

# KLINKT DE SPRAAK VAN EEN KIND MET EEN COCHLEAIR IMPLANTAAT ZOALS DE SPRAAK VAN EEN NORMAAL HOREND KIND?

Steven Gillis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universiteit Antwerpen

Klinkt de spraak van congenitaal dove kinderen met een cochleair implantaat (CI) 6 jaar na de implantatie zoals de spraak van normaal horende (NH) leeftijdsgenoten of eerder zoals de spraak van gehoorgestoorde kinderen met een hoorapparaat (HA)? Om deze vraag te beantwoorden werden spraakfragmenten van die drie groepen kinderen voorgelegd aan 145 volwassen beoordelaars: 35 logopedisten die ervaring hebben met gehoorgestoorde kinderen, 55 leerkrachten met ervaring met de spraak van lagere school kinderen, en 55 “naïeve” beoordelaars, zonder enige relevante ervaring met de beoogde leeftijdsgroep. De belangrijkste bevinding van het onderzoek is dat de identificatie van de spraak van NH kinderen zeer accuraat gebeurt door de drie groepen beoordelaars en ook de identificatie van de spraak van de gehoorgestoorde kinderen was relatief accuraat. Dit wijst erop dat de spraak van de gehoorgestoorde kinderen een aantal karakteristieke kenmerken vertoont. Wanneer de beoordelaars verder een onderscheid moesten maken tussen de spraak van kinderen met een CI en kinderen met een HA, dan bleek de identificatie ongeveer op kansniveau te liggen. Dat wil zeggen dat de spraak van congenitaal dove kinderen met een CI vergelijkbaar is met de spraak van kinderen met een vergelijkbaar gehoorverlies die een hoorapparaat dragen.

### ► Keywords

Cochleair implantaat, hoorapparaat, spraak, congenitaal dove kinderen

### Inleiding

De positieve effecten van vroege cochleaire implantatie (CI) op de spraak- en taalontwikkeling zijn al ruim gedocumenteerd. Zo toont Schauwers (2006) aan dat al enkele maanden na de ingreep congenitaal dove baby's beginnen te brabbelen. De aanvang van het brabbelen van de vroegst geïmplanteerden komt daarmee erg dicht bij wat de norm is voor normaal horende baby's. Een analyse van die prelexicale brabbels wijst bovendien uit dat de klanken en de klankcombinaties die geproduceerd worden grotendeels overeenkomen met die van normaal horende (NH) kinderen. Het is pas als de fijne details van de brabbelproductie geanalyseerd worden dat er verschillen opgemerkt worden tussen NH en CI kinderen. Ook de progressie op andere domeinen van de taal en spraak werden gedocumenteerd, wat tot de conclusie leidt dat zowel in de receptieve als in de productieve taal- en spraakontwikkeling er een duidelijke progressie te merken is na een cochleaire implantatie.

Dat kinderen na de CI-ingreep progressie maken, daarover lijkt er dus een brede consensus te bestaan. Maar waar leidt die progressie naartoe? Zullen gehoorgestoorde kinderen met een CI uiteindelijk een niveau van spraak- en taalontwikkeling bereiken vergelijkbaar met dat van hun leeftijdsgenoten? Of met de woorden van Ann Geers: “Will they catch up?” (Nicholas & Geers, 2007). De vraag of zij uiteindelijk hetzelfde niveau bereiken, is mo-

menteel moeilijk eenduidig te beantwoorden. Er blijken nogal wat verschillen te bestaan tussen de verschillende domeinen (lexicon, fonologie, e.d.). Kinderen geïmplanteerd in de eerste twee levensjaren, vertonen na 6 jaar heel verschillende profielen: sommige staan inderdaad op hetzelfde niveau als hun normaal horende leeftijdsgenoten, maar andere hebben een globale taalachterstand, terwijl nog andere normaal scoren volgens hun leeftijd in één domein (bijvoorbeeld het lexicon) maar nog een achterstand hebben in een ander domein (bijvoorbeeld grammatica, pragmatiek) (Duchesne, Sutton & Bergeron 2009, Tobey, Thal, Niparko, Eisenberg, Quittner, Wang & The CDaCI Investigative Team, 2013). Deze bevindingen wijzen dus op een grote variatie tussen kinderen.

Bovendien leveren verschillende studies die een welbepaald domein onderzoeken ook nogal eens conflicterende bevindingen op. Een voorbeeld: een opvallend en relatief gemakkelijk meetbaar aspect van het taalgebruik is de uitspraak. Op basis van formantmetingen kan o.m. de vocaalruimte in kaart gebracht worden, en kan bepaald worden of kinderen met een CI op een gelijkaardige wijze gebruik maken van de akoestische parameters, en kunnen de verschillen en overeenkomsten onderzocht worden met de vocalen die normaal horende kinderen produceren. Dergelijk onderzoek werd uitgevoerd voor CI gebruikers met het Grieks (Nicolaidis & Sfakiannaki, 2007) en het Kroatisch (Liker, Mildner & Sindija, 2007) als moedertaal. De belangrijkste constatacie van die onderzoekers was dat de vocaalruimte van de CI gebruikers in vergelijking met normaal horende kinderen veel kleiner was, met als gevolg dat het perceptueel onder-

scheid tussen de vocalen veel kleiner werd. Op dat punt waren de bevindingen gelijklopend. Maar er waren ook duidelijke verschillen: in de studie van het Grieks was de vocaalruimte van de CI gebruikers verrat in die van de normaal horende sprekers: de vocalen waren dus meer gecentraliseerd. Maar de Kroatische CI gebruikers hadden niet alleen een kleinere vocaalruimte, die ruimte was ook in zijn geheel naar voor geschoven: de klinkers werden dus meer vooraan in de mond uitgesproken. Dus de resultaten van deze onderzoeken kwamen deels overeen (de vocaalruimte is kleiner) en verschilden op een ander vlak (de vocaalruimte is naar voor geschoven of niet). En hoe staat het met het Nederlands? Baudonck, Van Lierde, Dhooge & Corthals (2011) onderzochten de vocaalproductie van Nederlandstalige CI kinderen geïmplantéerd in het derde levensjaar (minstens) twee jaar na de implantatie, en vergeleken die met de vocaalproductie van kinderen met een conventioneel hoorapparaat, en met de vocalen van normaal horende kinderen. In tegenstelling tot de onderzoeken over het Grieks en het Kroatisch bleek dat in het Nederlands de vocaaldriehoek (de vocaalruimte gedefinieerd door de vocalen /i/, /u/ en /a/) van de CI kinderen het grootst was, die van de NH kinderen het kleinst, en die van de kinderen met een HA lag tussen die twee in. Het lijkt er dus op dat volgens de eerste twee onderzoeken CI kinderen nog een flinke inhaalbeweging moeten maken, maar dat volgens het derde onderzoek de CI kinderen na goed twee jaar op een vergelijkbaar niveau staan als NH kinderen.

Samengevat: wij zijn vertrokken van de vaststelling dat onderzoek heeft aangetoond dat kinderen na een cochleaire implantatie progressie maken in hun taal- en spraakontwikkeling. De vraag die daaruit volgde was: halen zij hun achterstand tegenover hun horende leeftijdsgenoten uiteindelijk in? Bij het beantwoorden van die vraag moeten wij heel voorzichtig zijn: er is veel variatie tussen kinderen, en er is variatie tussen de verschillende domeinen van de taal. Ten slotte leidt onderzoek over eenzelfde domein nogal eens tot tegenstrijdige bevindingen, zodat ook hier de nodige terughoudendheid vereist is.

Maar in de praktijk worden klinici ongetwijfeld geconfronteerd met de vraag *“will they catch up?”* Een ouder van een doof kind dat in aanmerking komt voor cochleaire implantatie stelt (zich) zeker de vraag: *zal mijn kind horen (zoals alle andere kinderen)?* En verder: *zal mijn kind praten zoals alle andere kinderen?* In deze bijdrage gaan wij in op die laatste vraag. Met praten worden eigenlijk twee verschillende dingen bedoeld, namelijk de

taal van het kind en de spraak van het kind. Wij gaan de spraak van het kind bekijken, los van het eigenlijke taalgebruik. Het onderzoek was bedoeld om te achterhalen of kinderen met een CI “klinken” zoals normaal horende leeftijdsgenoten, en of hun spraak verschilt van die van gehoorgestoorde kinderen met een hoorapparaat.

De aanpak van het onderzoek was heel eenvoudig. Wij maken opnames van de spraak van drie groepen kinderen van een vergelijkbare leeftijd die identiek dezelfde zinnen uitspreken. De spraak komt van normaal horende kinderen en van kinderen met een vergelijkbare gehoorbeperking in termen van gehoordrempels (PTA). Maar de ene groep van kinderen heeft een CI en de andere groep heeft een hoorapparaat (HA). De CI en de HA kinderen maken ongeveer even lang gebruik van hun gehoorhulp, nl. zes jaren. Vervolgens laten wij die spraakfragmenten beluisteren door beoordelaars die voor elk fragment bepalen of het komt van een NH, een CI, of een HA kind. De hypothese was dat als de kinderen met een CI “klinken” zoals normaal horende kinderen dan zouden zij ook als zodanig moeten geclassificeerd worden. Als zij daarentegen toch nog afwijkend klinken, dan verwachten wij dat dit gereflecteerd wordt in de beoordelingen. Wij wilden daarbij meer specifiek achterhalen of de spraak van een kind met een CI kan onderscheiden worden van de spraak van een kind met een HA.

De keuze van de beoordelaars die aan het experiment meewerkten was cruciaal. Mogelijk is de afwijking van de spraak van CI kinderen heel subtiel, en kan die enkel gedetecteerd worden door beoordelaars die een uitgebreide ervaring hebben met kinderen van die leeftijd, zowel normaal horende als kinderen met een CI en/of HA. Vanuit dat opzicht lag het voor de hand om de spraakfragmenten te laten beoordelen door logopedisten die praktijkervaring hadden met gehoorgestoorden. Anderzijds is het mogelijk dat de afwijking van de spraak van CI kinderen zo opvallend is dat er geen enkele vertrouwdeheid met de spraak van gehoorgestoorden nodig is om de spraakfragmenten accuraat te classificeren. Vandaar dat een tweede groep van beoordelaars bestond uit personen die geen enkele speciale affiniteit met de spraak van kinderen hadden, zg. “naïeve beoordelaars”. Een derde mogelijkheid is dat er wel enige affiniteit met de spraak van kinderen nodig is om op een betrouwbare manier te kunnen bepalen wat nu normaal klinkende spraak van een 6- à 7-jarige is, en welke spraak daarvan afwijkt. Daarom werd een derde groep van beoordelaars geselecteerd, namelijk leerkrachten uit het basisonderwijs die dagelijks kinderstemmen horen en dus wel degelijk

een affiniteit hebben met hoe de stem van een 6- à 7-jarige klinkt, maar geen ervaring hebben met hoe de stem van een kind met CI of HA klinkt.

### Methode

In deze sectie bespreken wij achtereenvolgens de spraakfragmenten die in het onderzoek beoordeeld werden, de eigenlijke beoordelingstaak, en de beoordelaars die aan het onderzoek meewerkten.

### Materiaal

De geluidsfragmenten die in de beoordelingstaak gebruikt werden, waren afkomstig van een imitatietaak waarin kinderen gevraagd werd om zinnnetjes te imiteren van het type "ik heb X gezegd", waarbij de X een pseudowoord was van het type "lolo", "lele", "lala", en elk woord werd gepresenteerd met klemtoon op de eerste en de tweede syllabe. Elk kind imiteerde elk zinnnetje drie keer. De imitatietaak werd geregistreerd met een digitale audiorecorder (draagbare DAT recorder DA-PI) en microfoons van het type AKG-C420. Aan de imitatietaak namen 10 congenitaal dove kinderen met een CI deel, 10 kinderen met een conventioneel hoorapparaat en 90 normaal horende kinderen. Voor elk gehorgestoord kind werd een groepje van 10 normaal horende kinderen uit dezelfde regio geselecteerd (klasgenootjes). Al deze imitaties vormden de verzameling stimuli waaruit voor de beoordelingstaak waarover wij in deze bijdrage rapporteren, geselecteerd werd.

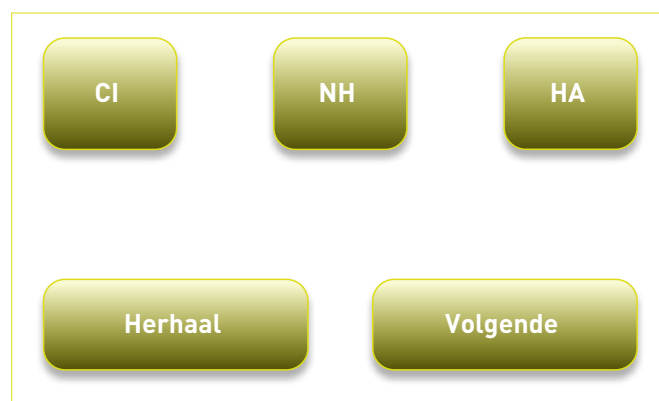
De selectie van de stimuli voor de beoordelingstaak werd als volgt uitgevoerd. Uit elke groep werden willekeurig 6 kinderen gekozen, die dus wel telkens uit dezelfde regio kwamen. De 6 CI kinderen hadden een mediaan gehoorverlies zonder CI van 118.5 dBHL en een mediaan gehoorsverlies met CI van 34 dBHL (gaande van 33 tot 42 dBHL). De leeftijd van implantatie varieerde van ca. 5 maanden tot 1 jaar en 10 maanden. Op het ogenblik van de opname van de imitatietaak waren zij tussen 6 en 8 jaar oud (mediaan 7,7 jaar), en gebruikten zij de CI gedurende 6,4 jaren (mediane waarde). De 6 HA kinderen hadden een mediaan gehoorverlies zonder hoorapparaat van 67.5 dBHL (gaande van 48 tot 75 dBHL) en van 35 dBHL met hoorapparaat (gaande van 25 tot 40 dBHL). Zij kregen hun apparaat aangemeten tijdens het eerste levensjaar (mediaan 7 maanden). Op het ogenblik van de opname waren zij 7,6 jaar oud (mediane waarde) en gebruikten zij hun hoorapparaat gedurende 7,1 jaar (mediane waarde). De 6 kinderen met normaal gehoor waren 7,0 jaar oud (mediane leeftijd).

Van elk kind werden 6 zinnen willekeurig gekozen zodat er uiteindelijk 108 stimuli geselecteerd werden voor de beoordelingstaak: 6 zinnen van elk van de 6 CI kinderen, 6 zinnen van de 6 HA kinderen en 6 zinnen van de 6 NH kinderen. Bij die selectie werd er wel over gewaakt dat dezelfde zinnnetjes even vaak voorkwamen in het stimulusmateriaal van de drie groepen kinderen.

### Beoordelingstaak

De geselecteerde zinnen werden voorgelegd aan beoordelaars (zie verder). De beoordelaars kregen de 108 stimuli in een willekeurige volgorde te horen, en moesten voor elke stimulus aangeven of het om een NH of een HA of een CI kind ging. Dat ging als volgt in zijn werk: in het softwarepakket PRAAT werd een gedwongen keuze taak ("forced choice task") geïmplementeerd. De beoordelaar zat voor een computerscherm waarop Figuur 1 verscheen. De beoordelaar hoorde een stimulus en klikte op één van de keuzetoetsen (CI, NH, HA). Daarna kwam de volgende stimulus aan de beurt, of de beoordelaar kon ervoor kiezen om de stimulus nog eens opnieuw te beluisteren alvorens zijn/haar keuze te maken. De antwoorden werden vervolgens automatisch weggeschreven naar een bestand.

Figuur 1. Gestileerde afbeelding van het computerscherm bij het uitvoeren van de beoordelingstaak.



Voordat de eigenlijke testitems aan de beurt kwamen, kregen de beoordelaars een paar voorbeelditems die de procedure voor hen verduidelijkte. De beoordelaars kregen geen instructie over hoe zij de drie groepen (NH, HA, CI) konden onderscheiden. Met andere woorden, als er een duidelijk patroon uit de antwoorden naar voren zou komen, dan zou dat niet toegeschreven kunnen worden aan de voorafgaandelijke instructie, maar wel aan inherente karakteristieken van de beoordeelde stimuli. Nadat alle 108 beoordeeld waren werd aan de beoordelaars ge-

vraagt naar hun bevindingen: op basis van welke criteria hadden zij hun beoordelingen gemaakt?

### Beoordelaars

Aan de test namen 145 volwassen beoordelaars deel. De eerste groep bestond uit 35 logopedisten (mediane leeftijd: 39 jaar) die elk ervaring hadden met kinderen van de betrokken leeftijd, en ook ervaring hadden met gehoorgestoorde kinderen. De tweede groep beoordelaars bestond uit 55 leerkrachten uit de lagere school (mediane leeftijd 43 jaar) die dagelijks in contact kwamen met 6 à 7-jarigen, maar volgens eigen zeggen weinig of geen contact hadden met gehoorgestoorde kinderen. De derde groep noemen wij de “naïeve beoordelaars”: deze groep bestond uit 55 volwassenen tussen 20 en 55 jaar (mediane leeftijd 31 jaar) die weinig of geen contact hadden met 6- à 7-jarigen.

### Verwerking

De ruwe gegevens geven wij weer als percentages: welk percentage van de categorisering is correct? Voor de statistische verwerking hebben wij gebruik gemaakt van nominale logistische regressie waarbij de percentages worden omgezet in logits. De finale modellen worden gerapporteerd in een tabel. In de resultatensectie zullen wij de geobserveerde percentages vermelden en voor significantiebepaling verwijzen naar de modellen.

### Resultaten

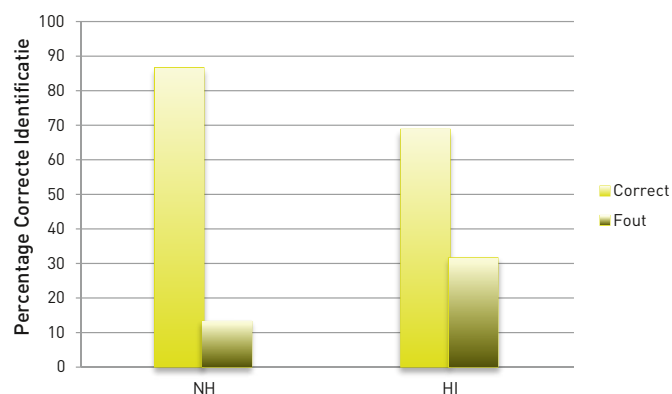
#### Het onderscheid tussen sprekers met en zonder een gehoorbeperking

De eerste onderzoeksvraag luidde: kunnen beoordelaars op basis van heel beperkte stukjes spraak op een betrouwbare manier normaal horende (NH) kinderen en kinderen met een gehoorbeperking (HI) identificeren? Bij het beantwoorden van deze vraag maken wij in eerste instantie geen onderscheid tussen kinderen met een hoorapparaat (HA) en een cochleair implantaat (CI).

Globaal genomen worden de stimuli in 74.6% correct beoordeeld. Dus in driekwart van de gevallen identificeren de beoordelaars de NH en HI kinderen correct. In Figuur 2 worden de resultaten meer in detail weergegeven: de NH kinderen worden in 86.7% van de gevallen correct geclassificeerd en de HI kinderen in 68.8%. In Tabel 1 worden de resultaten gepresenteerd van de nominale logistische regressie, met als afhankelijke variabele (de logit van) het aantal correcte classificaties, en als verklarende variabelen de stimuli (stimuli van NH en HI kinderen) en de groepen beoordelaars (de leerkrachten (LE), de lo-

gopedisten (LO), en de “naïeve beoordelaars” (NB)). De analyse toont dat de accuraatheid waarmee de spraak van NH en HI geïdentificeerd wordt, significant verschilt: de beoordelaars hebben het veel moeilijker om te bepalen wat een spraakstaal is van een HI kind dan wat een spraakstaal is van NH kind. Of anders gesteld: HI kinderen “klinken” soms als NH kinderen. In Figuur 2 geven we weer in welke percentages van de beoordelingen de spraakfragmenten correct/fout geclassificeerd werden. Met andere woorden in welk percentage van de gevallen werd een normaal horend kind ook als zodanig geïdentificeerd en in welk percentage werd een kind met een gehoorbeperking (CI of HA) als dusdanig geïdentificeerd? Figuur 2 toont duidelijk aan dat de NH kinderen accurater geïdentificeerd worden dan de HI kinderen. Met andere woorden, een NH kind wordt slechts in 13% van de gevallen als HI bestempeld, terwijl een HI kind veel frequenter (in 31%) in de NH groep wordt ondergebracht.

Figuur 2. Percentage correcte identificatie van de spraak van normaal horende kinderen (NH) en kinderen met een gehoorbeperking (HI).



Opmerkelijk is voorts dat de verschillen tussen de groepen beoordelaars heel beperkt zijn: de leerkrachten scoren het laagst, 71.7% correcte identificaties, de logopedisten scoren iets hoger met 75.4% en de “naïeve beoordelaars” zijn het accuraatst met 77.2%. De cijfers in Tabel 1 tonen dat er geen statistisch significant verschil is tussen de groepen beoordelaars (in de Effect Likelihood Ratio Test is Beoordelaars geen significant effect).

Tabel 1. Logistische regressie voor de classificatie van de spraak van NH en HI kinderen (de referentiecategorieën zijn Beoordelaars = NB, Stimuli = NH).

## Parameter Estimates

	ESTIMATE	STD ERROR	CHISQUARE	PROB > CHISQ
Intercept	1.34932861	0.0169267	6354.7	<.0001*
Beoordelaars = LE	-0.0042714	0.0236888	0.03	0.8569
Beoordelaars = LO	0.03219843	0.0258336	1.55	0.2126
Stimuli = HI	-0.5535768	0.0169267	1069.6	<.0001*
Beoordelaars = LE * Stimuli = HI	-0.2763427	0.0236888	136.09	<.0001*
Beoordelaars = LO * Stimuli = HI	-0.0144394	0.0258336	0.31	0.5762

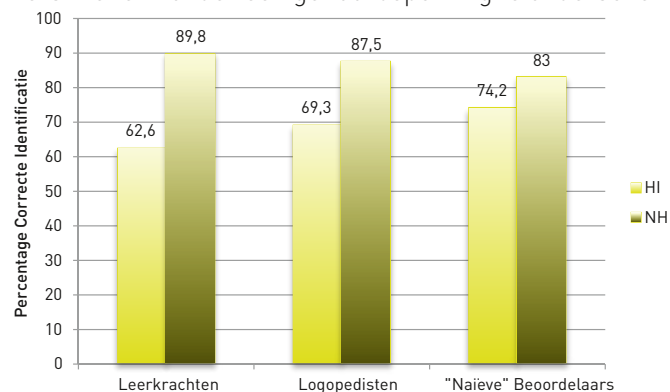
## Effect Likelihood Ratio Tests

	NPARM	DF	L-R CHISQUARE	PROB > CHISQ
Beoordelaars	2	2	2.07763747	0.3539
Stimuli	1	1	1245.19795	<.0001*
Beoordelaars * Stimuli	2	2	231.22361	<.0001*

In Figuur 3 splitsen wij de resultaten verder op: wat is de accuraatheid waarmee de drie groepen beoordelaars de NH en de HI spraak identificeerden? De grafiek toont een verschil tussen de drie groepen beoordelaars (zie Tabel 1: er blijkt een significant interactie-effect te zijn tussen de onafhankelijke variabelen Beoordelaars en Stimuli). Het staafdiagram toont dat de groep beoordelaars die het accuraatst was in het identificeren van de NH groep, nl. de leerkrachten, het minst accuraat was in het identificeren van de HI groep, en vice versa, de groep die het minst accuraat was in het identificeren van de NH spraak, nl. de "naïeve beoordelaars", was het meest accuraat voor de HI spraak.

Figuur 3. Percentage correcte identificaties van de NH en HI stimuli door de drie groepen beoordelaars.

Uit deze resultaten kunnen wij dus al afleiden dat het mogelijk is om op basis van heel korte stukjes spraak sprekers met en zonder een gehoorbeperking te onderschei-



den. Geregeld contact of ervaring met die twee groepen is niet noodzakelijk om toch tot een accurate identificatie komen: de "naïeve beoordelaars" in onze test scoorden globaal zelfs hoger dan de groep leerkrachten en de groep logopedisten.

## Het onderscheid NH - CI - HA

Is het mogelijk om verder te differentiëren tussen de spraak van kinderen met een hoorapparaat en kinderen met een cochleair implantaat? Bij het berekenen van de resultaten gaan we nu niet kijken of een kind met een HA of een CI correct geïdentificeerd werd als een kind met een gehoorbeperking (HI) zoals hierboven het geval was, maar wel of de spraak van een kind met een CI in de groep CI terecht komt en de spraak van een kind met een hoorapparaat als HA-spraak gekarakteriseerd wordt. Voor normaal horende kinderen verandert er dus niets in de verwerking van de gegevens.

Een eerste opmerkelijke bevinding is dat de accuraatheid van de identificatie veel lager ligt dan de 76% accuraatheid bij het onderscheiden van NH en HI. Het globale percentage correcte identificaties ligt nu op 53.3%. Met andere woorden, globaal genomen is de kans om op basis van een kort stukje spraak te bepalen of een kind normaal horend is, een gehoorbeperking heeft en een HA of een CI draagt, ongeveer één kans op twee. Die accuraatheid verschilt echter significant voor de drie groepen: zoals al aangegeven worden NH kinderen in 86.7% van de gevallen correct geïdentificeerd. Voor de HA en de CI kinderen liggen die percentages aanmerkelijk lager:

**Tabel 2. Nominale logistische regressie van de scores op de beoordelingstaak (de referentiecategorieën zijn Stimuli = NH, Beoordelaars = NB).**

### Parameter Estimates

	ESTIMATE	STD ERROR	CHISQUARE	PROB > CHISQ
Intercept	0.27397497	0.0198397	190.70	<.0001*
Stimuli = CI	-0.8624507	0.0261696	1086.10	<.0001*
Stimuli = HA	-0.7664797	0.0260215	867.64	<.0001*
Beoordelaars = LE	0.0010145	0.0276728	0.00	0.9708
Beoordelaars = LO	0.06113929	0.0301931	4.10	0.0429*
Beoordelaars = LE * Stimuli = CI	-0.2051131	0.0363128	31.91	<.0001*
Beoordelaars = LE * Stimuli = HA	-0.0659437	0.0359395	3.37	0.0665
Beoordelaars = LO * Stimuli = CI	0.03846194	0.0397126	0.94	0.3328
Beoordelaars = LO * Stimuli = HA	-0.0239605	0.0395785	0.37	0.5449

### Effect Likelihood Ratio Tests

	NPARM	DF	L-R CHISQUARE	PROB > CHISQ
Beoordelaars	2	2	6.50401283	0.0387*
Stimuli	2	2	3681.94483	<.0001*
Beoordelaars * Stimuli	4	4	62.7536197	<.0001*

37.8% voor HA en 35.5% voor CI. De resultaten van de nominale logistische regressie worden weergegeven in Tabel 2. Daaruit kunnen wij aflezen dat in vergelijking met de stimuli van de NH, de beoordeling van de HA (Stimuli = HA) en de CI stimuli (Stimuli = CI) significant minder accuraat zijn.

Als we die resultaten in meer detail bekijken en een confusiematrix opstellen van de classificaties, dan zien wij in Tabel 3 op de rijen de doelcategorieën, en in de kolommen de classificaties door de beoordelaars. Dat wil zeggen dat in de rij met CI de resultaten staan van de spraakfragmenten afkomstig van CI kinderen. In totaal werden die fragmenten 5220 keer beoordeeld. In 1851 (35.5%) gevallen werden zij ook effectief geoormerkt als spraak afkomstig van een CI kind. Maar in 1496 gevallen (28.7%) werden de fragmenten toegewezen aan de HA

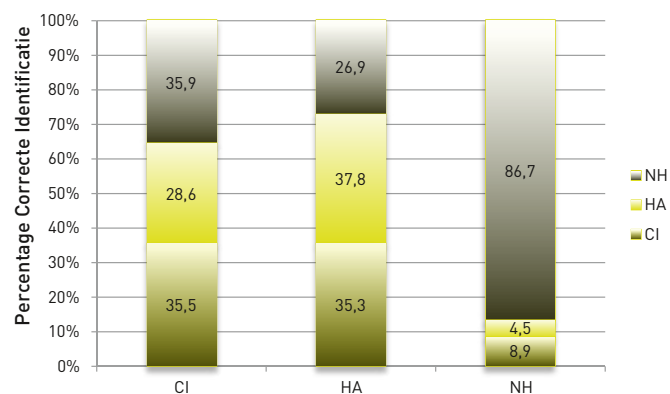
groep en in nog eens 1873 (35.9%) aan de NH groep. Dus de spraak van een CI kind wordt in ongeveer één derde van de gevallen correct beoordeeld, maar in één derde als spraak van een HA kind en in één derde van de gevallen als spraak van een NH kind gecategoriseerd. Voor de spraak van HA kinderen geeft Tabel 3 een vergelijkbaar beeld: HA kinderen worden bijna even frequent als HA dan als CI gecategoriseerd. In vergelijking met CI spraak wordt de spraak van HA kinderen net iets minder frequent als NH gecategoriseerd. In de onderste rij vinden wij de resultaten van de NH kinderen. De spraakfragmenten van de NH kinderen werden in 4524 gevallen (86.7%) ook effectief als spraak van een NH kind gecategoriseerd, in 9% als spraak van CI kinderen en in 4.5% als spraak van HA kinderen. Spraak van NH kinderen wordt dus vrij betrouwbaar geïdentificeerd, maar het differentiëren van CI en HA spraak ligt niet boven kansniveau.

**Tabel 3. Logistische regressie voor de classificatie van de spraak van NH en HI kinderen (de referentiecategorieën zijn Beoordelaars = NB, Stimuli = NH).**

	CI	DF	L-R CHISQUARE	PROB → CHISQ
CI	35.5 % N = 1851	28.7 % N = 1496	35.9 % N = 1873	5220
HA	35.3 % N = 1844	37.8 % N = 1974	28.7 % N = 1402	5220
NH	8.9 % N = 462	4.5 % N = 234	86.7 % N = 4524	5220

In Figuur 4 worden deze resultaten grafisch voorgesteld. Op de x-as staan de doelcategorieën: het kind behoort tot de groep NH, CI of HA. De staafjes in het diagram geven door middel van een kleurencode (zie legende) aan welke classificatie die fragmenten hebben gekregen. Deze figuur onderstreept nogmaals dat de NH kinderen accuraat geïdentificeerd worden. De confusie voor de CI en HA groepen daarentegen is heel groot: CI kinderen worden bijna exact even vaak als NH geclassificeerd dan als CI, en zij worden ook in een respectabel aantal gevallen als HA gekarakteriseerd. De stimuli met de HA spraak komen ook in de drie categorieën terecht, de meeste in de HA categorie, amper minder in de CI categorie, en veel minder in de NH categorie.

**Figuur 4. Classificatie van de spraak van NH, HA en CI kinderen**



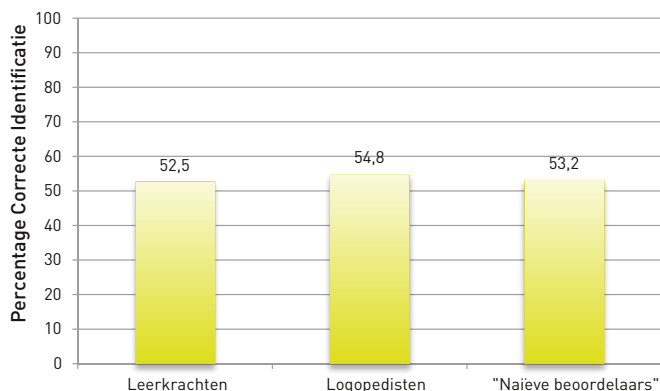
Uit deze resultaten komen dus twee grote trends naar voren: NH spraak is relatief accuraat te identificeren in vergelijking met de spraak van HA en CI kinderen. Die twee laatste groepen belanden bijna ad random in één van de drie doelcategorieën. Een vergelijking van de individuele kinderen lijkt hier dus gepast, maar zou ons te ver leiden in deze bijdrage.

### Spreiding van de responsen over de drie groepen beoordelaars

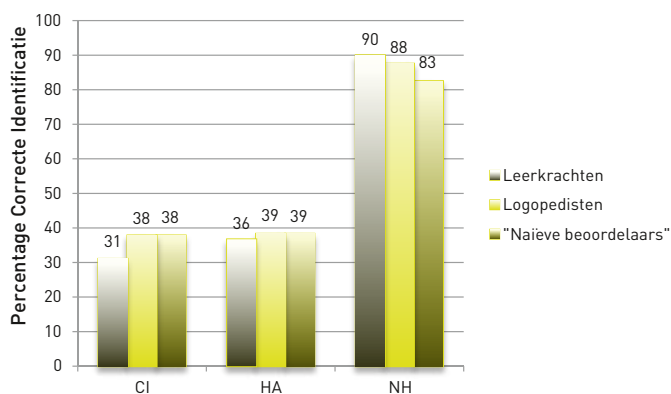
Is de differentiatie tussen de drie groepen, en dan vooral die tussen de CI en de HA spraak even gemakkelijk te maken door de drie groepen beoordelaars? Globaal genomen werd 53.3 % van de spraakfragmenten correct toegewezen aan de sprekersgroep (NH, HA, CI). De percentages correcte toewijzingen verschillen niet drastisch tussen de drie groepen: leerkrachten 52.5%, "naïeve beoordelaars" 53.2%, en logopedisten 54.8%. Als wij naar de beoordelaars kijken in Tabel 2, dan zijn de leerkrachten (Beoordelaars = LE) niet significant verschillend van de referentiecategorie, in dit geval de "naïeve beoordelaars", maar de logopedisten (Beoordelaars = LO) scoren wel significant hoger. In vergelijking met de analyse

NH – HI, verschillen de groepen beoordelaars nu dus wel significant van elkaar. Bovendien blijft ook de interactie tussen de beoordelaars en de stimuli significant: de verschillen tussen de drie groepen beoordelaars zijn anders voor de drie types stimuli (NH, HA, CI). Dat valt in Figuren 5a en 5b af te lezen uit het feit dat bijvoorbeeld de leerkrachten het minst accuraat zijn in het beoordelen van de CI stimuli, maar dan weer het meest accuraat zijn in het beoordelen van de NH stimuli.

**Figuur 5a. Accuraatheid van de beoordelingen van de NH, CA en CI spraakfragmenten door de drie groepen beoordelaars.**



**Figuur 5b. Percentage correcte classificaties per groep beoordelaars per type spraak.**



### Bespreking en conclusie

Cochleaire implantatie heeft niet alleen een faciliterend effect op de (spraak-) perceptie, maar ook op de taal- en spraakproductie. In de literatuur van de afgelopen decennia zijn al ettelijke rapporten verschenen over de progressie van vroeg geïmplanteerde congenitaal dove baby's op het vlak van de taal- en spraakproductie. Een beperkte toegang tot de omgevingstaal leidt tot een achterstand op de taal- en spraakontwikkeling. Wanneer kinderen met een gehoorbeperking de omgevingstaal beter kunnen verwerken na een cochleaire implantatie, blijkt dat hun taal en spraak er opmerkelijk door ver-

betert, en dat de taalverwerving er soms veel sneller op vooruit gaat dan bij normaal horende kinderen. Een belangrijke voorwaarde is dat de implantatie heel vroeg gebeurt: implantatie in de loop van de eerste twee levensjaren leidt tot aanmerkelijk betere resultaten dan wanneer ze later wordt uitgevoerd. Een vraag die tot op heden onbeantwoord is gebleven luidt: als congenitaal dove kinderen met een achterstand aan het taalverwervingsproces beginnen, halen zij die initiële achterstand dan uiteindelijk ook in?

In deze bijdrage hebben wij ons beperkt tot de spraak van jong geïmplanteerde kinderen. En wij hebben ons meetpunt gelegd wanneer die kinderen in de lagere school zitten, m.n. rond de leeftijd van zeven jaar. De vraag die wij wilden beantwoorden was: klinkt de spraak van jong geïmplanteerde kinderen op die leeftijd zoals die van normaal horende kinderen? De aanpak was heel praktisch: wij laten stukjes spraak van CI kinderen horen aan volwassen beoordelaars, en in het rijtje spraakfragmenten mengen wij ook fragmenten van normaal horende kinderen en van kinderen met een gehoorbeperking met een hoorapparaat.

De belangrijkste bevinding van het onderzoek is dat de spraak van de NH kinderen heel accuraat kan geïdentificeerd worden. Dat van de kinderen met een CI en een HA ook, zij het in iets mindere mate. Dat betekent enerzijds dat de spraak van zowel de CI kinderen als die van de HA kinderen nog een aantal saillante kenmerken bevat die ervoor zorgen dat de beoordelaars een toch wel accurate inschatting kunnen maken van de hoorstatus. Anderzijds betekent dit resultaat dat het verschil tussen de CI/HA kinderen en NH kinderen soms heel klein is, wat de beoordelaars ertoe leidt om die fragmenten als uitgesproken door een NH kind te categoriseren.

Wanneer de accuraatheid van de beoordelingen bekeken wordt inclusief de differentiatie tussen CI en HA, blijkt het niveau van de beoordeling flink gedaald te zijn. De spraak van CI kinderen wordt in ongeveer één derde van de gevallen correct geïdentificeerd, maar in ongeveer even veel gevallen wordt het label "NH" gegeven, en in iets minder dan één derde van de gevallen wordt het label "HA" toegekend. Dit verstevigt de indruk dat de spraak van CI kinderen in sommige geluidsfragmenten niet te onderscheiden is van die van NH kinderen, maar dat die spraak in sommige andere fragmenten nog wel erg op die van een gehorgestoord kind met een hoorapparaat lijkt. Een gelijkaardig resultaat vinden wij bij de HA kinderen: hun spraak wordt in ongeveer 40% van de ge-

vallen correct geïdentificeerd, maar bijna even frequent krijgt hun spraak het label "spraak van een CI kind".

Samengevat lijken de resultaten van ons onderzoek aan te geven dat de spraak van kinderen met een gehoorbeperking een aantal opmerkelijke kenmerken vertoont die die spraak duidelijk doen verschillen van de spraak van NH kinderen. Het blijkt echter zeer moeilijk te zijn om de spraak van CI en HA kinderen te differentiëren. Hier rijzen uiteraard onmiddellijk een aantal vervolgvragen: over welke kenmerken gaat het? Vinden wij die kenmerken terug bij één of een paar kinderen en bij de andere niet? Met die laatste vraag zitten wij meteen ook bij een belangrijke beperking van het gerapporteerde onderzoek: het spraakmateriaal kwam "maar" van zes CI, NH en HA kinderen, wat uiteraard te beperkt is om definitieve conclusies te trekken met betrekking tot individuele variatie. Bovendien ging het "maar" over zes uitingen per kind, wat ook weer geen uitgebreide basis is om de beoordelingen op variatie te onderzoeken. Vervolgonderzoek zal dan ook gericht zijn op het uitbreiden van de empirische basis.

De samenstelling van de groep beoordelaars was een tweede variabele die in het onderzoek aan bod kwam. Wij gingen uit van de vraag: is vertrouwdsheid met de spraak van kinderen en meer bepaald kinderen met een gehoorbeperking vereist om tot een accurate identificatie van spraak van NH, HA en CI kinderen te komen? Wij verwachtten dat als het verschil tussen de spraak van de drie groepen kinderen heel klein en subtiel is, het onderscheid tussen de NH en de HI kinderen misschien wel betrouwbaar zou kunnen gemaakt worden door de deelnemende logopedisten, maar zeker niet door de "naïeve" beoordelaars. Dat bleek echter niet zo te zijn: het onderscheid tussen normaal horende kinderen en kinderen met een gehoorbeperking is zo opvallend dat de "naïeve" beoordelaars, die geen speciale affiniteit met de doelgroep hadden, globaal zelfs de hoogste score halen van de drie groepen beoordelaars. De statistische analyse wees uit dat de factor "beoordelaar" niet significant is.

In tegenstelling tot het accuraat identificeren van de spraak van NH en HI kinderen was de differentiatie tussen de spraak van kinderen met een CI en die van kinderen met een HA veel moeilijker. Dat betekent dat terwijl het onderscheid NH – HI relatief gemakkelijk kan gemaakt worden, er geen duidelijk verschil is tussen de spraak van congenitaal dove kinderen met een CI en slechthorende kinderen met een HA met een vergelijkbaar gehoorverlies. Hier dient bij aangestipt te worden



dat er wel een significante interactie was tussen het type beoordelaar en het type spraak: de leerkrachten waren beduidend beter dan de andere beoordelaars in het identificeren van de spraak van de normaal horende kinderen. Ervaring met de spraak van normaal horende kinderen kan hier in hun voordeel gewerkt hebben. Bij het differentiëren van de spraak van de HA en de CI kinderen waren er ook significante verschillen tussen de groepen beoordelaars: de ervaring van de logopedisten speelde daar mogelijk een belangrijke rol in. Enkel de leerkrachten scoren significant lager bij het beoordelen van de CI en HA kinderen.

De deelnemers aan onze bevraging kregen achteraf ook de kans om aan te geven op basis waarvan zij de drie groepen van kinderen gedifferentieerd hadden. De respondenten konden vrij antwoorden op de vraag, er werd hen m.a.w. geen standaard vragenlijst voorgelegd. De spraak van de NH kinderen werd gekarakteriseerd als "Zij spreken het duidelijkst", "Zij hebben een correcte/goede uitspraak/articulatie", "Zij spreken snel, met een normaal volume", "Zij hebben een goede/normale intonatie". Voor de spraak van zowel de CI als de HA kinderen vernoemden onze respondenten ongeveer dezelfde karakteristieken: "Zij spreken het slechtst van allemaal", "De articulatie is niet zoals het hoort (niet duidelijk)", "Zij spreken stiller en trager", "Zij spreken lispelend en met nasale klanken". Opmerkelijk is dus dat onze respondenten in hun kwalitatieve beoordelingen dezelfde aspecten benadrukken voor de CI en de HA kinderen, wat de uitkomst van de kwantitatieve analyse lijkt te bevestigen: die twee groepen "klinken" gelijkaardig.

In dit artikel hebben wij de vraag trachten te beantwoorden of de spraak van congenitaal dove kinderen met ca. 6 jaar ervaring met hun implantaat klinkt zoals die van normaal horende kinderen of eerder zoals die van slecht-horende kinderen met een hoorapparaat met ongeveer hetzelfde gehoorverlies. Wij kunnen concluderen dat er inderdaad nog vrij goed detecteerbare verschillen zijn tussen NH kinderen en kinderen met een CI/HA. Zonder (veel) voorkennis waren ook "naïeve" beoordelaars en leerkrachten in staat om dat verschil op te merken. Dus zonder kennis over hoe de spraak van kinderen met gehoorproblemen klinkt en zonder voorkennis over HA en CI, waren de "naïeve" beoordelaars en de leerkrachten ongeveer even accuraat als de logopedisten in het differentiëren van kinderen met een CI of een HA en normaal horende kinderen. De volgende vraag is natuurlijk: wat zijn die verschillen precies? In vervolgonderzoek zullen wij ons vooral richten op de meetbare aspecten van de

kinderspraak, o.m. segmentele aspecten zoals vocaal-kwaliteit, en suprasegmentele kenmerken zoals de realisatie van klemtoon, intonatie en spreeknelheid.

### Noot

Deze bijdrage is gebaseerd op de scripties van L. Schalck, D. Mens en I. Plottier. Veel dank aan de kinderen die aan dit onderzoek hebben meegewerkt, en vooral ook aan de volwassen beoordelaars die met veel enthousiasme aan dit onderzoek hebben meegewerkt.

### Referenties

Baudonck, N., Van Lierde, K., Dhooge, I., & Corthals, P. (2011). A comparison of vowel productions in prelingually deaf children using cochlear implants, severe hearing-impaired children using conventional hearing aids and normal-hearing children. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 63, 154-160.

Duchesne, L., Sutton, A., & Bergeron, F. (2009). Language achievement in children who received cochlear implants between 1 and 2 years of age: Group trends and individual patterns. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(4), 465-485.

Fitzpatrick, E., Olds, J., Gaboury, I., McCrea, R., Schramm, D., & Durieux-Smith, A. (2012). Comparison of outcomes in children with hearing aids and cochlear implants. *Cochlear Implants International*, 13(1), 5-15.

Liker, M., Mildner, V., & Sindija, B. (2007). Acoustic analysis of the speech of children with cochlear implants: A longitudinal study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21(1), 1-11.

Nicolaidis, K., & Sfakiannaki, A. (2007). An acoustic analysis of vowels produced by Greek speakers with hearing impairment. *Proceedings of 16th International Congress of Phonetic Sciences (pp. 1969-1972)*. Saarbrücken.

Nicolas, J., & Geers, A. (2007). Will they catch up? The role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 1048-1062.

Schauwers, K. (2006). *Early speech and language development in deaf children with a cochlear implant: a longitudinal investigation*. (PhD), University of Antwerp, Antwerp.

Szagon, G., & Stumper, B. (2012). Age or experience? The influence of age at implantation and social and linguistic environment on language development in children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55, 1640-1654.

---

## Artikels

---

Tobey, E., Thal, D., Niparko, J., Eisenberg, L., Quittner, A., Wang, N., & the CDaCI Investigative Team. (2013). Influence of implantation age on school-age language performance in pediatric cochlear implant users. *International Journal of Audiology*, 52(4), 219-229.

### **Correspondentieadres**

Steven Gillis  
Computational Linguistics and Psycholinguistics  
Department of Linguistics  
University of Antwerp  
Prinsstraat 13  
2000 Antwerpen

Tel.: +32 (0)474 221421 (mobile)

Tel.: +32 (0)3 2655240 (office)

Fax: +32 (0)3 2755898

email: [steven.gillis@uantwerpen.be](mailto:steven.gillis@uantwerpen.be)

<http://www.clips.ua.ac.be/~gillis>