en jongeren met een UCI in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar op het gebied van luisterinspanning die zij moesten leveren op een dual-task. Ook de prestaties op de single task (het onthouden van 3, 5 of 7 cijfers, het nazeggen van CVC-woorden in stilte en het nazeggen van CVC-woorden in ruis) en de woordbegripsprestaties werden tussen beide groepen vergeleken. Daarnaast werd er gekeken naar een eventuele relatie tussen bepaalde (confounding) variabelen en de prestatie op het nazeggen van CVC-woorden en het onthouden van cijfers in stilte en ruis in een dual-task.

Terugkomend op de hypothesen kunnen de volgende conclusies getrokken worden. De hypothese dat NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar betere prestaties laten zien op het gebied van spraakverstaan op een (auditiële) single task zowel in een stille omgeving bij zachte spraak (45 dB SPL) als in een ruisomgeving (SNR 0 dB) dan kinderen en jongeren met een UCI in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar wordt aangenomen. NH kinderen en jongeren laten betere prestaties zien in het nazeggen van CVC-woorden in stilte en ruis dan kinderen en jongeren met een UCI. Dit betekent dat het spraakverstaan van NH kinderen en jongeren beter is dan het spraakverstaan van kinderen en jongeren met een UCI op de single task in stilte en ruis.

De hypothese dat UCI kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar een grotere afname laten zien van het onthouden van de cijfers (3,5 of 7) tussen de single task en de dual-task (secundaire taak) dan NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar in een stille omgeving van 45 dB SPL en een ruis omgeving van SNR 0 dB wordt verworpen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren op deze test geen significant verschil laten zien in de luisterinspanning die noodzakelijk is voor de primaire auditiële taak in de stilte- en ruis-conditie in een dual-task.

De hypothese dat de factoren leeftijd van implantatie, mate van aanwezig restgehoor, etiologie van de slechthorendheid/doofheid, schooltype, opleidingsniveau van de moeder en de PPVT-III-NL LQ score invloed hebben op de prestatie op de dual-task (primaire en secundaire taak) zowel in een stille als in een ruisomgeving bij UCI kinderen in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar wordt gedeeltelijk aangenomen. De factor schooltype laat een positieve samenhang zien met de prestatie op de primaire taak, het nazeggen van CVC-woorden in de conditie stilte. Als het kind naar regulier onderwijs gaat, is het beter in het spraakverstaan in stilte dan dat het kind naar speciaal onderwijs gaat. Het kind dat naar regulier onderwijs gaat krijgt te maken met uitdagendere luisteromstandigheden en traint deze hierdoor ook veelvuldig. Hierdoor kost het spraakverstaan in stilte minder energie. Hij of zij is namelijk gewend aan meer wisselende luistersituaties dan een kind dat naar speciaal onderwijs gaat. De factor leeftijd van implantatie is negatief gecorreleerd met het nazeggen van CVC-woorden in de conditie stilte. Hoe jonger het kind geïmplant wordt, des te beter is hij/zij in het nazeggen van CVC-woorden in stilte. In de ruis-conditie is er echter een positieve correlatie

zichtbaar tussen leeftijd van implantatie en het nazeggen van CVC-woorden. Hoe later een kind geïmplantéerd is, des te beter zijn de scores in het spraakverstaan in ruis. Dit komt waarschijnlijk doordat het kind of de jongere meer restgehoor heeft waardoor hij of zij pas op latere leeftijd geïmplantéerd is. Door het aanwezige restgehoor is hij of zij beter in staat spraak te verstaan in ruis. De factor etiologie van de slechthorendheid heeft ook invloed op de prestatie van het nazeggen van CVC-woorden in stilte. Kinderen en jongeren die congenitaal doof/slechthorend zijn laten slechtere prestaties zien in het nazeggen van CVC-woorden in stilte dan kinderen en jongeren met verworven of progressieve slechthorendheid/doofheid. Als het kind dus vanaf de geboorte al slechthorend of doof is, heeft het meer moeite met het spraakverstaan in stilte dan dat het pas op latere leeftijd doof of slechthorend is geworden. Hij of zij heeft dan namelijk nog een periode doorgemaakt van normaal horen waardoor het kind tot spraakverstaan is gekomen. Kinderen die vanaf de geboorte doof of ernstig slechthorend zijn hebben die periode niet doorgemaakt.

De hypothese dat de factoren opleidingsniveau van de moeder en de PPVT-III-NL LQ score invloed hebben op de prestatie op een dual-task (primaire en secundaire taak) zowel in een stille als in een ruisomgeving bij NH kinderen in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar wordt verworpen. Er is geen relatie zichtbaar tussen deze factoren en de prestatie die deze groep laat zien op een dual-task.

De hypothese dat NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar een even goed ontwikkeld woordbegrip hebben als (vroeg) geïmplantéerde UCI kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar wordt verworpen indien alle UCI en NH kinderen en jongeren meegenomen worden in de analyse. Echter is de NH-groep geen goede weergave van de gehele populatie omdat deze kinderen en jongeren bijzonder goed scoren op de woordbegripstest. Dit is mede te verklaren doordat de ouders, vooral de moeders hoog opgeleid zijn in deze groep (Sarant et al., 2014). Indien echter de extreme WBQ waardes beneden de 2 SD ($WBQ < 85$) en boven de 2 SD ($WBQ > 115$) niet meegenomen worden in de analyse, blijkt de UCI-groep kinderen en jongeren en de NH-groep kinderen en jongeren wel een even goed ontwikkeld woordbegrip hebben. Dan wordt de hypothese aangenomen.

Vanuit de hypothesen wordt de onderzoeksvraag beantwoord. In dit onderzoek is er namelijk getracht antwoord te krijgen op de volgende hoofdvraag:

‘In hoeverre is er een verschil in de mate van luisterinspanning die kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar met een unilateraal cochleair implantaat moeten leveren op een primaire auditieve taak in een dual-task in een stille- en een ruis-conditie in vergelijking met normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar?’.

Er kan geconcludeerd worden dat er in dit onderzoek geen significant verschil is gevonden in de mate van luisterinspanning die kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar met een UCI en NH kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar moeten leveren op een primaire auditieve taak in een dual-task zowel in de stille- als in de ruis-conditie. De resultaten uit dit onderzoek duiden erop dat beide groepen evenveel luisterinspanning nodig hebben voor de primaire auditieve woordherkenningstaak van de dual-task. Deze conclusie is in tegenspraak met eerder onderzoek waarbij naar voren kwam dat mensen (kinderen) met een gehoorverlies meer luisterinspanning laten zien op een dual-task (Hicks & Tharpe, 2002; Hughes & Galvin, 2013; McFadden & Pittman, 2008; Rakerd et al., 1996). Echter zijn deze onderzoeksgroepen niet vergelijkbaar met de populatie van dit onderzoek. Ook zijn de primaire en secundaire taak waaruit de dual-task bestond verschillend in de onderzoeken. Daarnaast is de moeilijkheidsgraad van de dual-task verschillend tussen de onderzoeken.

4.2 Discussiepunten van het onderzoek

Dit onderzoek kent een aantal discussiepunten die invloed zouden kunnen hebben op het uiteindelijke resultaat. Deze discussiepunten zullen hieronder beschreven worden.

4.2.1 Discussiepunten voor de (primaire) auditieve woordherkenningstaak (NVA taak)

In dit onderzoek zijn er een aantal discussiepunten die (mogelijk) invloed hebben op de prestatie van de auditieve woordherkenningstaak (NVA taak), het nazeggen van CVC-woorden in stilte en ruis. Deze punten zullen hieronder besproken worden.

Kinderen die vanaf de geboorte of vanaf jonge leeftijd doof of ernstig slechthorend zijn maken een andere hoorontwikkeling door dan NH kinderen (Boons, Brokx, Dhooge, et al., 2012). Het NH kind komt al in de baarmoeder in aanraking met geluiden. Ernstig slechthorende of dove kinderen met een CI zijn door de afwijkende hoorontwikkeling minder efficiënt in het encoderen en vasthouden van fonologische representaties (AuBuchon et al., 2015). Daarom is het van belang deze jonge groep kinderen fonologisch te screenen voor de auditieve NVA taak. Echter zijn in dit onderzoek zowel de kinderen met een UCI als de NH kinderen niet fonologisch gescreend. In principe komen fonologische processen alleen maar voor bij kinderen tot en met 4 jaar (Beers, 1992). Als er echter sprake is van een fonologische stoornis kunnen fonologische processen ook nog voorkomen bij kinderen in de leeftijd van 5-6 jaar (Beers, 1992). Fouten in het nazeggen van de CVC-woorden zou dan ten grondslag kunnen liggen aan problemen in de fonologie. Als kinderen meer foneemreeksen, lexemen en lemma's in hun mentale lexicon hebben opgeslagen, zijn ze namelijk beter in staat (nieuwe) woorden correct na te zeggen (Coady & Evans, 2008; Hoff, Core, & Bridges, 2008; Zamuner, 2009). Dit kan dus invloed hebben op de spraakverstaanscores (CVC-foneemscores) op de NVA taak zowel in de stilte- als in de ruis-conditie. Echter behalen vrijwel alle kinderen met een UCI plafondscores op de NVA taak op conversatieniveau (65 dB SPL), dus dat er een fonologische stoornis aan ten grondslag ligt is onwaarschijnlijk maar op basis van dit onderzoek niet uit te sluiten.

Voor de primaire auditieve woordherkenningstaak zijn NVA lijsten geselecteerd die opgebouwd zijn uit bestaande CVC-woorden. Echter is er bij deze woorden invloed van vocabulaire kennis en is er een effect van raden. Het kind of de jongere kan zich namelijk afvragen welke bestaande woorden het kent met deze klanken en op basis daarvan een woord raden. Als er gekozen zou worden voor nonsense woorden, zouden deze invloeden verdwijnen (Gustafson et al., 2014). Dan zouden de kinderen en jongeren met een UCI en de NH kinderen en jongeren puur vergeleken worden op basis van de auditieve vaardigheden zonder dat de taalontwikkeling (woordenschat) een rol speelt.

Voor kinderen tot en met ongeveer 7 jaar werd er gebruik gemaakt van de NVA kinderlijsten. Echter zijn deze lijsten minder fonetisch gebalanceerd dan de volwassen NVA lijsten (Snik, Neijenhuis, Crul, & Lamoré, 2013). Uit intern onderzoek op het Radboudumc is gebleken dat het voor de stilte-conditie niet zoveel uitmaakt of deze lijst wel of niet fonetisch gebalanceerd is, echter heeft het voor de ruis-conditie wel invloed.

Daarnaast is er zowel voor de kinderen en jongeren met een UCI als voor de NH kinderen en jongeren een mogelijke invloed van concentratie en aandacht op de prestatie op de primaire auditieve taak, het nazeggen van de CVC-woorden. Het tijdstip van de dag, gebeurtenissen die het kind of jongere heeft meegemaakt die dag en een eventueel vermoeidheidseffect kunnen bijdragen aan de wisselende prestaties op de primaire auditieve taak (Hicks & Tharpe, 2002). Voor deze invloeden is niet gecorrigeerd.

Ook is er in de UCI-groep de nodige variatie wat betreft de duur van het CI gebruik. Als een kind of jongere nog maar kort een UCI heeft, zal dit invloed hebben op de prestatie op de auditieve NVA taak (Gallego et al., 2016; Moberly et al., 2016; Willis et al., 2014). Het kind of de jongere zal dan namelijk meer aandacht nodig hebben voor de primaire taak, het nazeggen van de CVC-woorden, waardoor er minder aandacht overblijft voor de secundaire taak het onthouden van de cijferreeks. Hierdoor kunnen er dus verschillen ontstaan binnen de UCI-groep kinderen en jongeren.

Voor de ruis-conditie is er in dit onderzoek gekozen voor een SNR van 0 dB. In een klassituatie is deze signaal-ruis verhouding vaak rond de 0 dB (Arnold & Canning, 1999). Echter kan hier variatie inzitten tussen de -7 dB tot +5 dB (Arnold & Canning, 1999; Crandell & Smaldino, 2000; Howard et al., 2010). Deze SNR waardes zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Voor een volledig beeld van de prestatie in een klassituatie zouden deze waardes ook nog meegenomen kunnen worden in het onderzoek.

4.2.2 Discussiepunten voor de (secundaire) cijfer onthoudtaak

Op het gebied van discussiepunten voor de secundaire cijfer onthoudtaak is het belangrijkste punt dat de moeilijkheidsgraad van de secundaire cijfer onthoudtaak niet equivalent is tussen de UCI-groep kinderen en jongeren en de NH-groep kinderen en jongeren. Bij de UCI-groep kinderen en jongeren werd de moeilijkheidsgraad van de secundaire cijfer onthoudtaak bepaald door experts op basis van de verwachting dat het kind of de jongere zou aankunnen. Het kan zijn dat sommige UCI kinderen hierdoor te makkelijk zijn getest omdat er vaak op een laag niveau werd ingezet. Bij de NH-groep is de keuze voor de moeilijkheidsgraad van de secundaire cijfer onthoudtaak bepaald op basis van de kalenderleeftijd. Volgens recente literatuur zou een kind vanaf 7/8 jaar zeven cijfers voorwaarts kunnen onthouden. Kinderen tot en met 4 jaar drie cijfers kunnen en kinderen in de leeftijd van 5-6 jaar vijf cijfers (Giofre, Stoppa, Ferioli, Pezzuti, & Cornoldi, 2016; Soleymani, Amidfar, Dadgar, & Jalaie, 2014). Als echter de normwaardes van de logopedische test de CELF-4-NL ernaast worden gelegd, blijkt dat er te hoog is ingezet voor de NH-groep kinderen en jongeren in de leeftijd van 6;0 tot en met 17;1 jaar. Kinderen van 5;0 tot en met 5;11 jaar moeten namelijk drie cijfers voorwaarts kunnen onthouden. Kinderen van 6;0 tot en met 8;11 jaar vier cijfers en kinderen en jongeren van 9;0 tot en met 17;11 jaar vijf cijfers. Hierdoor ontstaat er een verschil in de prestatie op de secundaire taak tussen de UCI-groep kinderen en jongeren en de NH-groep kinderen en jongeren als ze op basis van kalenderleeftijd met elkaar vergeleken worden. Vanwege deze reden kunnen de ruwe data van beide groepen niet met elkaar vergeleken worden. Daarom zijn de verschillen, het verschil in prestatie tussen de single task cijfer onthoudtaak en de dual-task (secundaire) cijfer onthoudtaak, met elkaar vergeleken.

Doordat er zowel in de single task als in de dual-task dezelfde meetschaal is gebruikt, kunnen de verschillen berekend worden. Het berekenen van de verschillen is een manier om het verschil in moeilijkheidsgraad tussen beide groepen te normaliseren. Door te kijken naar een afname of eventuele toename tussen de single task en de dual-task in stilte en ruis kan er voor beide groepen een uitspraak gedaan worden over de hoeveelheid luisterinspanning die nodig is in een stilte en een ruis situatie. Echter brengt het rekenen met verschillen ook nadelen met zich mee. Er wordt namelijk bij het berekenen van de verschillen gebruik gemaakt van twee taken (single task onthouden van cijfers en secundaire taak cijfers onthouden in de dual-task stilte of ruis) in plaats van dat er bij het rekenen met de ruwe data gebruik zou worden gemaakt van één taak (secundaire taak cijfers onthouden in de dual-task stilte of ruis). Als de verschillen gebruikt worden, neemt de

gevoeligheid van de beïnvloedende factoren toe. Externe factoren van de single task én de dual-task kunnen dan invloed hebben op de prestatie van het kind of jongere. Indien alleen de ruwe scores van de dual-task genomen zouden worden, verdwijnt het effect van een eventuele invloed van externe factoren op de single task. Hierdoor zijn de data dan minder gevoelig. Daarnaast is het goed mogelijk dat als er zowel bij de NH-groep als bij de UCI-groep dezelfde meetmethode werd gehanteerd bij de cijferreeksen, er mogelijk wel een verschil in luisterinspanning gemeten zou worden. Het kan namelijk zo zijn dat er ten onrechte een even grote luisterinspanning in beide groepen gemeten is doordat de NH-groep een veel moeilijkere cijfertask had dan de UCI-groep. Hierdoor was het voor de NH-groep moeilijker de cijfers te onthouden dan voor de UCI-groep.

Nu er in dit onderzoek verschillen zijn in de moeilijkheidsgraad van het dual-task paradigma tussen de UCI- en de NH-groep kan er geen onderscheid gemaakt worden in de prestatie naar leeftijdscategorie. Ook de verschillende aantallen cijferreeksen die er gebruikt werden haalt mogelijk de leeftijdseffecten eruit. In dit onderzoek is daarom de UCI-groep kinderen en jongeren in zijn geheel vergeleken met de NH-groep kinderen en jongeren.

Zowel voor de groep kinderen en jongeren met een UCI- als voor de NH-groep kinderen en jongeren is er ook op de secundaire cijfer onthoudtaak invloed van concentratie en aandacht. Als de concentratie minder is of als er een vermoeidheidseffect optreedt, zal de prestatie op de secundaire taak minder zijn (Hicks & Tharpe, 2002).

Om de aandacht van het kind bij de taak te krijgen werd er een visuele cue, 'Kijk naar de cijfers', op een computerscherm gepresenteerd. Voor de drie cijfertask was deze visuele cue in de vorm van een smiley en voor de vijf en zeven cijfertask in de vorm van woorden. Er is echter geen (bijkomende) auditieve cue gegeven. Deze bijkomende cue zou de aandacht van het kind of de jongere nog extra kunnen stimuleren waardoor de prestatie op de taak mogelijk beter wordt.

Daarnaast is een discussiepunt dat de kinderen en jongeren de cijfers moesten onthouden exact in de volgorde zoals ze weergegeven werden op het computerscherm. Hierdoor werd de secundaire taak extra moeilijk gemaakt. Vooral voor de jongere kinderen was dit extra moeilijk waardoor ze vaker de cijfers niet meer op de juiste positie konden herhalen. Hierdoor scoren zij slechter dan dat ze daadwerkelijk qua capaciteit aankunnen. Om een realistischer beeld te krijgen van wat kinderen aankunnen op het gebied van cijfers onthouden zou er gecorrigeerd kunnen worden voor de cijfer onthoudscore (Orsini et al., 1987). Hierbij wordt er rekening gehouden met de kalenderleeftijd en het geslacht van het kind. Er wordt gecorrigeerd op basis van het 95% betrouwbaarheidsinterval. Het eenzijdig non-parametrisch tolerantieinterval (bij 95% CI) werd op de verbale cijfer onthoudtaak vastgesteld op drie (Orsini et al., 1987). Per kalenderleeftijd werd er gecorrigeerd voor de ruwe score. Hoe ouder het kind (vanaf 7 jaar) dan werd er negatief gecorrigeerd voor de ruwe score. Vóór de leeftijd van 7 jaar werd er positief gecorrigeerd. Indien deze correctie toegepast zou worden in dit onderzoek wordt er een realistischer beeld gecreëerd van wat een kind qua werkgeheugencapaciteit op het gebied van cijfers onthouden zou aankunnen.

4.2.3 Algemene discussiepunten

Bij sommige kinderen en jongeren die deelnamen aan het onderzoek was er sprake van een comorbiditeit. Deze comorbiditeiten liepen erg uiteen. Zo was er onder andere sprake van een totale ontwikkelingsachterstand, dyslexie, emotionele problemen of een vermoeden van cognitieve problemen. Deze comorbiditeiten kunnen invloed hebben op de prestaties van de afgenomen testen in dit onderzoek. Doordat er echter sprake is van een kleine

onderzoekspopulatie en er zowel in de UCI-groep kinderen en jongeren als in de NH-groep kinderen en jongeren proefpersonen deelnamen met een comorbiditeit, zijn al deze kinderen en jongeren toch geïnccludeerd. Deze kinderen en jongeren geven namelijk ook een weergave van de werkelijke populatie kinderen en jongeren. Er zijn tegenwoordig steeds meer kinderen en jongeren waarbij een comorbiditeit gediagnosticeerd is.

Het kenmerk geslacht is niet evenredig verdeeld tussen beide groepen. De prestatie op de dual-task kent een effect van geslacht. Meisjes laten betere prestaties zien dan jongens (Geers et al., 2003; Le Normand et al., 2008). Aangezien de verhouding man/vrouw niet gelijk is tussen de UCI- en de NH-groep kan het zijn dat de ene groep beter presteert omdat er meer meisjes inzitten dan jongens.

Daarnaast hebben alle kinderen en jongeren zowel in de UCI- als in de NH-groep dezelfde volgorde van de taken gekregen behorend bij het dual-task paradigma. Er werd namelijk eerst de single task cijfers onthouden afgenomen, vervolgens werd de single task woorden nazeggen in stilte en de single task woorden nazeggen in ruis afgenomen. Daarna werd de dual-task in stilte en als laatste de dual-task in ruis afgenomen. Doordat de taken behorend bij het dual-task paradigma in een vaste volgorde zijn afgenomen, kan dit ervoor zorgen dat kinderen en jongeren in de stilte-conditie beter presteren dan in de ruis-conditie omdat ze dan meer concentratie nog hebben om de dual-task goed uit te voeren.

De woordbegripstest, de PPVT-III-NL, werd in sommige gevallen voor de gehoormeting afgenomen en in de meeste gevallen na de dual-task in ruis. Als het kind eerst al de gehoormeting en het dual-task paradigma heeft ondergaan, zal het hierdoor al extra vermoeid zijn wat invloed kan hebben op de prestatie op de PPVT-III-NL. Als echter eerst de PPVT-III-NL is afgenomen is de kans groot dat het kind of de jongere nog alerter is waardoor de prestatie op de woordbegripstest beter is. De taken zijn echter niet bij alle kinderen uit de UCI- en de NH-groep in dezelfde volgorde afgenomen. Dit met de reden dat de audio box niet altijd beschikbaar was bij de start van het onderzoek waardoor er eerst werd begonnen met de afname van de PPVT-III-NL. In principe werd de voorkeur uitgesproken om eerst de gehoormeting, dan het dual-task paradigma en als laatste pas de PPVT-III-NL af te nemen. Dit is dus niet in alle gevallen gebeurd waardoor de volgorde van de taken invloed kan hebben op de prestatie.

Naarmate de taken vorderen, neemt naar verwachting het vermoeidheidseffect toe. Er heeft in dit onderzoek geen counter balancing plaatsgevonden om ervoor te zorgen dat er geen invloed is van de volgorde van de taken die aangeboden werden.

De kinderen en jongeren zowel in de NH- als in de UCI-groep laten soms betere prestaties zien in de ruis-conditie op de primaire en/of secundaire taak van de dual-task dan in de stilte-conditie. De ruis-conditie wordt gezien als een moeilijkere conditie dan de stilte-conditie. De aanwezigheid van ruis heeft namelijk niet alleen een negatief effect op de primaire luistertaak maar ook op de secundaire cognitieve taak (Howard et al., 2010; McFadden & Pittman, 2008; Sarampalis et al., 2009). Daarom zou de verwachting zijn dat de UCI en NH kinderen betere prestaties laten zien op de primaire en secundaire taak in de stilte-conditie dan in de ruis-conditie. Een mogelijke verklaring voor de soms betere prestaties in de ruis-conditie, is dat de kinderen en jongeren in deze conditie alerter zijn omdat ze weten dat er nu een moeilijkere taak komt. Hierdoor gaan ze zich extra focussen. Door deze extra concentratie wordt dan vervolgens de prestatie op de primaire en/of secundaire taak in de ruis-conditie beter.

Ook waren bij sommige kinderen en jongeren de ouders wel aanwezig tijdens het uitvoeren van de taken en bij sommige kinderen en jongeren niet. Ook dit gegeven kan de onderzoeksresultaten beïnvloeden doordat een kind of jongere anders kan gaan presteren bij de aan- of afwezigheid van de ouder.

Daarnaast is er een effect van of het kind het eerste of tweede/derde etc. is van het gezin. Het oudste kind van het gezin laat 5 procent lagere scores zien op de PPVT-III-NL dan de jongere kinderen van het gezin (Sarant et al., 2014). Deze factor kan dus invloed hebben op de woordbegripsquotiënten. Ook op de PPVT-III-NL is er invloed van de concentratie en aandacht. Als er minder aandacht is of indien er sprake is van een vermoeidheidseffect dan zal de prestatie op de PPVT-III-NL ook slechter zijn dan wanneer er voldoende concentratie is (Hicks & Tharpe, 2002).

4.3 Suggesties voor verder onderzoek

De belangrijkste suggestie is dat het van belang is om een lijn te trekken in de moeilijkheidsgraad van de cijfertaak die de NH-groep en de UCI-groep kinderen en jongeren aangeboden krijgt. Als de UCI en NH kinderen en jongeren per kalenderleeftijd dezelfde taak krijgen, zijn de ruwe data goed met elkaar vergelijkbaar en kunnen betere conclusies getrokken worden over de prestatieverschillen op een single en dual-task in de de condities stilte en ruis tussen de UCI- en de NH-groep kinderen en jongeren. Hierdoor kan er een uitspraak gedaan worden over een mogelijk verschil in de mate van luisterinspanning tussen de UCI- en de NH-groep. Verder is het van belang de volgorde van de taken steeds te veranderen zodat er geen invloed meer is van concentratie of een eventueel vermoeidheidseffect.

Daarnaast zou het een bijdrage leveren als het dual-task paradigma ook uitgevoerd wordt bij ernstig slechthorende of dove kinderen en jongeren die gebruik maken van (andere) combinaties van hoorhulpmiddelen. Zo zou het ten eerste van belang zijn de luisterinspanning te meten bij BiCI kinderen en jongeren. Zo kan er gekeken worden naar de prestatie van deze groep kinderen op een dual-task en het vergelijk gemaakt worden met UCI kinderen en NH kinderen. Uit onderzoek blijkt namelijk dat de spraakperceptie met een BiCI verbetert vooral in ruis situaties (Asp et al., 2012; Beijen et al., 2007; De Raeve et al., 2015; Kuhn-Inacker et al., 2004; Litovsky, Johnstone, Godar, et al., 2006; Litovsky, Johnstone, & Godar, 2006; Mencher & Davis, 2006; Murphy et al., 2011; Sparreboom et al., 2015; Sparreboom et al., 2010). Ook zou met een BiCI de luisterinspanning verminderen wat ervoor zorgt dat er meer aandacht overblijft voor de secundaire taak op een dual-task (Hughes & Galvin, 2013). Daarnaast zou het dual-task paradigma ook uitgevoerd kunnen worden bij ernstig slechthorende en dove kinderen en jongeren die een bimodaal hoorhulpmiddel hebben. Deze groep heeft naast het CI aan het andere oor nog een aanzienlijk restgehoor (vaak in de lage frequenties). Zij dragen aan deze kant een hoortoestel. De combinatie van dit akoestische gehoor met het elektrische gehoor van het CI kan de spraakverstaanbaarheid verbeteren vooral in een ruis situatie.

Voor vervolgonderzoek is het van belang dat de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren beter vergelijkbaar zijn. Het advies is om de twee groepen te matchen op basis van geslacht en leeftijd. Daarnaast is het van belang de kinderen te selecteren uit een grotere populatie waardoor de steekproef een betere weergave vormt van de werkelijkheid. Hierdoor zal onder andere het opleidingsniveau van de ouders (moeder) evenrediger verdeeld zijn.

Daarnaast dient er rekening gehouden te worden met de duur van het CI gebruik. Als het kind of de jongere al langer een CI heeft zal dit een positieve invloed hebben op de NVA taak (Gallego 2016, Moberly 2016, Willis 2014). Bij langdurig CI gebruik hebben ze minder energie nodig voor het luisteren (de NVA taak) waardoor het de verwachting is dat er meer aandacht overblijft voor het uitvoeren van een bijkomende (secundaire) taak. Ook is het

belangrijk om te melden dat er een leereffect optreedt bij het uitvoeren van een dual-task vooral bij oudere volwassenen. De jongeren laten ook wel een leereffect zien maar dit effect is veel kleiner dan bij de volwassenen (Bherer et al., 2005). Het is dus van belang dit gegeven mee te nemen dat als de dual-task vaker afgenomen gaat worden er gecorrigeerd dient te worden voor een leereffect.

Daarnaast kan in een vervolgonderzoek meerdere ruis/SNR-waardes worden toegevoegd om een beter beeld te krijgen van de meer schoolse omgeving waar de SNR waardes liggen tussen de -7 en +5 SNR (Arnold & Canning, 1999; Crandell & Smaldino, 2000; Smaldino & Crandell, 1999). Hierdoor worden de verschillende signaal-ruisverhoudingen van een klas beter in kaart gebracht.

De factor visueel werkgeheugen zou in een vervolgonderzoek meegenomen kunnen worden waarbij de scores op de single task, het onthouden van cijfers, vergeleken worden tussen de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren. Uit recent onderzoek is namelijk gebleken dat de huidige groep kinderen die vroeg geïmplanteerd zijn met een CI, betere scores laten zien op het gebied van visueel werkgeheugen dan hun NH leeftijdsgenootjes (Beer et al., 2014; Bharadwaj et al., 2015; Willis et al., 2014). Deze component zou een extra aanvulling vormen op het onderzoek.

Ook kan er in een vervolgonderzoek gekeken worden naar de relatie tussen het woordbegripsquotiënt (de prestatie op de PPVT-III-NL) en de prestatie op de auditieve en visuele werkgeheugentaken (de primaire en secundaire taak van de dual-task). Eerder onderzoek heeft namelijk aangetoond dat er een verband bestaat tussen de ontwikkeling van de taalvaardigheden en de prestaties op het gebied van het auditieve en visuele werkgeheugen (Kronenberger et al., 2013).

Bovenbeschreven suggesties zouden een aanvulling kunnen vormen op dit onderzoek waardoor de NH-groep kinderen en jongeren en de UCI-groep kinderen en jongeren nog beter met elkaar vergeleken kunnen worden.

Referentielijst

- Archbold, S. (2010). Children with cochlear implants--what is needed--and what is wanted in the long-term? *Cochlear Implants Int*, 11 Suppl 1, 225-227. doi: 10.1179/146701010X12671178253917
- Arnold, P., & Canning, D. (1999). Does classroom amplification aid comprehension? *Br J Audiol*, 33(3), 171-178.
- ASHA. (2016, 2016). Classroom Acoustics. Retrieved 30-05-2016, 2016
- Asp, F., Maki-Torkko, E., Karltorp, E., Harder, H., Hergils, L., Eskilsson, G., & Stenfelt, S. (2012). Bilateral versus unilateral cochlear implants in children: speech recognition, sound localization, and parental reports. *Int J Audiol*, 51(11), 817-832. doi: 10.3109/14992027.2012.705898
- Asp, F., Maki-Torkko, E., Karltorp, E., Harder, H., Hergils, L., Eskilsson, G., & Stenfelt, S. (2015). A longitudinal study of the bilateral benefit in children with bilateral cochlear implants. *Int J Audiol*, 54(2), 77-88. doi: 10.3109/14992027.2014.973536
- AuBuchon, A. M., Pisoni, D. B., & Kronenberger, W. G. (2015). Short-Term and Working Memory Impairments in Early-Implanted, Long-Term Cochlear Implant Users Are Independent of Audibility and Speech Production. *Ear Hear*, 36(6), 733-737. doi: 10.1097/AUD.0000000000000189
- Awh, E., & Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. *Trends Cogn Sci*, 5(3), 119-126.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci*, 4(10), 829-839. doi: 10.1038/nrn1201
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford ; New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annu Rev Psychol*, 63, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation VIII* (pp. 43). New York: Academic Press.
- Beer, J., Kronenberger, W. G., Castellanos, I., Colson, B. G., Henning, S. C., & Pisoni, D. B. (2014). Executive functioning skills in preschool-age children with cochlear implants. *J Speech Lang Hear Res*, 57(4), 1521-1534. doi: 10.1044/2014_JSLHR-H-13-0054
- Beers, M. (1992). Phonological processes in Dutch language impaired children. *Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatrics*, 17(1), 7.
- Beijen, J. W., Snik, A. F., & Mylanus, E. A. (2007). Sound localization ability of young children with bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol*, 28(4), 479-485. doi: 10.1097/MAO.0b013e3180430179
- Bharadwaj, S. V., Maricle, D., Green, L., & Allman, T. (2015). Working memory, short-term memory and reading proficiency in school-age children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 79(10), 1647-1653. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.07.006
- Bherer, L., Kramer, A. F., Peterson, M. S., Colcombe, S., Erickson, K., & Becic, E. (2005). Training effects on dual-task performance: are there age-related differences in plasticity of attentional control? *Psychol Aging*, 20(4), 695-709. doi: 10.1037/0882-7974.20.4.695
- Boey, R. (1996). *Gehoorthprothese Keuze, aanpassing en gebruik*. Leuven/Apeldoorn: Garant.
- Boons, T., Brokx, J. P., Dhooge, I., Frijns, J. H., Peeraer, L., Vermeulen, A., . . . van Wieringen, A. (2012). Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear Hear*, 33(5), 617-639. doi: 10.1097/AUD.0b013e3182503e47
- Boons, T., Brokx, J. P., Frijns, J. H., Peeraer, L., Philips, B., Vermeulen, A., . . . van Wieringen, A. (2012). Effect of pediatric bilateral cochlear implantation on language development. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 166(1), 28-34. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.748
- Boons, T., De Raeve, L., Langereis, M., Peeraer, L., Wouters, J., & van Wieringen, A. (2013). Expressive vocabulary, morphology, syntax and narrative skills in profoundly deaf children after early cochlear implantation. *Res Dev Disabil*, 34(6), 2008-2022. doi: 10.1016/j.ridd.2013.03.003
- Bosman, A. J., & Smoorenburg, G. F. (1995). Intelligibility of Dutch CVC syllables and sentences for listeners with normal hearing and with three types of hearing impairment. *Audiology*, 34(5), 260-284.
- Cabeza, R., & Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *J Cogn Neurosci*, 12(1), 1-47.
- Calderon, R. (2000). Parental Involvement in Deaf Children's Education Programs as a Predictor of Child's Language, Early Reading, and Social-Emotional Development. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 5(2), 140-155. doi: 10.1093/deafed/5.2.140

- Campbell, J. (1998). Dunn, L.M., & Dunn, L.M. (1997). Peabody Picture Vocabulary Test, Third edition. Circle Pines, MN: American Guidance Service. *Journal of Psychoeducational Assessment* 16, 5.
- Choi, S., Lotto, A., Lewis, D., Hoover, B., & Stelmachowicz, P. (2008). Attentional modulation of word recognition by children in a dual-task paradigm. *J Speech Lang Hear Res*, 51(4), 1042-1054. doi: 10.1044/1092-4388(2008/076)
- Coady, J. A., & Evans, J. L. (2008). Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairments (SLI). *Int J Lang Commun Disord*, 43(1), 1-40. doi: 10.1080/13682820601116485
- Collette, F., Van der Linden, M., Laureys, S., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., & Salmon, E. (2005). Exploring the unity and diversity of the neural substrates of executive functioning. *Hum Brain Mapp*, 25(4), 409-423. doi: 10.1002/hbm.20118
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behav Brain Sci*, 24(1), 87-114; discussion 114-185.
- Cowan, N. (2010). The Magical Mystery Four: How is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Curr Dir Psychol Sci*, 19(1), 51-57. doi: 10.1177/0963721409359277
- Crandell, C. C., & Smaldino, J. J. (2000). Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Language Speech and Hearing Services in Schools*, 31(4), 362-370.
- Crosson, J., & Geers, A. (2001). Analysis of narrative ability in children with cochlear implants. *Ear Hear*, 22(5), 381-394.
- De Raeve, L. (2001). Dove kinderen met een cochleaire implant in Vlaanderen: een overzicht van de populatie die geïmplant is tussen december 1992 en december 1999. *Tijdschrift voor Logopedie & Audiologie*, 31(2), 8.
- De Raeve, L., Vermeulen, A., & Snik, A. (2015). Verbal cognition in deaf children using cochlear implants: effect of unilateral and bilateral stimulation. *Audiol Neurotol*, 20(4), 261-266. doi: 10.1159/000381003
- Dettman, S. J., Pinder, D., Briggs, R. J., Dowell, R. C., & Leigh, J. R. (2007). Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: risks versus benefits. *Ear Hear*, 28(2 Suppl), 11S-18S. doi: 10.1097/AUD.0b013e31803153f8
- Edwards, L. C. (2007). Children with cochlear implants and complex needs: a review of outcome research and psychological practice. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 12(3), 258-268. doi: 10.1093/deafed/enm007
- Fagan, M. K., Pisoni, D. B., Horn, D. L., & Dillon, C. M. (2007). Neuropsychological correlates of vocabulary, reading, and working memory in deaf children with cochlear implants. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 12(4), 461-471. doi: 10.1093/deafed/enm023
- Fletcher, H., & Munson, W. A. (1933). Loudness, Its Definition, Measurement and Calculation. *Bell System Technical Journal*, 12(4), 377-430.
- Francis, H. W., Buchman, C. A., Visaya, J. M., Wang, N. Y., Zwolan, T. A., Fink, N. E., . . . Team, C. D. I. (2008). Surgical factors in pediatric cochlear implantation and their early effects on electrode activation and functional outcomes. *Otol Neurotol*, 29(4), 502-508. doi: 10.1097/MAO.0b013e318170b60b
- Frijns, J. H., & Schoonhoven, R. (2012, mei 2012). Samenvatting Rubriek 4 (Werking Gehoor). *NVA leerboek 2000-2016*. Retrieved 25-03-2016, 2016
- Gallego, C., Martin-Aragoneses, M. T., Lopez-Higes, R., & Pison, G. (2016). Semantic and syntactic reading comprehension strategies used by deaf children with early and late cochlear implantation. *Res Dev Disabil*, 49-50, 153-170. doi: 10.1016/j.ridd.2015.11.020
- Galvin, K. L., & Mok, M. (2016). Everyday Listening Performance of Children Before and After Receiving a Second Cochlear Implant: Results Using the Parent Version of the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale. *Ear Hear*, 37(1), 93-102. doi: 10.1097/AUD.0000000000000226
- Geers, A. (2002). Factors Affecting the Development of Speech, Language, and Literacy in Children With Early Cochlear Implantation. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 33, 11.
- Geers, A., Tobey, E., Moog, J., & Brenner, C. (2008). Long-term outcomes of cochlear implantation in the preschool years: from elementary grades to high school. *Int J Audiol*, 47 Suppl 2, S21-30. doi: 10.1080/14992020802339167
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear Hear*, 24(1 Suppl), 46S-58S. doi: 10.1097/01.AUD.0000051689.57380.1B
- Geers, A. E., Pisoni, D. B., & Brenner, C. (2013). Complex working memory span in cochlear implanted and normal hearing teenagers. *Otol Neurotol*, 34(3), 396-401. doi: 10.1097/MAO.0b013e318277a0cb

- Giofre, D., Stoppa, E., Ferioli, P., Pezzuti, L., & Cornoldi, C. (2016). Forward and backward digit span difficulties in children with specific learning disorder. *J Clin Exp Neuropsychol*, 38(4), 478-486. doi: 10.1080/13803395.2015.1125454
- Gordon, K. A., & Papsin, B. C. (2009). Benefits of short interimplant delays in children receiving bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol*, 30(3), 319-331. doi: 10.1097/MAO.0b013e31819a8f4c
- Gosselin, P. A., & Gagne, J. P. (2011). Older adults expend more listening effort than young adults recognizing audiovisual speech in noise. *Int J Audiol*, 50(11), 786-792. doi: 10.3109/14992027.2011.599870
- Gustafson, S., McCreery, R., Hoover, B., Kopun, J. G., & Stelmachowicz, P. (2014). Listening effort and perceived clarity for normal-hearing children with the use of digital noise reduction. *Ear Hear*, 35(2), 183-194. doi: 10.1097/01.aud.0000440715.85844.b8
- Hayes, H., Geers, A. E., Treiman, R., & Moog, J. S. (2009). Receptive vocabulary development in deaf children with cochlear implants: achievement in an intensive auditory-oral educational setting. *Ear Hear*, 30(1), 128-135. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181926524
- Hicks, C. B., & Tharpe, A. M. (2002). Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 45(3), 573-584. doi: 10.1044/1092-4388(2002/046)
- Hoff, E., Core, C., & Bridges, K. (2008). Non-word repetition assesses phonological memory and is related to vocabulary development in 20- to 24-month-olds. *J Child Lang*, 35(4), 903-916. doi: 10.1017/S0305000908008751
- Howard, C. S., Munro, K. J., & Plack, C. J. (2010). Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *Int J Audiol*, 49(12), 928-932. doi: 10.3109/14992027.2010.520036
- Hughes, K. C., & Galvin, K. L. (2013). Measuring listening effort expended by adolescents and young adults with unilateral or bilateral cochlear implants or normal hearing. *Cochlear Implants Int*, 14(3), 121-129. doi: 10.1179/1754762812Y.0000000009
- Huizing, E. H., Snow, G. B., de Vries, N., Graamans, K., & van de Heyning, P. (2007). *Keel-neusoorheelkunde en hoofd-halschirurgie*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Johnson, C., & Goswami, U. (2010). Phonological awareness, vocabulary, and reading in deaf children with cochlear implants. *J Speech Lang Hear Res*, 53(2), 237-261. doi: 10.1044/1092-4388(2009/08-0139)
- Kessels, R., Eling, P., Ponds, R., Spikman, J., & Zandvoort van, M. (2012). Geheugen. In M. Meeter & M. Hendriks (Eds.), *Klinische neuropsychologie* (pp. 21). Amsterdam: Uitgeverij Boom.
- Killan, C. F., Royle, N., Totten, C. L., Raine, C. H., & Lovett, R. E. (2015). The effect of early auditory experience on the spatial listening skills of children with bilateral cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 79(12), 2159-2165. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.09.039
- Kraus, N., Strait, D. L., & Parbery-Clark, A. (2012). Cognitive factors shape brain networks for auditory skills: spotlight on auditory working memory. *Ann N Y Acad Sci*, 1252, 100-107. doi: 10.1111/j.1749-6632.2012.06463.x
- Kronenberger, W. G., Beer, J., Castellanos, I., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2014). Neurocognitive risk in children with cochlear implants. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 140(7), 608-615. doi: 10.1001/jamaoto.2014.757
- Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., Harris, M. S., Hoen, H. M., Xu, H., & Miyamoto, R. T. (2013). Profiles of verbal working memory growth predict speech and language development in children with cochlear implants. *J Speech Lang Hear Res*, 56(3), 805-825. doi: 10.1044/1092-4388(2012/11-0356)
- Kuhn-Inacker, H., Shehata-Dieler, W., Muller, J., & Helms, J. (2004). Bilateral cochlear implants: a way to optimize auditory perception abilities in deaf children? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 68(10), 1257-1266. doi: 10.1016/j.ijporl.2004.04.029
- Lamoré. (2011). Oorzaken van doofheid *Audiologieboek*. Nunspeet: Nederlandse Vereniging voor Audiologie.
- Lamoré. (2013). Cochleaire implantaatsystemen *NVA leerboek 2000-2016*. Nunspeet: Nederlandse Vereniging voor Audiologie.
- Lamoré, & Dreschler. (2007). Luidheid en verschillen in luidheid *NVA leerboek 2000-2016*. Nunspeet: Nederlandse Vereniging voor Audiologie.
- Langereis, M., & Vermeulen, A. (2015). School performance and wellbeing of children with CI in different communicative-educational environments. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 79(6), 834-839. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.03.014
- LCTI. (2007). De indicatiestelling van leerlingen met een cochleair implantaat. Een verkenning. Retrieved 17-05-2016, 2016, from www.lcti.nl

- Le Normand, M. T., Parisse, C., & Cohen, H. (2008). Lexical diversity and productivity in French preschoolers: developmental, gender and sociocultural factors. *Clin Linguist Phon*, 22(1), 47-58. doi: 10.1080/02699200701669945
- Ligtenberg, C. L., & Hoolboom, H. (1982). *Over horen en slecht horen*. Alphen aan den Rijn/Brussel: Stafleu.
- Litovsky, R. Y., Johnstone, P. M., Godar, S., Agrawal, S., Parkinson, A., Peters, R., & Lake, J. (2006). Bilateral cochlear implants in children: localization acuity measured with minimum audible angle. *Ear Hear*, 27(1), 43-59. doi: 10.1097/01.aud.0000194515.28023.4b
- Litovsky, R. Y., Johnstone, P. M., & Godar, S. P. (2006). Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children. *Int J Audiol*, 45 Suppl 1, S78-91. doi: 10.1080/14992020600782956
- McFadden, B., & Pittman, A. (2008). Effect of minimal hearing loss on children's ability to multitask in quiet and in noise. *Lang Speech Hear Serv Sch*, 39(3), 342-351. doi: 10.1044/0161-1461(2008/032)
- Meeter, M., & Hendriks, M. (2012). *Geheugen Klinische neuropsychologie* (pp. 21). Amsterdam: Uitgeverij Boom.
- Mencher, G. T., & Davis, A. (2006). Bilateral or unilateral amplification: is there a difference? A brief tutorial. *Int J Audiol*, 45 Suppl 1, S3-11. doi: 10.1080/14992020600782568
- Merdad, M., Wolter, N. E., Cushing, S. L., Gordon, K. A., & Papsin, B. C. (2014). Surgical efficiency in bilateral cochlear implantation: a cost analysis. *Cochlear Implants Int*, 15(1), 43-47. doi: 10.1179/1754762813Y.0000000042
- Miyamoto, R. T., Houston, D. M., Kirk, K. I., Perdew, A. E., & Svirsky, M. A. (2003). Language development in deaf infants following cochlear implantation. *Acta Otolaryngol*, 123(2), 241-244.
- Moberly, A. C., Lowenstein, J. H., & Nittrover, S. (2016). Early Bimodal Stimulation Benefits Language Acquisition for Children With Cochlear Implants. *Otol Neurotol*, 37(1), 24-30. doi: 10.1097/MAO.0000000000000871
- Murphy, J., Summerfield, A. Q., O'Donoghue, G. M., & Moore, D. R. (2011). Spatial hearing of normally hearing and cochlear implanted children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 75(4), 489-494. doi: 10.1016/j.ijporl.2011.01.002
- Niparko, J. K., Tobey, E. A., Thal, D. J., Eisenberg, L. S., Wang, N. Y., Quittner, A. L., . . . Team, C. D. I. (2010). Spoken language development in children following cochlear implantation. *JAMA*, 303(15), 1498-1506. doi: 10.1001/jama.2010.451
- Orsini, A., Grossi, D., Capitani, E., Laiacina, M., Papagno, C., & Vallar, G. (1987). Verbal and spatial immediate memory span: normative data from 1355 adults and 1112 children. *Ital J Neurol Sci*, 8(6), 539-548.
- Peters, B. R., Litovsky, R., Parkinson, A., & Lake, J. (2007). Importance of age and postimplantation experience on speech perception measures in children with sequential bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol*, 28(5), 649-657. doi: 10.1097/01.mao.0000281807.89938.60
- Pisoni, D. B., & Cleary, M. (2003). Measures of working memory span and verbal rehearsal speed in deaf children after cochlear implantation. *Ear Hear*, 24(1 Suppl), 106S-120S. doi: 10.1097/01.AUD.0000051692.05140.8E
- Pisoni, D. B., Conway, C. M., Kronenberger, W., Henning, S. C., & Anaya, E. (2010). Executive function, cognitive control, and sequence learning in deaf children with cochlear implants. In M. Marschark & P. Spencer (Eds.), *Oxford Handbook of deaf studies, language, and education* (Vol. 2, pp. 19). New York: Oxford University Press.
- Pisoni, D. B., Conway, C. M., Kronenberger, W., Horn, D. L., Karpicke, J., & Henning, S. C. (2008). Efficacy and effectiveness of cochlear implants in deaf children. In M. Marschark & P. Hauser (Eds.), *Deaf cognition: Foundations and outcomes* (pp. 52-101). New York: Oxford University Press.
- Rakerd, B., Seitz, P. F., & Whearty, M. (1996). Assessing the cognitive demands of speech listening for people with hearing losses. *Ear Hear*, 17(2), 97-106.
- Rietveld, T., & van Heuven, V. J. J. P. (2009). *Algemene fonetiek*. Bussum: Coutinho.
- Rodenburg, M., & Hanssens, K. (1998). *Audiometrie methoden en klinische toepassingen*. Bussum: Uitgeverij Coutinho.
- Sarampalis, A., Kalluri, S., Edwards, B., & Hafter, E. (2009). Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. *J Speech Lang Hear Res*, 52(5), 1230-1240. doi: 10.1044/1092-4388(2009/08-0111)
- Sarant, J., Harris, D., Bennet, L., & Bant, S. (2014). Bilateral versus unilateral cochlear implants in children: a study of spoken language outcomes. *Ear Hear*, 35(4), 396-409. doi: 10.1097/AUD.0000000000000022

- Sarant, J. Z., Holt, C. M., Dowell, R. C., Rickards, F. W., & Blamey, P. J. (2009). Spoken language development in oral preschool children with permanent childhood deafness. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 14(2), 205-217. doi: 10.1093/deafed/enn034
- Sharma, A., Dorman, M. F., & Kral, A. (2005). The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res*, 203(1-2), 134-143. doi: 10.1016/j.heares.2004.12.010
- Sharma, A., Dorman, M. F., & Spahr, A. J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear*, 23(6), 532-539. doi: 10.1097/01.AUD.0000042223.62381.01
- Sininger, Y. S., Grimes, A., & Christensen, E. (2010). Auditory development in early amplified children: factors influencing auditory-based communication outcomes in children with hearing loss. *Ear Hear*, 31(2), 166-185. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181c8e7b6
- Smaldino, J. J., & Crandell, C. C. (1999). Speech perception in the classroom. *Volta Review*, 101(5), 15-21.
- Snik, Neijenhuis, Crul, & Lamoré. (2013). *Spraakaudiometrie bij kinderen NVA leerboek 2000-2016*. Nunspeet: Nederlandse Vereniging voor Audiologie.
- Snik, A. F., Vermeulen, A. M., Geelen, C. P., Brokx, J. P., & van den Broek, P. (1997). Speech perception performance of children with a cochlear implant compared to that of children with conventional hearing aids. II. Results of prelingually deaf children. *Acta Otolaryngol*, 117(5), 755-759.
- Soleymani, Z., Amidfar, M., Dadgar, H., & Jalaie, S. (2014). Working memory in Farsi-speaking children with normal development and cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 78(4), 674-678. doi: 10.1016/j.ijporl.2014.01.035
- Sparreboom, M. (2013). Cochleaire implantatie bij kinderen. Achtergronden en mogelijkheden. *Logopedie*, 85(9), 7.
- Sparreboom, M., Langereis, M., Snik, A., & Mylanus, E. A. (2015). Long-term outcomes on spatial hearing, speech recognition and receptive vocabulary after sequential bilateral cochlear implantation in children. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 10.
- Sparreboom, M., Leeuw, A. R., Snik, A. F., & Mylanus, E. A. (2012). Sequential bilateral cochlear implantation in children: parents' perspective and device use. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 76(3), 339-344. doi: 10.1016/j.ijporl.2011.12.004
- Sparreboom, M., van Schoonhoven, J., van Zanten, B. G., Scholten, R. J., Mylanus, E. A., Grolman, W., & Maat, B. (2010). The effectiveness of bilateral cochlear implants for severe-to-profound deafness in children: a systematic review. *Otol Neurotol*, 31(7), 1062-1071. doi: 10.1097/MAO.0b013e3181e3d62c
- Sperling, G. (1960). *The information available in brief visual presentations*. Washington: American Psychological Association.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. *J Cogn Neurosci*, 4(3), 232-243. doi: 10.1162/jocn.1992.4.3.232
- Steel, M. M., Papsin, B. C., & Gordon, K. A. (2015). Correction: Binaural Fusion and Listening Effort in Children Who Use Bilateral Cochlear Implants: A Psychoacoustic and Pupillometric Study. *PLoS One*, 10(10), e0141945. doi: 10.1371/journal.pone.0141945
- Tait, M. E., Nikolopoulos, T. P., & Lutman, M. E. (2007). Age at implantation and development of vocal and auditory preverbal skills in implanted deaf children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 71(4), 603-610. doi: 10.1016/j.ijporl.2006.12.010
- van der Pal-de Bruin, K. M., Rijpsstra, A., & Verkerk, P. H. (2014). Monitoring van de neonatale gehoorscreening door de jeugdgezondheidszorg in 2013. Met voorlopige diagnostiek uitkomsten. Retrieved 07-04-2016, 2016
- Van Deun, L., van Wieringen, A., Scherf, F., Deggouj, N., Desloovere, C., Offeciers, F. E., . . . Wouters, J. (2010). Earlier intervention leads to better sound localization in children with bilateral cochlear implants. *Audiol Neurotol*, 15(1), 7-17. doi: 10.1159/000218358
- van Straaten, H. L. M., van Dommelen, P., & Verkerk, P. H. (2014). Jaarverslag neonatale gehoorscreening in de Neonatale Intensive Care Units 2013. Retrieved 07-04-2016, 2016
- Willis, S., Goldbart, J., & Stansfield, J. (2014). The strengths and weaknesses in verbal short-term memory and visual working memory in children with hearing impairment and additional language learning difficulties. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 78(7), 1107-1114. doi: 10.1016/j.ijporl.2014.04.025
- Wolfe, J., & Schafer, E. (2010a). Basic components and operation of a cochlear implant *Programming Cochlear Implants* (pp. 1-20). United Kingdom: Plural Publishing.

- Wolfe, J., & Schafer, E. (2010b). Basic terminology of cochlear implant programming *Programming Cochlear Implants* (pp. 25). United Kingdom: Plural Publishing.
- Wunderlich, J. L., Cone-Wesson, B. K., & Shepherd, R. (2006). Maturation of the cortical auditory evoked potential in infants and young children. *Hear Res*, 212(1-2), 185-202. doi: 10.1016/j.heares.2005.11.010
- Zamuner, T. S. (2009). The structure and nature of phonological neighbourhoods in children's early lexicons. *J Child Lang*, 36(1), 3-21. doi: 10.1017/S0305000908008829

Bijlagen

Bijlage 1: Opgestelde e-mail collega's voor werving

Beste collega's/medewerkers van de afdeling KNO,

In het kader van mijn afstuderen aan de Radboud Universiteit te Nijmegen, masteropleiding Taal- en Spraakpathologie, doe ik onderzoek binnen de afdeling Hearing & Implants naar de luisterinspanning bij normaal horende kinderen en jongeren.

Daartoe zijn wij op zoek naar normaalhorende kinderen en jongeren om deel te nemen aan dit onderzoek. Het doel van dit onderzoek is het meten van de luisterinspanning bij normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar met behulp van het dual-task paradigma. Deze resultaten kunnen vervolgens vergeleken worden met kinderen met een cochleair implantaat zodat er een referentiegroep ontstaat.

Is jouw kind tussen de 5 en 18 jaar en volgt hij/zij regulier onderwijs en is Nederlands zijn/haar moedertaal, dan komt je kind in aanmerking voor het onderzoek.

Het onderzoek vindt plaats op de afdeling Hearing & Implants. In totaal zullen de testen ongeveer 1 uur in beslag nemen. In dit uur wordt bij het kind een gehoortest gedaan. Daarnaast zal er een woordbegripstest worden afgenomen. Tenslotte zal de luisterinspanning getest worden met behulp van het dual-task paradigma (het nazeggen van woorden en het onthouden van cijfers).

Je kunt je kind aanmelden via: maud.smeets@radboudumc.nl onder vermelding van naam en leeftijd van je kind(eren) en het telefoonnummer en/of e-mailadres waar je op te bereiken bent.

Wanneer jouw kind is aangemeld zal ik contact opnemen om een afspraak te plannen.

Deelname aan dit onderzoek vindt volstrekt anoniem plaats. Alle verkregen informatie wordt vertrouwelijk behandeld en persoonlijke gegevens zullen na afloop van het onderzoek worden verwijderd.

Indien je nog vragen of opmerkingen hebt, kun je me bereiken op: maud.smeets@radboudumc.nl

Alvast bedankt voor je medewerking.

Met vriendelijke groet, mede namens Marloes Sparreboom,
Maud Smeets

BHS. Maud Smeets

Logopedist/ stagiaire Taal- en Spraakpathologie CI kinderteam Nijmegen

Maud.Smeets@Radboudumc.nl

024-3615539

Radboud universitair medisch centrum

Afdeling Keel,- Neus,- en Oorheelkunde/Hearing & Implants, CI Nijmegen

Huispost 383, route 382

Postbus 9101, 6500 HB Nijmegen

www.radboudumc.nl

Informatiedocument voor ouders/verzorgers

Beste ouders/verzorgers,

In dit document vindt u extra informatie over het onderzoek naar de luisterinspanning bij normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar. Het onderzoek wordt uitgevoerd in kader van mijn afstuderen van de master Taal- en Spraakpathologie aan de Radboud Universiteit te Nijmegen. Het onderzoek zal uitgevoerd worden op de afdeling KNO aan het Radboudumc.

Indien u uw kind wilt aanmelden voor dit onderzoek, kunt u dat mondeling of schriftelijk doorgeven aan: Maud.Smeets@Radboudumc.nl

Achtergrond en doel van het onderzoek

Dit onderzoek wordt uitgevoerd om de mate van luisterinspanning te meten bij normaalhorende kinderen in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar. Men verwacht dat kinderen en jongeren met een cochleair implantaat beter in staat zijn hun aandacht te verdelen tussen dubbeltaken omdat het luisteren minder energie kost. Hierdoor laten de kinderen onder andere betere prestaties op school zien. Echter is het onbekend hoeveel energie het luisteren kost voor normaal horende kinderen en jongeren in enkelvoudige en dubbeltaken. Het is daarom van belang dit onderzoek uit te voeren. Hierdoor kunnen de kinderen en jongeren met een cochleair implantaat vergeleken worden met normaalhorende kinderen en jongeren.

De testen

Audiometrie

Om met zekerheid vast te stellen dat uw kind een normaal gehoor heeft, zal er toonaudiometrie plaatsvinden. Uw kind krijgt piepjes te horen en hij/zij moet dan aangeven of het piepje hoorbaar is of niet.

Luisterinspanning

De mate van energie die nodig is voor het luisteren wordt getest met behulp van enkelvoudige- en dubbeltaken. De enkelvoudige taken bestaan uit 3 verschillende soorten taken:

- Taak 1: het onthouden van cijfers.
- Taak 2: het nazeggen van woorden in stilte.
- Taak 3: het nazeggen van woorden in ruis.

Vervolgens wordt in de dubbeltaak het onthouden van cijfers en het nazeggen van woorden in stilte en ruis gecombineerd.

Woordbegrip

Het woordbegrip zal getest worden met behulp van een logopedische woordbegripstest, de PPVT-III-NL. Uw kind krijgt steeds vier plaatjes te zien en moet dan aanwijzen welk plaatje hoort bij het woord dat de testleider zegt.

De testen zullen ongeveer 1 uur in beslag nemen.

Risico's en ongemakken

Er zijn geen risico's voor de gezondheid of de veiligheid van uw kind.

Vertrouwelijkheid van de onderzoeksgegevens

De gegevens die in dit onderzoek verzameld worden, zullen volledig anoniem verwerkt worden. Ze zijn later niet terug te leiden tot uw kind. De onderzoeksgegevens worden enkel gebruikt voor onderzoeksdoeleinden.

Vrijwilligheid

Uw kind doet vrijwillig mee aan dit onderzoek. Hij/zij kan op elk moment tijdens het onderzoek stoppen. Mocht dit gebeuren, dan worden alle gegevens die we bij uw kind verzameld hebben definitief verwijderd.

Onderzoeksresultaten

Indien u op de hoogte wilt worden gesteld van de testresultaten kunt u dit aangeven door een bericht te sturen naar Maud.Smeets@Radboudumc.nl

Nadere inlichtingen

Als u graag verdere informatie over het onderzoek wilt hebben, nu of in de toekomst, kunt u contact opnemen met:

Maud Smeets
Logopedist/ stagiaire Taal- en Spraakpathologie
Tel: 024-3613506 (2x keuze 2)
Maud.Smeets@Radboudumc.nl

Voor eventuele vragen of opmerkingen over dit onderzoek kunt u contact opnemen met:

dr. Marloes Sparreboom
Taal- Spraakpatholoog/ klinisch technisch
medewerker CI team Nijmegen
Tel: 024-3613506 (2x keuze 2)
Marloes.Sparreboom@Radboudumc.nl



Datum		Pagina
25 maart 2016	Informatiedocument onderzoek normaal horende kinderen	65 van 3

Beste ouders/verzorgers/deelnemer,

In deze brief vindt u extra informatie over eventuele deelname aan het onderzoek naar luisterinspanning bij normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar. In de bijlage is deze extra informatie opgenomen. Indien u nog vragen heeft, kunt u mij bereiken via onderstaande contact gegevens.

Alvast bedankt voor uw medewerking.

Met vriendelijke groet,

BHS. Maud Smeets

Logopedist/ stagiaire Taal- en Spraakpathologie CI kinderteam Nijmegen
Maud.Smeets@Radboudumc.nl
024-3615539

Radboud universitair medisch centrum

Afdeling Keel,- Neus,- en Oorheelkunde/Hearing & Implants, CI Nijmegen
Huispost 383, route 382
Postbus 9101, 6500 HB Nijmegen
www.radboudumc.nl

Bijlage: Informatiedocument voor ouders/verzorgers

Beste ouders/verzorgers/deelnemer,

In het kader van mijn afstuderen van de master Taal- en Spraakpathologie aan de Radboud Universiteit te Nijmegen doe ik onderzoek naar de luisterinspanning (de hoeveelheid energie die het luisteren kost) bij normaalhorende kinderen en jongeren in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar. Het onderzoek zal uitgevoerd worden op de afdeling KNO aan het Radboudumc. In deze brief geef ik u informatie over dit onderzoek.

Achtergrond en doel van het onderzoek

Dit onderzoek wordt uitgevoerd om de mate van concentratie die nodig is voor het luisteren in eenvoudige en dubbeltaken te meten bij normaalhorende kinderen in de leeftijd van 5 t/m 18 jaar. Uit recent onderzoek is namelijk gebleken dat kinderen en jongeren met een cochleair implantaat beter in staat zijn hun aandacht te verdelen tussen dubbeltaken omdat het luisteren minder energie kost. Hierdoor laten de kinderen onder andere betere prestaties op school zien. Echter is het onbekend hoeveel energie het luisteren kost voor normaal horende kinderen en jongeren in eenvoudige en dubbeltaken. Het is daarom van belang dit onderzoek uit te voeren. Hierdoor kunnen de kinderen en jongeren met een cochleair implantaat vergeleken worden met normaalhorende kinderen en jongeren.

De testen

Audiometrie

Om met zekerheid vast te stellen dat uw kind een normaal gehoor heeft, zal er toonaudiometrie plaatsvinden. Uw kind krijgt piepjes te horen en hij/zij moet dan aangeven of het piepje hoorbaar is of niet.

Benodigde concentratie voor het luisteren meten

De mate van energie die nodig is voor het luisteren wordt getest met behulp van eenvoudige- en dubbeltaken. De eenvoudige taken bestaan uit 3 verschillende soorten taken:

Taak 1: het onthouden van cijfers.

Taak 2: het nazeggen van woorden in stilte.

Taak 3: het nazeggen van woorden in ruis.

Vervolgens wordt in de dubbeltaak het onthouden van cijfers en het nazeggen van woorden in stilte en ruis gecombineerd.

Woordbegrip

Het woordbegrip zal getest worden met behulp van een logopedische woordbegripstest. Uw kind krijgt steeds vier plaatjes te zien en moet dan aanwijzen welk plaatje hoort bij het woord dat de testleider zegt.

De testen zullen ongeveer 1 uur in beslag nemen.

Risico's en ongemakken

Er zijn geen risico's voor de gezondheid of de veiligheid van uw kind.

Vertrouwelijkheid van de onderzoeksgegevens

De gegevens die in dit onderzoek verzameld worden, zullen volledig anoniem verwerkt worden. Ze zijn later niet terug te leiden tot uw kind. De onderzoeksgegevens worden enkel gebruikt voor onderzoeksdoeleinden.

Vrijwilligheid

Uw kind doet vrijwillig mee aan dit onderzoek. Hij/zij kan op elk moment tijdens het onderzoek stoppen. Mocht dit gebeuren, dan worden alle gegevens die we bij uw kind verzameld hebben definitief verwijderd.

Onderzoekresultaten

Indien u op de hoogte wilt worden gesteld van de testresultaten kunt u dit aangeven door een bericht te sturen naar Maud.Smeets@Radboudumc.nl

Nadere inlichtingen

Als u graag verdere informatie over het onderzoek wilt hebben, nu of in de toekomst, kunt u contact opnemen met:

Maud Smeets

Logopedist/ stagiaire Taal- en Spraakpathologie

Tel: 024-3613506 (2x keuze 2)

Maud.Smeets@Radboudumc.nl

Voor eventuele vragen of opmerkingen over dit onderzoek kunt u contact opnemen met:

dr. Marloes Sparreboom

Taal- Spraakpatholoog/ klinisch technisch

medewerker CI team Nijmegen

Tel: 024-3613506 (2x keuze 2)

Marloes.Sparreboom@Radboudumc.nl

ALGEMENE GEGEVENS VAN KIND

Naam: _____

Geboortedatum: ____/____/____

Geslacht: M / V

Groep: _____

- 1) Heeft uw kind momenteel gehoorproblemen of gehoorproblemen gehad in het verleden?
Zo ja, wat is/was de aard van de gehoorproblemen?

- 2) Heeft uw kind een normale spraak- en taalontwikkeling doorgemaakt?

- 3) Heeft uw kind motorisch en sociaal-emotioneel een normale ontwikkeling doorgemaakt?

- 4) Heeft uw kind het Nederlands als moedertaal? Is hij/zij tweetalig opgevoed?

- 5) Is er bij uw kind dyslexie of dyscalculie gediagnosticeerd of is er een vermoeden van een van beiden?

- 6) Is er sprake van andere comorbiditeiten bij uw kind zoals ADHD?

- 7) Zijn er andere kinderen in het gezin? Zo ja, wat is de geboortedatum?

Broertjes:

Zusjes:

- 8) Wilt u als ouder op de hoogte worden gesteld van de testresultaten van uw kind?
Zo ja, op welk e-mailadres/telefoonnummer bent u te bereiken?

Bijlage 5: Bibliografische gegevens ouders

Biografische gegevens ouders

Ingevuld door vader / moeder*

*Graag omcirkelen

1. Geboortedatum vader:-.....-.....
2. Geboortedatum moeder:-.....-.....
3. Wat is uw burgerlijke staat? ☐ getrouwd ☐ samenwonend
☐ alleenstaand ☐ gescheiden
4. Wat is uw nationaliteit?.....
5. Hoeveel kinderen heeft u?.....
geb. datum geslacht
.....-.....-..... m/v
.....-.....-..... m/v
.....-.....-..... m/v
.....-.....-..... m/v
.....-.....-..... m/v
6. Wat is de hoogste opleiding die de vader met een diploma heeft afgesloten?
☐ lagere school ☐ middelbare school
☐ lager beroepsonderwijs ☐ middelbaar beroepsonderwijs
☐ hoger beroepsonderwijs ☐ universitair onderwijs
☐ anders, namelijk.....
7. Wat is de hoogste opleiding die de moeder met een diploma heeft afgesloten?
☐ lagere school ☐ middelbare school
☐ lager beroepsonderwijs ☐ middelbaar beroepsonderwijs
☐ hoger beroepsonderwijs ☐ universitair onderwijs
☐ anders, namelijk.....
8. Verricht de vader momenteel betaald werk?
☐ Nee,
☐ Zo ja, hoeveel uur? uur per week
9. Verricht de moeder momenteel betaald werk?
☐ Nee,
☐ Zo ja, hoeveel uur? uur per week
10. Zijn er gezondheidsproblemen in Uw gezin?
☐ Nee.
☐ Zo ja: Vader, namelijk.....
Moeder, namelijk.....
Kinderen, namelijk.....

Opmerkingen:.....
.....
.....
.....

Bijlage 6: Protocol testen normaalhorende kinderen

Protocol testen normaalhorende kinderen

1. Telefonisch of per mail contact leggen met ouder

- Nadat kind(eren) zijn aangemeld voor het onderzoek wordt er in samenspraak bekeken welke dag en tijdstip uitkomt om te testen.
- Ouders ontvangen informatiedocument per mail (collega's) of per post (ouders broertjes/zusjes CI kinderen) met extra informatie over het onderzoek.
- Anamnese lijst (algemene gegevens kind) met vragen wordt telefonisch behandeld tijdens het contact leggen met ouders van CI kinderen.
Anamnese lijst (algemene gegevens kind) wordt per mail verstuurd naar collega's om deze in te vullen en te retourneren voor de gemaakte afspraak.

2. Afname testen

- Ontvangst, voorstellen en nogmaals uitleggen wat de bedoeling van vandaag is en evt. vragen beantwoorden.
- *Onderdeel 1: Toonaudiometrie*
 - Uitleg kind: 'Je krijgt zo meteen piepjes te horen. Als je wat hoort mag je op het knopje drukken of ja zeggen.' (kind afhankelijk).

Bij jonge kinderen (5 jaar). 'je krijgt dadelijk allemaal piepjes/geluidjes te horen. Als je iets hoort mag je een blokje in de puzzel doen'. Eerst samen oefenen.

- Afname:
 1. Hoofdtelefoon opzetten (let op links/rechts).
 2. Bij jonge kinderen eerst oefentoon aanbieden om duidelijk te maken wat de bedoeling is.
 3. Start met het bepalen van de drempel op 1000 Hz op 30 dB HL.
 4. Vervolgens 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 500 Hz, 250 Hz. Bij allen starten op een luidheidniveau van 30 dB HL.
 5. Als toon gehoord wordt, in stappen van 10 dB verlagen tot toon niet meer gehoord wordt. Dan toon met 5 dB verhogen. Wordt deze toon wel gehoord dan weer 10 dB verlagen.
 6. Gehoordrempel is de laagste toon die 2/3 x gehoord wordt.
- Verkregen toonaudiogrammen opslaan onder familieonderzoek en later uitprinten.

➤ *Onderdeel 2: Single tasks en Dual-task*

- **Als uit single cijfer task blijkt dat kind een plafond score haalt van 100% correct, dan niveau hoger afnemen.**
- De taken met de hand scoren en later percentages uitrekenen.

- Uitleg kinderen 5 jaar:
 'We gaan een aantal verschillende spelletjes doen. Ik ga je steeds vertellen hoe het spelletje gaat.
 - Bij het eerste spelletje gaan we getallen onthouden. We zien zo een lachend poppetje dat zegt dat we moeten opletten. Dan zie je 3 cijfers die je mag proberen te onthouden. Dan zien we even niks (een wit scherm) en daarna komt een poppetje met een vraagteken en dan mag jij vertellen welke getallen je gezien hebt.
 - Het tweede spelletje heet woorden nazeggen. Je hoort zometeen een heleboel woordjes die je mag nazeggen. We gaan dus een papegaai nadoen.
 - Nu komt er heel veel lawaai bij de woorden. We doen hetzelfde als toen net dat je weer de woorden mag nazeggen. Spreek maar heel hard zodat ik je goed kan horen.
 - In het laatste spelletje moeten we getallen onthouden en cijfers nazeggen. Eerst zien we weer een poppetje dat zegt dat we moeten opletten, dan zie je de 3 getallen die je weer mag onthouden. Vervolgens gaan we het spelletje van de papegaai doen (woorden nazeggen) en als je dan weer een poppetje ziet, mag je de getallen vertellen. Er komen ook weer woordjes met heel veel lawaai erbij. Dus je moet weer hard praten. **Het is belangrijker dat je de woorden goed nazegt dan dat je de cijfers onthoud.**
- Afname 5 jaar:
 1. Single task Cijfers herhalen (3) → Bijbehorende PPT opstarten: 'Cijfers herhalen met 3 cijfers zonder tekst'.
 2. Single task woorden in stilte 50 dB → **NVA lijst 46**
 Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Off</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>50 dB</i>	<i>0 dB</i>
 3. Single task woorden in ruis 0 dB → **NVA lijst 47**
 Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Free field 2</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>70 dB</i>	<i>70 dB</i>
 4. Dual-task 5 cijfers en woorden in stilte → **NVA lijst 48**
 - Bijbehorende PPT opstarten: 'Dual-task met 3 cijfers zonder tekst'.
 - Na **6** woorden CD stopzetten.
 Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Off</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>50 dB</i>	<i>0 dB</i>
 5. Dual-task 5 cijfers en woorden in ruis → **NVA lijst 49**

- Na 6 woorden CD stopzetten.

Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Free field 2</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>70 dB</i>	<i>70 dB</i>

- Uitleg kind 6-7 jaar:

'We gaan een aantal verschillende taakjes doen. Ik ga je steeds vertellen wat je moet doen.'

- We gaan beginnen met het onthouden van cijfers. Je krijgt steeds 5 cijfers te zien die je moet onthouden. Als ik ja zeg, mag je de cijfers noemen.
- Nu hoor je zometeen woorden. Die woorden mag je nazeggen.
- Nu komt er extra lawaai bij de woorden. We doen hetzelfde als toen net dat je weer de woorden mag nazeggen. Spreek maar heel hard zodat ik je goed kan horen.
- In dit werkje worden het onthouden van cijfers en het nazeggen van woorden gecombineerd. Eerst krijg je 5 cijfers te zien die je moet onthouden, dan moet je woorden nazeggen en dan mag je de cijfers vertellen die je gezien/onthouden had. Dit doen we weer met woorden in stilte en ook met woorden met veel lawaai erbij. Dus je moet weer hard praten. **Het is belangrijker dat je de woorden goed nazegt dan dat je de cijfers onthoud.**

- Afname 6-7 jaar:

1. Single task Cijfers herhalen (5) → Bijbehorende PPT opstarten: 'Cijfers herhalen versie 1'.

2. Single task woorden in stilte 50 dB → **NVA lijst 46**

Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Off</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>50 dB</i>	<i>0 dB</i>

3. Single task woorden in ruis 0 dB → **NVA lijst 47**

Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Free field 2</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>70 dB</i>	<i>70 dB</i>

4. Dual-task 5 cijfers en woorden in stilte → **NVA lijst 48**

- Bijbehorende PPT opstarten: 'Dual-task versie 1'.

- Na 6 woorden CD stopzetten.

Instellingen:

Channel 1	Channel 2
<i>Free field 2</i>	<i>Off</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>

<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>50 dB</i>	<i>0 dB</i>

5. Dual-task 5 cijfers en woorden in ruis → **NVA lijst 49**

- Na **6** woorden CD stopzetten.

Instellingen:

<u>Channel 1</u>	<u>Channel 2</u>
<i>Free field 2</i>	<i>Free field 2</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>70 dB</i>	<i>70 dB</i>

- Uitleg kinderen vanaf 8 jaar:

We gaan een aantal verschillende taken doen. Ik ga je steeds vertellen wat je moet doen. '

- We gaan beginnen met het onthouden van cijfers. Je krijgt steeds 7 cijfers te zien die je moet onthouden. Op het scherm voor je zie je wanneer je de cijfers mag noemen.
- Nu hoor je zometeen woorden. Die woorden mag je nazeggen.
- Nu komt er extra lawaai bij de woorden. We doen hetzelfde als toen net dat je weer de woorden mag nazeggen. Spreek maar heel hard zodat ik je goed kan horen.
- In dit werkje worden het onthouden van cijfers en het nazeggen van woorden gecombineerd. Eerst krijg je 7 cijfers te zien die je moet onthouden, dan moet je woorden nazeggen en dan mag je de cijfers vertellen die je gezien/onthouden had. Dit doen we weer met woorden in stilte en ook met woorden met veel lawaai erbij. Dus je moet weer hard praten. **Het is belangrijker dat je de woorden goed nazegt dan dat je de cijfers onthoud.**

- Afname vanaf 8 jaar:

1. Single task Cijfers herhalen (7) → Bijbehorende PPT opstarten: 'Cijfers herhalen 7 cijfers'.

2. Single task woorden in stilte 50 dB → **NVA lijst 4**

Instellingen:

<u>Channel 1</u>	<u>Channel 2</u>
<i>Free field 2</i>	<i>Off</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>50 dB</i>	<i>0 dB</i>

3. Single task woorden in ruis 0 dB → **NVA lijst 2**

Instellingen:

<u>Channel 1</u>	<u>Channel 2</u>
<i>Free field 2</i>	<i>Free field 2</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>70 dB</i>	<i>70 dB</i>

4. Dual-task 7 cijfers en woorden in stilte → **NVA lijst 16**

- Bijbehorende PPT opstarten: 'Dual-task 7 cijfers'.

- Na **6** woorden CD stopzetten.

Instellingen:

<u>Channel 1</u>	<u>Channel 2</u>
------------------	------------------

<i>Free field 2</i>	<i>Off</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>50 dB</i>	<i>0 dB</i>

5. Dual-task 7 cijfers en woorden in ruis → **NVA lijst 8**

- Na **6** woorden CD stopzetten.

Instellingen:

<u>Channel 1</u>	<u>Channel 2</u>
<i>Free field 2</i>	<i>Free field 2</i>
<i>CD 1</i>	<i>CD 2</i>
<i>Rev</i>	<i>Rev</i>
<i>70 dB</i>	<i>70 dB</i>

➤ *Onderdeel 3: Afname PPVT-III-NL*

- Uitleg kind: 'Je krijgt zo meteen steeds 4 plaatjes te zien. Ik ga steeds een woord zeggen en dan mag jij aanwijzen welk plaatje erbij hoort. Als je niet weet welk plaatje erbij hoort, wijs je maar het plaatje aan dat je denkt dat het moet zijn'.

- Afname:

1. Instapset bepalen op basis van kalenderleeftijd.
2. Bij meer dan 4 items fout wordt het vorige set woorden afnemen. De set waar minimaal 4 items (of minder) fout zijn is het startset.
3. Afbreken indien 9 of meer items fout.

- Berekenen ruwe score, WBQ, betrouwbaarheidsinterval, percentiel.

3. Afronden deelname

- Kinderen krijgen traktatie als beloning voor deelname.
- Kort evalueren met ouders hoe het gegaan is/eventuele vragen.
- Bedanken voor deelname.

Bijlage 7: Scoreformulier single tasks en dual-task

Dual-task paradigma 3 cijfers

Naam:

Geboortedatum:

Datum:

Cijfers herhalen

<i>target</i>	<i>respons</i>
423	
691	
TOTAAL	

Woorden herhalen

NVA lijst 46	stilte - 50 dB
<i>target</i>	<i>respons</i>
bus	
zin	
geef	
bel	
kop	
nieuw	
kaas	
lach	
hoop	
zoek	
duim	
tijd	
TOTAAL	

NVA lijst 47	ruis - SNR 0 dB
<i>target</i>	<i>respons</i>
rood	
muis	
boek	
taai	
wel	
kam	
geen	
vijf	
ding	
pop	
hoog	
kies	
TOTAAL	

Dual-task

<i>target</i>	<i>respons</i>
Cijfers herhalen	
415	
NVA lijst 48	stilte - 50 dB
raam	
nek	
bos	
fijn	
taal	
zoet	
Cijfers herhalen	
789	
NVA vervolg...	
leeuw	
diep	
mis	
vang	
kooi	
buik	
TOTAAL NVA	
TOTAAL cijfers	

<i>target</i>	<i>respons</i>
Cijfers herhalen	
873	
NVA lijst 49	ruis - SNR 0 dB
beer	
vuil	
zout	
doen	
lip	
veel	
Cijfers herhalen	
635	
NVA vervolg...	
tong	
mooi	
wieg	
ham	
gaas	
bed	
TOTAAL NVA	
TOTAAL cijfers	

Dual-task paradigma 5 cijfers

Naam:

Geboortedatum:

Datum:

Cijfers herhalen

<i>target</i>	<i>respons</i>
62849	
78396	
TOTAAL	

Woorden herhalen

NVA lijst 46	stilte - 50 dB
<i>target</i>	<i>respons</i>
bus	
zin	
geef	
bel	
kop	
nieuw	
kaas	
lach	
hoop	
zoek	
duim	
tijd	
TOTAAL	

NVA lijst 47	ruis - SNR 0 dB
<i>target</i>	<i>respons</i>
rood	
muis	
boek	
taai	
wel	
kam	
geen	
vijf	
ding	
pop	
hoog	
kies	
TOTAAL	

Dual-task

<i>target</i>	<i>respons</i>
Cijfers herhalen	
39428	
NVA lijst 48	stilte - 50 dB
raam	
nek	
bos	
fijn	
taal	
zoet	
Cijfers herhalen	
63957	
NVA vervolg...	
leeuw	
diep	
mis	
vang	
kooi	
buik	
TOTAAL NVA	
TOTAAL cijfers	

<i>target</i>	<i>respons</i>
Cijfers herhalen	
73491	
NVA lijst 49	ruis - SNR 0 dB
beer	
vuil	
zout	
doen	
lip	
veel	
Cijfers herhalen	
46175	
NVA vervolg...	
tong	
mooi	
wieg	
ham	
gaas	
bed	
TOTAAL NVA	
TOTAAL cijfers	

Dual-task paradigma 7 cijfers

Naam:

Geboortedatum:

Datum:

Cijfers herhalen

<i>target</i>	<i>respons</i>
5472319	
7294365	
TOTAAL	

Woorden herhalen

NVA lijst 4	stilte - 50 dB
<i>target</i>	<i>respons</i>
door	
jong	
doek	
goud	
kieuw	
zin	
hooi	
pijl	
sap	
bes	
laag	
neef	
TOTAAL	

NVA lijst 2	ruis - SNR 0 dB
<i>target</i>	<i>respons</i>
rood	
hoek	
loop	
dam	
huis	
maai	
kok	
fout	
geeuw	
bel	
zich	
tien	
TOTAAL	

Dual-task

<i>target</i>	<i>respons</i>
---------------	----------------

<i>target</i>	<i>respons</i>
---------------	----------------

Cijfers herhalen	
1854926	
NVA lijst 16	stilte - 50 dB
boot	
wip	
bijl	
mooi	
dief	
kous	
Cijfers herhalen	
2765894	
NVA vervolg...	
pen	
vaak	
leeg	
som	
hoed	
zang	
TOTAAL NVA	
TOTAAL cijfers	

Cijfers herhalen	
3472918	
NVA lijst 8	ruis - SNR 0 dB
beer	
zeef	
boei	
kam	
wiel	
fijn	
Cijfers herhalen	
2831567	
NVA vervolg...	
lek	
hout	
doos	
gong	
tip	
maag	
TOTAAL NVA	
TOTAAL cijfers	