

Titel

Taalontwikkeling na vroege cochleaire implantatie: uitkomsten op lange termijn in vergelijking met normaalhorende leeftijdsgenoten

Auteurs

Jolien Faes

Affiliatie: Computational Linguistics & Psycholinguistics Research Center (CLiPS), Universiteit Antwerpen

Steven Gillis

Affiliatie: Computational Linguistics & Psycholinguistics Research Center (CLiPS), Universiteit Antwerpen

Correspondentieadres

Naam: Jolien Faes

Adres: Prinsstraat 13, 2000 Antwerpen

Telefoonnummer: +32 03 265 5231

E-mail: jolien.faes@uantwerpen.be

ABSTRACT

Verschillende aspecten uit vroege taalverwerving hebben een invloed op latere geletterdheid, zoals fonologische, morfologische en syntactische ontwikkeling. In deze studie gaan we na of de spraak- en taalontwikkeling van dove kinderen met een cochleair implantaat op deze domeinen vergelijkbaar is met de spraak- en taalontwikkeling van hun normaalhorende leeftijdsgenootjes. Negen Nederlandstalige kinderen met een cochleair implantaat werden jaarlijks gevolgd tot op zevenjarige leeftijd en vergeleken met een controlegroep van normaalhorende kinderen. We onderzochten fonologische ontwikkeling (accuraatheid en complexiteit), morfologische ontwikkeling (inflectie) en syntactische ontwikkeling (gemiddelde zinslengte) in spontaan gesproken taal. Onze resultaten tonen aan dat kinderen met een cochleair implantaat een achterstand hebben in vergelijking met hun normaalhorende leeftijdsgenootjes voor alle onderzochte aspecten. Maar, de kinderen met een cochleair implantaat maken een inhaalbeweging en komen op hetzelfde niveau als normaalhorende kinderen. Voor fonologische en morfologische ontwikkeling was dit op vijfjarige leeftijd, voor syntactische ontwikkeling op zevenjarige leeftijd. Bij de overgang van het kleuter- naar het lager onderwijs lijken kinderen met een cochleair implantaat dus alvast voor fonologische en morfologische ontwikkeling eenzelfde startpunt te hebben.

Trefwoorden: Cochleaire implantatie, fonologische ontwikkeling, grammaticale ontwikkeling, accurateid (PPC), complexiteit (pMLU), zinslengte (MLU), inflectie (MSP)

INLEIDING

In het Vlaamse onderwijssysteem vindt de overgang van het kleuter- naar het lager onderwijs doorgaans plaats op vijfjarige leeftijd. Bij aanvang wordt er sterk ingezet op enkele cruciale basisvaardigheden, waaronder leren lezen en schrijven, kortom geletterdheid. Er zijn verschillende aspecten uit de vroege taalverwerving die een effect hebben op de geletterdheid op latere leeftijd, zoals expressieve morfologie en syntaxis, fonologische verwerking, spraakproductie, woordenschat, etc. (Catts, 1997; Dickinson, McCabe, Anastasopoulos, Peisner-Feinberg, & Poe, 2003; Moeller, Tomblin, Yoshinaga-Itano, Connor, & Jerger, 2007). Vaardigheden op fonologisch-, lexicaal- en zinsniveau zijn belangrijk om onder meer woorden te decoderen in lees- en schrijfprocessen.

De kans op problemen met geletterdheid is beduidend groter bij dove kinderen dan bij normaalhorende (NH) leeftijdsgenoten (Wauters, Van Bon, & Tellings, 2006). In vergelijking met dove kinderen, zijn de mondelinge taalvaardigheden van kinderen met een cochleair implantaat (CI-kinderen) aanzienlijk beter. Dat blijkt onder meer uit onderzoek naar de verschillen in taalontwikkeling bij CI-kinderen voor en na cochleaire implantatie. Zo is er na implantatie een vooruitgang gevonden voor zowel de perceptie als de productie van spraak en voor de verstaanbaarheid van de spraakproductie (e.g. Spraakproductie en verstaandbaarheid: Tobey & Hasenstab, 1991; Tobey, Pancamo, Staller, Brimacombe, & Beiter, 1991; Perceptie: Tyler et al., 1997). Ook bij CI-kinderen is er een verband tussen hun taalontwikkeling op vroege leeftijd (fonologische verwerking en bewustzijn, morfologische en syntactische ontwikkeling, spraakproductie, woordenschat, etc.) en ontluikende geletterdheid op latere leeftijd (Desjardin, Ambrose, & Eisenberg, 2009; Le Normand, Simon, & Leybaert, 2014; Spencer, Barker, & Tomblin, 2003).

In deze studie bekijken we de spraakproductie, de morfologische ontwikkeling en de syntactische ontwikkeling van CI-kinderen. Onder meer deze drie factoren blijken immers een effect te hebben op de geletterdheid bij zowel CI-kinderen als NH-kinderen. Concreet vragen we ons af of de taalontwikkeling van de CI-kinderen op een bepaald moment gelijkend is aan die van NH-kinderen. Als dat het geval is, kunnen we ervan uitgaan dat dit ook een positief effect heeft op de verdere taalontwikkeling en de ontwikkeling van geletterdheid bij de overgang naar het lager onderwijs. Met

andere woorden, we onderzoeken of de fonologische, de morfologische en de syntactische ontwikkeling van CI-kinderen op vijfjarige leeftijd op hetzelfde niveau staat als die van NH-kinderen. Fonologische ontwikkeling wordt geoperationaliseerd als fonologische complexiteit en fonemische accuraatheid van de spraakproductie, morfologische ontwikkeling als de ontwikkeling van inflectie en syntactische ontwikkeling als de gemiddelde zinslengte. In wat volgt, zullen we de literatuur bespreken met betrekking tot elk van deze deelaspecten.

Fonologische ontwikkeling

In deze studie zullen we de fonologische complexiteit en de fonemische accuraatheid van de spraakproductie bekijken voor Nederlandssprekende CI-kinderen in vergelijking met NH-leeftijdgenootjes. Daarbij beperken we ons tot een analyse op woordniveau. We gebruiken *Percentage of Phonemes Correct* (PPC) om accuraatheid te meten en *Phonological Mean Length of Utterance* (pMLU) om fonologische complexiteit van woordproducties te berekenen. In de volgende paragraaf lichten we beide maten kort toe.

PPC is een frequent gebruikte maat om accuraatheid op woordniveau te meten (Shriberg, Austin, Lewis, McSweeney, & Wilson, 1997; Shriberg & Kwiatkowski, 1982). PPC wordt berekend door het aantal correct geproduceerde fonemen te delen door het totaal aantal fonemen van het doelwoord. Bijvoorbeeld, het doelwoord *broek* /bruk/ uitgesproken als /blu/ heeft een PPC van 50%: het kind produceert 2 fonemen correct, gedeeld door een totaal aantal fonemen van 4. Naast PPC om accuraatheid te meten, wordt pMLU frequent gebruikt om fonologische complexiteit van woordproducties in kaart te brengen (Ingram, 2002). pMLU geeft een indicatie van de gemiddelde woordlengte en het gemiddeld aantal correcte consonanten. Om pMLU te berekenen, wordt het totaal aantal geproduceerde fonemen – ongeacht hun accuraatheid – opgeteld bij het aantal correct geproduceerde consonanten. Voor het doelwoord *broek* /bruk/ uitgesproken als /blu/ is de pMLU-waarde dan 4 (3 fonemen + 1 correct geproduceerde consonant). Meer informatie is terug te vinden in de methodesectie.

Een grondige analyse van de literatuur leert ons dat de complexiteit van woordproducties en de accuraatheid op woordniveau van CI-kinderen lager ligt dan die van NH-kinderen tot op vijfjarige

leeftijd. Voor het Nederlands werden de accuraatheid en de complexiteit van spraakproductie van CI-kinderen enkel kort na implantatie bestudeerd. Zo toonde Van den Berg (2012) aan dat de mediane proportie van accurate woordproducties lager is bij CI-kinderen in vergelijking met NH-kinderen. Op tweejarige leeftijd is de accuraatheid 58% in de CI-groep ten opzichte van 66% in de NH-groep. In een longitudinaal sample van dezelfde groep CI-kinderen tussen 24 en 30 maanden werd verder aangetoond dat de accuraatheid en fonologische complexiteit van CI-kinderen lager ligt dan die van NH-kinderen (pMLU) (Schauwers, Gillis, & Govaerts, 2008; Schauwers, Taelman, Gillis, & Govaerts, 2008). Voor het Nederlands zijn er verder geen studies te vinden die de evolutie op latere leeftijd bestuderen. Zulke studies zijn wel voorhanden voor het Engels. Zo ligt de accuraatheid op woordniveau van CI-kinderen lager dan die van NH-kinderen op drieënhalf jaar: 53% ten opzichte van 83% (Ertmer, Kloiber, Jung, Kirleis, & Bradford, 2012). Ook uit een standaard articulatie-test blijkt dat CI-kinderen lager scoren dan NH-kinderen op driejarige, vierjarige en vijfjarige leeftijd (Eriks-Brophy, Gibson, & Tucker, 2013).

Morfologische ontwikkeling

Naast de fonologische ontwikkeling vergelijken we ook de morfologische ontwikkeling en meer bepaald de ontwikkeling van inflectie in beide groepen kinderen. Inflectie zal in deze studie gemeten worden aan de hand van *Mean Size of Paradigm* (MSP) (Xanthos & Gillis, 2010). MSP is een maat om paradigmatische ontwikkeling in kaart te brengen en geeft het gemiddeld aantal geflecteerde woordvormen per lemma weer. Meer details zijn terug te vinden in de methodesectie.

Uit de literatuur blijkt dat CI-kinderen meer problemen hebben met inflectie in vergelijking met NH-kinderen. Zo zijn Engelssprekende CI-kinderen minder accuraat in het markeren van de werkwoordstijd tot vijf jaar na implantatie (Guo, Spencer, & Tomblin, 2013). Duitssprekende CI-kinderen zijn minder accuraat in het markeren van het geslacht en de naamval van lidwoorden en meervouden (Laaha, Blineder, & Gillis, 2015; Szagun, 2002). Daarenboven laten deze CI-kinderen ook vaker het lidwoord en de meervoudsmarkering weg, in tegenstelling tot NH-kinderen, die deze vormen wel produceren, evenwel niet correct. Voor het Nederlands zijn er tot slot gelijkaardige vaststellingen: CI-kinderen laten de meervoudsmarkering vaak weg (Laaha et al., 2015) en hebben

moeilijkheden met de werkwoordsinflectie, meer bepaald met het markeren van de verleden tijd en met congruentie tussen onderwerp en werkwoord (Hammer, 2010). Hoewel CI-kinderen een achterstand hebben in vergelijking met NH-kinderen, toont Hammer (2010) aan dat inflectie vergelijkbaar is bij CI-kinderen en NH-kinderen op zevenjarige leeftijd. Hammer (2010) gebruikte hiervoor wel een cross-sectionele groep van CI-kinderen. In deze studie zullen we de ontwikkeling van inflectie bij een longitudinaal gevolgde groep Nederlandssprekende CI-kinderen nagaan.

Syntactische ontwikkeling

Naast de fonologische en morfologische ontwikkeling, bestuderen we tot slot de syntactische ontwikkeling van beide groepen kinderen door middel van Brown's *Mean length of Utterance* (MLU, 1973). MLU geeft een indicatie van de complexiteit van zinsuitingen, zonder evenwel de correctheid van woordvolgorde en dergelijke mee te nemen (Hammer, 2010). MLU kan op verschillende manieren berekend worden. Zoals voorgesteld door Brown (1973), is MLU gelijk aan de ratio van het aantal morfemen op het aantal uitingen – ook wel de MLU in morfemen genoemd. Er zijn echter sterke correlaties met de berekeningen van MLU in woorden en MLU in syllaben (Hickey, 1991). Meer informatie over de berekeningen van MLU zijn terug te vinden in de methodesectie.

Bij NH-kinderen neemt de MLU toe naarmate ze ouder worden (Rice et al., 2010). Bij CI-kinderen is er een toename naarmate ze hun implantaat langer dragen (Schauwers, 2006). Toch zijn er in de literatuur verschillen gevonden tussen de MLU van NH-kinderen en die van CI-kinderen. Bijvoorbeeld voor Franssprekende en Duitssprekende CI-kinderen ligt de MLU op vijfjarige leeftijd lager dan die van NH-leeftijdsgenootjes (Frans: Ouellet, Le Normand, & Cohen, 2001; Duits: Szagun, 2001; Szagun, 2002). Voor Engelssprekende CI-kinderen is de MLU lager in vergelijking met NH-kinderen tot achtjarige (Nicholas & Geers, 2007; Nittrouer, Caldwell-Tarr, Sansom, Twersky, & Lowensthein, 2014; Nittrouer, Sansom, Low, Rice, & Caldwell-Tarr, 2014); voor Nederlandssprekende CI-kinderen ligt de MLU lager tot op tweeënhalf jarige leeftijd (Schauwers, 2006). Echter, voor Engelssprekende en Nederlandssprekende werd er ook een inhaalbeweging gevonden. Nicholas & Geers (2007) toonden aan dat de MLU van vroeg geïmplanteerde CI-kinderen – d.w.z. voor tweeënhalf – vergelijkbaar is met die van hun NH-leeftijdsgenootjes op viereneenhalf

jarige leeftijd. Hammer (2010) kwam tot eenzelfde conclusie voor een cross-sectionele groep Nederlandssprekende CI-kinderen op achtjarige leeftijd. In deze studie vergelijken we de MLU van Nederlandssprekende CI-kinderen met die van NH-kinderen. In tegenstelling tot Hammer (2010) werden de CI-kinderen in deze studie longitudinaal gevolgd.

METHODE

Proefpersonen

In deze studie vergelijken we twee groepen kinderen met elkaar: een groep congenitaal dove kinderen met een cochleair implantaat (CI-kinderen) en een groep normaalhorende kinderen (NH-kinderen). Alle kinderen zijn moedertaalsprekers van het Nederlands.

De eerste groep kinderen bestaat uit 9 CI-kinderen die longitudinaal gevolgd werden: maandelijks vanaf implantatie tot 30 maanden na implantatie en jaarlijks tussen drie en zeven. Voor implantatie bedroeg het gemiddelde gehoorverlies (Pure Tone Average PTA) 112.56 dB HL. Alle kinderen kregen een Nucleus-24 implantaat. De gemiddelde implantatieleeftijd was 1 jaar (SD = 5 maanden) en de gemiddelde leeftijd waarop het implantaat geactiveerd werd, was 1 jaar en 1 maand (SD = 5 maanden). Na implantatie verbeterde de PTA tot 32.33 dB HL. Alle CI-kinderen kregen 2 tot 3 keer per week logopedische begeleiding. In Tabel 1 wordt gedetailleerde informatie per kind weergegeven.

Tabel 1. Auditieve kenmerken van de CI-kinderen

ID	Gehoorverlies (PTA)	PTA met CI	Leeftijd 1 ^e CI	Leeftijd activatie 1 ^e CI	Leeftijd 2 ^e CI	Leeftijd 1 ^e woordproductie
S1	120	35	1;1	1;3	6;3	1;8
S2	120	27	0;6	0;8	4;8	1;4
S3	115	25	0;10	1;0	5;10	1;8
S4	113	42	1;6	1;7	-	1;8
S5	93	32	1;5	1;6	6;4	1;6
S6	120	37	0;9	0;10	-	1;4
S7	117	23	0;5	0;6	1;3	1;3
S8	112	42	1;7	1;9	-	1;11
S9	103	28	0;9	0;10	1;11	1;3
<i>Gemiddelde</i>	<i>112.56</i>	<i>32.33</i>	<i>1;0</i>	<i>1;1</i>	<i>4;4</i>	<i>1;6</i>
<i>SD</i>	<i>9.12</i>	<i>7.11</i>	<i>0;5</i>	<i>0;5</i>	<i>2;3</i>	<i>0;3</i>

PTA = Pure Tone Average (in dB HL = decibel hearing level)

Leeftijden worden voorgesteld als jaren;maanden

- = geen 2^e implantaat

De controlegroep van NH-kinderen kan onderverdeeld worden in twee subgroepen. Een eerste subgroep van 30 NH-kinderen werd longitudinaal en maandelijks gevolgd tussen 6 en 24 maanden. De tweede subgroep bestaat uit – in totaal – 61 kinderen: 10 tweejarigen (gemiddelde leeftijd = 2 jaar en 1 maand, SD = 1 maand), 9 driejarigen (gemiddelde leeftijd 3 jaar, SD = 1 maand), 12 vierjarigen (gemiddelde leeftijd = 4 jaar, SD = 1 maand), 10 vijfjarigen (gemiddelde leeftijd = 5 jaar, SD = 1 maand), 10 zesjarigen (gemiddelde leeftijd = 6 jaar, SD = 3 maanden) en tot slot 10 zevenjarigen (gemiddelde leeftijd = 6 jaar en 11 maanden, SD = 2 maanden). Deze groep is een cross-sectionele groep. Er is met andere woorden slechts 1 databestand per kind.

Dataverzameling en –transcriptie

De dataverzameling bestond uit maandelijks en jaarlijkse video-opnames van spontane interacties tussen het kind en één of meerdere volwassenen (meestal de ouder(s)). De video-opnames duurden 60 tot 90 minuten en bestonden de interacties rond vertelprenten, prentenboeken, etc.

Uit elke video-opname selecteerden we in totaal 20 minuten afgeronde interacties waarin het kind het meest spraakzaam was. Deze selecties werden getranscribeerd in het programma CLAN, gebruik makend van de CHAT-conventies (MacWhinney, 2000). De transcripties bevatten zowel een orthografische transcriptie als een fonemische transcriptie in DISC-symbolen en met klemtoonmarkering. Vervolgens werden fonemische transcripties van de doelwoorden aan de transcripties toegevoegd, eveneens in DISC-symbolen en met klemtoonmarking. Daarna werd elke fonemische transcriptie van de uiting van het kind ('replica') opgelijnd met de doeluiting ('target' of doelwoord). Tot slot werd elke woordvorm automatisch gelemmatiseerd en manueel gedisambiguerd.

We berekenden de overeenkomst tussen transcribenten om de betrouwbaarheid van de transcripties na te gaan. Ten eerste hertranscribeerden we 65% van de data orthografisch. De mediane overeenkomst voor het aantal woorden per uiting was 90.88% (81.50 – 97.25%); de mediane overeenkomst voor de woorden zelf 81.38% (69.50 – 92.63%). Ten tweede werd de betrouwbaarheid van de fonetische transcripties bekeken op basis van 10% van de data. De overeenkomst tussen transcribenten bedroeg gemiddeld 72.66%. Meer informatie over de participanten en de verzameling en transcriptie van de data is terug te vinden in o.a. Schauwers (2006) en Van den Berg (2012).

Analyses

De taalontwikkeling van de twee groepen kinderen werd op verschillende manieren met elkaar vergeleken. Eerst bestuderen we de fonologische ontwikkeling en meer bepaald complexiteit en accuraatheid van woordproducties. Vervolgens bekijken we de grammaticale ontwikkeling en meer bepaald de ontwikkeling van syntaxis (syntagmatische ontwikkeling) en de ontwikkeling van inflectie (paradigmatische/morfologische ontwikkeling).

Fonologische ontwikkeling

Een eerste aspect van de taalontwikkeling is de fonologische complexiteit en de accuraatheid van woordproducties. Daarvoor vergelijken we alle fonemische transcripties van de replica's (kinderuitingen) met de fonemische transcripties van de doelwoorden (targets). Er werden twee analyses uitgevoerd: ten eerste PPC (*Percentage of Phonemes correct*) en ten tweede pMLU (*Phonological Mean Length of Utterance*). In voorbeeld (1) wordt de berekening van zowel PPC als pMLU weergegeven. Om PPC te berekenen, wordt het totaal aantal correct geproduceerde fonemen gedeeld door het totaal aantal fonemen in het doelwoord (1a + 1b). pMLU wordt berekend door het totaal aantal geproduceerde fonemen op tellen bij het totaal aantal correct geproduceerde consonanten (1a). Daarbij kan het totaal aantal geproduceerde fonemen niet hoger zijn dan het totaal aantal fonemen in het doelwoord, zoals weergegeven in voorbeeld (1b).

(1)	Doelwoord	Uiting kind	PPC	pMLU
	(1a) /bruk/	/blup/	2 correcte fonemen/4 in totaal = 0.50 of 50%	4 fonemen + 1 correcte consonant = 5
	(1b) /bom/	/poms/	1 correcte fonem/3 in totaal = 0.33 of 33%	3 fonemen + 1 correcte consonant = 4

Grammaticale ontwikkeling

Een tweede aspect van de taalontwikkeling is de syntagmatische ontwikkeling. We berekenen daarvoor de gemiddelde uitingslengte (*Mean Length of Utterance* MLU) per leeftijd per kind. MLU geeft een indicatie van syntagmatische ontwikkeling en wordt berekend door het aantal woorden per uiting te delen door het aantal uitingen, zoals weergegeven in voorbeeld (2).

(2) uiting 1	<i>ik spelen mama</i>	3 woorden
uiting 2	<i>ik ook spelen mama</i>	4 woorden
MLU: (3 woorden + 4 woorden) / 2 uitingen = 3.5		

Tot slot bekijken we ook de paradigmatische ontwikkeling aan de hand van de gemiddelde grootte van het paradigma (*Mean Size of Paradigm* MSP). MSP geeft een indicatie van het aantal geflecteerde vormen (verbogen lexicon |F|) per lemma (lexicon met stamvormen |L|). Zoals weergegeven in (3), is MSP de ratio van het verschillend aantal verbogen vormen (|F|) per lemma (|L|):

$$(3) \text{ MSP} = \frac{|F|}{|L|}$$

Neem bijvoorbeeld een staal van $N = 7$, met de volgende Nederlandse geflecteerde woordvormen: *boek, ben, zijn, boekje, waren, auto, boek*. In dit voorbeeld bevat het geflecteerde lexicon |F| 6 verschillende geflecteerde vormen (*boek, boekje, ben, zijn, waren, auto*) en het lexicon met stamvormen |L| 3 lemma's (*boek, zijn, auto*). De MSP is bijgevolg 2.

Statistische analyses

Statistische analyses werden uitgevoerd in JMP[®] Pro 12, aan de hand van multilevel modellen (Baayen, 2008). Er zijn twee delen in de analyses: (1) de fonologische ontwikkeling (accuraatheid en complexiteit) en (2) de grammaticale ontwikkeling (MLU en MSP). Onze hoofdvraag was: bereiken CI-kinderen een vergelijkbaar niveau van fonologische en grammaticale ontwikkeling bij de overgang naar de lagere school?

We vergelijken de fonologische ontwikkeling (PPC en pMLU) van beide groepen kinderen vanaf het begin van de eerste woordproducties tot op vijfjarige leeftijd. Tussen 14 en 30 maanden hadden we longitudinale data, tussen drie en vijf cross-sectionele data. Om de grammaticale ontwikkeling (MLU en MSP) te vergelijken, gebruikten we de cross-sectionele data tussen twee en vijf.

RESULTATEN

Fonologische ontwikkeling

De fonologische ontwikkeling van CI-kinderen werd op twee verschillende manieren in kaart gebracht: enerzijds de accuraatheid van hun spraakproducties aan de hand van PPC, anderzijds de complexiteit van hun spraakproducties aan de hand van pMLU. In wat volgt, bespreken we eerst het longitudinaal deel van de analyses, daarna gaan we verder in op de cross-sectionele analyses tussen drie en vijf jaar.

De resultaten van de longitudinale analyses tussen 14 en 30 maanden voor PPC en pMLU zijn terug te vinden in Tabel 2. De PPC- en de pMLU-waarde van CI-kinderen ligt lager in vergelijking met NH-kinderen. Met andere woorden, de woordproducties van CI-kinderen zijn zowel minder accuraat als minder complex. Maar, naarmate kinderen ouder worden, nemen de accuraatheid (PPC) en de complexiteit (pMLU) toe. Deze toename is vergelijkbaar in beide groepen kinderen wat betreft PPC, maar de toename van de complexiteit (pMLU) is sterker in CI-kinderen. In Figuur 1 wordt de ontwikkeling van PPC met de leeftijd voor beide groepen kinderen voorgesteld, in Figuur 2 die van pMLU.

Tabel 2. Resultaten voor de onafhankelijke variabelen longitudinale analyse PPC

	PPC			pMLU		
	Schatting	SE	p	Schatting	SE	p
Intercept	-0.30	0.20	0.1452	1.36	0.34	0.0003
Leeftijd	0.08	0.01	<0.0001	0.09	0.01	<0.0001
Hoorstatus CI	-0.24	0.07	0.0008	-0.43	0.09	<0.0001
Hoorstatus CI x Leeftijd	0.01	0.01	0.4969	0.04	0.01	0.0057

SE = Standard error

Gelieve hier Figuren 1 en 2 in te voegen

De resultaten van de cross-sectionele analyses voor zowel PPC als pMLU op drie-, vier- en vijfjarige leeftijd zijn te vinden in Tabellen 3, 4 en 5 respectievelijk.

Accuraatheid van spraakproducties werd ook tussen drie en vijf gemeten door middel van PPC. Zowel op driejarige als op vierjarige leeftijd is de PPC van CI-kinderen significant lager dan die van NH-kinderen (Tabel 3 en Tabel 4). Tot op vierjarige leeftijd zijn de woordproducties van CI-kinderen dus minder accuraat. Verder blijkt uit Tabel 5 dat het effect van Hoorstatus niet meer significant is op

vijfjarige leeftijd. Met andere woorden, de PPC, en dus de accuraatheid, van CI-kinderen is vergelijkbaar met die van NH-kinderen op vijf jaar. In Figuur 3 is het verschil tussen beide groepen kinderen voorgesteld.

Naast accuraatheid bekeken we ook de complexiteit (pMLU) van de spraakproducties tussen drie en vijf. Onze resultaten tonen aan dat CI-kinderen ook voor dit aspect van het taalgebruik op een vergelijkbaar niveau komen met hun NH-leeftijdsgenootjes op vijfjarige leeftijd. Voor deze leeftijd fluctueren de resultaten: op driejarige leeftijd is de pMLU van CI-kinderen niet statistisch verschillen van die van NH-kinderen (Tabel 3). Echter, op vierjarige leeftijd ligt de pMLU van CI-kinderen opnieuw significant lager dan die van NH-kinderen (Tabel 4). Tot slot blijkt uit Tabel 5 dat op vijfjarige leeftijd de verschillen tussen beide groepen kinderen verdwenen zijn: de pMLU is niet meer statistisch significant verschillend. Anders gezegd, de complexiteit van de woordproducties van CI-kinderen is vergelijkbaar met die van NH-kinderen op vijfjarige leeftijd. In Figuur 4 is het verschil tussen beide groepen kinderen voorgesteld.

Tabel 3. Resultaten voor de onafhankelijke variabelen – PPC en pMLU op 3 jaar

Leeftijd	3;00					
	PPC			pMLU		
	Schatting	SE	p	Schatting	SE	p
Intercept	2.40	0.06	<0.0001	4.18	0.08	<0.0001
Hoorstatus CI	-0.17	0.06	0.0117	-0.13	0.08	0.1380

SE = Standard error

Tabel 4. Resultaten voor de onafhankelijke variabelen – PPC en pMLU op 4 jaar

Leeftijd	4;00					
	PPC			pMLU		
	Schatting	SE	p	Schatting	SE	p
Intercept	2.50	0.03	<0.0001	4.29	0.05	<0.0001
Hoorstatus CI	-0.20	0.03	<0.0001	-0.20	0.05	0.0005

SE = Standard error

Tabel 5. Resultaten voor de onafhankelijke variabelen – PPC en pMLU op 5 jaar

Leeftijd	5;00					
	PPC			pMLU		
	Schatting	SE	p	Schatting	SE	p
Intercept	2.90	0.08	<0.0001	4.82	0.11	<0.0001

Hoorstatus CI	0.15	0.08	0.0722	0.23	0.11	0.5060
SE = Standard error						

Gelieve hier Figuren 3 en 4 in te voegen

Grammaticale ontwikkeling

Syntagmatische ontwikkeling: MLU

Tabel 6 geeft de resultaten weer van de analyses voor MLU. De MLU van de CI-kinderen ligt significant lager in vergelijking met de NH-kinderen tot op vijfjarige leeftijd. Om na te gaan of kinderen eventueel later een inhaalbeweging maken, hebben we extra data op zesjarige en zevenjarige leeftijd bekeken (tevens Tabel 6). Ook op zesjarige leeftijd ligt de MLU van CI-kinderen lager dan die van NH-kinderen. Echter, op zevenjarige leeftijd is er geen significant verschil meer tussen beide groepen kinderen. De evolutie is voorgesteld in Figuur 5.

Tabel 6. Resultaten MLU

Leeftijd	Onafhankelijke variabele	Schatting (SE)	P
2;00	Intercept	1.62 (0.12)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-0.53 (0.17)	0.0022
3;00	Intercept	3.30 (0.29)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-1.06 (0.41)	0.0101
4;00	Intercept	4.57 (0.24)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-1.3091 (0.36)	0.0003
5;00	Intercept	4.76 (0.36)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-1.06 (0.53)	0.0470
6;00	Intercept	5.74 (0.36)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-1.14 (0.53)	0.0313
7;00	Intercept	6.26 (0.44)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-0.53 (0.69)	0.4405

SE = Standard error

Gelieve hier Figuur 5 in te voegen

Paradigmatische ontwikkeling: MSP

Tabel 7 geeft de resultaten weer van de analyses met betrekking tot MSP. Op tweejarige leeftijd is er geen verschil tussen de CI- en NH-kinderen. Dit heeft te maken met het feit dat voor elke lemma nog maar één woordvorm voorkomt op dezelfde leeftijd. Op drie- en vierjarige leeftijd is de MSP van CI-

kinderen significant lager in vergelijking met NH-kinderen. Maar op de leeftijd van 5 jaar, is de MSP vergelijkbaar in beide groepen kinderen. De evolutie is voorgesteld in Figuur 6.

Tabel 7. Resultaten MSP

Leeftijd	Onafhankelijke variabele	Schatting (SE)	P
2;00	Intercept	1.22 (0.03)	<0.0001
	Hoorstatus CI	0.09 (0.06)	0.1057
3;00	Intercept	1.73 (0.08)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-0.75 (0.01)	<0.0001
4;00	Intercept	1.53 (0.03)	<0.0001
	Hoorstatus CI	-0.18 (0.01)	<0.0001
5;00	Intercept	1.51 (0.05)	<0.0001
	Hoorstatus CI	0.01 (0.07)	0.9401

SE = Standard error

Gelieve hier Figuur 6 in te voegen

BESPREKING

In deze studie werd de fonologische, morfologische en syntactische ontwikkeling van CI-kinderen vergeleken met die van NH-kinderen. Onze hoofdvraag was: is de spraak- en taalontwikkeling van CI-kinderen vergelijkbaar met de spraak- en taalontwikkeling van NH-kinderen? We onderzochten dit op lange termijn en vroegen ons af of CI-kinderen een vergelijkbaar startpunt bij ontluikende geletterdheid hebben. Uit de literatuur blijkt immers dat de ontwikkeling van onder meer vroege fonologische, morfologische en syntactische vaardigheden bij zowel NH-kinderen als CI-kinderen een effect hebben op latere geletterdheid (Catts, 1997; Desjardin et al., 2009; Dickinson et al., 2003; Le Normand et al., 2014; Moeller et al., 2007; Spencer et al., 2003). Als CI-kinderen niet significant verschillen van NH-kinderen op deze aspecten, is dat veelbelovend voor de ontwikkeling van hun geletterdheid bij de overgang van de kleuterschool naar de lagere school. In wat volgt, zullen we de resultaten per deelaspect van de taalontwikkeling bespreken.

Een eerste onderzocht aspect was de fonologische ontwikkeling en meer bepaald de accuraatheid en complexiteit van woordproducties – aan de hand van PPC en pMLU respectievelijk. Onze resultaten toonden aan dat de complexiteit en de accuraatheid van woordproducties lager is bij CI-

kinderen in vergelijking met NH-kinderen. Dat ligt in de lijn van wat er in de literatuur gevonden werd (Eriks-Brophy et al., 2013; Ertmer et al., 2012; Schauwers, Gillis, et al., 2008; Schauwers, Taelman, et al., 2008; Van den Berg, 2012). Verder vult deze observatie de vaststellingen van onder meer Van den Berg (2012) aan. Zij toonde aan dat CI-kinderen meer monosyllabische woorden produceren in vergelijking met NH-kinderen. Dus, voor fonologische ontwikkeling is er een verschil tussen NH-kinderen en CI-kinderen. Tot op vierjarige leeftijd ligt de accuraatheid en de complexiteit van woordproducties lager bij CI-kinderen dan bij NH-kinderen. Echter, onze resultaten tonen aan dat CI-kinderen een inhaalbeweging maken. Het verschil tussen beide groepen kinderen lijkt verdwenen te zijn rond vijfjarige leeftijd. Accuraatheid en fonologische complexiteit zijn dus vergelijkbaar in beide groepen kinderen bij de overgang naar het lager onderwijs.

Naast fonologische ontwikkeling bestudeerden we grammaticale ontwikkeling. Daarbij onderzochten we zowel de ontwikkeling van morfologie als de ontwikkeling van syntaxis. Morfologische ontwikkeling werd in deze studie beperkt tot een analyse van inflectie (*Mean Size of Paradigm* MSP) en syntactische ontwikkeling tot een analyse van gemiddelde zinslengte (*Mean Length of Utterance* MLU). Wat betreft de ontwikkeling van inflectie, tonen onze resultaten aan dat wanneer inflectionele morfologie productief wordt, de omvang van het geflecteerde lexicon kleiner is in de CI-groep dan in de groep NH-kinderen op drie- en vierjarige leeftijd. Dit resultaat komt overeen met bijvoorbeeld Guo et al. (2013), Hammer (2010), Laaha et al. (2015) en Szagun (2002), die problemen met inflectie aantoonde bij Engelstalige, Nederlandstalige en Duitstalige CI-kinderen. Hoewel CI-kinderen een achterstand hebben, is er een inhaalbeweging. Op vijfjarige leeftijd is de MSP van CI-kinderen niet statistisch verschillend van die van NH-kinderen. Met andere woorden, het gemiddeld aantal geflecteerde vormen met lemma komt overeen in beide groepen kinderen. Ook in de literatuur is er een inhaalbeweging gevonden voor CI-kinderen (Hammer, 2010; Nicholas & Geers, 2007). Kortom, de ontwikkeling van inflectie is vertraagd in CI-kinderen, maar op vijfjarige leeftijd hebben de CI-kinderen hun achterstand ingehaald.

Tot slot onderzochten we de ontwikkeling van syntaxis aan de hand van de gemiddelde zinslengte in beide groepen kinderen. De gemiddelde zinslengte van CI-kinderen is lager dan die van NH-kinderen tot op vijfjarige leeftijd. Dit is in overeenstemming met de bevindingen uit de literatuur

(Nittrouer, Caldwell-Tarr, et al., 2014; Nittrouer, Sansom, et al., 2014; Ouellet, et al., 2001; Schauwers, 2006; Szagun, 2001, 2002). Uit de literatuur blijkt verder dat CI-kinderen hun NH-leeftijdgenootjes bijhalen (Hammer, 2010; Nicholas & Geers, 2007). Extra analyses tonen aan dat ook de CI-kinderen uit deze studie een inhaalbeweging maken: op zevenjarige leeftijd is ook de gemiddelde zinslengte van beide groepen kinderen vergelijkbaar.

Samengevat tonen onze resultaten aan dat CI-kinderen een achterstand hebben in vergelijking met NH-kinderen wat betreft complexiteit en accuraatheid van woordproducties, wat betreft inflectie en wat betreft gemiddelde zinslengte. Er is echter een inhaalbeweging: CI-kinderen komen op een gelijkaardig niveau als dat van hun NH-leeftijdsgenootjes. Voor accuraatheid, complexiteit en inflectie is dit op vijfjarige leeftijd, voor gemiddelde zinslengte op zevenjarige leeftijd. Met andere woorden, de fonologische en de morfologische ontwikkeling zijn vergelijkbaar in beide groepen kinderen bij de overgang van het kleuter- naar het lager onderwijs. Twee jaar later is dit ook het geval voor de syntactische ontwikkeling. Aangezien deze factoren onder meer geletterdheid beïnvloeden, zijn deze resultaten veelbelovend. Een mogelijke verklaring voor deze inhaalbeweging kan de logopedische behandeling van de CI-kinderen. Verder onderzoek is echter noodzakelijk om na te gaan of deze inhaalbewegingen ook effectief gecorreleerd zijn met de ontwikkeling van latere geletterdheid. Verder is het belangrijk om aan te stippen dat onze resultaten voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden. Zo zou het goed zijn om dezelfde analyses te herhalen met een grotere groep CI-kinderen. Daarenboven is het wenselijk om de longitudinale data van de CI-kinderen te vergelijken met longitudinale data van NH-kinderen, in plaats van de cross-sectionele data in deze studie. Verder zouden onze conclusies moeten uitgebreid worden door meer gedetailleerde analyses van fonologische, morfologische en syntactische ontwikkeling.

DANKWOORD

Veel dank aan I. Molemans, K. Schauwers, R. Van den Berg en L. Van Severen voor hun transcribeerwerk. Deze studie werd mogelijk gemaakt door het FWO (Fonds Wetenschappelijk Onderzoek) in Vlaanderen, met als fondsnummer G.0138.13.

REFERENTIES

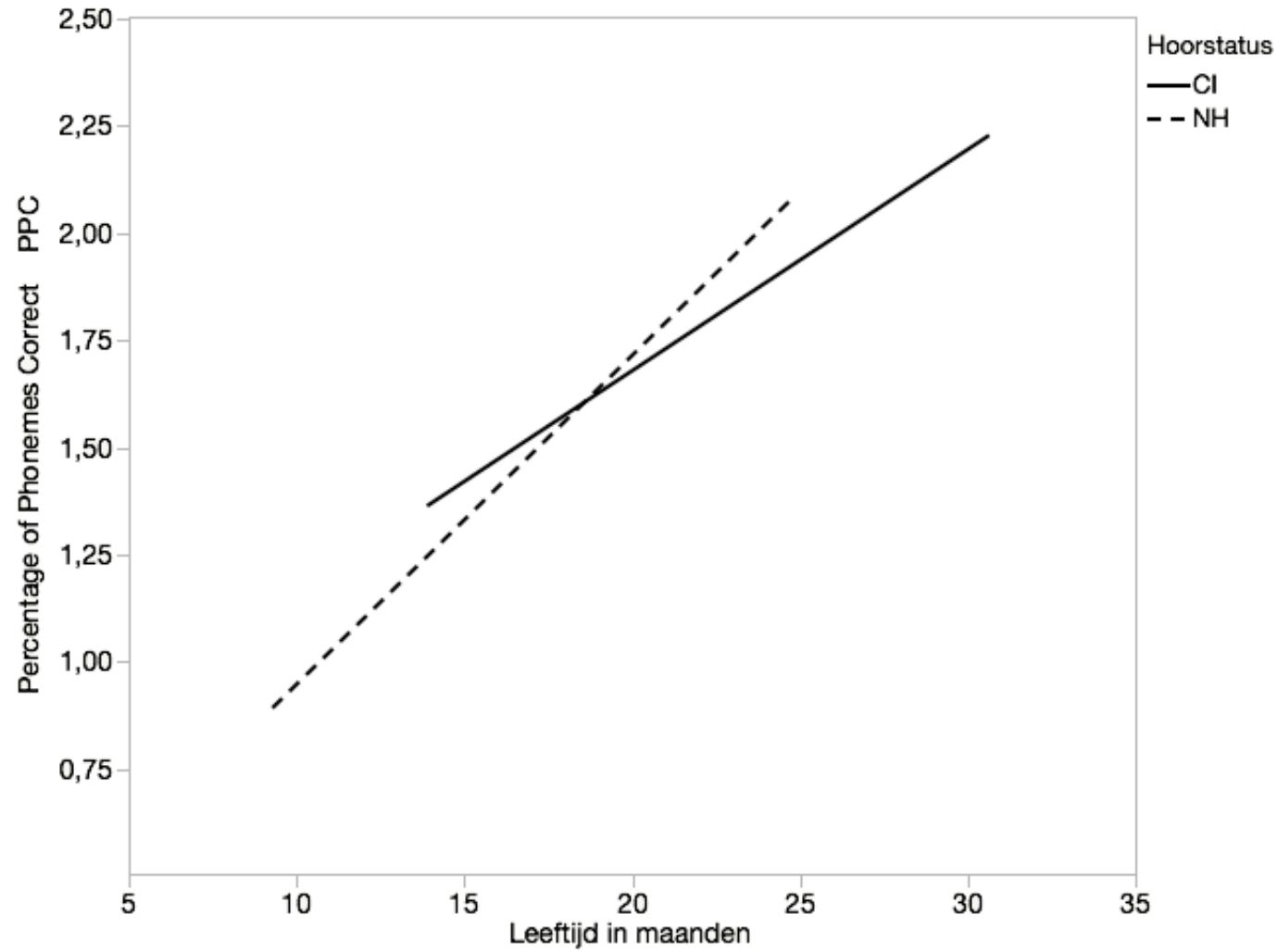
- Baayen, H. (2008). *Analyzing linguistic data. A practical introduction to statistics using R*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brown, R. (1973). *A first language. The early stages*. London: George Allen & Unwin Ltd.
- Catts, H. (1997). The early identification of language-based reading disabilities. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 28*, 86 - 89. doi: 10.1044/0161-1461.2801.86
- Desjardin, J., Ambrose, S., & Eisenberg, L. (2009). Literacy skills in children with cochlear implants: the importance of early oral language and joint storybook reading. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 41*(1), 22 - 43. doi: 10.1093/deafed/enn011
- Dickinson, D., McCabe, A., Anastasopoulos, L., Peisner-Feinberg, E., & Poe, M. (2003). The comprehensive language approach to early literacy: the interrelationships among vocabulary, phonological sensitivity, and print knowledge among preschool-aged children. *Journal of Educational Psychology, 95*(3), 465 - 481. doi: 10.1037/0022-0663.95.3.465
- Eriks-Brophy, A., Gibson, S., & Tucker, S. (2013). Articulatory error patterns and phonological process use of preschool children with and without hearing loss. *The Volta Review, 113*(2), 87-125.
- Ertmer, D., Kloiber, D., Jung, J., Kirleis, K., & Bradford, D. (2012). Consonant production accuracy in young cochlear implant recipients: developmental sound classes and word position effects. *American Journal of Speech-Language Pathology, 21*, 342 - 353. doi: 10.1044/1058-0360(2012/11-0118)
- Guo, L., Spencer, L., & Tomblin, B. (2013). Acquisition of tense marking in English-speaking children with cochlear implants: a longitudinal study. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 18*(2), 187 - 205. doi: 10.1093/deafed/ens069
- Hammer, A. (2010). *The acquisition of verbal morphology in cochlear-implanted and specific language impaired children*. University of Leiden, Unpublished doctoral dissertation.
- Hickey, T. (1991). Mean length of utterance and the acquisition of Irish. *Journal of Child Language, 18*, 553 - 569.

- Ingram, D. (2002). The measurement of whole-word productions. *Journal of Child Language*, 29, 713-733. doi: 10.1017/S0305000902005275
- Laaha, S., Blineder, M., & Gillis, S. (2015). Noun plural production in preschoolers with early cochlear implantation: an experimental study of Dutch and German. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79(4), 561 - 569. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.01.029
- Le Normand, M., Simon, M., & Leybaert, J. (2014). Spoken language and literacy skills in French-speaking children with cochlear implants: a 5-year follow-up study. *International Journal of Speech & Language Pathology and Audiology*, 2, 27 - 39. doi: 10.12970/2311-1917.2014.02.01.4
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: tools for analyzing talk*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Moeller, M., Tomblin, B., Yoshinaga-Itano, C., Connor, C., & Jerger, S. (2007). Current state of knowledge: language and literacy of children with hearing impairment. *Ear & Hearing*, 28(6), 740 - 753. doi: 10.1097/AUD.0b013e318157f07f
- Nicholas, 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(4), 1048 - 1062. doi: 10.1044/1092-4388(2007/073)
- Nittrouer, S., Caldwell-Tarr, A., Sansom, E., Twersky, J., & Lowenstein, J. (2014). Nonword repetition in children with cochlear implants: a potential clinical marker of poor language acquisition. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23, 679 - 695. doi: 10.1044/2014_AJSLP-14-0040
- Nittrouer, S., Sansom, E., Low, K., Rice, C., & Caldwell-Tarr, A. (2014). Language structures used by kindergartners with cochlear implants: relationship to phonological awareness, lexical knowledge and hearing loss. *Ear and Hearing*, 35(5), 506 - 518. doi: 10.1097/AUD.0000000000000051
- Ouellet, C., Le Normand, M., & Cohen, H. (2001). Language evolution in children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 46(1-2), 231 - 235.

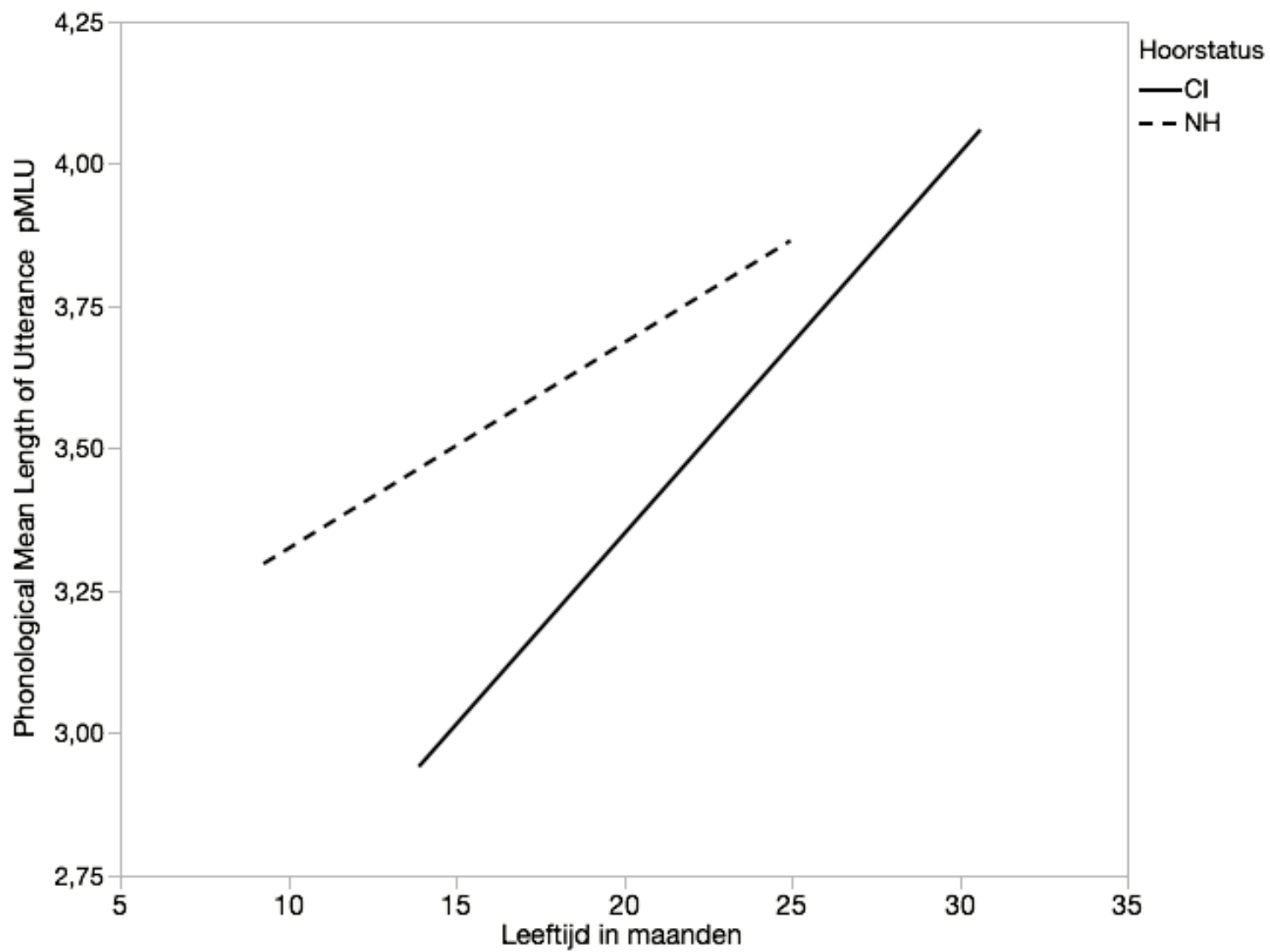
- Rice, M., Smolik, F., Perpich, D., Thompson, T., Rytting, N., & Blossom, M. (2010). Mean length of utterance levels in 6-months intervals for children 3 to 9 years with and without language impairments. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 53*(2), 333 - 349. doi: 10.1044/1092-4388(2009/08-0183)
- Schauwers, K. (2006). *Early speech and language development in deaf children with a cochlear implant: a longitudinal investigation*. Antwerp University, Unpublished doctoral dissertation.
- Schauwers, K., Gillis, S., & Govaerts, P. (2008). The Characteristics of prelexical babbling after cochlear implantation between 5 and 20 months of age. *Ear and Hearing, 29*(4), 627 - 637. doi: 10.1097/AUD.0b013e318174f03c
- Schauwers, K., Taelman, H., Gillis, S., & Govaerts, P. (2008). Phonological proficiency and accuracy of young hearing-impaired children with a cochlear implant. In S. Kern, F. Gayraud & E. Marsico (Eds.), *Emergence of linguistic abilities* (pp. 156 - 171). Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.
- Shriberg, L., Austin, D., Lewis, D., McSweeney, J., & Wilson, D. (1997). The percentage of consonants correct (PCC) metric: extensions and reliability data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40*(4), 708 - 722.
- Shriberg, L., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorders III: a procedure for assessing severity of involvement. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 47*(256 - 270).
- Spencer, L., Barker, B., & Tomblin, B. (2003). Exploring the language and literacy outcomes for pediatric cochlear implant users. *Ear & Hearing, 24*(3), 236 - 247. doi: 10.1097/01.AUD.0000069231.72244.94
- Szagun, G. (2001). Language acquisition in young German-speaking children with cochlear implants: individual differences and implications for conceptions of a 'sensitive phase'. *Audiology Neuro-Otology, 6*, 288 - 297. doi: 10.1159/000046134
- Szagun, G. (2002). The acquisition of grammar in young German-speaking children with cochlear implants and with normal hearing. *Antwerp papers in linguistics, 102*, 40 - 60.
- Tobey, E., & Hasenstab, S. (1991). Effects of a Nucleus multichannel cochlear implant upon speech production in children. *Ear and Hearing, 12*(4S), 48S - 54S.

- Tobey, E., Pancamo, S., Staller, S., Brimacombe, J., & Beiter, A. (1991). Consonant production in children receiving a multichannel cochlear implant. *Ear and Hearing, 12*(1), 23 - 31.
- Tyler, R., Fryauf-Bertschy, H., Kelsay, D., Gantz, B., Woodworth, G., & Parkinson, A. (1997). Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery, 117*(3), 180 - 187.
- Van den Berg, R. (2012). *Syllables inside out: a longitudinal study of the development of syllable types in toddlers acquiring Dutch: a comparison between hearing impaired children with a cochlear implant and normally hearing children*. University of Antwerp, Unpublished doctoral dissertation.
- Wauters, L., Van Bon, W., & Tellings, A. (2006). Reading comprehension of Dutch deaf children. *Reading and Writing, 19*, 49 - 76. doi: 10.2007/s11145-004-5894-0
- Xanthos, A., & Gillis, S. (2010). Quantifying the development of inflectional diversity. *First language, 30*(2), 175 - 198. doi: 10.1177/0142723709359236

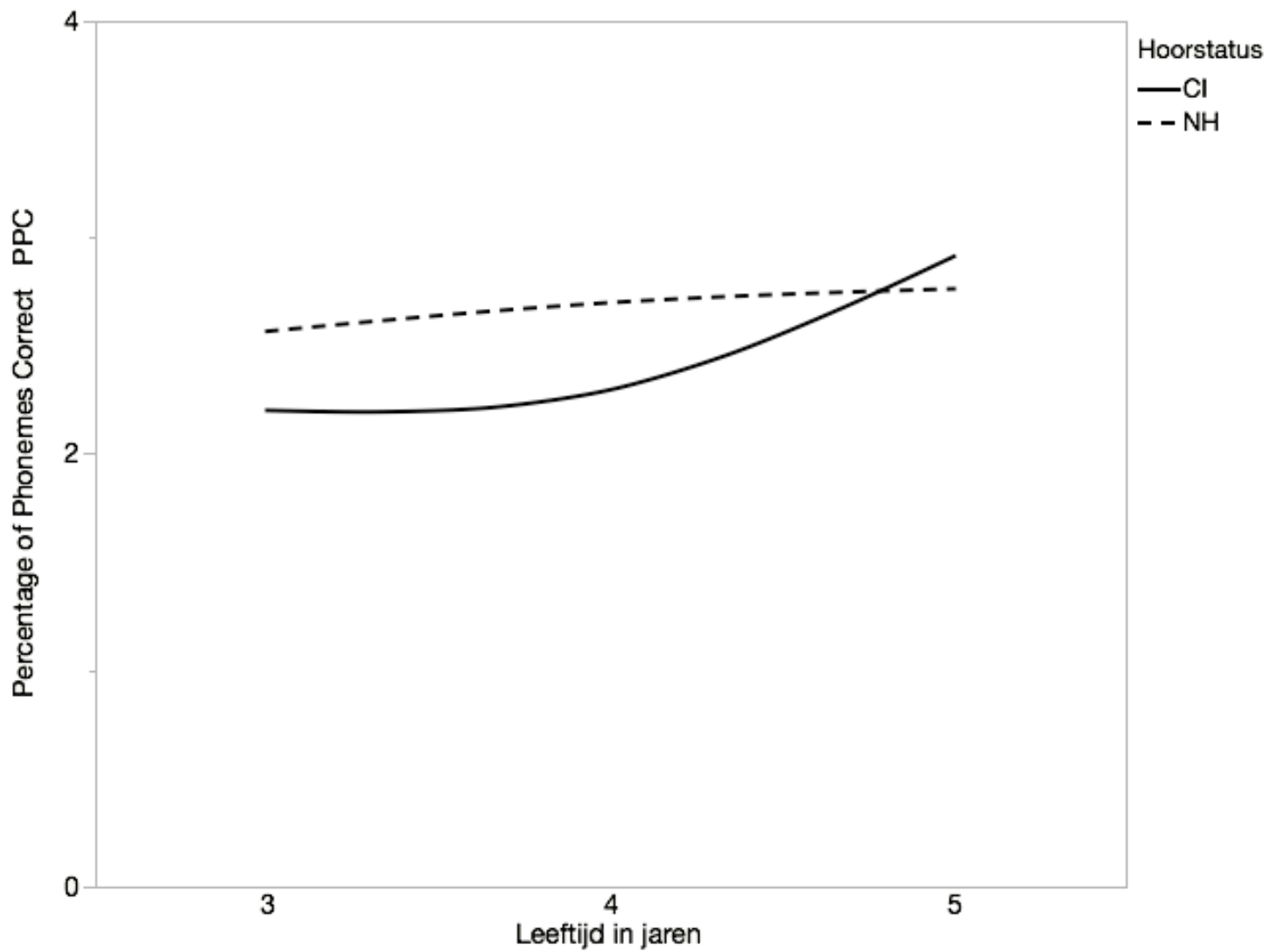
FIGUREN



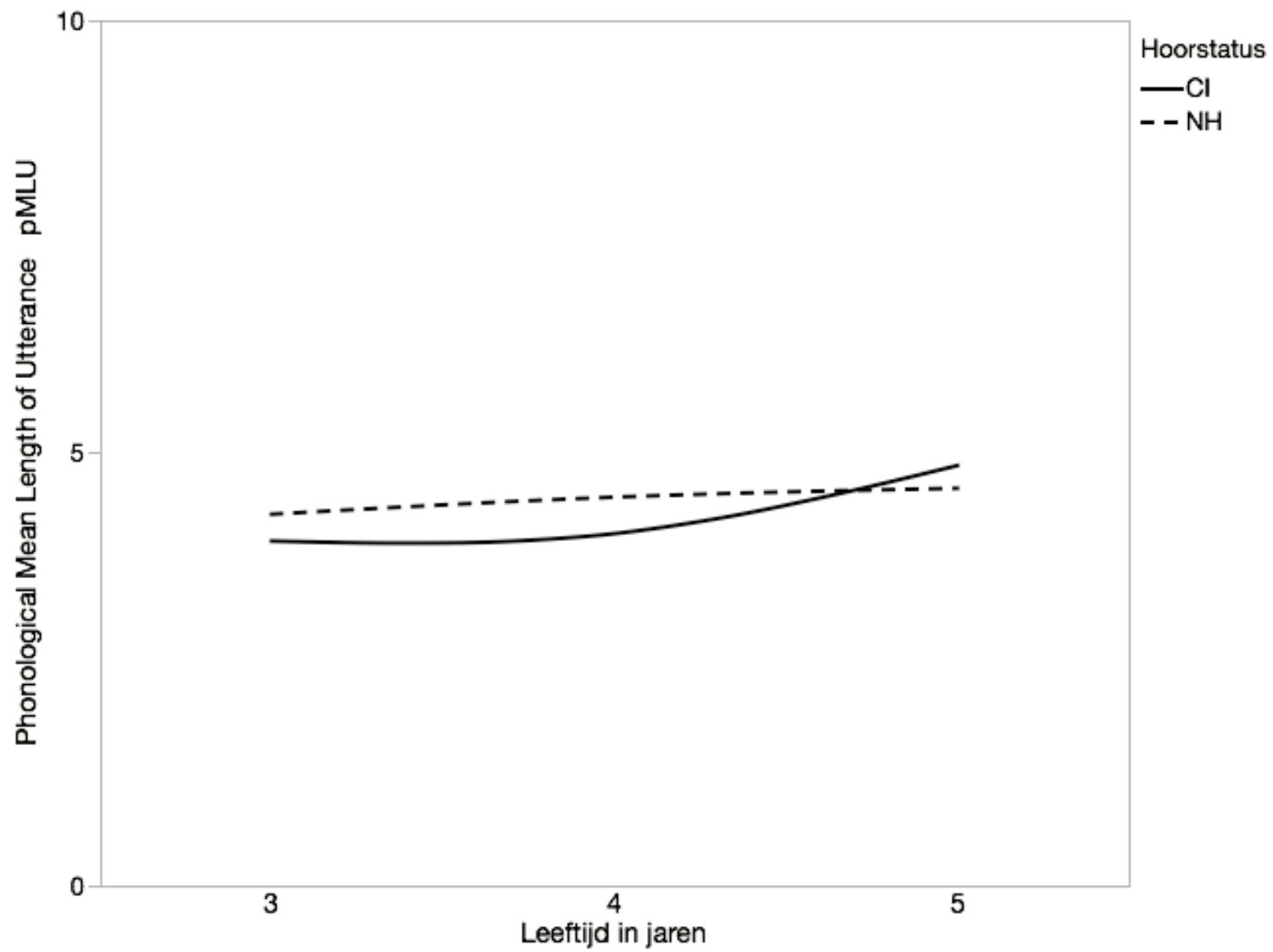
Figuur 1. Ontwikkeling van PPC tot 30 maanden – longitudinale analyse



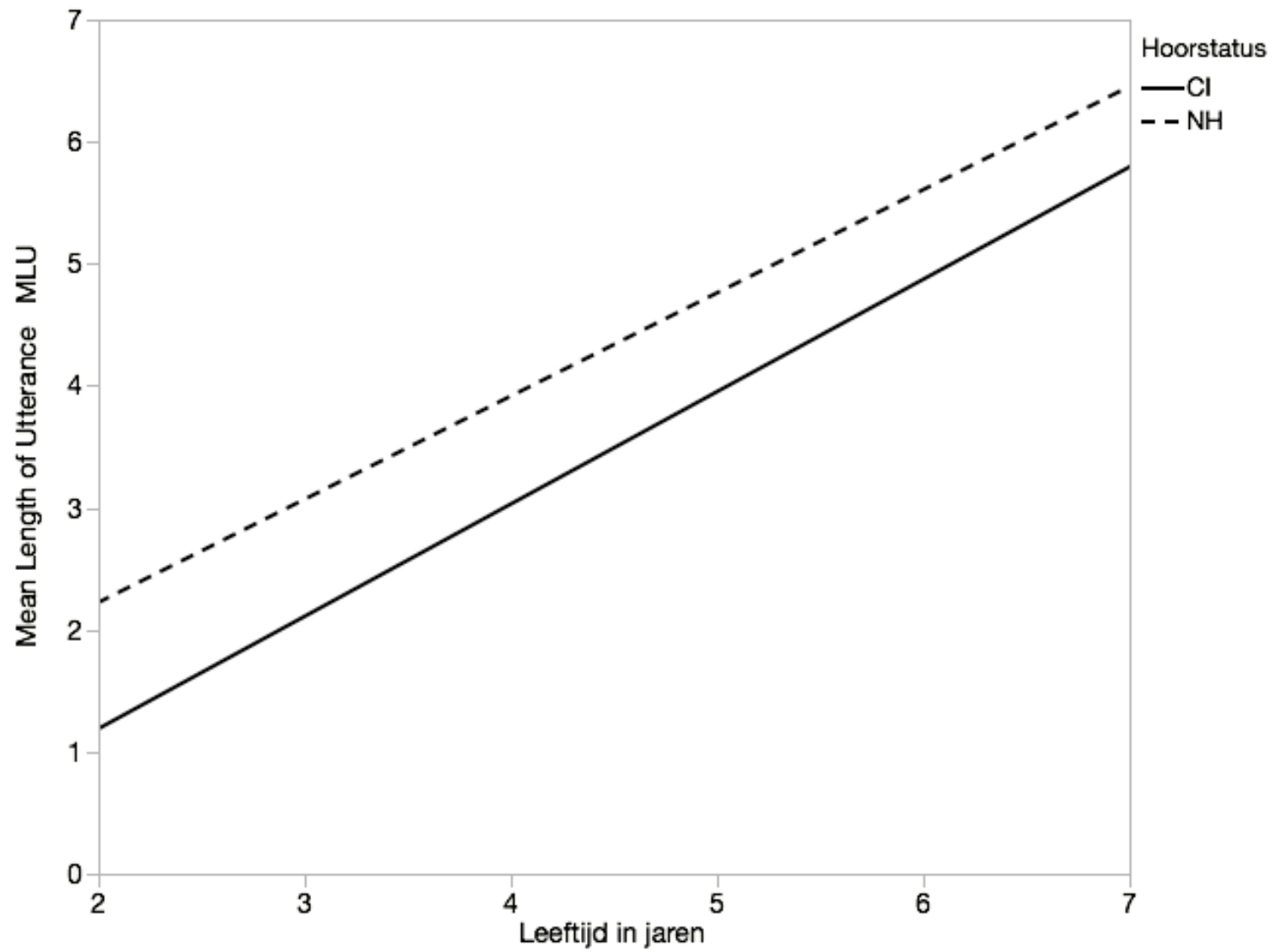
Figuur 2. Ontwikkeling van pMLU tot 30 maanden– longitudinale analyse



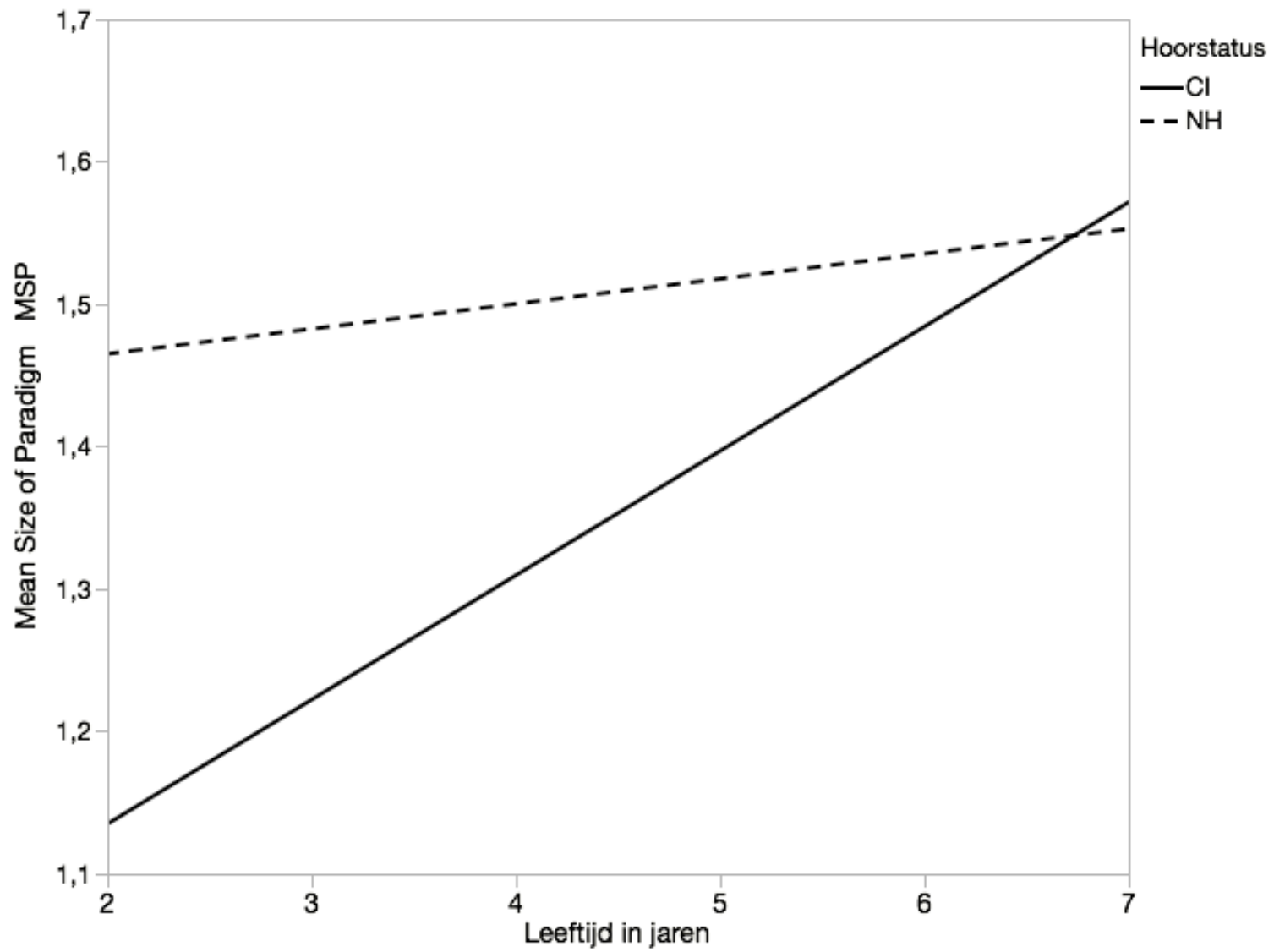
Figuur 3. Ontwikkeling van PPC op drie-, vier- en vijfjarige leeftijd – cross-sectionele analyses



Figuur 4. Ontwikkeling van pMLU op drie-, vier- en vijfjarige leeftijd – cross-sectionele analyses



Figuur 5. Evolutie van Mean length of Utterance (MLU) tussen 2 jaar en 7 jaar



Figuur 6. Evolutie van Mean Size of Paradigm (MSP) tussen 2 jaar en 7 jaar