

Verschillen in wandel- en loopfunctie tussen kinderen met Cerebrale Parese GMFCS niveau I en II

Door: O. Verschuren, D.M. Keesenberg, P.J.M. Helders, T. Takken

Samenvatting

Doel: Het doel van deze studie was om te onderzoeken of er verschil is in loopfunctie en de ontwikkeling hiervan tussen kinderen met Cerebrale Parese (CP) geclassificeerd volgens de GMFCS op niveau I en II. **Methode:** In totaal werden er voor dit cross-sectionele onderzoek 67 kinderen met CP getest, waarvan 47 kinderen (jongens en meisjes) op GMFCS niveau I en 20 kinderen op GMFCS niveau II. De volgende wandel- en looptests werden afgenomen: a. 10 meter wandeltest (10MWT), b. Muscle Power Sprint test (MPST), c. Shuttle Run test (10MSRT), d. 10x5 meter sprint test (10x5MST). **Resultaten:** Op de wandel- en looptests werd gemiddeld beter gepresteerd door de kinderen geclassificeerd op niveau I. De snelheid op de tien meter wandeltest bleek niet significant te verschillen tussen de 2 groepen kinderen. De scores op de looptests van de niveaus I en II bleken van significant tot zeer sterk significant van elkaar te verschillen. **Conclusie:** Deze studie laat zien dat kinderen met CP van GMFCS niveau I significant beter presteren op de looptests (MPST, 10MSRT en 10x5MST) in vergelijking met kinderen van GMFCS niveau II. Voor de wandeltest werd geen significant verschil gevonden tussen de groepen. De prestatie op de looptests nam toe met leeftijd, waarbij alleen de progressie op de MPST groter was bij de kinderen met GMFCS niveau I, in vergelijking met GMFCS niveau II.

Abstract

Aim: The objective of this study was to study the differences in walking ability and the development of walk ability in children with Cerebral Palsy (CP) classified as level I or II on the Gross Motor Function Classification Scale (GMFCS). **Method:** In this cross-sectional study 67 children with CP were tested, of which 47 children (boys and girls) were classified as GMFCS level I, and 20 children with CP were classified as level II on the GMFCS. The following walk test and running tests were performed: a. 10 meter walk test (10MWT), b. Muscle Power Sprint test (MPST), c. Shuttle Run test (10MSRT), d. 10x5 meter sprint test (10x5MST). **Results:** On the walk test and running tests the children with CP GMFCS I performed on average better than the children with CP GMFCS II. The walking speed during the 10 meter walk test was not significantly different between the 2 groups. The scores on the running tests differed significantly between children with CP GMFCS I and II. **Conclusion:** This study showed that children with CP GMFCS I performed significantly better compared to GMFCS II on running tests (MPST, 10MSRT en 10x5MST). On the walk test no significant difference was found between the two groups. The performance on the running tests increased with age, only the progression on the MPST was higher in children with CP GMFCS I compared to GMFCS II.

Sleutelwoorden: Inspanning, fysieke fitheid, loopfunctie, Cerebrale Parese
Key words: Exercise, physical fitness, walk ability, Cerebral Palsy

Inleiding:

Cerebrale Parese (CP) is een niet progressieve neurologische aandoening, waarbij de hersenen een laesie hebben opgelopen in de prenatale, perinatale of vroeg postnatale periode.¹ De lokalisatie van de spastische bewegingsstoornissen kan eenzijdig of tweezijdig zijn. In de beschrijving van de diagnose volstaat unilaterale of bilaterale CP. De unilaterale CP bestaat uit de hemiparese of monoparese, de bilaterale uit de diplegie (benen zijn meer aangedaan dan de armen) en tetraparese, waarbij de armen in gelijke mate of meer aangedaan zijn dan de benen.² Tussen 1984 en 1988 was de prevalentie van CP in Nederland van 2,44 per 1000 pasgeborenen.³ In geïndustrialiseerde landen, waaronder Nederland, is de prevalentie en incidentie sinds de jaren tachtig blijven stijgen.³ Karakteristieken van CP volgens de "internationale classificatie van het menselijk functioneren" (ICF), op functieniveau zijn bij deze aandoening: spasticiteit, bewegingsstoornissen, spierzwakte, en rigiditeit.^{4,5} Op activiteitsniveau kenmerkt CP zich in beperkingen van de grove motoriek zoals lopen, rennen en springen.⁵⁻⁷

Op het gebied van participatie worden kinderen met CP vooral beperkt in zelfverzorging, vrijetijdsbesteding en spelen.^{5,7} De fysiotherapeutische behandeling richt zich bij kinderen met CP zowel op functieniveau als op activiteitsniveau, afhankelijk van de leeftijd en het niveau van grof-motorisch functioneren.⁷⁻¹³

Het classificatiesysteem de "Gross Motor Function Classification System" (GMFCS) wordt gebruikt om het grof-motorisch functioneren bij de kinderen met CP te classificeren.^{14,15} De kinderen met CP kunnen volgens het classificatiesysteem op vijf niveaus van grofmotorisch functioneren worden ingedeeld.^{14,15} Op niveau I kunnen de kinderen volledig zelfstandig lopen en rennen met verminderde balans, coördinatie en snelheid.^{14,15} Op niveau V zijn de kinderen volledig rolstoelafhankelijk en worden hierin vervoerd.^{14,15} De GMFCS is een makkelijk te gebruiken instrument voor zowel ouders als professionals. Door het classificeren met de GMFCS wordt de communicatie tussen ouders en professionals vereenvoudigd en de besluitvorming binnen het revalidatietraject beter inzichtelijk gemaakt.¹⁶⁻¹⁸ Voor kinderen met CP ouder dan zes jaar is de GMFCS een stabiel instrument, waarbij de kans op reclassificatie van het kind op latere leeftijd klein te noemen is.^{16,18,19}

Er zijn weinig tests op activiteitsniveau voorhanden, die de loopfunctie van kinderen met CP kan vastleggen.^{12,19,20} Deze instrumenten en bij behorende normscores zijn belangrijk voor de kinderfysiotherapeut om het prestatievermogen te kunnen vaststellen en verandering door een interventie te kunnen meten.

Recent zijn er diverse looptests ontwikkeld voor kinderen met CP van GMFCS I en II niveau. Deze tests zijn specifiek ontwikkeld om als evaluatieve veldtests afgenomen te kunnen worden. Uit onderzoek blijkt dat de testen eenvoudig en betrouwbaar afgenomen kunnen worden.^{21,22} Veel kinderen vinden het leuk om de tests te ondergaan en therapeuten geven aan dat de tests goed uitvoerbaar zijn.^{21,22} Deze tests hebben mogelijk een meerwaarde bij deze patiënten groep ten opzichte van reeds gebruikte wandeltests bij CP zoals de 10 meter wandeltest.²³ Echter, voor de interpretatie van test scores en voor een schatting van de toekomstige progressie is het noodzakelijk om verschillen tussen kinderen met verschillende niveaus van grof motorisch functioneren te meten alsmede de toename op de test scores met leeftijd. Cross-sectionele studies kunnen een eerste indruk geven in de ontwikkeling van test scores met leeftijd. De primaire doelstelling van deze studie was om het verschil in prestatie op wandel- en

looptests te onderzoeken bij kinderen met CP geclassificeerd op GMFCS niveau I of II.

De secundaire doelstelling was het onderzoeken van het verschil in de ontwikkeling van de scores met leeftijd op de wandel- en looptests tussen de kinderen met CP geclassificeerd op GMFCS niveau I of II.

Methode

Onderzoekspopulatie

De kinderen met CP (GMFCS I en II) waren scholieren van mytylscholen uit Goes, Breda, Utrecht en Zwolle die deelnamen aan een effectstudie.²² Dit cross-sectionele onderzoek betreft gegevens van de baseline meting van deze effectstudie. Voor deelname aan het onderzoek moesten de deelnemers tussen de zeven en twintig jaar oud zijn. Alle kinderen waren gediagnosticeerd met CP en een spastische bewegingsstoornis volgens de SCPE-criteria (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe, 2000)²⁴ door een revalidatiearts. Voor de wandel- en looptests moesten de kinderen kunnen lopen zonder hulpmiddelen.

Cognitief moesten de kinderen eenvoudige opdrachten kunnen begrijpen en uitvoeren. Kinderen werden geëxcludeerd indien er bijkomende aandoeningen waren die invloed hadden op het bewegingsvermogen, waaronder spina bifida en hartafwijkingen.

De studie had de goedkeuring van de Medische Ethische Toetsingscommissie van het UMC Utrecht. De ouders/verzorgers van de kinderen kregen mondelinge en schriftelijke informatie over de inhoud en het doel van het onderzoek. Indien de ouders/verzorgers onvoldoende de Nederlandse taal beheersten werden zij geëxcludeerd voor het onderzoek. Na het verkrijgen van deze informatie werd door de ouders een informed consent getekend voor deelname aan het onderzoek.

Meetinstrumenten

De kinderen zijn allen binnen twee weken getest. Per dag werd maximaal één inspanningstest uitgevoerd. Bovendien werd er na de 10-m Shuttle Run Test minimaal 48 uur gewacht voordat er een sprinttest werd uitgevoerd.

GMFCS

De "Gross Motor Function Classification System" (GMFCS) werd als classificatiesysteem gebruikt om de kinderen in te delen op verschillende niveaus van motorisch functioneren.¹⁴⁻¹⁶ Voor het GMFCS classificatiesysteem werd de Nederlandse vertaling van het protocol voor kinderen vanaf

zes jaar tot de twaalfde verjaardag gebruikt.^{14,15,25} Kinderen ouder dan twaalf jaar zijn geclassificeerd volgens hetzelfde protocol.

Niveau I: De kinderen lopen zonder belemmeringen binnen- en buitenshuis en kunnen traplopen. De kinderen voeren grof motorische vaardigheden uit, inclusief rennen en springen, maar snelheid balans en coördinatie zijn verminderd.^{14,15}

Niveau II: De kinderen lopen binnen- en buitenshuis, en kunnen traplopen door zich vast te houden aan de leuning, maar ervaren belemmeringen bij het lopen op een oneffen ondergrond en hellingen en bij het lopen in menigten of in beperkte ruimtes. De kinderen hebben geen of minimale mogelijkheden om grof motorische vaardigheden als rennen en springen uit te voeren.^{14,15}

10 meter wandeltest (10MWT)

De 10MWT meet de tijd in seconden die een patiënt nodig heeft om tien meter te wandelen.²³ Met behulp van de 10MWT kan de loopsnelheid en paslengte bij kinderen met CP (GMFCS niveau I en II) worden berekend.²³ De patiënt moest over een afstand van 14 meter wandelen op een zelf gekozen snelheid. Over de middelste 10 meter werd een stopwatch de tijd bepaald. Daarnaast werd het aantal stappen geteld, zodat ook de paslengte kon worden berekend. De zelfgekozen loopsnelheid geeft een indicatie van de loopfunctie en de voorkeursnelheid van het lopen bij kinderen met een neurologische stoornis, en werd gemeten met behulp van een stopwatch. De validiteit is vooralsnog onbekend. De 10MWT werd twee maal eerder in studies gebruikt bij kinderen met CP.^{9,26} Een recente studie liet een inadequate betrouwbaarheid zien van de 10MWT.²⁷

Muscle Power Sprint Test (MPST)

De MPST is een veldtest die een schatting geeft van de anaërobie capaciteit en het acceleratievermogen van kinderen met CP.²² De patiënt werd gevraagd zo snel mogelijk 15 meter af te leggen. Dit werd zes keer herhaald met tussenpauzes van 10 seconden. De tijd gemeten over de 15 meter werd op tienden van seconden gemeten met een stopwatch. Uit de tijden en het lichaamsgewicht van het kind werden snelheid, acceleratie en het gemiddelde en maximale vermogen berekend.²²

10 meter shuttle run test (10MSRT)

De 10MSRT geeft een schatting van de aerobe capaciteit

van kinderen met CP.²¹ De test bestaat uit het heen en weer wandelen/lopen tussen twee lijnen over een afstand van 10 meter, op geleide van geluidssignalen.²¹ De loopsnelheid van de deelnemers wordt bepaald door het interval tussen twee geluidssignalen. Voor deze geluidssignalen werd gebruik gemaakt van de Nederlandse CD voor de 10MSRT die werd afgespeeld op een cd-speler. Iedere minuut werd het interval tussen de twee geluidssignalen korter. De test werd beëindigd als het geluidssignaal reeds klonk en het kind meer dan anderhalve meter verwijderd was van het draaipunt. De maximale duur van de test werd in minuten genoteerd, afgerond op één decimaal. Aan de hand van het aantal minuten werd de maximale loopsnelheid voor de SRT uitgerekend.²¹ De 10MSRT werd voor de kinderen met CP opgesplitst in twee protocollen, afhankelijk van GMFCS niveau: Voor GMFCS-I was de beginsnelheid 5 km/uur, waarna elke minuut de loopsnelheid met 0,25 km/uur toe nam. Voor GMFCS-II was de beginsnelheid 2 km/uur waarna elke minuut de loopsnelheid met 0,25 km/uur toe nam.

De 10MSRT blijkt voor de GMFCS niveaus I en II een valide en betrouwbaar meetinstrument te zijn.²¹ De correlatie tussen de maximale zuurstofopname behaald op de 10MSRT en tijdens een maximale inspanningstest op de loopband was hoog ($r = .96$).²¹ Verder was de test-hertest betrouwbaarheid voor volhoudtijd ook hoog (intra-class correlatie coefficient 0.97 voor GMFCS I en 0.99 voor GMFCS II).²¹

10x5 meter sprint test (10x5MST)

Voor de 10x5MST werd de kinderen gevraagd om zo snel mogelijk in een gymzaal tien maal (heen en weer) over een afstand van vijf meter te rennen.²² De tijd in tienden van seconden, gemeten met een stopwatch, die nodig is om vijf keer volledig heen en weer over de afstand van vijf meter te sprinten (50 meter) is de maat voor het acceleratievermogen en het anaerobe inspanningsvermogen van kinderen met CP.²² De 10x5MST meet meer de behendigheid/coördinatie van de kinderen met CP dan het maximale vermogen. De behendigheid/coördinatie wordt aangesproken door de motorische ingewikkelde scherpe keerpunten.²²

De 10x5MST heeft bij kinderen met CP een hoge validiteit ($R = 0,97$), interbeoordelaarsbetrouwbaarheid ($ICC = 1,0$) en test-hertestbetrouwbaarheid ($ICC = 0,97$) met een procentueel kleine meetfout (coëfficiënt van variatie: 5,4 %).²²

Statistische analyse

De data van het onderzoek werd geanalyseerd met behulp van SPSS (versie 15.0, SPSS Inc.). Als beschrijvende statis-

tiek werden het rekenkundig gemiddelde, de range en de standaard deviatie berekend voor de variabelen van de wandel- en looptests, de leeftijd en het GMFCS-niveau van de kinderen met CP. Voor het toetsen op normaliteit werd gebruik gemaakt van de Kolmogorov-Smirnov toets. Door middel van enkelvoudige regressie (ANOVA) werden de regressiecoëfficiënten (β) berekend voor de loopfunctie-tests afgezet tegen de leeftijd van de kinderen. Uitbijters werden geïdentificeerd met behulp van de Cook's distance. Waarden met een Cook's distance ≥ 1 werden niet meegenomen in de analyse. Verschillen in toename van de loop prestatie met leeftijd tussen GMFCS niveaus werd met behulp van 95% betrouwbaarheidsintervallen van de regressie coëfficiënt bepaald. Een $\alpha < 0,05$ werd beschouwd als statistisch significant.

Resultaten

Er werden in totaal 68 kinderen met CP geïncludeerd in de studie. Wegens een armfractuur, opgelopen buiten het onderzoek, heeft één kind niet alle tests kunnen uitvoeren op de meetdag (T0). Deze werd daarom geëxcludeerd voor dit onderzoek. De karakteristieken van de onderzoekspopulatie staat weergegeven in Tabel 1. Voor verdere informatie word naar een eerdere publicatie verwezen.²²

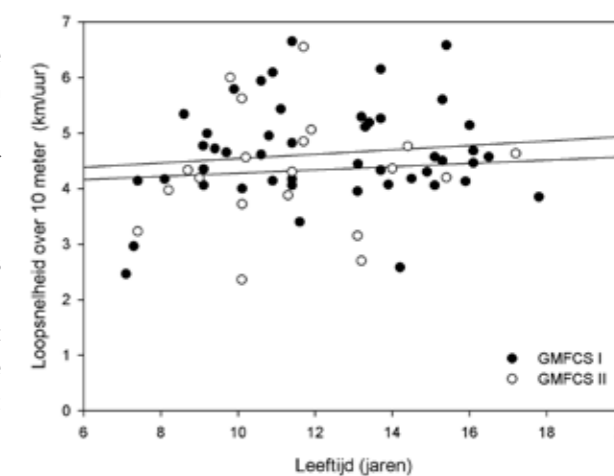
Tabel 1. Karakteristieken van de patiëntenpopulatie

| | GMFCS I (N = 47) | GMFCS II (N = 20) |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Jongens (aantal / %) | 32 (48 %) | 12 (18 %) |
| Meisjes (aantal / %) | 15 (22 %) | 8 (12 %) |
| Leeftijd jongens (jaar) | 12,5 ($\pm 2,7$) | 11,7 ($\pm 2,2$) |
| Leeftijd meisjes (jaar) | 11,5 (± 3) | 11,1 ($\pm 3,0$) |

Student's t-toets: NS = niet significant; * = $p < 0,05$;

De kinderen geclassificeerd op GMFCS niveau I bleken gemiddeld een jaar ouder (gemiddeld 12,3 jaar $\pm 2,8$) dan de kinderen op niveau II (gemiddeld 11,5 jaar $\pm 2,5$ jaar). Na het toetsen met de Kolmogorov-Smirnov toets bleken alle loopfunctie-tests een normale verdeling te hebben.

De snelheid gelopen op de 10MWT bleek niet significant te verschillen tussen GMFCS 1 en 2. ($p = 0,171$; $\mu = 0,30$ km/u; zie Tabel 2). De voorkeursnelheid gelopen op de 10MWT nam bij de kinderen op GMFCS niveau I ($\beta = 0,040$) per jaar 0,011 km/u sneller toe dan bij kinderen op GMFCS niveau II ($\beta = 0,029$) (zie figuur 1). Dit verschil was niet statistisch significant.



Figuur 1. Spreidingsdiagram; leeftijd versus snelheid op de 10MWT (km/u)

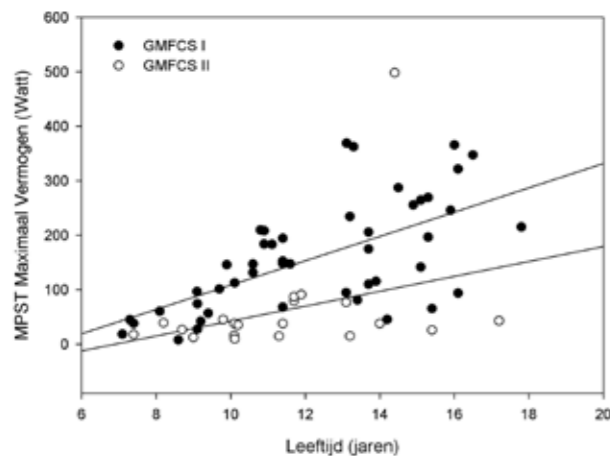
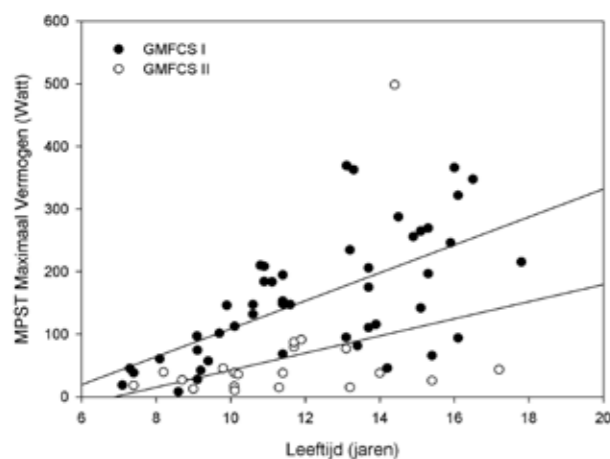
Voor de MPST bleken de waarden voor GMFCS niveau I en II sterk significant van elkaar te verschillen voor zowel het gemiddelde ($p < 0,0001$) als het maximale vermogen ($p < 0,001$) (zie Tabel 2).

Tabel 2. Wandel- en Rentests voor GMFCS I en II

| | GMFCS I | GMFCS II |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| 10MWT | | |
| Snelheid (km/u) | 4,63 ($\pm 0,90$) | 4,32 ($\pm 1,04$) NS |
| MPST | | |
| Gemiddelde vermogen (W) | 127 (± 81) | 46,3 ($\pm 67,9$) *** |
| Maximale vermogen (W) | 159 (± 99) | 62,5 (± 106) ** |
| 10x5MST | | |
| Tijd (s) | 28,9 ($\pm 6,2$) | 39,8 ($\pm 9,7$) *** |
| 10mSRT | | |
| Maximale snelheid (km/u) | 6,12 ($\pm 0,91$) | 4,54 ($\pm 1,77$) *** |

Afkortingen: MPST: muscle power sprinttest, 10MSRT: 10 meter shuttle run test; 10MWT: 10 meter wandeltest; 10x5MST: 10x5 meter sprinttest; NS = niet significant; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$

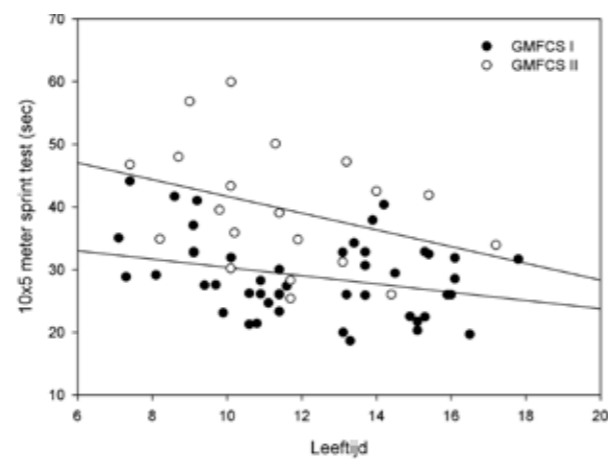
Het gemiddelde en het maximale vermogen (W) op de MPST nam bij GMFCS niveau I ($\beta_{\text{gem}} = 18,3$; $\beta_{\text{max}} = 22,3$) meer toe dan bij GMFCS niveau II ($\beta_{\text{gem}} = 2,320$; $\beta_{\text{max}} = 2,594$) met het ouder worden van het kind (zie figuur 2 en 3). Deze verschillen in toename waren statistisch significant.



Figuur 2 en 3. Spreidingsdiagram; leeftijd versus MPST, gemiddeld (boven) en maximaal vermogen (onder)

De tijd gelopen over de 10x5MST verschilde significant voor de GMFCS niveaus I en II ($p < 0,0001$; zie Tabel 2). De tijd die nodig was voor het afleggen van de 10x5MST nam af met leeftijd (zie figuur 4). Voor de kinderen op GMFCS niveau II ($\beta = -1,336$) nam de tijdsduur niet significant sneller af dan voor de kinderen op GMFCS niveau I ($\beta = -0,661$), vanwege de grote spreiding tussen kinderen. Bij het vergelijken van de 10MSRT voor de GMFCS niveaus I en II bleek er een zeer sterk significant verschil te zijn voor wat betreft de behaalde loopsnelheid ($p < 0,0001$) (zie Tabel 2).

Er was geen significant verschil in de toename van de maximaal behaalde loopsnelheid met leeftijd op de 10MSRT tussen kinderen op GMFCS niveau II ($\beta = 0,169$) en de kinderen op GMFCS niveau I ($\beta = 0,134$) (Figuur 5).



Figuur 4. Spreidingsdiagram; leeftijd versus tijd op de 10 x 5 meter sprinttest (s)

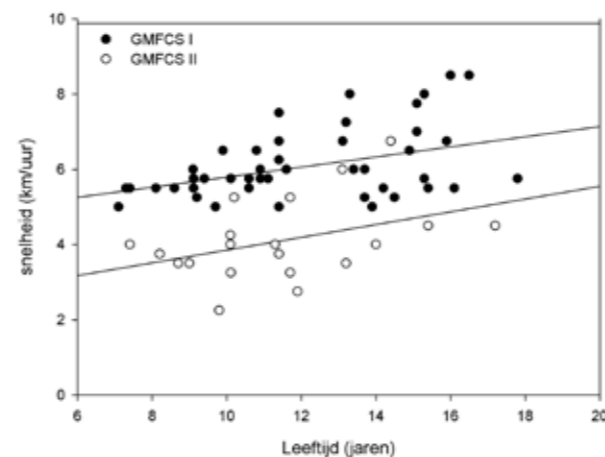
Discussie

Het doel van deze studie was om te onderzoeken of er verschil is in loopfunctie tussen kinderen met CP geclassificeerd volgens de GMFCS op niveau I en II. Alle looptest bleken significant sneller gelopen te worden door de kinderen met GMFCS niveau I dan kinderen met GMFCS niveau II. Echter, de wandeltest was niet significant verschillend tussen de 2 groepen.

Aan de hand van de regressiecoëfficiënten van de leeftijd ten opzichte van de wandel- en looptests lijkt de prestatie op de tests met het ouder worden te verbeteren bij kinderen met CP. Voor de MPST bleken de regressiecoëfficiënten per GMFCS niveau ook significant ($p < 0,05$) van elkaar te verschillen. De progressie was groter bij de kinderen met GMFCS I in vergelijking met GMFCS niveau II. Deze conclusies komen overeen met de resultaten uit de longitudinale cohort studie bij kinderen van één tot dertien jaar van Rosenbaum et al., waarbij een toename zichtbaar was van scores op de GMFM met het ouder worden van het kind.¹⁹ Ook vergelijkbaar met het onderzoek van Rosenbaum et al. was de grotere toename op functieniveau van GMFCS niveau I in vergelijking met niveau II.¹⁹

De toename in aerobe capaciteit (10MSRT) bij het ouder worden van kinderen met CP werd ook gevonden in de longitudinale studie van Lundberg.²⁸ Zij vond dat de toename in aerobe capaciteit (Vo_{2peak}) met leeftijd bij kinderen met CP significant lager was in vergelijking met gezonde kinderen.²⁸ Het verschil tussen de beide GMFCS niveaus is mogelijk het kleinst bij eenvoudigere motorische taken, zoals in deze studie bij de 10MWT.

De prestaties van de wandel- en looptests zijn in dit onderzoek per GMFCS niveau met elkaar vergeleken. Voor longitudinale follow-up van kinderen met CP waarbij rekening wordt gehouden met 'natuurlijke groeien' lijkt het ontwikkelen van ziekte specifieke referentiewaarden aan te bevelen. Het belang van een dergelijk onderzoek wordt vergroot door de invloed die de loopfunctie heeft op het te verwachte niveau van participeren van het kind.²⁹



Figuur 4. Spreidingsdiagram; leeftijd versus tijd op de 10 x 5 meter sprinttest (s)

Door het cross-sectionele design van dit onderzoek kan slechts een verwachting worden uitgesproken over de ontwikkeling van de loopfunctie van de kinderen met CP. Een longitudinale cohort studie met een voldoende steekproefomvang, voor kinderen met CP lijkt aan te raden om ontwikkelingscurven te creëren van diverse functionele inspanningstests om een prognose te kunnen geven aan de ouders en het kind over de te verwachte ontwikkeling op dit gebied.

Conclusie

Deze studie laat zien dat kinderen met CP van GMFCS I niveau met name op looptests (MPST, 10MSRT en 10x5MST) significant beter presteren in vergelijking met kinderen van GMFCS niveau II. De prestatie op de wandel- en looptests nam toe met leeftijd, waarbij de progressie op de MPST groter was bij de kinderen met GMFCS niveau I, in vergelijking met GMFCS niveau II.

Dankwoord

Dit onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door de Dr. W.M. Phelps-Stichting voor Spastici. Verder willen we alle

deelnemende kinderen, trainers en onderzoeksassistenten bedanken voor hun bijdrage en inzet.

Referenties

- Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(8):571-6.
- Becher JG, Pangalila RF, Vermeulen RJ, van Barneveld TA, Raats CJ. Richtlijn diagnostiek en behandeling van kinderen met spastische Cerebrale Parese. Utrecht: Nederlandse Vereniging van Revalidatieartsen; 2006.
- Becher JG, Smit LME, Gorter JW. Cerebrale Parese. In: Van Empelen R, Nijhuis-van de Sanden R, Hartman A, editors. *Kindertherapie*, 1e druk. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2003.
- WHO. ICF; Internationale classificatie van het menselijk functioneren; 2001.
- Koman AL, Smith BP, J.S. S. Cerebral Palsy. *Lancet.* 2004;363:1619-31.
- Tieman BL, Palisano RJ, Gracely EJ, Rosenbaum PL. Gross motor capability and performance of mobility in children with cerebral palsy: A comparison across home, school, and outdoors/community settings. *Phys Ther.* 2004;84(5):419-29.
- Schenker R, Coster WJ, Parush S. Neuroimpairments, activity performance and participation in children with cerebral palsy mainstreamed in elementary schools. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47:808 - 14.
- Ketelaar M, Vermeer A, 't Hart H, van Petegem-van Beek E, Helders PJM. Effects of a functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2001;81(9):1534-45.
- Morton JF, Brownlee M, McFadyen AK. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehab.* 2005;19:283-9.
- Odman P, Oberg B. Effectiveness of intensive training for children with cerebral palsy: A comparison between child and youth rehabilitation and conductive education. *J Rehabil Med.* 2005;37:363-70.
- Parkes J, Hill N, Dolk H, Donnelly M. What influences physiotherapy use by children with cerebral palsy? *Child: Care, Health & Development.* 2004;30(2):151-60.
- Goldstein M. The treatment of cerebral palsy: What we know, what we don't know. *Pediatrics.* 2004;8:42-6.
- Damiano DL. Activity, Activity, Activity: Rethinking Our Physical Therapy Approach to Cerebral Palsy. *Phys Ther.* 2006;86(11):1534 - 40.
- Gorter JW. Grof Motorisch Functionerings Classificatie Systeem voor Cerebrale Parese. Revalidatiecentrum De Hoogstraat Utrecht; 2001.
- Palisano RJ, Rosenbaum P, Walter S. The development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39:214-23.
- Wood E, Rosenbaum P. The gross motor function classification system

Over de auteurs

1) Dr Olaf Verschuren is kinderfysiotherapeut en in december 2007 gepromoveerd op het proefschrift "physical fitness in children and adolescents with cerebral palsy" aan de Universiteit Utrecht. Hij is thans werkzaam als onderzoeker bij het Kenniscentrum van Revalidatiecentrum De Hoogstraat, Utrecht

2) Ten tijde van dit onderzoek was Martin Keensenberg, Student MSc Fysiotherapiewetenschap, aan de Universiteit Utrecht.

3) Professor Paul Helders is hoogleraar fysiotherapie aan de Universiteit Utrecht/UMC Utrecht, en hoofd van de afdeling Kinderfysiotherapie & Pediatrische Inspanningsfysiologie, Wilhelmina Kinderziekenhuis, UMC Utrecht.

4) Dr Tim Takken is medisch fysioloog en als senior wetenschapper verbonden aan de afdeling Kinderfysiotherapie & Pediatrische Inspanningsfysiologie, van het Wilhelmina Kinderziekenhuis, UMC Utrecht.

Correspondentieadres:

Dr. Tim Takken,
Medisch Fysioloog

Afdeling Kinderfysiotherapie & Pediatrische Inspanningsfysiologie

Wilhelmina Kinderziekenhuis,
Universitair
Medisch Centrum Utrecht
Huispost: KB 02.056.0, Postbus
85090, 3508 AB Utrecht

Tel 088-7554030,
Fax: 088-7555333

Email: t.takken@umcutrecht.nl

- for cerebral palsy: A study of reliability and stability over time. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42:292 - 6.
17. Morris C, Kurinczuk JJ, Fitzpatrick R. Child or family assessed measures of activity performance and participation for children with cerebral palsy: A structured review. *Child: Care, Health & Development.* 2005;31(4):397-407.
 18. Morris C, Kurinczuk JJ, Fitzpatrick R, Rosenbaum PL. Who best to make the assessment? Professionals' and families' classifications of gross motor function in cerebral palsy are highly consistent. *Arch Dis Child.* 2006;91:675 - 9.
 19. Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE, Palisano RJ, Russell DJ, Raina P, et al. Prognosis for Gross Motor Function in Cerebral Palsy; Creation of Motor Development Curves. *JAMA.* 2002;288(11):1357- 63.
 20. Bartlett DJ, Palisano RJ. Physical Therapists' perception of factors influencing the acquisition of motor abilities of children with cerebral palsy: Implications for clinical reasoning. *Physical Therapy.* 2002;82(3):237-48.
 21. Verschuren O, Takken T, Ketelaar M, Gorter JW, Helders PJ. Reliability and validity of data for 2 newly developed shuttle run tests in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2006;86(8):1107-17.
 22. Verschuren O, Ketelaar M, Gorter JW, Helders PJ, Uiterwaal CS, Takken T. Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2007;161(11):1075-81.
 23. Wade DT. *Measurement in neurological rehabilitation:* Oxford University Press; 1992.
 24. SCPE. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Dev Med Child Neurol.* 2000;42(12):816-24.
 25. Schie van P, Ketelaar M, Visser J, Gorter JW. Het gebruik van de Gross Motor Function Measure (GMFM) in de Nederlandse kinderfysiotherapie praktijk. *Kinderfysiotherapie.* 2005;maart(44):16 - 9.
 26. Eagleton M, Lams A, McDowell J, Morrison R, Evans CL. The effects of strength training on gait in adolescents with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2004;16:22 - 30.
 27. Thompson P, Beath T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach NM, et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(5):370-6.
 28. Lundberg A. Longitudinal study of physical working capacity of young people with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1984;26(3):328-34.
 29. Lepage C, Noreau L, Bernard P-M. Association between characteristics of locomotion and accomplishment of life habits in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 1998;78(5):458 - 69.