



KU LEUVEN



UNIVERSITEIT GENT



UNIVERSITEIT ANTWERPEN



Vrije Universiteit Brussel

VU BRUSSEL

## INTERUNIVERSITAIRE MANAMA-OPLEIDING JEUGDGEZONDHEIDSZORG

**Validatie van lichaamssegment-metingen ter bepaling van de lichaamslengte en gradering van de voedingstoestand op basis van antropometrische metingen bij kinderen en jongeren met een cerebrale parese**

**Dr. Fien Geeraert**

**Promotor: Prof. Dr. J. De Schepper**

**Co-promotor: Prof. Dr. P. Prinzie**

*Verhandeling voorgedragen tot  
het behalen van de graad van  
ManaMa in de Jeugdgezondheidszorg*

**September 2013**



## Inhoudstafel

<b>Inhoudstafel</b> .....	1
<b>Voorwoord</b> .....	3
<b>Inleiding</b> .....	5
<b>Literatuurstudie</b> .....	7
1. Inleiding.....	7
2. Definitie, epidemiologie en classificatie van cerebrale parese .....	7
3. Definitie van cerebrale parese .....	7
Epidemiologie van cerebrale parese .....	8
Classificatie van cerebrale parese .....	8
4. De lengtegroei bij cerebrale parese.....	9
Beschrijving van het verstoord groeipatroon .....	9
Oorzaken van de verstoorde lengtegroei .....	10
Gevolgen van de verstoorde lengtegroei .....	11
5. Het opvolgen van lengte, gewicht en BMI bij kinderen met cerebrale parese binnen de preventieve jeugdgezondheidszorg.....	12
Lengtemetingen .....	13
Gewichtsbepalingen .....	14
BMI-bepalingen .....	14
6. Het bepalen van de voedingstoestand op basis van antropometrie .....	14
Gewicht-naar-lengte index en BMI.....	15
Lengte/gestalte .....	15
Omtrek- en huidplooidiktemetingen .....	15
<b>Materiaal en methoden</b> .....	17
1. Literatuurstudie .....	17
2. Studieopzet, onderzochte populatie, onderzoeks- en analysemethodes.....	17
Studieopzet en onderzochte populatie .....	17
Onderzoeksmethodes.....	18
Gewicht .....	18
Lengte .....	18
Kniehoogte, tibialengte en ulnalengte.....	18
Bovenarmomtrek .....	19
Huidplooidiktes .....	19
Analysemethodes .....	19
Berekenen van het lichaamsvetpercentage .....	20
Berekenen van de z-scores van de verschillende antropometrische parameters ter beoordeling van de voedingsstatus .....	20
Betrouwbaarheid van de antropometrische metingen.....	20
Vergelijkbaarheid van de lichaamssegment-metingen tussen de aangedane en niet-aangedane lichaamszijde.....	21
Validatie van lichaamssegment-metingen ter bepaling van de lichaamslengte .....	21
Indeling van de voedingsstatus in acute en chronische ondervoeding	22
<b>Resultaten</b> .....	23
1. Algemene karakteristieken van de studiepopulatie .....	23
2. Antropometrische resultaten.....	24
3. Betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van de lichaamssegment-metingen.....	25
4. Associatie van de lichaamslengte met de lichaamssegment-metingen.....	26
Correlatie tussen de lichaamssegment-metingen.....	26
Opstellen van predictiemodellen .....	28
Kniehoogte .....	28
Tibialengte.....	28
Ulnalengte .....	28

Bland-Altman plots en analyse.....	29
Vergelijking van het predictiemodel vanuit kniehoogte met het model opgesteld door Stevenson et al.....	30
5. Invloed van CP-type, uni/bilateraliteit en GMFCS-graad op de voorspelling van de lichaamslengte vanuit de kniehoogte.....	32
6. Prevalentie van ondervoeding op basis van de uitgevoerde antropometrie .....	32
Chronische ondervoeding .....	32
Acute ondervoeding.....	32
Correlatie tussen de verschillende antropometrische parameters voor ondervoeding.....	33
<b>Discussie</b> .....	35
1. Het voorspellen van de lichaamslengte vanuit lichaamssegment-metingen.....	35
2. Het bepalen van de prevalentie van ondervoeding op basis van antropometrie ..	39
3. Beperkingen van de studie .....	42
<b>Conclusie en aanbevelingen voor de jeugdgezondheidszorg</b> .....	44
<b>Samenvatting</b> .....	46
<b>Referentielijst</b> .....	47
<b>Lijst van gebruikte afkortingen</b> .....	51
<b>Bijlage 1: Visgraat-analyse</b> .....	52
<b>Bijlage 2: Informatiebrief voor de ouders</b> .....	53
<b>Bijlage 3: Voorbeeld van specifieke CP-groei-curves</b> .....	57

## Voorwoord

Sinds september 2010 ben ik als instituutarts werkzaam in het MPI Dominiek Savio te Gits. Het instituut richt zich naar kinderen, jongeren en volwassenen met een fysieke of meervoudige handicap. Deze handicap kan het gevolg zijn van hersenverlamming (cerebrale parese) of andere aangeboren hersenafwijkingen, niet-aangeboren hersenbeschadiging, neuromusculaire aandoening, spina bifida, skeletafwijkingen, psychomotorie ontwikkelingsachterstand, ...

Eén van mijn taken als instituutarts is het opvolgen van de ontwikkeling en de groei van de kinderen en jongeren. Dit doen we volgens de richtlijnen beschreven in de “Standaard Groei en Puberteit” van de Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg (VWVJ). Er vielen mij echter al snel twee zaken op: namelijk dat de lengtemetingen bij de kinderen in het instituut vaak onnauwkeurig en onbetrouwbaar zijn en dat veel van deze kinderen een abnormaal kleine lengte en/of laag gewicht hebben. Toen ik deze bevindingen besprak met mijn collega-arts en het team van verpleegkundigen in het MPI bleken zij gelijkaardige ervaringen te hebben. De verpleegkundigen gaven aan dat het voor hen technisch zeer moeilijk is (door onder andere de aanwezigheid van scoliose, gewrichtscontracturen, ...) om een goede lengtemeting te bekomen. Mijn collega-arts bleek voor de beoordeling van de groei vooral af te gaan op haar klinische indruk en opgebouwde ervaring en weinig rekening te houden met de meetgegevens op zich. De werkwijze voor het opvolgen van de groei bij de kinderen in het MPI leek dus voor verbetering vatbaar. Samen maakten we een visgraatanalyse (Bijlage 1) op met hierin de verschillende factoren die bijdragen aan de problematische opvolging van de groei en ontwikkeling. We focusten ons op de groep kinderen met een cerebrale parese (CP) omdat dit de meest voorkomende aandoening is in het MPI en bovendien een goed afgelijnde groep is. Naar aanleiding van deze visgraatanalyse werd een literatuurstudie opgezet met als doelstelling om de bestaande gegevens rond de lengtegroei en voedingstoestand bij kinderen met CP samen te vatten.

Aanvankelijk was het mijn bedoeling om een kwaliteitsverbeterend project op te zetten. Op basis van de bevindingen uit het literatuuronderzoek wou ik een praktijkrichtlijn opstellen rond de opvolging van de lengtegroei bij kinderen met CP en deze in het MPI implementeren. Mijn promotor, Prof. Dr. Jean De Schepper, wees er mij echter op dat de meetmethodes en de CP-specifieke groeicurves die ik wou implementeren niet gevalideerd zijn in een Europese populatie en dus niet zomaar kan aangenomen worden dat deze ook hier in onze populatie

valabel zijn. In dit licht veranderde de opzet van mijn project naar een toetsend onderzoek en kreeg deze masterproef zijn huidige vorm.

Op deze plaats wil ik ook de gelegenheid nemen om iedereen te bedanken die op de één of andere manier heeft meegewerkt aan mijn project en geholpen heeft bij het tot stand komen van deze masterproef.

Eerst en vooral wil ik mijn promotor, Prof. Dr. J. De Schepper, bedanken voor zijn uitstekende begeleiding. Hij stuurde dit project in de goede richting en was steeds bereid om advies te geven. Bedankt voor uw enthousiasme, tijd en steun!

Daarnaast wil ik mijn co-promotor, Prof dr. P. Prinzie, bedanken voor de informatie over nieuw beschikbare literatuur, de nuttige tips en het nalezen van de literatuurstudie en analyse-resultaten.

Ook een woord van dank voor mijn collega en het team verpleegkundigen van het MPI Dominiek Savio, mag hier zeker niet ontbreken. Bedankt voor de interesse in mijn project, de vele aanmoedigingen en positieve feedback!

Vervolgens wens ik ook Roos en Mieke te bedanken. Zij hielpen mij om alle kinderen en jongeren in deze studie te meten. Iedereen werd op tijd uit klas of therapie gehaald, ontelbare spalken werden vakkundig uit en terug aangedaan, kindjes werden gerustgesteld en zo nodig werden er ook traantjes gedroogd. Dankzij hen verliep alles supervlot!

Nog vele anderen uit mijn omgeving verdienen mijn dank. Mijn ouders en schoonouders, die met veel plezier op ons zoontje Matthias pasten, zodat ik deze masterproef kon afwerken. En ook mijn man, Ruben, voor de steun en aansporingen als ik het even niet meer zag zitten. Maar evengoed voor de interesse, hulp en suggesties die hij geboden heeft bij het maken van dit eindwerk.

## Inleiding

Cerebrale parese (CP) is bij kinderen de frequentste oorzaak van een ernstige fysieke handicap. Naast de motorische beperkingen, kunnen er ook problemen zijn op het vlak van visus, gehoor, communicatie, leren en gedrag. De laatste jaren is de aandacht voor de geassocieerde problemen en beperkingen, zoals een verstoorde lengtegroei, sterk toegenomen. Kinderen met CP zijn vaak kleiner en lichter dan hun gezonde leeftijdsgenoten en ook hun spiermassa, vetmassa en botdichtheid zijn gewoonlijk lager.

Groeistoornissen, al dan gerelateerd aan ondervoeding, blijken frequent voor te komen bij kinderen met CP. Bovendien hebben ze een belangrijke impact op zowel de algemene gezondheid als op het welbevinden van kinderen met CP en hun families. Een tijdige opsporing en behandeling van groeistoornissen en ondervoeding is dan ook zeer belangrijk.

De opsporing van groeistoornissen wordt bij kinderen met CP echter belemmerd door de moeilijkheid om betrouwbare antropometrische metingen, vooral lengtemetingen, te bekomen. Oorzaken hiervan zijn onder andere onvermogen om rechtop te staan, aanwezige gewrichtscontracturen, het bestaan van scoliose, het optreden van onwillekeurige spierspasmen en een gebrekkige medewerking door cognitieve beperkingen. Lichaamssegment-metingen, zoals bijvoorbeeld onderbeenlengte of bovenarm lengte, worden als een valabel alternatief voor het meten van de totale lengte of gestalte voorgesteld. Deze segmentaire metingen en de formules om op basis van deze metingen de totale lengte bij kinderen met CP te voorspellen, zijn echter enkel gevalideerd in niet-Europese populaties. De invloed van het type en de ernst van CP op deze voorspelling werd niet bestudeerd.

Door de verstoorde lengtegroei en de onnauwkeurige lengtemetingen is ook het adequaat inschatten van de voedingstoestand bij kinderen met CP moeilijk. Er is nog maar weinig onderzoek gedaan naar de waarde van eenvoudige antropometrische metingen, zoals armomtrek of huidplooidiktes, bij de inschatting van de voedingsstatus bij deze kinderen.

De hoofddoelstelling van deze studie is tweeledig en behelst twee algemene onderzoeksvragen:

- Zijn lichaamssegment-metingen een betrouwbaar en valide alternatief voor het meten van de totale lichaamslengte bij kinderen en jongeren met CP?
- Kunnen eenvoudige antropometrische parameters een klinische inschatting geven van de voedingstoestand bij kinderen en jongeren met CP?

Om deze onderzoeksvragen te beantwoorden, stelden we volgende specifieke onderzoeksvragen op:

- Zijn kniehoogte, tibialengte en ulnalengte betrouwbare metingen bij kinderen met CP?
- Kan de totale lichaamslengte bij kinderen met CP vanuit kniehoogte, tibialengte en ulnalengte valide voorspeld worden?
- Welke lichaamssegment-meting (kniehoogte, tibialengte of ulnalengte) voorspelt het best de totale lengte bij kinderen met CP?
- In welke mate beïnvloeden het type en de ernst van CP de validiteit van deze meest predictieve lichaamssegment-meting?
- Zijn bovenarmomtrek en triceps en subscapulaire huidplooidikte betrouwbare metingen bij kinderen met CP?
- Hoeveel kinderen met CP worden als ondervoed geclassificeerd op basis van antropometrische metingen en hun afgeleiden (gewicht-naar-lengte index, BMI, bovenarmomtrek, triceps en subscapulaire huidplooidikte)?

Om deze onderzoeksvragen te beantwoorden werd een cross-sectioneel observatie-onderzoek opgezet. De studiepopulatie bestond uit leerlingen met CP, die school liepen in het MPI Dominiek Savio tijdens het schooljaar 2011-2012. Enerzijds werden parameters als het CP-type, het aantastingspatroon en de ernst van CP vanuit dossiergegevens geregistreerd en anderzijds werden antropometrische metingen (lengte, kniehoogte, tibialengte, ulnalengte, gewicht, bovenarmomtrek, triceps en subscapulaire huidplooidiktes) uitgevoerd en afgeleide parameters (BMI, gewicht-naar-lengte index, lichaamsvetpercentage) ter beoordeling van de voedingstatus berekend.



### 1. Inleiding

Cerebrale parese (CP) is bij kinderen de frequentste oorzaak van een ernstige fysieke handicap. Naast de motorische beperkingen, kunnen er ook problemen zijn op het vlak van visus, gehoor, communicatie, leren en gedrag. De laatste jaren is de aandacht voor de geassocieerde problemen en beperkingen, zoals een verstoorde lengtegroei en gewichtstoename, sterk toegenomen.

Een tijdige opsporing en behandeling van groeistoornissen en ondervoeding is zeer belangrijk aangezien beiden frequent blijken voor te komen bij kinderen met CP en bovendien een grote impact hebben op zowel de algehele gezondheid als sociale participatie van deze kinderen.

De opsporing van deze groeistoornissen wordt bij kinderen met CP echter belemmerd door de moeilijkheid om betrouwbare metingen, vooral lengtemetingen, te bekomen. Door de verstoorde lengtegroei en de onnauwkeurige metingen is ook het correct inschatten van de voedingstoestand bij kinderen met CP bemoeilijkt.

Deze literatuurstudie werd opgezet met als doelstelling de bestaande kennis rond groei bij kinderen met CP op een rij te zetten en hierbij bovendien te focussen op methodes om de lengte en de voedingstoestand bij deze kinderen te bepalen.

### 2. Definitie, epidemiologie en classificatie van cerebrale parese

#### **a. Definitie van cerebrale parese**

Cerebrale parese (CP) is de overkoepelende term die gebruikt wordt voor “een groep blijvende stoornissen in de ontwikkeling van houding en beweging die aan niet-progressieve, in de foetale of zuigelingenfase ontstane, hersenafwijkingen worden toegeschreven en die leiden tot beperking van de normale lichamelijke activiteit. Behalve de motorische stoornissen zijn er vaak ook stoornissen van de sensibiliteit, perceptie, cognitie, communicatie en gedrag, alsook epilepsie en secundaire problemen van spierstelsel en skelet aanwezig”.<sup>1</sup> Uit deze definitie kan men opmaken dat er bij CP sprake is van een hersenbeschadiging of -misvorming die ontstaat voor, tijdens of kort na de geboorte (tot de leeftijd van 2 jaar) in de zich ontwikkelende hersenen. De beschadiging zorgt er voor dat een deel van de hersenen niet of anders functioneert. Er is altijd sprake van een houdings- of bewegingsstoornis doordat de aansturing van de spieren vanuit de hersenen niet vlot verloopt. Afhankelijk van welke hersengebieden precies beschadigd zijn, kunnen er ook

problemen zijn op het vlak van visus, gehoor, communicatie, leren en gedrag. Het hersenletsel op zich is niet progressief, maar de gevolgen die het heeft op het functioneren kunnen daarentegen wel evolueren naarmate het kind opgroeit. CP is dus een complexe aandoening die zich op zeer verschillende manieren kan presenteren.

### **b. Epidemiologie van cerebrale parese**

CP is een relatief vaak voorkomende aandoening en is bij kinderen de frequentste oorzaak van een ernstige fysieke handicap.<sup>2</sup> Op basis van gegevens uit de centrale databank van de Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE), een samenwerkingsverband tussen 14 centra uit 8 Europese landen ter bevordering van registratie en onderzoek naar CP, wordt voor de periode 1980-1990 een incidentie van 2,08 per 1000 levende geboortes opgetekend.<sup>3</sup> Een recente meta-analyse toont een gelijkaardige wereldwijde incidentie van 2,11 kinderen met CP per 1000 levende geboortes.<sup>4</sup> Meer jongens dan meisjes worden gediagnosticeerd met CP.<sup>5</sup> De SCPE rapporteert een man/vrouw-ratio van 1,33:1.<sup>3</sup> De prevalentie van CP bij kinderen met een geboortegewicht lager dan 1500 g en bij kinderen geboren voor 28 weken zwangerschap is duidelijk hoger dan gemiddeld met respectievelijk 59,18 en 111,8 per 1000 levende geboortes.<sup>4</sup>

Ondanks de verbeteringen in pre- en perinatale zorg, is de incidentie van CP de laatste decennia vrij constant gebleven.<sup>4,5</sup> Premature en zelfs extreem-premature zuigelingen hebben steeds betere overlevingskansen, maar lopen tegelijkertijd meer kans op ontwikkelingsstoornissen en CP, wat mogelijk bijdraagt tot de blijvend hoge incidentie.

### **c. Classificatie van cerebrale parese**

CP kan het best op drie verschillende manieren ingedeeld worden, meer bepaald volgens het type van bewegingsstoornis, volgens de lokalisatie en volgens de ernst.

De verschillende indelingen en terminologieën zorgden in het verleden voor verwarring en maakten het moeilijk om gegevens van verschillende onderzoekscentra met elkaar te vergelijken. Eén van de doelstellingen van het SCPE was dan ook het opstellen van een eenduidig classificatiesysteem.<sup>2</sup>

Momenteel worden er drie subtypes onderscheiden in de bewegingsstoornis : spastische, atactische en dyskinetische CP. In het geval van een mengvorm wordt de meest prominente bewegingsstoornis benoemd. Bij spastische CP staan de verhoogde spierspanning en afwijkende reflexen (hyperreflexie en/of reflex volgens Babinski) op de voorgrond. Het verlies van normale spiercoördinatie zodat bewegingen met abnormale kracht, ritme en precisie plaatsvinden, is dan weer kenmerkend voor atactische CP. Bij dyskinetische CP zijn er (ook in rust) onwillekeurige, ongecontroleerde, repetitieve en soms stereotiepe bewegingen. Dyskinetische CP wordt nogmaals opgesplitst in dystone CP (hypokinesie en hypertonie) en

choreo-athetotische CP (hyperkinesie en hypotonie). In 80-90% van de gevallen is er sprake van een spastische parese en in respectievelijk 9% en 2% van een dyskinetische of atactische parese.<sup>3</sup>

De bewegingsstoornissen kunnen aanwezig zijn in de ledematen van één (unilateraal of hemiparese) of beide lichaamshelften (bilateraal of diparese/quadriparese). Soms worden ook termen als monoparese (één lidmaat) of triparese (drie ledematen) gebruikt. Voor de eenvoud en eenduidigheid maakt de indeling naar lokalisatie volgens het SCPE enkel een onderscheid tussen een unilaterale en bilaterale spastische parese.

De mate van motorische functionaliteit kan tenslotte bepaald worden door middel van de Gross Motor Function Classification System (GMFCS) voor de grove motoriek en door middel van de Manual Ability Classification System (MACS) voor de handvaardigheid.

De GMFCS werd in 1997 ontwikkeld om de grove motoriek bij kinderen met CP te beschrijven en scoort in functie van de leeftijd vooral de mogelijkheid om te zitten en te lopen.<sup>6</sup> De schaal bestaat uit vijf niveaus waarbij niveau 1 de groep is met de minste beperkingen en niveau 5 deze met de meeste. Intussen is gebleken dat de GMFCS een betrouwbaar en valabel werkinstrument is en wordt de schaal internationaal gebruikt

Pas in 2006 werd de MACS, een gelijkaardig systeem om de functionaliteit van de bovenste ledematen te beschrijven, ontwikkeld.<sup>7</sup> De MACS beschrijft hoe kinderen met CP hun handen gebruiken wanneer ze objecten hanteren bij dagelijkse activiteiten. Net als de GMFCS beschrijft de MACS vijf niveaus. De niveaus zijn gebaseerd op de spontaan ondernomen vaardigheid om objecten te hanteren en de behoefte aan assistentie of aanpassingen in het uitvoeren van handvaardigheden in het dagelijks leven. In niveau 1 is de handvaardigheid zeer goed, terwijl niveau 5 betekent dat er geen actieve handfunctie mogelijk is. Voor de MACS werd ook al een goede validiteit en betrouwbaarheid gerapporteerd.<sup>7</sup>

### 3. De lengtegroei bij cerebrale parese

Een afwijkende lengtegroei en/of gewichtstoename zijn gekend bij kinderen met CP.<sup>8</sup> De meeste kinderen met CP hebben een grotere kans op een verstoord groeipatroon, maar de frequentie en ernst ervan neemt duidelijk toe met afname van hun motorische functionaliteit (hogere GMFCS-niveaus).<sup>9-10</sup>

#### **a. Beschrijving van het verstoord groeipatroon**

Kinderen met CP groeien minder snel en wegen minder dan hun gezonde leeftijdsgenoten en ook hun uiteindelijke volwassen gestalte en gewicht zijn kleiner.<sup>10-11</sup> Daarnaast is er ook

nog een verschil in lichaamssamenstelling aanwezig: zowel de spiermassa, vetmassa en botdichtheid zijn gewoonlijk lager bij kinderen met CP.<sup>12-13</sup>

Bij kinderen met een bekende groeilimiterende syndromale of skeletale aandoening wordt voor de opvolging van de lengtegroei best gebruik gemaakt van een ziekte-specifieke groeicurve. Voor verschillende genetische aandoeningen, zoals voor de syndromen van Down, Prader-Willi, Turner, Noonan en Silver-Russell, maar ook voor botdysplasieën zoals hypo- en achondroplasie, zijn reeds lang specifieke groeicurven beschikbaar.<sup>14</sup> Krick et al. stelden pas in 1996 voor het eerst groeicurves op voor een populatie Amerikaanse kinderen met een quadriparese en vergeleken deze met de standaardgroeicurves opgesteld door het National Center for Health Statistics (NCHS).<sup>11</sup> De gemiddelde lengte in functie van de leeftijd was 2,3 standaarddeviaties (SD) lager bij de jongens en 2,1 SD lager bij de meisjes. Het gemiddelde gewicht in functie van de leeftijd was respectievelijk 2,4 SD en 2,1 SD lager. Kinderen met CP bleken op de leeftijd van 2 jaar al gemiddeld 5% en op de leeftijd van 8 jaar gemiddeld 10% kleiner te zijn dan hun leeftijdsgenoten. Deze curves zijn echter gebaseerd op een eerder beperkt aantal metingen (1630 metingen bij 360 patiënten), gelimiteerd tot de leeftijd van 10 jaar en bevatten enkel gegevens van kinderen met een ernstige quadriparese. In 2006 werd door een Californische onderzoeksgroep, op basis van 141961 metingen, bekomen in de periode 1987-2002 en afkomstig van 24920 patiënten met CP tussen 2 en 20 jaar, een CP-specifieke groeicurve voorgesteld.<sup>10</sup> Naast de gebruikelijke verschillende groeicurves voor jongens en meisjes werd er in dit onderzoek ook een opdeling gemaakt in vijf gradaties van functionaliteit: zelfstandig stappen (groep 1), stappen met een loophulp (groep 2), kruipen (groep 3) en geen zelfstandige voortbeweging/voedselinname zonder sondevoeding (groep 4) en met sondevoeding (groep 5). Wanneer deze groeicurves vergeleken worden met groeicurves voor de algemene populatie in de Verenigde Staten, blijken de percentielen voor lengte en gewicht quasi gelijklopend voor de best functionerende groep (groep 1), maar liggen deze duidelijk lager bij de andere groepen. In de zwakst functionerende groepen heeft de groep met sondevoeding (groep 5) een langere lengte en hoger gewicht dan de groep zonder sondevoeding (groep 4).

#### **b. Oorzaken van de verstoorde lengtegroei**

Vroeger werd gedacht dat de afwijkingen in lengtegroei en ook lichaamssamenstelling bij CP eigen waren aan de aandoening zelf. Bij kinderen met een hemiparese (en een normale voedingstoestand en lengte) zijn zowel lengte als omtrek van de ledematen aan de aangedane lichaamszijde kleiner dan aan de andere lichaamszijde.<sup>15</sup> Het is echter duidelijk geworden dat het gaat om een samenspel van verscheidene oorzaken. Naast neurologische factoren en het gebrek aan mechanische belasting van het skelet, blijken ook nutritionele

tekorten en endocrinologische dysfuncties een rol te spelen in een gebrekkige lengtetoe name .<sup>8,16</sup>

Ondervoeding blijkt een zeer belangrijke bijdragende factor te zijn. 20 tot 40% van de kinderen met CP is ondervoed.<sup>17-18</sup> Ondervoeding ontstaat wanneer de voedselinname ontoereikend is om aan de metabole behoeften te voldoen. Door mondmotorische problemen slagen kinderen met CP er vaak niet in om voldoende calorieën en voedingsstoffen te consumeren.<sup>19</sup> Meer dan 1 kind op 5 met CP is volledig afhankelijk van hulp om te eten.<sup>17</sup> De energiebehoefte van kinderen met CP wordt bepaald door onder andere het type en de ernst van CP. Door verlies van spierweefsel kan evenwel het energieverbruik verlaagd zijn, maar ernstige hypertonie en onwillekeurige motoriek kunnen dan weer het energieverbruik sterk doen toenemen bij CP kinderen.<sup>20</sup>

Het verschil in lengte en gewicht in vergelijking met gezonde leeftijdsgenoten blijkt nog groter te zijn bij oudere kinderen met CP dan bij de jongere kinderen.<sup>11</sup> Een onvoldoende pubertaire groeisput kan hier aan de basis liggen.<sup>10</sup> Deze vaststellingen suggereren dat hormonale verschillen, zoals een verminderde secretie van geslachtshormonen en/of groeihormoon, een rol zouden kunnen spelen bij de mindere lengtegroei bij CP. Uit verschillende studies blijkt inderdaad dat 50-70% van de kinderen met CP lage serum waarden aan IGF-1 (Insuline like Growth Factor-1) hebben en ook lagere groeihormoonspiegels vertonen, zowel spontaan als na medicamenteuze stimulatie.<sup>21-23</sup> Een verklaring voor deze endocrinologische afwijkingen ontbreekt nog. Behandelingen met groeihormoon bij kinderen met CP en een bewezen groeihormoontekort resulteert in een versnelde lengtegroei, en geeft tegelijk een duidelijke toename van de botdichtheid.<sup>24</sup>

### **c. Gevolgen van de verstoorde lengtegroei**

De geassocieerde groei- en voedingsstoornissen hebben zowel een belangrijke invloed op de algemene gezondheid als op het welbevinden van kinderen met CP en hun families.<sup>9,25</sup>

De afwijkende lengtegroei op zich, maar ook de verscheidene onderliggende factoren (onder andere ondervoeding, hormonale stoornissen, immobiliteit) dragen hiertoe bij.

Verskillende onderzoekers bestudeerden reeds het effect van een verstoorde groei en voedingstoestand bij CP op algemene gezondheidskenmerken en op de nood aan gezondheidszorg en mogelijkheid tot sociale participatie in het bijzonder.

Uit een studie uitgevoerd door Stevenson et al. in 2006 op een groep van 273 kinderen met matige en ernstige CP bleek dat de groep met de minst verstoorde lengtegroei minder nood had aan gezondheidszorg en meer kon deelnemen aan hun gewone sociale activiteiten.<sup>9</sup> In een ander onderzoek werden ook voor andere antropometrische parameters belangrijke associaties gevonden. Zo betekende elke toename van de triceps huidplooidikte met één standaarddeviatie een afname van het aantal doktersbezoeken met 20%, van het aantal

ziekenhuisopnames met 50%, van het aantal afwezigheidsdagen op school wegens ziekte met 22% en van het aantal gemiste familiale activiteiten met 33%.<sup>25</sup>

Niet alleen een verminderde botgroei, maar ook een onvoldoende botmineralisatie kunnen een belangrijke impact hebben op de algemene gezondheid en dagelijks functioneren van kinderen met CP. Osteoporose kan niet alleen aanleiding geven tot botpijnen, maar kan resulteren in botbreuken met vaak hospitalisatie tot gevolg. Het ontstaan van pathologische fracturen als gevolg van een gebrekkige botkwaliteit is geen zeldzaamheid bij kinderen met CP: in een studie van Henderson hadden 26% van de kinderen ouder dan 10 jaar al minstens één botbreuk gehad en uit onderzoek van Stevenson bleek de kans op een botbreuk jaarlijks 4% te bedragen.<sup>26-27</sup>

Op basis van de specifieke CP-groecurves, opgesteld door de Californische onderzoeksgroep, bepaalden Brooks et al. welke gewichten geassocieerd zijn met negatieve gezondheidsgevolgen.<sup>28</sup> In alle GMFCS-niveaus komen meer chronische gezondheidsproblemen voor bij een gewicht onder percentiel 20. In de groep kinderen met GMFCS-niveau 1 en 2 is het mortaliteitsrisico 2,2 keer zo groot bij een gewicht onder percentiel 5. Bij de kinderen met GMFCS-niveau 3 tot 5 is dit risico 1,5 keer groter bij een gewicht onder percentiel 20 dan bij een gewicht hierboven. Kinderen met CP en een zeer laag gewicht blijken dus meer ernstige chronische ziekten te hebben en een grotere kans om te overlijden.

Aandacht voor een adequate voedingstoestand en botmineralisatie zijn belangrijke aandachtspunten voor het verbeteren van de algemene gezondheid en psycho-sociaal welbevinden bij kinderen met CP.<sup>16</sup> Campanozzi et al. toonden specifiek voor kinderen met CP aan dat zowel symptomen van gastro-oesofageale reflux als GMFCS-score kunnen verbeteren wanneer bij ondervoeding de voedingstoestand wordt geoptimaliseerd.<sup>29</sup> Bij deelname aan een nieuw fysiotherapeutisch concept (bestaande uit een combinatie van vibratietherapie, fysiotherapie, weerstandstraining en loopband-training) werd bij kinderen met een bilaterale spastische cerebrale parese een significant positief effect op zowel de botdensiteit, de spierkracht als het grofmotorisch functioneren gevonden.<sup>30</sup>

#### 4. Het opvolgen van lengte, gewicht en BMI bij kinderen met cerebrale parese binnen de preventieve jeugdgezondheidszorg

In de preventieve jeugdgezondheidszorg worden standaard de lengte, het gewicht en de BMI opgevolgd. Afwijkingen van het verwachte groeipatroon kunnen immers het eerste of in sommige gevallen (bijvoorbeeld bij groeihormoontekort) het enige signaal zijn van een

onderliggend gezondheidsprobleem. Snelle verwijzing en bijkomende onderzoek naar een onderliggend proces is dan ook aangewezen. Hoe vroeger een behandeling namelijk kan opgestart worden, hoe groter de kans dat de lengtegroei onder behandeling normaliseert en dat het kind zijn volledige groeipotentieel kan benutten.

In Vlaanderen wordt de groei van jonge kinderen op regelmatige tijdstippen opgevolgd in de consultatiebureaus van Kind en Gezin, meestal tot de leeftijd van 3 jaar. Vanaf de eerste kleuterklas gebeurt dit verder door de CLB-centra (Centra voor Leerlingenbegeleiding). Vanaf dan wordt ook de body mass index (BMI) berekend en met regelmaat opgevolgd. Het is niet alleen van belang dat deze metingen van lengte en gewicht nauwkeurig worden uitgevoerd, maar dat deze meetgegevens ook worden uitgezet op de groeicurve. Bij kinderen met CP is de opvolging van gewicht, lengte en BMI zeker niet evident. Enerzijds is het moeilijk om betrouwbare metingen, zeker lengtemetingen, te bekomen en anderzijds zijn de beschikbare groeicurves voor kinderen met CP niet voorhanden in deze settings, waardoor de correcte interpretatie van de bekomen groeigegevens bemoeilijkt wordt.

#### **a. Lengtemetingen**

Volgens de gangbare richtlijnen wordt tot de leeftijd van 2 jaar de lengte liggend gemeten op een meetbord. Vanaf de leeftijd van 2 jaar wordt de gestalte of staande lengte gemeten.<sup>31-32</sup> Het bekomen van betrouwbare lengtemetingen, zeker in staande positie, is bij kinderen met CP vaak onmogelijk door onvermogen om rechtop te staan, aanwezige gewrichtscontracturen, het bestaan van scoliose, het optreden van onwillekeurige spierspasmen en een gebrekkige medewerking door cognitieve beperkingen.<sup>8</sup> Segmentaire metingen, zoals bijvoorbeeld onderbeenlengte of bovenarm lengte, kunnen dan een alternatief zijn voor het meten van de totale lengte of gestalte.<sup>32</sup> Het gebruik van deze segmentaire metingen wordt aangeraden bij kinderen en volwassenen met verschillende beperkingen.<sup>33</sup> Meerdere onderzoekers onderzochten specifiek de betrouwbaarheid en validiteit bij kinderen met CP.<sup>34-36</sup> In plaats van uit de segmentaire metingen de totale lengte te schatten en deze dan op een groeicurve uit te zetten, kan men ook groeicurves opstellen op basis van de segmentaire metingen zelf. Zo ontwikkelden Oeffinger et al. groeicurves op basis van de tibialengtes van 750 kinderen met CP en GMFCS-niveau 1 tot 3.<sup>37</sup> De meetgegevens werden bekomen uit analyse van de videobeelden van ganganalyses. Hierdoor waren geen kinderen met GMFCS-niveau 4 of 5 in de studie opgenomen. Groeicurves op basis van andere segmentaire metingen ontbreken tot op heden nog.

## **b. Gewichtsbepalingen**

Standaard worden zuigelingen en jonge kinderen tot 2 jaar gewogen op een zuigelingenweegschaal. Vanaf de leeftijd van 2 jaar wordt hiervoor een personenweegschaal (badkamermodel of apothekersweegschaal) gebruikt.<sup>31-32</sup> Kinderen met CP kunnen echter vaak niet zonder steun of zelfs helemaal niet zelfstandig rechtstaan. Het gebruik van een weegstoel is dan de oplossing, doch dit type weegschaal is niet beschikbaar in de CLB-centra.<sup>8,16</sup> Een alternatief is om de zorgverlener samen met het kind te wegen en van het gezamenlijke gewicht daarna het gewicht van de zorgverlener af te trekken.<sup>8,16</sup> Deze handeling is moeilijk uitvoerbaar wanneer het kind te zwaar is om door de zorgverlener gedragen te worden. Een bedweegschaal of een toestel waarmee het mogelijk wordt om een tillift als weegschaal te gebruiken, kunnen dan een uitkomst bieden, maar deze toestellen vallen buiten het bereik van de CLB-context. Naast een goede ijking van de weegtoestellen, is het zeer belangrijk dat men zoveel mogelijk eenzelfde weegmethode gebruikt voor hetzelfde kind om zo afwijkingen door het gebruik van verschillende toestellen te vermijden.<sup>31-32</sup>

## **c. BMI-bepalingen**

De BMI is een eenvoudige manier om het gewicht in verhouding tot de lengte te beoordelen en wordt als een maatstaf van adipositas of als een parameter voor de beoordeling van de voedingstoestand van kinderen ouder dan 2 jaar gebruikt.<sup>31</sup> Gezien de onnauwkeurigheden bij de bepalingen van lengte en gewicht bij kinderen met CP, kan men nog grotere fouten verwachten bij de bepaling van de BMI, die namelijk uit de lengte en het gewicht berekend wordt. Bovendien is ook de lichaamssamenstelling bij kinderen met CP verstoord, waardoor de waarde van de BMI in de bepaling van de voedingstoestand in twijfel kan worden getrokken. Een studie van Samsong-Fang en Stevenson toont aan dat de BMI niet geschikt is om de voedingstoestand bij kinderen met CP te beoordelen.<sup>38</sup> Zij bepaalden bij 276 kinderen met CP tussen 3 en 12 jaar de mid-upperarm fat area (MAFA). Een MAFA < 5% voor leeftijd en geslacht werd beschouwd als ondervoeding. Wanneer een BMI lager dan percentiel 10 als afkappunt voor ondervoeding werd genomen, werden 32% van de kinderen met ondervoeding gemist.

## **5. Het bepalen van de voedingstoestand op basis van antropometrie**

Antropometrie is de bepaling van afmetingen en verhoudingen van het menselijk lichaam. Door middel van antropometrische metingen kan men op een snelle en goedkope manier een inschatting bekomen van de voedingstoestand. Alhoewel de metingen niet-invasief zijn



en met behulp van eenvoudige instrumenten uitgevoerd kunnen worden, is een degelijke training nodig om accurate en reproduceerbare metingen te garanderen. Verschillende antropometrische parameters zijn in gebruik om de voedingstoestand te beoordelen, want geen enkele parameter is in staat de voedingstoestand volledig te beschrijven.

#### **a. Gewicht-naar-lengte index en BMI**

Zowel de gewicht-naar-lengte index als de BMI kunnen als parameter voor de voedingstoestand gebruikt worden.<sup>39</sup> Zoals eerder al aangehaald kan de waarde van BMI in de bepaling van de voedingstoestand bij kinderen met CP in twijfel worden getrokken. Bovendien wordt de BMI beïnvloedt door het puberteitsstadium. Bij kinderen die een vervroegde of verlate puberteit doormaken, moet hiermee dus rekening gehouden worden bij de beoordeling van de BMI z-score.

#### **b. Lengte/gestalte**

De lengte of gestalte kan een indicatie geven van de langdurige of vroegere voedingstoestand van een kind. Wanneer ondervoeding gedurende een langere periode aanhoudt, vertraagt namelijk ook de lengtegroei en bij herstel van de voedingstoestand is eventuele inhaalgroei niet altijd volledig. Een lengte/gestalte  $< 2 SD$  wordt daarom vaak als een teken van chronische ondervoeding beschouwd.<sup>39</sup> Aangezien bij de verstoorde lengtegroei bij kinderen met CP ook niet-nutritionele factoren een rol spelen<sup>15</sup>, is evaluatie van de lengtegroei mogelijk geen betrouwbare parameter om de voedingstoestand te beoordelen.

#### **c. Omtrek- en huidplooidiktemetingen**

De analyse van de lichaamssamenstelling is een essentieel onderdeel in de beoordeling van de voedingstoestand. Door het bepalen van de vetvrije massa en de vetmassa krijgt men een inzicht in de vet- en eiwitreserves van het lichaam. Antropometrische metingen, zoals omtrekmetingen en huidplooidiktes kunnen bepaald worden op plaatsen die gevoelig zijn aan veranderingen in nutritionele inname. Vooral metingen aan de bovenarm zijn hiervoor geschikt omdat deze plaatsen vlot te bereiken zijn en er voor deze metingen recente en valide referentiedata beschikbaar zijn.<sup>39</sup>

De bovenarmomtrek geeft een snelle indruk van de spier- en vetreserves op een plaats die gevoelig is voor de huidige voedingstoestand. Vanuit de bovenarmomtrek en de triceps huidplooidikte kan de bovenarmspieromtrek, een maat voor de spiermassa en dus de eiwitreserves in het lichaam, berekend worden. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten spieromtrek representatief is voor het hele lichaam. Daarnaast wordt uitgegaan van de aanname dat er een gelijke verdeling van vet rondom de arm is en dat er sprake is van

een constante hoeveelheid bot ten opzichte van het spieroppervlak. Bij kinderen met CP is de spiermassa gewoonlijk verminderd<sup>12-13</sup> en, afhankelijk van het aantastingspatroon, zeker niet gelijk verdeeld over het lichaam. De bovenarm- en bovenarmspieromtrek lijken bijgevolg onbetrouwbaar bij kinderen met CP.

Triceps en subscapulaire huidplooidiktemetingen geven een indicatie van de totale lichaamsvetreserves.<sup>39</sup> Vanuit de triceps en subscapulaire huidplooidikte kan door middel van formules het lichaamsvetpercentage bij kinderen worden geschat. De formule opgesteld door Slaughter et al. is de meest gebruikte bij kinderen.<sup>40</sup> Deze techniek gaat uit van twee belangrijke veronderstellingen. Namelijk dat de huidplooidikte een goede maat is voor het onderhuids vetweefsel en dat de massa onderhuids vetweefsel een constante fractie is van de totale massa lichaamsvet. Het gebruik van huidplooidiktemetingen om de voedingstoestand te beoordelen wordt bij kinderen met CP mogelijk beperkt doordat de regionale verdeling van vetweefsel bij deze kinderen verstoord is. Bovendien zijn de omzettingsformules om vanuit de huidplooidiktes het percentage lichaamsvet te berekenen gebaseerd op gegevens van gezonde, normaal-ontwikkende kinderen. Gurka et al. voegde daarom een correctiefactor gebaseerd op geslacht, etniciteit, GMFCS-niveau, lengte en puberteitsontwikkeling toe aan de klassieke Slaughter-formule zodat deze beter geschikt zou zijn bij kinderen met CP.<sup>41</sup>

Uit onderzoek van Kuperminc et al. blijkt dat enkelvoudige antropometrische metingen (BMI, bovenarmomtrek en triceps huidplooidikte) bij kinderen, zowel met als zonder CP, in vergelijking met de DXA-methode onvoldoende accuraat zijn in het bepalen van het percentage lichaamsvet.<sup>42</sup> De antropometrische metingen hadden de neiging om het percentage lichaamsvet bij kinderen met CP te onderschatten.

### 1. Literatuurstudie

Naar aanleiding van de probleemstelling rond het opvolgen van de lengtegroei en de voedingsstatus bij kinderen met CP in MPI Dominiek Savio, werd een literatuurstudie opgezet. Bedoeling van deze literatuurstudie was de bestaande gegevens rond lengtegroei en de methodes om de lengte en de voedingstoestand bij kinderen met CP te bepalen samen te vatten.

Er werd gezocht naar richtlijnen via Cebam Digital Library for Health, naar systematische reviews in de Cochrane Library en naar onderzoeksartikels via de PubMed-database.

Hierbij werd gebruik gemaakt van volgende MESH-zoektermen: “Cerebral palsy, Growth and development, Body height, Growth charts, Malnutrition, Nutrition assessment, Body composition, Anthropometry, Infant, Preschool Child, Child, Adolescent”, maar ook van vrije tekst: “Length”, “Nutrition”, “Kneeheight”, “Tibial length”, “Ulnar length”. Enkel artikels in het Engels, Frans, Duits, Nederlands of met een Engelstalig abstract werden weerhouden. Artikels gepubliceerd tot eind april 2013 werden opgenomen.

Er werden uiteindelijk drie richtlijnen weerhouden. Eén richtlijn van het National Guideline Clearinghouse (NGC) en twee richtlijnen van de Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg (VWVJ). Er werd één Cochrane systematische review rond het opvolgen van groei bij kinderen gevonden. In de PubMed-database werden 79 relevante onderzoeksartikels gevonden.

### 2. Studieopzet, onderzochte populatie, onderzoeks- en analysemethodes

#### **a. Studieopzet en onderzochte populatie**

Deze studie is opgezet als een cross-sectioneel observatie-onderzoek en werd goedgekeurd door het Ethisch Comité van het Universitair Ziekenhuis Gent. De studiepopulatie bestond uit leerlingen met CP die school liepen binnen het MPI Dominiek Savio tijdens het schooljaar 2011-2012.

Alle ouders van de 124 kinderen en jongeren met CP, die tijdens het schooljaar 2011-2012 ingeschreven waren in het MPI Dominiek Savio te Gits en op het moment van het onderzoek jonger dan 19 jaar waren, kregen een informatiebrief met uitgebreide details over het opzet en het doel van het onderzoek. (Bijlage 2) In totaal werd van 67 ouders een schriftelijke toestemming tot deelname bekomen. Uiteindelijk konden bij 65 kinderen alle antropometrische metingen uitgevoerd worden. Bij één kind konden door de aanwezigheid

van gipsspalken geen metingen aan de onderste ledematen bekomen worden en één kind met een autismespectrumstoornis weigerde elke medewerking tijdens het onderzoek.

## **b. Onderzoeksmethodes**

De onderzoeksdata werden verzameld tussen begin februari en half juni 2012. De meetsessie duurde ongeveer 30 minuten en vond plaats in de medische dienst van het MPI. Alle metingen werden uitgevoerd door dezelfde onderzoeker (instituutarts) met de hulp van twee verpleegkundigen om de kinderen correct te kunnen positioneren. Bij elk kind werden op een gestandaardiseerde manier lichaamsgewicht, lichaamslengte, kniehoogte, tibialengte, ulnalengte, bovenarmomtrek en triceps en subscapulaire huidploidikte gemeten. Kniehoogte, tibialengte, ulnalengte, bovenarmtrek en de huidploidiktes werden aan beide lichaamsszijden gemeten. Klinische gegevens, zoals leeftijd, CP-type, aantastingspatroon en ernst van CP werden uit het medische dossier verzameld.

### Gewicht

Het gewicht werd tot op 100 g nauwkeurig bepaald op een weegstoel. Indien de kinderen niet zelfstandig konden zitten werden ze ofwel gewogen op schoot van een verpleegkundige ofwel met behulp van een tillift met weegfunctie (voor de oudere jongeren).

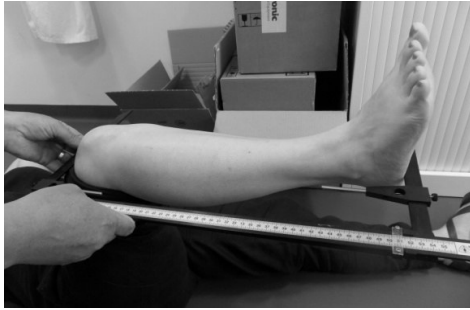
### Lengte

De lengte is steeds de totale liggende lengte, gemeten op een meetbord met de hulp van twee verpleegkundigen om het lichaam zo goed mogelijk uit te strekken en bepaald tot op 1 mm nauwkeurig. Het draagbare meetbord werd speciaal voor deze studie gemaakt om personen tot 200 cm liggend te kunnen meten.

### Kniehoogte, tibialengte en ulnalengte

Met een antropometer (Rosscraft® Campbell 20 Wide Sliding Torso Caliper) werd de kniehoogte, tibialengte en ulnalengte tot op 1 mm nauwkeurig bepaald. De kniehoogte (Figuur 1) is de afstand tussen de hiel en de bovenzijde van het dijbeen (over de femorale condylen), gemeten met de enkel en knie in 90° flexie. De tibialengte (Figuur 2) is de afstand tussen de bovenste mediale rand van de tibia en de onderste rand van de mediale malleolus. De ulnalengte (Figuur 3) is de afstand tussen het olecranon en het distale uiteinde van de processus styloideus van de ulna, gemeten met de elleboog in 90° flexie.

Figuur 1: Bepaling van de kniehoogte



Figuur 2: Bepaling van de tibialengte



Figuur 3: Bepaling van de ulnalengte



### Bovenarmomtrek

Voor het bepalen van de bovenarmomtrek werd de arm gestrekt en in supinatie gehouden. Met een flexibele lintmeter werd ter hoogte van het midden van de bovenarm (midden tussen acromion en olecranon) de omtrek tot op 1 mm nauwkeurig gemeten.

### Huidploidiktes

De huidploidiktes werden met behulp van een huidplooiometer (Harpenden® Skinfold Caliper) tot op 0,1 mm nauwkeurig bepaald. De triceps huidploidikte werd gemeten, met de arm gestrekt, ter hoogte van het midden van de dorsale zijde van de bovenarm. De subscapulaire huidploidikte werd gemeten 2 vingerbreedtes distaal en lateraal van het distale scapula-uiteinde..

### **c. Analysemethodes**

Alle data werden manueel genoteerd op een onderzoeksformulier en nadien ingevoerd in een elektronisch databestand (Excel). De onderzoeksdata werden vervolgens statistisch geanalyseerd met het softwarepakket SPSS versie 20 op basis van beschrijvende en (multiple) lineaire regressie technieken, de berekening van correlatie-coëfficiënten en het opstellen van Bland-Altman-plots.

### Berekenen van het lichaamsvetpercentage

Het lichaamsvetpercentage (%vet) op basis van de triceps en subscapulaire huidplooidikte werd berekend met behulp van onderstaande formule, gekend als de Slaughter-formule.

*Indien  $\Sigma SKF$  (= som van triceps en subscapulaire huidplooidikte in mm) > 35 mm*

*Voor jongens : %vet= 0.783 ( $\Sigma SKF$ ) + 1.6*

*Voor meisjes: %vet= 0.546 ( $\Sigma SKF$ ) + 9.7*

*Indien  $\Sigma SKF$  (= som van triceps en subscapulaire huidplooidikte in mm)  $\leq$  35 mm:*

*Voor jongens: %vet= 1.21 ( $\Sigma SKF$ ) – 0.008 ( $\Sigma SKF$ )<sup>2</sup> + I (waarbij I= -1.7 indien prepuberaal, -3.4 indien puberaal, -5.5 indien postpuberaal)*

*Voor meisjes: %vet= 1.33 ( $\Sigma SKF$ ) – 0.013 ( $\Sigma SKF$ )<sup>2</sup> – 2.5*

Het lichaamsvetpercentage op basis van de triceps en subscapulaire huidplooidikte werd een tweede maal berekend met de gecorrigeerde formule van Slaughter, opgesteld voor kinderen met CP door Gurka et al.<sup>42</sup> Hierbij wordt een algemene correctiefactor toegepast voor de aanwezigheid van CP, maar ook nog bijkomende correctiefactoren voor geslacht, etniciteit, puberteitsstadium en GMFCS-graad.

### Berekenen van de z-scores van de verschillende antropometrische parameters ter beoordeling van de voedingsstatus

Z-scores voor gestalte, gewicht, BMI en gewicht-naar-lengte index werden bepaald op basis van Vlaamse referentiedata opgesteld door Roelants et al.<sup>44</sup> Voor de z-scores voor het berekende lichaamsvetpercentage op basis van de (gecorrigeerde) Slaughter-formule werden Duitse referentiedata opgesteld door Swandt et al. gebruikt.<sup>45</sup>

### Betrouwbaarheid van de antropometrische metingen

De nauwkeurigheid van de uitgevoerde metingen kan voor elke onderzoeker aangeduid worden met de technische meetfout (TEM). Aangezien in deze studie alle metingen door één en dezelfde onderzoeker werden uitgevoerd is enkel de intra-observer betrouwbaarheid onderzocht. Hiervoor werden bij 20 kinderen de kniehoogte, tibialengte, ulnalengte, bovenarmomtrek en de huidplooidiktemetingen 2 keer uitgevoerd.

De intra-observer variabiliteit is de variatie in herhaalde metingen uitgevoerd door één onderzoeker. Hoe kleiner de technische meetfout, hoe beter de accuraatheid van de onderzoeker om de metingen uit te voeren. De absolute technische meetfout werd berekend door de vierkantswortel te nemen van het quotiënt van de verschillen (D; verschil tussen 2 metingen in cm) in het kwadraat en 2 maal het aantal studiepersonen (N; dient tenminste 10 te bedragen):

$$\text{Absolute TEM (in cm)} = \sqrt{(\Sigma D^2 / 2N)}$$

Om de meetfout uit te drukken in een percentage van het totale gemiddelde van de gemeten variabele, werd vervolgens de relatieve technische meetfout berekend:

$$\text{Relatieve TEM (\%)} = (\text{abs TEM} / \text{VAV}) \times 100$$

Waarbij VAV ('variabele average value') =  $\sum$  (gemiddelde van 1ste en 2de meting van iedere studiepersoon) / N

Vervolgens werd de technische meetfout beoordeeld volgens referentiewaarden opgesteld door Perini et al.,<sup>46</sup> waarbij een relatieve technische meetfout <7,5% voor huidploidiktemetingen en <1,5% voor andere antropometrische metingen als aanvaardbaar te beschouwen valt.

#### Vergelijkbaarheid van de lichaamssegment-metingen tussen de aangedane en niet-aangedane lichaamszijde

Voor de analyse van de verschillen tussen de aangedane en niet-aangedane zijde werden de meetgegevens gebruikt van 54 proefpersonen, waarbij duidelijk in het medisch dossier kon worden aangetoond welke de (meest) aangedane lichaamszijde was. Een gepaarde *t*-test werd vervolgens gebruikt om te bepalen of er een verschil was tussen de segmentaire metingen aan de niet-aangedane en aangedane lichaamszijde.

#### Validatie van lichaamssegment-metingen ter bepaling van de lichaamslengte

Met de Kolmogorov-Smirnovtoets werd eerst getoetst of de observaties voldoen aan de assumptie van normaliteit. De observaties van zowel lengte, kniehoogte, tibialengte als ulnalengte bleken normaal verdeeld te zijn.

Vervolgens werd de correlatie tussen lichaamslengte en de verschillende segmentaire metingen onderzocht door analyse van de Pearson-correlatiecoëfficiënten.

In een volgende stap werd door middel van lineaire regressie-analyse een model opgesteld om de lengte te voorspellen vanuit de verschillende lichaamssegment-metingen. Een lineair regressie-model bleek op basis van de 'curve fitting' de beste optie. In de predictiemodellen werd beslist de meetgegevens aan de minst of niet-aangedane lichaamszijde te gebruiken. De meetgegevens aan deze lichaamszijde bleken immers niet alleen eenvoudiger te bekomen, maar vertoonden bovendien ook een geringe meetfout en een sterkere correlatie met de lichaamslengte.

De gemeten lengte en de voorspelde lengte uit deze modellen werden daarna vergeleken met behulp van een Bland-Altman-plot. Bij een dergelijke plot wordt het gemiddelde van de gemeten en voorspelde lengte uitgezet op de X-as en het verschil tussen de gemeten en

voorspelde lengte op de Y-as. De grenzen van overeenkomst worden berekend vanuit het gemiddelde verschil  $\pm 1,96 SD$ ,

Op basis van de Blant-Altman analyse werd het predictiemodel vanuit kniehoogte als finaal model behouden. We vergeleken de mate van overeenkomst tussen de voorspelde lengte vanuit kniehoogte op basis van het eigen ontwikkelde predictiemodel en op basis van het predictiemodel ontwikkeld door Stevenson et al.<sup>34</sup> Hiervoor werd opnieuw een Bland-Altman analyse uitgevoerd. Aangezien de formule opgesteld door Stevenson et al. enkel gevalideerd is voor kinderen met CP tot de leeftijd van 12 jaar, werd de overeenkomst bestudeerd op basis van de meetgegevens van de 39 kinderen < 13 jaar in onze studiegroep.

Tenslotte werd de invloed van het CP-type (spastisch, dyskinetisch of gemengd), uni- of bilaterale aantastingspatroon en de GMFCS-graad op de voorspellende waarde van het finaal predictiemodel onderzocht door middel van multiple lineaire regressie-technieken met Bonferroni-correctie.

#### Indeling van de voedingsstatus in acute en chronische ondervoeding

Voor de verschillende antropometrische parameters werden de centrum- en spreidingsmaten bepaald en frequentietabellen opgesteld. Hieruit werd bepaald hoeveel kinderen als ondervoed geclassificeerd werden op basis van de verschillende parameters.

Acute en chronische ondervoeding werden respectievelijk gedefinieerd als een gewicht-voor-lengte index  $< -2 SD$  en een gestalte  $< -2 SD$ . Er werd ook een vergelijking gemaakt met andere antropometrische parameters voor acute ondervoeding, namelijk: BMI  $< -2 SD$ , bovenarmomtrek  $< -2 SD$ , procentuele gewicht-naar-lengte index  $< 80\%$  (lichaamsgewicht  $< 80\%$  van het ideale lichaamsgewicht voor lengte) en berekend lichaamsvetpercentage op basis van huidplooidiktemetingen door middel van de (gecorrigeerde) formule van Slaughter  $< -2 SD$ .

Vervolgens werd de correlatie tussen de verschillende parameters voor acute ondervoeding onderzocht door middel van analyse van de Pearson-correlatiecoëfficiënten.

Tenslotte gingen we de overlap tussen de verschillende parameters voor acute ondervoeding na. Een gewicht-naar-lengte index  $< 2 SD$  werd hiervoor als basisparameter genomen. We bepaalden het extra aantal kinderen dat als ondervoed kon worden geïdentificeerd wanneer bijkomende parameters in rekening werden gebracht.



## Resultaten

### 1. Algemene karakteristieken van de studiepopulatie

Van de 65 studiepersonen waren er 48 jongens en 17 meisjes. Hun gemiddelde leeftijd was 11,8 jaar ( $SD=4,2$ ). De jongste patiënt was 4,1 jaar en de oudste 19,0 jaar. In tabel 1 worden naast de leeftijdsverdeling ook de andere karakteristieken weergegeven. De helft ( $n=33$ ) van de kinderen was prepubertair, weergegeven door een Tanner-score  $<G2$  voor de jongens of  $<B2$  voor de meisjes. De meerderheid (83 %) van de bestudeerde kinderen had een spastische CP-vorm: 19 van deze 54 kinderen hadden een unilaterale aantasting en 35 een bilaterale aantasting. Van de totale groep hadden 10 kinderen een dyskinetische CP en 1 kind had een atactische CP. Ingedeeld naar de functionele ernst, volgens de GMFCS-graad, behoorden 11 kinderen tot graad I, 25 kinderen tot graad II, 9 kinderen tot graad III, 3 kinderen tot graad IV en 16 kinderen tot graad V. De procentuele verdeling is opgenomen in tabel 1.

Tabel 1: Algemene karakteristieken van de studiepopulatie

	Steekproef n=65
<b>Geslacht</b>	
Mannelijk	48 (73,8%)
Vrouwelijk	17 (26,2%)
<b>Leeftijd</b>	
< 6,5 jaar	8 (12,3%)
6,5 tem 12,4 jaar	29 (44,6%)
> 12,5 jaar	28 (43,1%)
<b>Puberteitsstadium</b>	
Tanner < G2	33 (50,8%)
Tanner $\geq$ G2	32 (49,2%)
<b>CP-type</b>	
Spastisch	54 (83,1%)
<i>Spastische hemiparese</i>	19 (29,2%)
<i>Spastische di/quadriparese</i>	35 (53,8%)
Dyskinetisch	10 (15,4%)
Atactisch	1 (1,5%)
<b>GMFSC-graad</b>	
Graad 1	11 (17,2%)
Graad 2	25 (39,1%)
Graad 3	9 (14,1%)
Graad 4	3 (4,6%)
Graad 5	16 (25,0%)

In het schooljaar 2011-2012 liepen in totaal 124 kinderen en jongeren met CP school in het MPI Dominiek Savio. Hiervan hadden 83,1% een spastische CP, 12,9% een dyskinetische CP en 3,2% een atactische CP. Door het Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE) worden prevalenties gemeld van respectievelijk 85,7%, 6,5% en 4,3% (Tabel 2). Deze percentages zijn vergelijkbaar met de percentages in onze studiegroep. Van alle kinderen met een spastische CP in het MPI Dominiek Savio hadden er 20% een unilaterale aantasting en 62% een bilaterale aantasting. In de SCPE-populatie is dit respectievelijk 29,2% en 54,9%. Ook deze verdelingen zijn zeer gelijklopend met de verdeling in onze studiegroep. Ook wat de ernst van CP betreft, weergegeven door het percentage kinderen met een graad 4 of 5 op de GMFCS-schaal, verschilde onze studiegroep niet van de totale populatie in het MPI en van de beschreven SCPE-populatie.

Tabel 2: Vergelijking algemene karakteristieken van studiegroep tov MPI-populatie en SCPE-data.

	Studiegroep (n=65)	MPI (n=124)	SCPE (n=4792)
<b>Spastische CP</b>	54 (83,1%)	103 (83,1%)	4109 (85,7%)
Spastische hemiparese	19 (29,2%)	25 (20,2%)	1397 (29,2%)
Spastische di/quadriparese	35 (53,8%)	77 (62,1%)	2633 (54,9%)
<b>Dyskinetische CP</b>	10 (15,4%)	16 (12,9%)	310 (6,5%)
<b>Atactische CP</b>	1 (1,5%)	4 (3,2%)	196 (4,3%)
<b>GMFSC Graad 4 of 5</b>	19 (29,2%)	39 (31,5%)	698 (30,7%)*

Noot: \* (n=2275)

## 2. Antropometrische resultaten

De gemiddelde (SD) lengte z-score van onze studiepopulatie was -1,55 (1,71) met als mediane waarde -1,20, terwijl de gemiddelde gewichtsscore -1,40 (2,20) met als mediane waarde -1,10 was. In tabel 3 worden de centrum- en spreidingsmaten van de andere uitgevoerde antropometrische metingen (bovenarmomtrek, kniehoogte, tibialengte, ulnalengte, triceps huidplooidikte en subscapulaire huidplooidikte) en hun afgeleiden weergegeven.

Tabel 3 : Centrum- en spreidingsmaten van de antropometrische metingen en hun afgeleiden

	N	Gemiddelde	Mediaan	Std-afwijking	Min.	Max.
Lengte (cm)	65	138,9	137,0	21,4	92,6	182,9
Lengte (SDS)	65	-1,6	-1,2	1,7	-6,7	2,5
Kniehoogte NAZ (cm)	65	43,0	43,0	7,1	26,3	56,4
Kniehoogte AZ (cm)	65	42,7	41,6	7,3	25,1	56,3
Tibialengte NAZ (cm)	65	34,7	34,4	5,9	21,0	45,8
Tibialengte AZ (cm)	65	34,6	33,5	6,0	21,3	48,1
Ulnalengte NAZ (cm)	65	23,1	23,2	3,9	14,7	32,0
Ulnalengte AZ (cm)	65	22,7	22,1	3,9	12,8	31,6
Gewicht (kg)	65	35,7	33,1	15,2	10,9	83,7
Gewicht (SDS)	65	-1,4	-1,1	2,2	-8,3	2,9
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	65	17,6	16,7	3,4	12,4	27,5
BMI (SDS)	65	-0,5	-0,3	1,6	-5,6	2,7
Gewicht voor lengte index (SDS)	65	-0,1	-0,1	1,4	-3,7	2,9
Gewicht voor lengte index (%)	65	104,8	102,6	18,0	57,2	161,3
Bovenarmomtrek NAZ (cm)	65	21,3	21,2	4,1	13,5	31,9
Bovenarmomtrek AZ (cm)	65	21,1	20,4	4,1	13,4	30,1
Bovenarmomtrek NAZ (SDS)	65	-0,4	-0,3	1,5	-6,7	2,6
Triceps huidploidikte NAZ (mm)	65	10,3	9,6	5,3	4,0	32,0
Triceps huidploidikte AZ (mm)	65	10,7	9,8	6,0	3,0	37,0
Subscapulaire huidploidikte NAZ (mm)	65	7,8	6,9	4,2	3,4	24,2
Subscapulaire huidploidikte AZ (mm)	65	7,4	6,3	3,9	3,2	24,1
Vetpercentage Slaughter formule (%)	65	15,6	13,8	7,2	3,7	40,3
Vetpercentage Slaughter formule(SDS)	65	-0,1	-0,1	1,1	-2,8	2,5
Vetpercentage Slaughter C formule (%)	64	24,7	23,2	8,7	10,4	53,0
Vetpercentage Slaughter C formule (SDS)	64	1,3	1,2	0,9	-0,3	3,3

Noot: BMI= Body Mass Index, C= gecorrigeerd volgens Gurka et al, 2010, NAZ= niet-aangedane lichaamszijde, AZ= aangedane lichaamszijde, SDS = standaarddeviatie scores

### 3. Betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van de lichaamssegment-metingen

In tabel 4 worden de absolute en relatieve meetfouten voor de verschillende antropometrische metingen, bekomen bij de 10 kinderen betrokken in dit deelonderzoek, weergegeven. De relatieve meetfouten voor kniehoogte en tibialengte zijn beide < 1%. Deze voor ulnalengte en bovenarmomtrek bedragen < 1,5%. Voor beide huidploidiktemetingen is de relatieve meetfout het hoogst, maar bedraagt deze nog altijd < 7,5%.

Tabel 4 : Intra-observer betrouwbaarheid van de meting

Meting	Studie (n=20)		Literatuur	
	Absolute fout (cm)	Relatieve fout (%)	Absolute fout (cm)	Relatieve fout (%)
<b>Kniehoogte</b>	0,35	0,85	0,16*	0,56*
<b>Tibialengte</b>	0,29	0,89	0,21*	0,95*
<b>Ulnalengte</b>	0,30	1,39	0,25 <sup>§</sup>	< 1,5°
<b>Bovenarmomtrek</b>	0,32	1,48	/	< 1,5°
<b>Triceps huidploidikte</b>	0,08	7,40	/	< 7,5°
<b>Subscapulaire huidploidikte</b>	0,05	6,39	/	< 7,5°

Noot: \* Stevenson et al., 1995. <sup>§</sup>Kong et al, 1999. Perini et al., 2005.

De kniehoogte, bij 54 kinderen, gemeten aan de niet-aangedane lichaamszijde ( $M=42,1$  cm,  $SD=7,2$ ) is significant langer dan deze gemeten aan de aangedane lichaamszijde ( $M=41,7$  cm,  $SD=7,3$ ),  $t(53)=3,06$ ,  $p = 0,003$ . De tibialengte gemeten aan de niet-aangedane lichaamszijde ( $M=34,0$  cm,  $SD=6,0$ ) is niet significant verschillend van deze gemeten aan de aangedane lichaamszijde ( $M=33,9$  cm,  $SD=6,0$ ),  $t(53)=0,56$ ,  $p=0,579$ . De ulnalengte gemeten aan de niet-aangedane lichaamszijde ( $M=22,5$  cm,  $SD=3,8$ ) is wel significant groter dan deze gemeten aan de aangedane lichaamszijde ( $M=22,1$  cm,  $SD=3,7$ ),  $t(53)=2,90$ ;  $p=0,005$ .

#### 4. Associatie van de lichaamslengte met de lichaamssegment-metingen

In figuur 4A en 4B worden de spreidingsdiagrammen (met telkens de regressielijn en het 95% betrouwbaarheidsinterval) van kniehoogte, tibialengte en ulnalengte in functie van de gemeten lichaamslengte aan de niet-aangedane en aangedane lichaamszijde weergegeven.

##### a. **Correlatie tussen de lichaamssegment-metingen en de totale lichaamslengte**

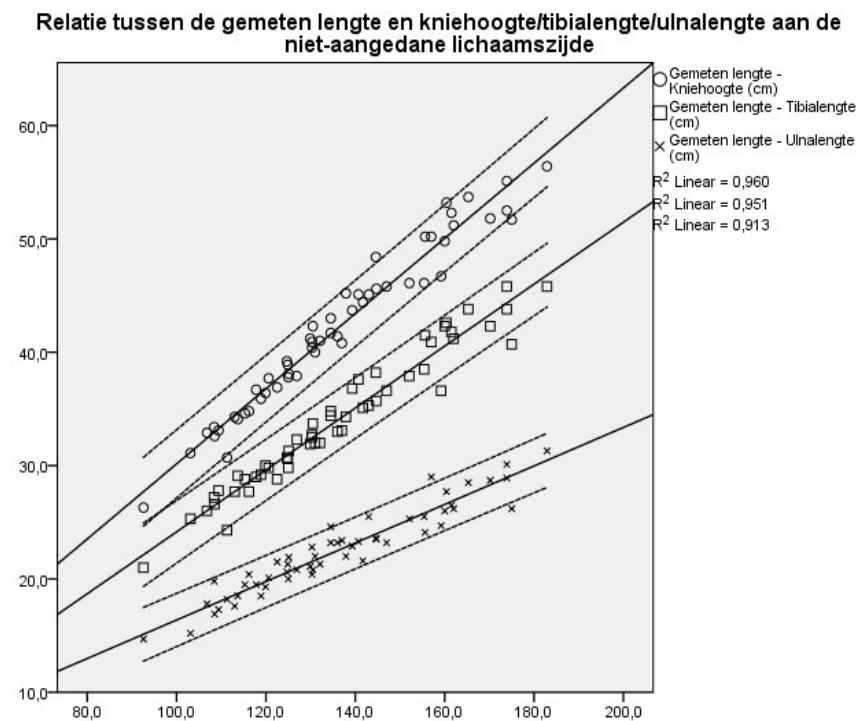
Er is een significante, zeer sterke positieve correlatie tussen de verschillende segmentaire metingen (kniehoogte, tibialengte, ulnalengte) en de totale lichaamslengte. De correlatie voor kniehoogte ( $r= 0,98$ ,  $p<0,001$ , 95% CI [0,971, 0,984]) en tibialengte ( $r= 0,97$ ,  $p<0,001$ , 95% CI [0,964, 0,981]) is iets sterker dan voor ulnalengte ( $r= 0,94$ ,  $p<0,001$ , 95% CI [0,925, 0,959]). In tabel 5 worden de correlaties weergegeven na opsplitsing volgens geslacht en lichaamszijde.

Tabel 5: Correlatie tussen lichaamslengte en kniehoogte/tibialengte /ulnalengte gemeten aan niet-aangedane en aangedane lichaamszijde bij kinderen met CP

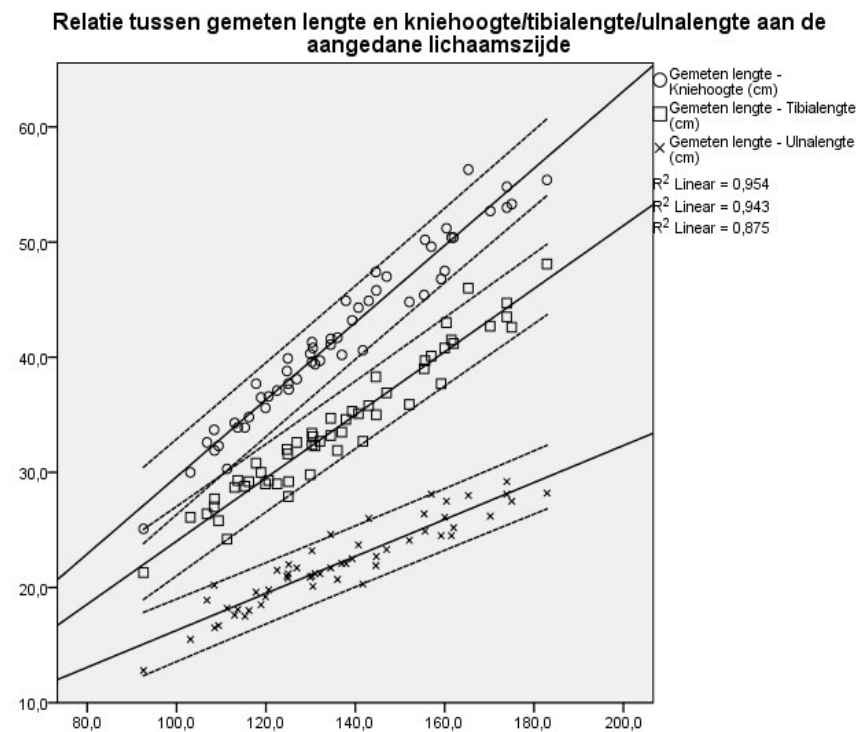
	Kniehoogte NAZ	Kniehoogte AZ	Tibialengte NAZ	Tibialengte AZ	Ulnalengte NAZ	Ulnalengte AZ
<b>Lengte</b>						
Jongens (n=48)						
r	0,985	0,979	0,983	0,976	0,945	0,964
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
95% CI	0,977 - 0,991	0,969 - 0,987	0,974 - 0,989	0,961 - 0,987	0,918 - 0,967	0,941 - 0,979
Meisjes (n=17)						
r	0,972	0,976	0,955	0,968	0,909	0,932
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
95% CI	0,935 - 0,991	0,933 - 0,993	0,908 - 0,984	0,939 - 0,987	0,785 - 0,969	0,865 - 0,973
Totaal (n=65)						
r	0,981	0,977	0,974	0,972	0,953	0,937
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
95% CI	0,971 - 0,988	0,966 - 0,985	0,961, 0,985	0,959 - 0,983	0,930 - 0,973	0,910 - 0,959

Noot: NAZ= niet-aangedane lichaamszijde, AZ= aangedane lichaamszijde, r= Pearson correlatiecoëfficiënt, p= overschrijdingskans, 95% CI= 95% betrouwbaarheidsinterval

Figuur 4A: Spreidingsdiagram van kniehoogte/tibialengte en ulnalengte aan de niet-aangedane lichaamszijde in functie van de gemeten lengte



Figuur 4B: Spreidingsdiagram van kniehoogte/tibialengte en ulnalengte aan de aangedane lichaamszijde in functie van de gemeten lengte



## b. Opstellen van predictiemodellen

### Kniehoogte

Het lineaire regressiemodel met de lichaamslengte als afhankelijke variabele en de kniehoogte als onafhankelijke variabele is sterk significant,  $F(1,63) = 1596,82$ ,  $p < 0,001$ . Het regressiemodel is dus bruikbaar om de lichaamslengte te voorspellen. De voorspelling is qua sterkte zeer goed: 96% van de verschillen in lichaamslengte kunnen voorspeld worden op basis van de kniehoogte ( $R^2 = 0,96$ ). Kniehoogte,  $B = 2,93$ ,  $t = 39,96$ ,  $p < 0,001$ , 95% CI [2,79, 3,08], heeft een significante, zeer sterke samenhang met lichaamslengte. Voor elke centimeter toename in kniehoogte neemt de lichaamslengte 2,93 cm toe.

### Tibialengte

Het lineaire regressiemodel met de lichaamslengte als afhankelijke variabele en de tibialengte als onafhankelijke variabele is ook significant,  $F(1,63) = 1183,71$ ,  $p < 0,001$ . De voorspelling is qua sterkte ook zeer goed: 95% van de verschillen in lichaamslengte kunnen voorspeld worden op basis van de tibialengte ( $R^2 = 0,95$ ). Tibialengte,  $B = 3,55$ ,  $t = 34,41$ ,  $p < 0,001$ , 95% CI [3,35, 3,76] heeft een significante, zeer sterke samenhang met lichaamslengte. Voor elke centimeter toename in tibialengte neemt de lichaamslengte 3,55 cm toe.

### Ulnalengte

Het lineaire regressiemodel met de lichaamslengte als afhankelijke variabele en de ulnalengte als onafhankelijke variabele is tevens significant,  $F(1,63) = 622,54$ ,  $p < 0,001$ . De voorspelling is qua sterkte ook zeer goed: 91% van de verschillen in lichaamslengte kunnen voorspeld worden op basis van de ulnalengte ( $R^2 = 0,91$ ). Ulnalengte,  $B = 5,21$ ,  $t = 24,95$ ,  $p < 0,001$ , 95% CI [4,79, 5,63] heeft een significante, zeer sterke samenhang met lichaamslengte. Voor elke centimeter toename in ulnalengte neemt de lichaamslengte 5,21 cm toe.

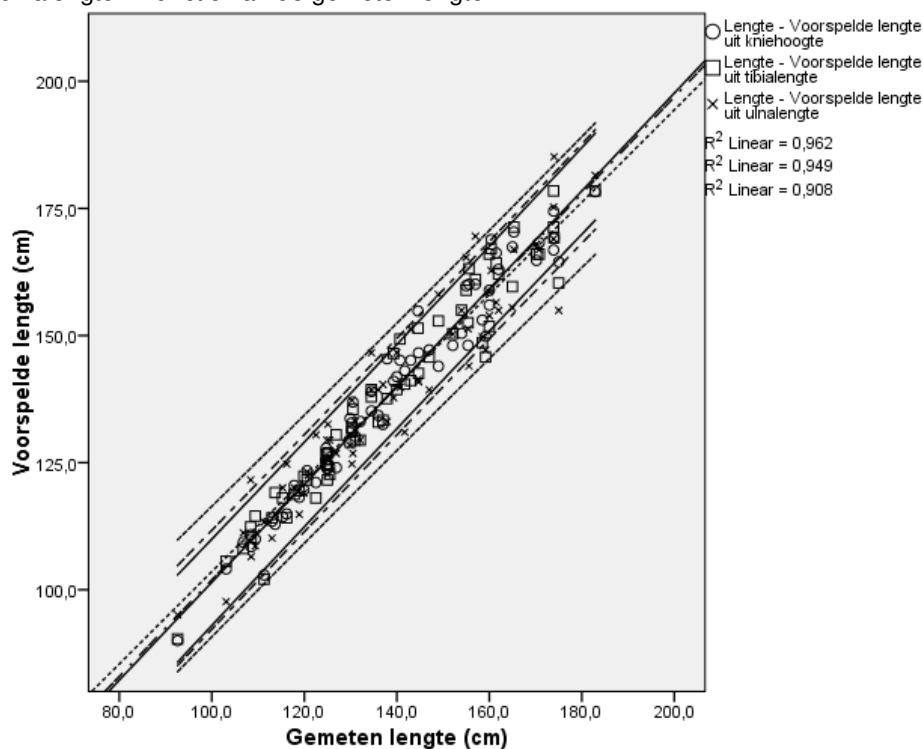
In figuur 5 wordt het verband tussen de gemeten lengte en de voorspelde lengte op basis van kniehoogte, tibialengte en ulnalengte visueel weergegeven. De vergelijkingen van de regressielijnen, waarmee op basis van de segmentaire metingen de lengte geschat kan worden, zijn vermeld in tabel 6.

Tabel 6: Formules voor het schatten van de lengte bij kinderen met CP

Segmentaire meting	Schatting van de lengte, cm	Std. afwijking van de schatting, cm
<b>Kniehoogte</b>	$S = (KH \times 2,93) + 12,88$	$\pm 4,16$
<b>Tibialengte</b>	$S = (TL \times 3,55) + 15,71$	$\pm 4,80$
<b>Ulnalengte</b>	$S = (UL \times 5,21) + 18,48$	$\pm 6,47$

Noot: S = schatting van lengte in cm, KH = kniehoogte in cm, TL = tibialengte in cm, UL = ulnalengte in cm

Figuur 5: Spreidingsdiagram van de voorspelde lengte op basis van kniehoogte, tibialengte en ulnalengte in functie van de gemeten lengte



### c. Bland-Altman plots en analyse

Bij de absolute Bland-Altman analyse bedroeg het gemiddelde verschil tussen de gemeten en voorspelde lengte zowel voor kniehoogte, tibialengte als ulnalengte 0,00 cm, 95% CI [-1,03, 1,03] voor kniehoogte, 95% CI [-1,19, 1,19] voor tibialengte en 95% CI [-1,60, 1,60] voor ulnalengte. Op de Bland-Altman plots worden ook de grenzen van overeenkomst weergegeven waarbinnen 95% van de meetpunten vallen. Zoals weergegeven in figuur 6A kan de voorspelde lengte op basis van de kniehoogte tot 8,15 cm onder of boven de gemeten lengte liggen. Voor de voorspelde lengte op basis van tibialengte en ulnalengte is dit respectievelijk  $\pm 9,41$  cm en  $\pm 12,68$  cm. (Figuur 6 B en 6C)

In de procentuele Bland-Altman analyse bedroeg het gemiddelde procentueel verschil tussen de gemeten en voorspelde lengte voor kniehoogte -0,07 %, 95% CI [-0,77, 0,64], voor tibialengte -0,10 %, 95% CI [-0,92, 0,71] en voor ulnalengte -0,21%, 95% CI [-1,33, 0,91]. Dit betekent dat de voorspelde lengte op basis van de segmentaire metingen licht overschat wordt in vergelijking met de gemeten lengte.

De voorspelde lengte op basis van de kniehoogte (Figuur 6A) kan -5,63 tot +5,49 % afwijken van de gemeten lengte. Voor tibialengte (Figuur 6B) is dit -6,54 tot +6,34 % en voor ulnalengte (Figuur 6C) -9,06 tot +8,64 %. De verschillen tussen voorspelde en gemeten

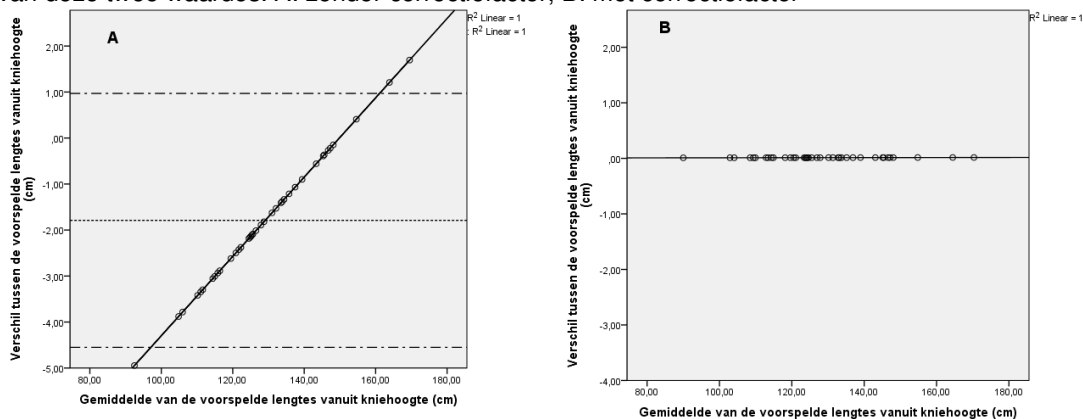
lengte variëren slechts gering in functie van de gemiddelde lengte: bij een kleinere lengte is er neiging tot overschatting, bij een grotere lengte tot onderschatting. Bij de voorspelde lengte op basis van ulnalengte is overfitting in die mate aanwezig dat er sprake is van relevante bias.

**d. Vergelijking van het predictiemodel vanuit kniehoogte met het model opgesteld door Stevenson et al.**

Er werd een perfecte correlatie gevonden tussen de voorspelde lengte vanuit kniehoogte met het eigen predictiemodel en de voorspelde lengte op basis van de formule ontwikkeld door Stevenson et al.<sup>34</sup> ( $r= 1,00$ ,  $p<0,01$ ). Het gemiddelde verschil tussen gemeten lengte en voorspelde lengte met de formule van Stevenson et al. bedroeg -2,53 cm, 95% CI [-3,70, -1,37], met grenzen van overeenkomst van -9,95 cm en +4,53 cm. Er is dus een gemiddelde overschatting van de lengte bij gebruik van de formule van Stevenson et al. in onze studiepopulatie tot 12 jaar.

Het gemiddelde verschil tussen de voorspelde lengte met het eigen predictiemodel en de voorspelde lengte met de formule van Stevenson et al. bedroeg -1,79 cm, 95% CI [-2,25, -1,34], met grenzen van overeenkomst van -4,55 cm en +0,97 cm (Figuur 7A). De verschillen tussen beide voorspelde lengtes vertoonden een lineair verband, wat wijst op een proportionele bias. Door het toevoegen van een correctiefactor, namelijk de bekomen lengte vermenigvuldigen met 1,09 en hiervan 13,5 cm aftrekken, aan de formule van Stevenson et al. werd het gemiddelde verschil tussen beide voorspelde lengtes verminderd tot 0,01 cm ± 0,00 cm (Figuur 7B).

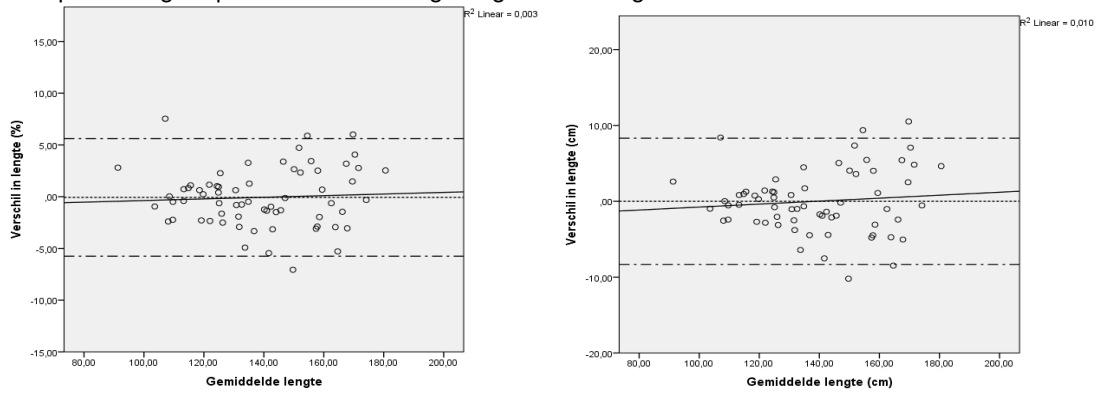
Figuur 7: Bland-Altman plot van het verschil tussen de voorspelde lengte vanuit kniehoogte met de zelf ontwikkelde predictieformule en met de formule van Stevenson et al. tegenover het gemiddelde van deze twee waarden. A: zonder correctiefactor, B: met correctiefactor



Noot: Volle lijn= regressielijn, Streeplijn = gemiddelde verschil, Punt-streeplijn = gemiddelde ± 1,96 SD (standaarddeviatie)

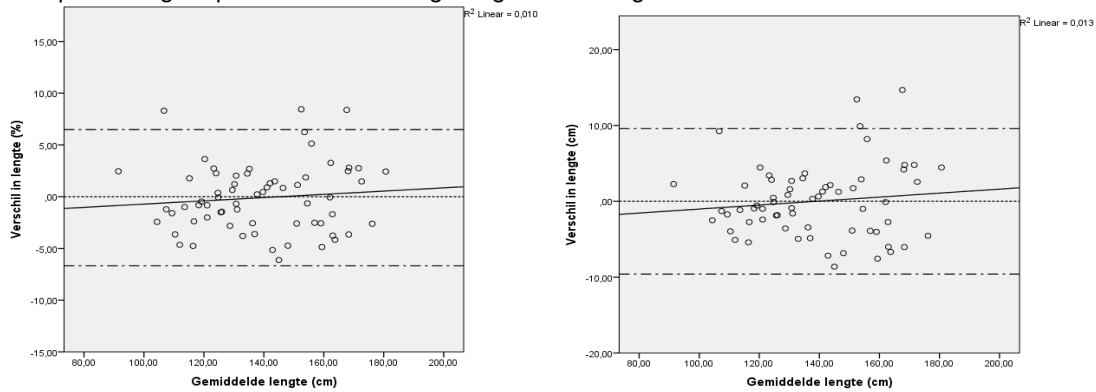


Figuur 6A: Absolute en procentuele Bland-Altman plot van het verschil tussen de gemeten en voorspelde lengte op basis van tibialengte tegenover het gemiddelde van deze twee waardes



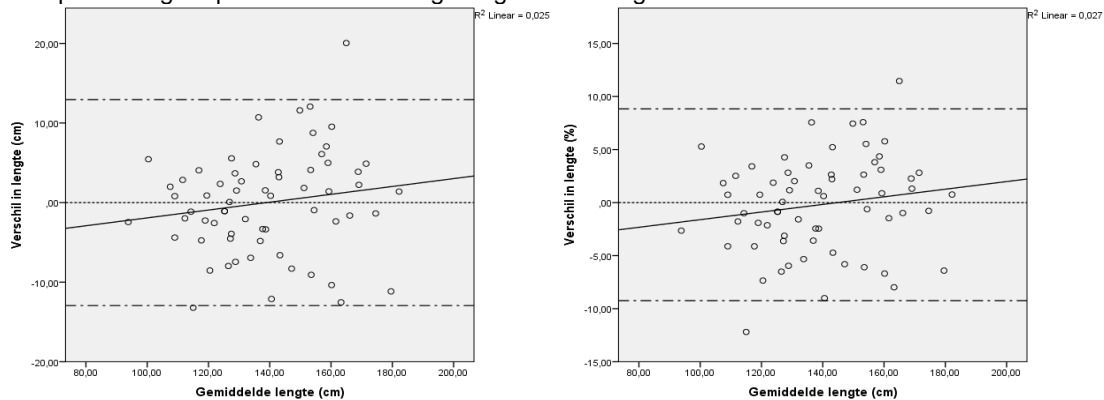
Noot: Volle lijn= regressielijn, Streeplijn = gemiddelde verschil, Punt-streeplijn = gemiddelde  $\pm$  1,96 SD (standaarddeviatie)

Figuur 6B: Absolute en procentuele Bland-Altman plot van het verschil tussen de gemeten en voorspelde lengte op basis van tibialengte tegenover het gemiddelde van deze twee waardes



Noot: Volle lijn= regressielijn, Streeplijn = gemiddelde verschil, Punt-streeplijn = gemiddelde  $\pm$  1,96 SD (standaarddeviatie)

Figuur 6C: Absolute en procentuele Bland-Altman plot van het verschil tussen de gemeten en voorspelde lengte op basis van ulnalengte tegenover het gemiddelde van deze twee waardes



Noot: Volle lijn= regressielijn, Streeplijn = gemiddelde verschil, Punt-streeplijn = gemiddelde  $\pm$  1,96 SD (standaarddeviatie)

5. Invloed van CP-type, uni/bilateraliteit en GMFCS-graad op de voorspelling van de lichaamslengte vanuit de kniehoogte

In de multiple lineaire regressie-technieken met Bonferroni-correctie blijken enkel kniehoogte zelf ( $p^* < 0,001$ ) en een constante ( $p^* < 0,001$ ) significant bij te dragen in het predictiemodel. Zowel geslacht, leeftijd, puberteitsstadium, CP-type, uni/bilateraliteit en GMFCS-graad dragen niet significant bij in dit model. (Tabel 7)

Tabel 7: Regressiemodel om lengte te voorspellen op basis van kniehoogte

	<b>b</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>p*</b>	<b>95% CI voor b</b>
Constante	23,22	4,474	0,000	0,000°	12,82 - 33,62
Geslacht	0,99	0,904	0,370	2,588	-1,21 - 3,2
Leeftijd	0,45	1,771	0,082	0,574	-0,06 - 0,96
Puberteit	3,75	2,072	0,043	0,300	0,12 - 7,38
CP-type	0,21	0,364	0,717	5,020	-0,93 - 1,35
Uni/bilateraliteit	0,51	0,794	0,431	3,016	-0,77 - 1,79
GMFCS	-0,49	-1,086	0,282	1,975	-1,40 - 0,42
KH NA	2,52	18,271	0,000	0,000°	2,24 - 2,79

Noot: b= ongestandaardiseerde regressiecoëfficiënt, t= t-waarde, p= overschrijdingskans regressiecoëfficiënt, p\*= overschrijdingskans met Bonferroni-correctie, 95% CI= 95% betrouwbaarheidsinterval van regressiecoëfficiënt, KH NA= kniehoogte aan niet-aangedane zijde, °= overschrijdingskans < 0,001.

6. Prevalentie van ondervoeding op basis van de uitgevoerde antropometrie

**a. Chronische ondervoeding**

De gemiddelde (SD) lengte z-score in de studiepoulatie was -1,55 (1,71) met als mediane waarde -1,20. In totaal hadden 23 kinderen (35,4%) een gestalte < -2 SD en kunnen op basis hiervan beschouwd als chronisch ondervoed beschouwd worden.

**b. Acute ondervoeding**

De gemiddelde (SD) gewicht-naar-lengte index z-score in de studiepoulatie was -0,06 (1,38) met als mediane waarde -0,07. In tabel 3 worden de centrum- en spreidingsmaten van de andere antropometrische parameters (BMI, procentuele gewicht-naar-lengte index, bovenarmomtrek, triceps huidploidikte en subscapulaire huidploidikte) weergegeven. Op basis van een gewicht-naar-lengte index z-score < -2 SD kunnen 5 kinderen (7,7%) als acuut ondervoed geclassificeerd worden. Een BMI z-score < -2 SD identificeerde 10 kinderen als ondervoed, terwijl een bovenarmomtrek < -2 SD 7 kinderen, een procentuele gewicht-naar-lengte index <80% 2 kinderen en een berekende vetpercentage op basis van de klassieke

Slaughter-formule  $< -2 SD$  slechts 1 kind als acuut ondervoed categoriseerde. Anderzijds gaf een berekende vetpercentage op basis van de gecorrigeerde Slaughter-formule  $< -2 SD$  geen enkel kind als ondervoed aan. Bij 13 kinderen (20%) was minstens één parameter voor acute ondervoeding afwijkend.

### c. Correlatie tussen de verschillende antropometrische parameters voor ondervoeding

Zoals weergegeven in tabel 8 is er een sterke tot zeer sterke correlatie tussen alle bestudeerde antropometrische parameters voor acute ondervoeding. De sterkste correlatie werd gevonden tussen de gewicht-naar-lengte index z-score en de procentuele gewicht-naar-lengte index ( $r = 0,91$ ) en tussen de gewicht-naar-lengte index z-score en de BMI z-score ( $r = 0,91$ ). De correlatie tussen de gecorrigeerde Slaughter-formule z-score en de andere parameters is het zwakst ( $r = 0,51-0,63$ ).

Tabel 8: Correlatie tussen de verschillende parameters voor acute ondervoeding

	BMI (SDS)	GNL (SDS)	% GNL (%)	Bovenarm- omtrek (SDS)	% Vet Slaughter formule (SDS)	% Vet Slaughter C formule (SDS)
<b>BMI (SDS)</b>	/	0,91	0,84	0,86	0,76	0,51
<b>GNL (SDS)</b>	0,91	/	0,91	0,74	0,73	0,52
<b>%GNL (%)</b>	0,84	0,91	/	0,69	0,74	0,63
<b>Bovenarmomtrek (SDS)</b>	0,86	0,74	0,69	/	0,73	0,53
<b>%Vet Slaughter formule (SDS)</b>	0,76	0,73	0,74	0,73	/	0,77
<b>%Vet Slaughter C formule (SDS)</b>	0,51	0,52	0,63	0,53	0,77	/

Noot:  $p < 0,01$  voor alle correlaties. BMI= Body Mass Index, GNL= gewicht-naar-lengte index, %GNL= procentuele gewicht-naar-lengte index, C= gecorrigeerde volgens Gurka et al, 2010, SDS= standaarddeviatie scores.

Uit tabel 9 blijkt dat, in vergelijking met de gewicht-voor lengte-index z-score, op basis van de BMI z-score en de bovenarmomtrek z-score nog bijkomende kinderen met acute ondervoeding geïdentificeerd kunnen worden. Op basis van de procentuele gewicht-naar-lengte index en het lichaamsvetpercentage berekend met de klassieke en gecorrigeerde formule van Slaughter worden geen extra kinderen met ondervoeding meer gevonden.

Tabel 9: Overlap tussen de verschillende antropometrische parameters voor acute ondervoeding

	<b>GNL &lt;-2 SD</b>	<b>BMI &lt; -2 SD</b>	<b>Bovenarm- omtrek &lt; -2 SD</b>	<b>%GNL &lt; 80%</b>	<b>Vet% Slaughter formule &lt; -2 SD</b>	<b>Vet% Slaughter C formule &lt; -2 SD</b>	
Pat Nr 1	Ja	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	
Pat Nr 2	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 3	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 4	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 5	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 6	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 7	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 8	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 9	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 10	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 11	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
Pat Nr 12	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	
Pat Nr 13	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Aantal geïdentificeerde ondervoede kinderen</b>
	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>Cumulatief aantal geïdentificeerde ondervoede kinderen</b>

Noot: Pat Nr= patiëntnummer, BMI= Body Mass Index, GVL= gewicht-naar-lengte index, %GVL= procentuele gewicht-naar-lengte index, C= gecorrigeerd volgens Gurka et al, 2010.

Deze studie bevestigt, voor het eerst in een Europese studiepopulatie, dat de totale lichaamslengte bij kinderen met CP voorspeld kan worden vanuit lichaamssegment-metingen. Van de drie onderzochte lichaamssegment-metingen (kniehoogte, tibialengte en ulnalengte) bleek de totale lichaamslengte het best voorspeld te kunnen worden op basis van kniehoogte, gemeten aan de minst of niet-aangedane lichaamszijde. Kniehoogte voorspelde de totale lengte het nauwkeurigst, maar bleek eveneens de meest betrouwbare en ook meest praktische meting om uit te voeren in deze populatie. Nieuw in deze studie is dat we aantoonen dat het type en de ernst van CP geen significante invloed hebben op het predictiemodel. Alhoewel de lengtevoorspellingen vanuit lichaamssegment-metingen accuraat lijken te zijn op groepsniveau bij kinderen met CP, dient voor het gebruik bij individuele kinderen met CP rekening gehouden te worden met een niet onbelangrijk foutenpercentage.

Het percentage kinderen dat in onze studie, op basis van antropometrie, als chronisch of acuut ondervoed kan beschouwd worden, is vergelijkbaar met de prevalentiecijfers van ondervoeding bij kinderen met CP beschreven in de literatuur. Het aantal kinderen dat als acuut ondervoed geïdentificeerd werd, bleek sterk afhankelijk te zijn van de gebruikte antropometrische parameter. Bijkomend onderzoek moet duidelijk maken welke antropometrische parameter artsen in staat stelt om het lichaamsvetpercentage bij kinderen met CP adequaat te schatten.

### 1. Het voorspellen van de lichaamslengte vanuit lichaamssegment-metingen

Bij de verwerking van onze onderzoeksresultaten gingen we in eerste instantie na of lichaamssegment-metingen betrouwbaar zijn bij kinderen met CP.

Hiervoor wordt gewoonlijk de intra-observer en de inter-observer variabiliteit beoordeeld. De inter-observer variabiliteit kon in onze studie niet bepaald worden aangezien alle metingen door dezelfde onderzoeker werden uitgevoerd. In vergelijkbare onderzoeken bleken eerder zowel de intra- als inter-observer variabiliteit aanvaardbaar te zijn voor zowel kniehoogte, tibialengte, bovenarm lengte en ulnalengte.<sup>34,36,43</sup> Om de intra-observer variabiliteit in deze studie te analyseren, berekenden we de absolute en de relatieve meetfout voor de verschillende metingen. Voor kniehoogte en tibialengte was de relatieve meetfout het kleinst (0,85 en 0,89 % respectievelijk) en voor ulnalengte was deze het hoogst (1,39 %). Het is enigszins verbazend dat de meetfout voor kniehoogte het kleinst is. Zowel knie- als enkelcontracturen kunnen in theorie immers met deze meting interfereren en ook weke delen worden meegenomen in de meting, terwijl bij tibialengte en ulnalengte enkel de botlengte zelf

wordt bepaald. Daartegenover staat dat kniehoogte een zeer eenvoudig uit te voeren meting is waarvoor geen anatomische referentiepunten moeten gepalpeerd worden, wat bij de bepaling van tibialengte en ulnalengte wel nodig is en waarschijnlijk in de variabiliteit bijdraagt. Doordat onwillekeurige bewegingen meestal meer uitgesproken zijn in de bovenste ledematen bleken metingen ter hoogte van de bovenste ledematen, zoals ulnalengte, ook moeilijker uit te voeren dan metingen ter hoogte van de onderste ledematen.

Vervolgens analyseerden we in welke mate de lichaamssegment-metingen aan de aangedane en niet- aangedane lichaamszijde vergelijkbaar zijn.

Bij kinderen met een hemiparese is immers gekend dat de lengte en de omtrek van de ledematen aan de aangedane lichaamszijde kleiner zijn dan aan de niet-aangedane lichaamszijde.<sup>15</sup> Voor kniehoogte en ulnalengte bleken de lengtes inderdaad significant kleiner te zijn aan de (meest) aangedane lichaamszijde, maar voor tibialengte was er geen significant verschil tussen beide zijden. De reden hiervoor is onduidelijk. Mogelijk speelt het feit dat bij tibialengte enkel de botlengte zelf gemeten wordt hierin een rol, maar als dit de enige reden zou zijn, dan zou men verwachten dat ook bij ulnalengte het verschil tussen beide zijden niet significant is. Een grotere meetfout bij tibialengte kan ook een plausibele verklaring zijn voor onze bevinding. De relatieve meetfout in onze studie is voor tibialengte echter in dezelfde grootorde als voor kniehoogte en bovendien kleiner dan bij ulnalengte. Wat ulnalengte betreft, meenden we dat het significant verschil tussen beide zijden mogelijk enkel zou bestaan in de groep met een hemiparese en niet in de groep met een diparese (waarbij enkel de onderste ledematen aangedaan zijn). We konden deze aanname echter niet bevestigen. Ook in onze, weliswaar kleine, groep van 9 kinderen met een diparese vonden we een significant verschil in ulnalengte tussen aangedane en niet-aangedane lichaamszijde.

In een derde stap onderzochten we de validiteit van lichaamssegment-metingen om de totale lichaamslengte bij kinderen met CP te voorspellen.

Meerdere onderzoekers onderzochten eerder reeds de correlatie tussen verschillende lichaamssegment-metingen en totale lichaamslengte bij kinderen met CP.<sup>34-37</sup> Zo vond Stevenson et al. een significante zeer goede correlatie tussen bovenarm lengte, tibialengte en kniehoogte en totale lichaamslengte ( $r= 0,97$ ,  $0,97$  en  $0,98$  respectievelijk).<sup>34</sup> Kong et al. vond gelijkaardige significante correlaties voor tibialengte ( $r= 0,96$ ) en ulnalengte ( $r= 0,94$ ).<sup>37</sup> Ook in onze studiegroep vonden we nagenoeg dezelfde sterke correlaties tussen totale lichaamslengte en zowel kniehoogte, tibialengte als ulnalengte terug.

Stevenson et al. ontwikkelde op basis van deze segmentaire metingen formules om vanuit de bovenarm lengte ( $R^2=0,94$ ), tibialengte ( $R^2=0,94$ ) of kniehoogte ( $R^2=0,97$ ) een schatting te

maken van de totale lichaamslengte bij kinderen met CP tot 12 jaar. Ook de predictiemodellen die we op basis van onze meetgegevens opstelden bleken vanuit kniehoogte, tibialengte en ulnalengte de totale lichaamslengte te kunnen voorspellen. De voorspelling was voor de 3 segmentaire metingen sterk, maar voor kniehoogte ( $R^2=0,96$ ) net nog iets beter dan voor tibialengte ( $R^2=0,95$ ) en ulnalengte ( $R^2=0,91$ ). Ook uit onderzoek van Hogan et al. bleek kniehoogte naast goed gecorreleerd met de totale lichaamslengte ook een goede voorspeller ( $R^2=0,78$ ) te zijn van de totale lichaamslengte bij zowel kinderen, adolescenten en volwassenen met CP.<sup>36</sup>

Bovendien vonden we een perfecte correlatie tussen de voorspelde lengte vanuit kniehoogte met het eigen predictiemodel en de voorspelde lengte op basis van de formule ontwikkeld door Stevenson et al. ( $r=1,00$ ,  $p<0,01$ ). De verschillen tussen beide voorspelde lengtes vertoonden een lineair verband, wat wijst op een proportionele bias. Door het toevoegen van een correctiefactor aan de formule van Stevenson et al. werd deze bias volledig teniet gedaan en werden de voorspelde lengtes met beide formules nagenoeg identiek.

Stevenson et al. vond geen verschil in correlatie tussen kniehoogte en lengte op basis van leeftijd, geslacht of etniciteit.<sup>34</sup> Ook in onze studie dragen leeftijd ( $p^*=0,574$ ) en geslacht ( $p^*=2,588$ ) niet significant bij in het predictiemodel op basis van kniehoogte. Aangezien alle bestudeerde kinderen blank zijn, kon de factor etniciteit in ons model niet bestudeerd worden. Bijkomend gingen we in onze studie wel de invloed van CP-type ( $p^*=5,020$ ), aantastingspatroon (uni/bilateraliteit) ( $p^*=3,016$ ) en ernst van CP ( $p^*=1,975$ ) op de predictie na. Dit gebeurde, zover wij weten, nooit eerder in een gelijkaardig onderzoek. Noch het CP-type, noch het aantastingspatroon of de ernst van CP droegen significant bij aan het predictiemodel om vanuit kniehoogte de lichaamslengte te voorspellen. De lichaamslengte kan dus voor alle kinderen met CP, ongeacht geslacht, leeftijd en CP-karakteristieken, voorspeld worden vanuit kniehoogte met één en dezelfde formule.

Als gevolg van de sterke correlatie- en determinatiecoëfficiënten ( $r$  respectievelijk  $R^2$ ) zou men dus mogelijk kunnen concluderen dat lichaamssegment-metingen en lengtemetingen onderling inwisselbaar zijn bij kinderen met CP. De sterkte van een lineair verband is echter geen goede maat voor het beoordelen van de mate van overeenkomst tussen twee meetmethoden. Om met eventuele systematische verschillen tussen de twee methodes rekening te houden, werd een Bland-Altman-plot opgesteld. In ons onderzoek blijkt uit de Bland-Altman-plots dat er voor de totale groep van metingen gemiddeld geen verschil is tussen de voorspelde lengte (vanuit zowel kniehoogte, tibialengte als ulnalengte) en de effectief gemeten lengte. De grenzen van overeenkomst zijn echter wel relatief breed. Bij

gebruik van kniehoogte kan de voorspelde lengte tot 8,2 cm (5,5%) groter of kleiner zijn dan de effectief gemeten lengte en bij gebruik van ulnalengte tot zelfs 12,7 cm (9%) groter of kleiner. Bovendien blijkt er bij ulnalengte een relevante bias te zijn bij kinderen met verschillende lengtes: bij een kleinere lengte is er neiging tot overschatting, bij een grotere lengte tot onderschatting. Enkel in een studie van Bell en Davies vonden we Bland-Altman-plots terug en werden de grenzen van overeenkomst berekend.<sup>35</sup> Bell en Davies gingen onder meer in een groep van 17 kinderen met CP na of de door Stevenson et al. opgestelde formule een accurate voorspelling van de totale lengte geeft. De gemiddelde voorspelde lengte vanuit kniehoogte week niet meer dan 1% af van de effectieve gemiddelde lengte, maar de grenzen van overeenkomst bleken ook in hun studie relatief breed met een mogelijk verschil van de voorspelde lengte tot ongeveer 10% boven of onder de effectieve lengte.

Vanuit klinisch oogpunt lijken dergelijke verschillen, in onze studie procentueel gezien een over- of onderschatting van > 5% bij gebruik van kniehoogte, niet onmiddellijk aanvaardbaar te zijn. Bij sommige kinderen met ernstige CP en aanwezigheid van gewrichtscontracturen en/of scoliose zal de meetfout bij het bepalen van de liggende lengte echter vermoedelijk even groot of mogelijk nog groter zijn. Dit is moeilijk te bevestigen aangezien er geen gelijkwaardige meetmethode beschikbaar is om mee te vergelijken. De technische meetfout voor liggende lengte bij kinderen met ernstige CP kan misschien een indicatie geven, maar noch de intra-observer noch inter-observer variabiliteit werd ooit bepaald bij een dergelijke groep. Enkel Stevenson et al. berekende de intra-observer variabiliteit (0,22 %) voor liggende lengte in zijn studie, maar de bestudeerde populatie bestond voor de helft uit kinderen met een minder ernstige vorm van CP.<sup>34</sup> Het lijkt wenselijk dat toekomstig onderzoek de technische meetfout voor liggende lengte bij kinderen met ernstige CP bestudeert om het vermoeden dat lengtemetingen minder betrouwbaar zijn te onderbouwen of te ontcrachten. Bij kinderen met ernstige CP en gewrichtscontracturen en/of scoliose is het meten van kniehoogte in ieder geval praktischer en minder tijdrovend, want de kinderen hoeven niet uit hun rolwagen getild te worden, korsetten en orthoses hoeven niet of slechts gedeeltelijk verwijderd te worden en één persoon volstaat om de meting uit te voeren. Met een eenvoudiger en snellere meetmethode zal men kinderen met ernstige CP misschien frequenter opmeten dan nu het geval is, zodat een snellere detectie van groeistoornissen of ondervoeding mogelijk is bij het uitzetten op de groeicurve.

Bij gebruik van groeicurves op basis van de lichaamssegment-metingen zelf, kan het schatten van de lengte (met de gekende foutenpercentages) vermeden worden. Momenteel zijn enkel groeicurves op basis van tibialengte voor kinderen vanaf 4 jaar en met een GMFCS-score in groep 1, 2 of 3 beschikbaar.<sup>38</sup> Toekomstig onderzoek zou zich moeten



richten op het opstellen van specifieke CP-groecurves op basis van lichaamssegmentmetingen, bij voorkeur kniehoogte, en ingedeeld volgens grofmotorische functionaliteit. De beschikbaarheid van dergelijke groecurves op basis van kniehoogte zou betekenen dat de groei bij alle kinderen met CP opgevolgd kan worden met één praktische, eenvoudige en eenvormige meetmethode.

## 2. Het bepalen van de prevalentie van ondervoeding op basis van antropometrie

Oorspronkelijk was het de bedoeling om in deze studie ook na te gaan of het mogelijk is om de lichaamssamenstelling bij kinderen met CP te voorspellen vanuit eenvoudige antropometrische parameters, zoals de bovenarmomtrek en huidploidiktemetingen. De meest accurate methodes voor het bepalen van de lichaamssamenstelling zijn de onderwaterweging, de doubly labelled water methode (DLW), body-plethysmografie en dual-energy X-ray absorptiometrie (DXA). Er zijn echter heel wat nadelen aan deze technieken (onpraktisch, tijdrovend, duur, stralingsbelasting voor sommige, ...), waardoor deze niet bruikbaar zijn in een klinische setting. Bio-elektrische impedantie analyse (BIA), een snelle, goedkopere en stralingsvrije methode, is een mogelijk alternatief voor de beoordeling van de lichaamssamenstelling en de algemene voedingsstatus van het kind met CP. In een reviewstudie van Rieken et al. uit 2010 werden bij kinderen met CP echter zeer wisselende correlaties gevonden voor de resultaten van BIA vergeleken met deze van de doubly labelled water methode (DLW) en dual-energy X-ray absorptiometrie (DXA).<sup>41</sup> Bij gebrek aan een accurate en tevens klinisch bruikbare referentiemethode, en herhaalde foutmeldingen in de bepaling door het gebruikte BIA-toestel (Biostat 1500), werd in de loop van het studieproces beslist om af te zien van de initiële doelstelling. In plaats van de voorspellende waarde van antropometrische parameters en afgeleiden om de lichaamsvetmassa of spiermassa gemeten met BIA te bepalen, werd de categorisatie in ondervoeding op basis van uitgevoerde antropometrische parameters en afgeleiden onderzocht.

In eerste instantie gingen we opnieuw na of de antropometrische metingen, namelijk bovenarmomtrek en triceps en subscapulaire huidploidikte wel betrouwbare metingen zijn bij kinderen met CP. De relatieve technische meetfout was < 1,5% voor bovenarmomtrek. Voor beide huidploidiktemetingen is de relatieve meetfout het hoogst, maar bedraagt deze nog altijd < 7,5%. Een intra-observer variabiliteit van 7% is niet ongewoon bij huidplooiemetingen en wordt als aanvaardbaar beschouwd.

In onze studiegroep waren er 23 kinderen (35,4 %) die op basis van een gestalte < -2 SD als chronisch ondervoed kunnen beschouwd worden. Aangezien, naast ondervoeding, ook

andere factoren, zoals een onderliggende groeihormoondeficiëntie, een rol spelen in de verstoorde lengtegroei bij kinderen met CP, kan echter betwijfeld worden of gestalte in deze populatie wel een goede maatstaf is voor het identificeren van chronische ondervoeding.

In totaal waren er in onze studie 13 kinderen (20 %) waarbij minstens één parameter voor acute ondervoeding afwijkend is. Deze percentages zijn vergelijkbaar met de in de literatuur gemelde percentages, die variëren van 20 tot 40% afhankelijk van welke parameter en welk afkappunt gebruikt werd. Zo werd door Karagiozoglou-Lampoudi et al. op basis van een gewicht-naar-leeftijd z-score  $< -2 SD$  38.1 % van 42 kinderen met CP tussen 2 en 15 jaar oud (gemiddelde leeftijd van 8 jaar) als ondervoed geclassificeerd.<sup>18</sup> In deze populatie kon slechts 17.7 % autonoom eten. Vega-Sachez et al. bestudeerde de voedingstoestand bij kinderen met een neuromotorische beperking: 26,6 % ofwel 56 van de 210 kinderen met CP tussen 0 en 18 jaar hadden een gewicht-naar-lengte index  $< P_5$ .<sup>47</sup> In deze studie is evenwel geen classificatie volgens de ernst van CP voorhanden. In een studie uit Taiwan werd door Hung et al. bij 75 kinderen met een spastische CP en jonger dan 11 jaar, bij 31 kinderen (of 41,3 %) een gewicht-naar lengte-index  $< P_{10}$  teruggevonden.<sup>48</sup> Samson-Fang et al. beschreef tenslotte dat 38 % van de 276 bestudeerde kinderen met CP (36 % spastische vorm) een berekende bovenarmvetmassa-oppervlakte  $< P_5$  had.<sup>39</sup>

We bemerkten in onze studie ook dat de consistentie tussen de verschillende antropometrische parameters, gebruikt voor de bepaling van acute ondervoeding, beperkt was. Bij kinderen wordt vaak een lage gewicht-naar-lengte index als maat voor ondervoeding gebruikt. Verschillende afkappunten,  $< P_{10}$ ,  $< P_5$  ( $< -2 SD$ ) of  $< P_3$  ( $< -2,5 SD$ ), zijn hierbij mogelijk. We kozen in onze studie om een z-score  $< -2 SD$  als afkappunt te gebruiken om zowel over- als onderdiagnose zoveel als mogelijk te voorkomen. Gezien de onmiddellijke klinische relevantie zou een afkappunt gebaseerd op functionele of gezondheidsparameters, zoals opgesteld door Brooks et al. voor gewicht-naar-leeftijd bij kinderen met CP, nuttiger zijn.<sup>28</sup> Indien een gewicht-naar-lengte index z-score  $< -2 SD$  als basis genomen werd, konden in onze studie op basis van BMI z-score  $< -2 SD$  en op basis van bovenarmomtrek z-score  $< -2 SD$  nog 8 bijkomende kinderen met ondervoeding gevonden worden, wat het percentage ondervoeding deed oplopen van 7,7% tot 20 %. Men kan zich afvragen of de gewicht-naar-lengte index, mede door het hoog percentage van kinderen met een lengte  $< -2 SD$ , wel voldoende een ontoereikende nutritionele status, of meer in het bijzonder de lichaamsvetreserve, kan opsporen bij kinderen met CP.

De BMI en het berekende vetpercentage uit huidplooidiktes zijn klassieke parameters voor de evaluatie van het lichaamsvetgehalte bij oudere kinderen ( $> 2$  jaar), adolescenten en volwassenen. Bij kinderen met CP kan men zich, gezien de onnauwkeurigheden bij de

bepalingen van lengte en gewicht, echter aan grote fouten bij de bepaling van de BMI z-score verwachten. Bovendien is ook de lichaamssamenstelling (zowel de spier- als botmassa) bij kinderen met CP verstoord, waardoor de waarde van de BMI in de bepaling van de vetmassa hier zeker in twijfel kan worden getrokken. Om dezelfde reden zijn vermoedelijk ook de berekende vetpercentages vanuit huidploidiktemetingen, bij normaal ontwikkelende kinderen berekend met de Slaughter-formule, niet betrouwbaar bij kinderen met CP. Ook Kuperminc et al. concludeerden in hun onderzoek dat enkelvoudige antropometrische metingen (BMI, bovenarmomtrek en triceps huidploidikte) bij kinderen, zowel met als zonder CP, in vergelijking met de DXA-methode onvoldoende accuraat zijn in het bepalen van het percentage lichaamsvet.<sup>43</sup> De antropometrische metingen hadden de neiging om het percentage lichaamsvet bij kinderen met CP te onderschatten. Dit wordt ook bevestigd in een studie van Gurka et al. waarin het lichaamsvetpercentage bepaald met de Slaughter-formule (gebaseerd op de meting van zowel subscapulaire als triceps huidploidikte) wordt vergeleken met de bepaling door middel van de DXA-methode.<sup>42</sup> De Slaughter-formule gaf bij kinderen met CP een gemiddeld lichaamsvetpercentage dat -9,6% lager was dan bij de DXA-methode. Gurka et al. berekende daarom een correctiefactor voor de Slaughter-formule, gebaseerd op geslacht, etniciteit, GMFCS-niveau, lengte en puberteitsontwikkeling. Hiermee daalde het verschil tussen het vetpercentage berekend met deze gecorrigeerde Slaughter-formule en berekend met DXA tot 0,2%. Deze gecorrigeerde Slaughter-formule zou momenteel dus de meest accurate antropometrische parameter zijn om het lichaamsvetpercentage bij kinderen met CP te bepalen.<sup>43</sup> In onze studiegroep werd op basis van deze parameter echter geen enkel kind met ondervoeding geïdentificeerd. Gezien de hoge prevalentiecijfers van ondervoeding met de andere bestudeerde parameters lijkt dit percentage toch onwaarschijnlijk laag.

De waarde van bovengenoemde studies, die ofwel BIA of antropometrische metingen vergeleken met DLW of DXA, zijn evenwel beperkt door het kleine aantal studiepersonen. Er is dus dringend nood aan een grootschalige studie die, bij kinderen met CP, de bepaling van het lichaamsvetpercentage door middel van BIA of antropometrische metingen vergelijkt met de bepaling door DLW of DXA. De ontwikkeling van een eenvoudige en kostenefficiënte methode om het percentage lichaamsvet te schatten bij kinderen met CP is een belangrijk onderzoeksonderwerp. Daarnaast zou men moeten nagaan welk lichaamsvetpercentage bij kinderen met CP geassocieerd is met een optimale gezondheid en/of een maximale sociale participatie.

### 3. Beperkingen van de studie

Beperkingen van deze studie zijn voornamelijk gerelateerd aan steekproefgrootte- en representativiteit en aan de bepaling van de CP-classificatie van de studiepersonen.

In Vlaanderen werden in de periode 2003-2012, volgens de cijfers gepubliceerd door het Studiecentrum Perinatale Epidemiologie, jaarlijks gemiddeld 66658 kinderen geboren. Bij een incidentie van CP van 2 per 1000 geboren kinderen, betekent dit dat er in Vlaanderen jaarlijks ongeveer 133 kinderen met CP geboren worden. In de leeftijdsgroep van 0 tot 18 jaar zijn er in Vlaanderen bijgevolg naar schatting een 2400-tal kinderen met CP. Onze studiegroep bestond uit 65 studiepersonen. Dit aantal is onvoldoende om uitspraken te kunnen doen over de volledige populatie kinderen met CP in Vlaanderen. Hiervoor zou een steekproefgrootte van minstens 332 personen nodig zijn (5% foutenmarge en 95% betrouwbaarheidsniveau). Toch is het aantal studiepersonen in onze studie aanzienlijk te noemen wanneer men dit vergelijkt met studiegroepen uit gelijkaardige onderzoeken. Zo bestaan de studiegroepen bij respectievelijk Bell et al.<sup>35</sup>, Hogan et al.<sup>36</sup> en Kong et al.<sup>37</sup> uit 17, 34 en 62 kinderen met CP. De studie met het hoogste aantal kinderen met CP die we in de literatuur vonden, is deze van Stevenson et al. waarin bij 172 kinderen de correlatie tussen verschillende lichaamssegment-metingen en lengte werd onderzocht.<sup>34</sup>

Alle 124 kinderen met CP die in het schooljaar 2011-2012 school liepen in MPI Dominiek Savio kregen een uitnodigingsbrief om deel te nemen aan het onderzoek. Aangezien de ouders hun schriftelijke toestemming dienden te geven en er geen mogelijkheid was om de ouders persoonlijk aan te spreken, was een matige respons te verwachten. 67 ouders (of 54%) gaf hun schriftelijke akkoord tot deelname. Uiteindelijk bleek het binnen het tijdsbestek van deze masterproef ook niet haalbaar om een veel grotere studiegroep te onderzoeken.

Wat representativiteit van onze steekproef betreft, valt op te merken dat de jongste leeftijdsgroep (zuigelingen en peuters) ontbreekt in onze studiepopulatie. Aangezien het meten van de lichaamslengte op deze leeftijd echter meestal geen problemen stelt (contracturen en scoliose ontstaan pas op latere leeftijd), is het ook weinig zinvol om hier alternatieve metingen voor te gebruiken.

Ook leerlingen met CP uit het geïntegreerd onderwijs (leerlingen die vanuit het buitengewoon onderwijs begeleiding krijgen maar gewoon onderwijs volgen) of gewoon onderwijs, zijn niet opgenomen in deze studie. Het lijkt aannemelijk dat kinderen met CP die in een MPI school lopen gemiddeld een ernstigere vorm van CP hebben dan zij die geïntegreerd of gewoon onderwijs volgen. Toch blijken de karakteristieken, ook wat betreft functionele ernst, van de kinderen met CP in onze studie goed overeen te komen met deze van de populatie beschreven door het SCPE. Ook het overwicht van jongens (verhouding jongens/meisjes:

2,8/1) is in onze studie wel opvallend. Mannelijk geslacht is echter een gekende risicofactor voor CP met man-vrouwratio's in de literatuur van ongeveer 1,4/1. Een steekproefbias is bijgevolg niet volledig uitgesloten, maar indien aanwezig dan is deze vermoedelijk beperkt.

De indeling van de studiepersonen volgens CP-type, aantastingspatroon en ernst van CP gebeurde op basis van gegevens uit het medische dossier. De juistheid van deze gegevens kon niet voor alle kinderen geverifieerd worden. In de classificatie van het SCPE worden enkel het spastische, dyskinetisch en atactische type onderscheiden. Elke mengvorm wordt ingedeeld volgens de meest dominante bewegingsstoornis. Wanneer in het dossier van een kind vermeld stond dat het om een gemengde spastisch-dyskinetische vorm ging, werd het kind voor deze studie bij het spastische type geclassificeerd. Mogelijk zijn hierdoor kinderen waarbij het dyskinetische aspect toch overheerst ten onrechte ingedeeld bij het spastische type. Verder werden de oude termen 'diparese' en 'triparese' nog vaak aangetroffen in de medische dossiers. In dat geval werden de kinderen ingedeeld bij de groep met een bilaterale aantasting. Ondanks deze onduidelijkheden omtrent classificatie, blijken de karakteristieken van onze studiegroep, ook wat betreft CP-type en aantastingspatroon, goed overeen te komen met deze van de populatie beschreven door het SCPE.

## Conclusie en aanbevelingen voor de jeugdgezondheidszorg

Deze studie bevestigt, in een Europese studiepopulatie, dat de totale lichaamslengte bij kinderen met CP voorspeld kan worden vanuit lichaamssegment-metingen. Alhoewel deze lengtevoorspellingen accuraat lijken te zijn op groepsniveau, dient voor het gebruik bij individuele kinderen met CP rekening gehouden te worden met een klinisch niet onbelangrijk foutenpercentage. Van de drie onderzochte lichaamssegment-metingen (kniehoogte, tibialengte en ulnalengte) bleek de totale lichaamslengte het best voorspeld te kunnen worden op basis van kniehoogte, gemeten aan de minst of niet-aangedane lichaamszijde. Kniehoogte voorspelde de totale lengte het nauwkeurigst, maar bleek eveneens de meest betrouwbare en ook meest praktische meting om uit te voeren in deze populatie. Bovendien had het type en de ernst van CP geen significante invloed op dit predictiemodel. De ontwikkeling van CP-specifieke groeicurves op basis van lichaamssegment-metingen is een belangrijk te realiseren onderzoeksdoel.

Het percentage kinderen dat in onze studie, op basis van antropometrie, als chronisch of acuut ondervoed kan beschouwd worden, is vergelijkbaar met de prevalentiecijfers beschreven in de literatuur. Het aantal kinderen dat als acuut ondervoed geïdentificeerd werd, bleek sterk afhankelijk te zijn van de gebruikte antropometrische parameter. Bijkomend onderzoek moet duidelijk maken welke antropometrische parameter artsen in staat stelt om het lichaamsvetpercentage bij kinderen met CP adequaat te schatten.

Voor het opvolgen van de individuele lengtegroei bij kinderen en jongeren met CP zouden we, vanuit de bevindingen in deze studie en de huidige beschikbare CP-specifieke groeicurves, volgende aanbevelingen naar de preventieve jeugdgezondheidszorg formuleren. Lengtemetingen kunnen, indien het kind of de jongere voldoende rechtop kan staan en er geen interfererende gewrichtscontracturen of scoliose aanwezig zijn, best rechtstaand bepaald worden volgens de gangbare richtlijnen. Indien niet aan bovenstaande voorwaarden voldaan is, wordt de lengte bij voorkeur liggend bepaald op een voldoende groot meetbord. Indien dergelijk meetbord niet beschikbaar is of bij aanwezigheid van zeer ernstige gewrichtscontracturen en/of scoliose kan het schatten van de totale lichaamslengte op basis van kniehoogte, gemeten aan de minst of niet-aangedane lichaamszijde een praktisch, betrouwbaar en valabel alternatief zijn.

Gezien de gekende afwijkingen tussen voorspelde en effectief gemeten lengte is het belangrijk consequent dezelfde meetmethode te blijven gebruiken tijdens het opvolgen van de groei van een individueel kind. Aangezien kinderen met CP vaak een afwijkend groeipatroon vertonen, worden de lengtegegevens voor interpretatie best uitgezet op specifieke CP-groeicurves, die ingedeeld zijn op basis van geslacht en grofmotorisch

functioneringsniveau. Deze groeicurves zijn beschikbaar via volgende website: [www.lifeexpectancy.org/articles/newgrowthcharts.shtml](http://www.lifeexpectancy.org/articles/newgrowthcharts.shtml). (Bijlage 3)

Kinder- en jeugdartsen dienen, zeker bij kinderen met de ernstigere vormen van CP, alert te zijn voor de aanwezigheid van ondervoeding. Zolang geen eenvoudig en praktisch instrument voorhanden is om het lichaamsvetpercentage te schatten bij kinderen met CP, kunnen artsen in de preventieve jeugdgezondheidszorg best een eerste evaluatie uitvoeren op basis van het gewicht uitgezet op de beschikbare specifieke CP-groeicurves ingedeeld naar grofmotorische functionaliteit.

Gezien de klinische relevantie (hoger mortaliteitsrisico), dient een gewicht onder percentiel 5 voor de GMFCS-groepen 1 en 2 en onder percentiel 20 voor de GMFCS-groepen 3 tot 5 aanleiding te geven tot (verwijzing voor) een meer uitgebreide evaluatie van de voedingstoestand. Afwijkende antropometrische metingen zoals bovenarmomtrek en huidplooidiktemetingen kunnen dan eventueel extra argumenten voor het bestaan van ondervoeding bij deze kinderen geven.

## Samenvatting

**Inleiding:** De opsporing van geassocieerde groeistoornissen en ondervoeding bij kinderen met een cerebrale parese (CP) wordt belemmerd door de moeilijkheid om betrouwbare antropometrische metingen, vooral lengtemetingen, te bekomen. Hierdoor is ook het adequaat inschatten van de voedingstoestand moeilijk. Het doel van deze studie was nagaan of lichaamssegment-metingen een betrouwbaar en valide alternatief zijn voor het meten van de totale lichaamslengte bij kinderen met CP, en of eenvoudige antropometrische parameters een klinische inschatting kunnen geven van de voedingstoestand bij kinderen met CP.

**Materiaal en methoden:** De studiepopulatie bestond uit 65 kinderen met CP, die school liepen in het MPI Dominiek Savio tijdens het schooljaar 2011-2012. Enerzijds werden parameters als het CP-type, het aantastingspatroon en de ernst van CP vanuit dossiergegevens geregistreerd en anderzijds werden antropometrische metingen (lengte, kniehoogte, tibialengte, ulnalengte, gewicht, bovenarmomtrek, triceps en subscapulaire huidplooidiktes) uitgevoerd en afgeleide parameters (BMI, gewicht-naar-lengte index, lichaamsvetpercentage) ter beoordeling van de voedingstatus berekend.

**Resultaten:** De gemiddelde leeftijd van de kinderen was 11,8 jaar. 48 (73,8%) waren jongens, 54 (83,1%) hadden een spastische CP, 19 (29,2%) hadden een unilaterale aantasting en 36 (56,3%) behoorden tot GMFCS-graad 1 en 2. Er was een sterke significante correlatie tussen de totale lichaamslengte en kniehoogte ( $r=0,98$ ), tibialengte ( $r=0,97$ ) en ulnalengte ( $r=0,94$ ). Het gemiddelde verschil tussen voorspelde lengte en gemeten lengte was  $0,0 \text{ cm} \pm 4,16 \text{ cm}$  voor kniehoogte ( $R^2=0,96$ ),  $0,0 \text{ cm} \pm 4,80 \text{ cm}$  voor tibialengte ( $R^2=0,95$ ), en  $0,0 \text{ cm} \pm 6,47 \text{ cm}$  voor ulnalengte ( $R^2=0,91$ ). Leeftijd ( $p^*=0,574$ ), geslacht ( $p^*=2,588$ ), CP-type ( $p^*=5,020$ ), aantastingspatroon ( $p^*=3,016$ ) en ernst van CP ( $p^*=1,975$ ) droegen niet significant bij in het predictiemodel op basis van kniehoogte. 23 kinderen (35,4%) hadden een gestalte  $< -2 \text{ SD}$ . 5 kinderen hadden een z-score  $< -2 \text{ SD}$  voor gewicht-naar-lengte index, 10 kinderen voor BMI, 7 kinderen voor bovenarmomtrek en 1 kind voor lichaamsvetpercentage. In totaal was bij 13 (20%) kinderen minstens één parameter voor acute ondervoeding afwijkend.

**Discussie en conclusie:** Deze studie bevestigt, in een Europese studiepopulatie, dat de totale lichaamslengte bij kinderen met CP voorspeld kan worden vanuit lichaamssegment-metingen. Alhoewel deze lengtevoorspellingen accuraat lijken te zijn op groepsniveau, dient voor het gebruik bij individuele kinderen met CP rekening gehouden te worden met een klinisch niet onbelangrijk foutenpercentage. Kniehoogte, gemeten aan de niet-aangedane lichaamszijde, bleek zowel de meest praktische, de meest betrouwbare als de meest nauwkeurige voorspeller van de totale lengte te zijn. Bovendien had het type en de ernst van CP geen significante invloed op dit predictiemodel. De ontwikkeling van CP-specifieke groeicurves op basis van lichaamssegment-metingen is een belangrijk te realiseren onderzoeksdoel.

Het percentage kinderen dat in onze studie, op basis van antropometrie, als chronisch of acuut ondervoed kan worden beschouwd, is vergelijkbaar met de prevalentiecijfers beschreven in de literatuur. Het aantal kinderen dat als acuut ondervoed geïdentificeerd werd, bleek sterk afhankelijk te zijn van de gebruikte antropometrische parameter. Bijkomend onderzoek moet duidelijk maken welke antropometrische parameter artsen in staat stelt om het lichaamsvetpercentage bij kinderen met CP adequaat te schatten.



## Referentielijst

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. Report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
2. SCPE Collaborative Group. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42 (12):816–824.
3. SCPE Collaborative Group. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44 (9): 633–40.
4. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(6):509-19.
5. Chounti A, Häggglund G, Wagner P, Westbom L. Sex differences in cerebral palsy incidence and functional ability: a total population study. *Acta Paediatr.* 2013;102(7):712-7.
6. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russel D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997; 39:214-23.
7. Eliasson A-C, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Öhrvall A-M, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol* 2006, 48:549-554.
8. Kuperminc MN, Stevenson RD. Growth and nutrition disorders in children with cerebral palsy. *Dev Disabil Res Rev.* 2008;14(2):137-46.
9. Stevenson RD et al. Growth and health in children with moderate-to-severe cerebral palsy. *Pediatrics.* 2006 Sep;118(3):1010-8.
10. Day SM et al. Growth patterns in a population of children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(3):167-71.
11. Krick et al. Pattern of growth in children with cerebral palsy. *J Am Diet Assoc.* 1996; 96(7):680-5.
12. Stallings VA et al. Body composition in children with spastic quadriplegic cerebral palsy. *J Pediatr.* 1995 May;126(5 Pt 1):833-9.
13. Tomoum HY et al. Anthropometry and body composition analysis in children with cerebral palsy. *Clin Nutr.* 2010 Aug;29(4):477-81.
14. Brook C, Clayton P, Brown R. *Brook's Clinical Pediatric Endocrinology.* Sixth edition. West Sussex: Wiley Blackwell; 2009. Appendix: Syndrome-Specific Growth Charts.

15. Stevenson RD, Roberts CD, Vogtle L. The effects of non-nutritional factors on growth in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1995;37(2):124-30.
16. Andrew MJ, Sullivan PB. Growth in cerebral palsy. *Nutr Clin Pract.* 2010;25(4):357-61.
17. Dahlseng MO, Finbråten AK, Júlíusson PB, Skranes J, Andersen G, Vik T. Feeding problems, growth and nutritional status in children with cerebral palsy. *Acta Paediatr.* 2012;101(1):92-8.
18. Karagiozoglou-Lampoudi T, Daskalou E, Vargiami E, Zafeiriou D. Identification of feeding risk factors for impaired nutrition status in paediatric patients with cerebral palsy. *Acta Paediatr.* 2012;101(6):649-54.
19. Andrew MJ, Parr JR, Sullivan PB. Feeding difficulties in children with cerebral palsy. *Arch Dis Child Educ Pract Ed.* 2012;97(6):222-9.
20. Hogan SE. Energy requirements of children with cerebral palsy. *Can J Diet Pract Res.* 2004;65(3):124-30.
21. Kuperminc MN et al. Puberty, statural growth, and growth hormone release in children with cerebral palsy. *J Pediatr Rehabil Med.* 2009;2(2):131-41.
22. Devesa J et al. Growth hormone deficiency and cerebral palsy. *Ther Clin Risk Manag.* 2010;6:413-8.
23. Hegazi MA, Soliman OE, Hasaneen BM, El-Arman M, El-Galel NA, El-Deek BS. Growth hormone/insulin-like growth factor-1 axis: a possible non-nutritional factor for growth retardation in children with cerebral palsy. *J Pediatr (Rio J).* 2012; 88(3):267-74.
24. Ali O, Shim M, Fowler E, Greenberg M, Perkins D, Oppenheim W, Cohen P. Growth hormone therapy improves bone mineral density in children with cerebral palsy: a preliminary pilot study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(3):932-7.
25. Samson-Fang L et al. Relationship of nutritional status to health and societal participation in children with cerebral palsy. *J Pediatr.* 2002;141(5):637-43.
26. Henderson RC et al. Bone density and metabolism in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. *Pediatrics.* 2002;110(1 Pt 1):e5.
27. Stevenson RD et al. Fracture rate in children with cerebral palsy. *Pediatr Rehabil.* 2006; 9(4):396-403.
28. Brooks J, Day S, Shavelle R, Strauss D. Low weight, morbidity, and mortality in children with cerebral palsy: new clinical growth charts. *Pediatrics.* 2011; 128(2):e299-307.
29. Campanozzi A et al. Impact of malnutrition on gastrointestinal disorders and gross motor abilities in children with cerebral palsy. *Brain Dev.* 2007;29(1):25-9.

30. Stark C, Nikopoulou-Smyrni P, Stabrey A, Semler O, Schoenau E. Effect of a new physiotherapy concept on bone mineral density, muscle force and gross motor function in children with bilateral cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10(2):151-8.
31. Van Hoeck K, Stuyven C, Hoppenbrouwers K. Standaard Groei en pubertaire ontwikkeling. Leuven: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg; 2005.
32. Foote JM, Brady LH, Burke AL, Cook JS, Dutcher ME, Gradoville KM, Groos JA, Kinkade KM, Meeks RA, Mohr PJ, Schultheis DS, Walker BS. Evidence-based clinical practice guideline on linear growth measurement of children. Des Moines (IA): Blank Children's Hospital; 2009.
33. Chumlea WC, Guo SS, Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. *J Am Diet Assoc* 1994;94:1385–1391.
34. Stevenson RD. Use of segmental measures to estimate stature in children with cerebral palsy. *Arch Paediatr Adolesc Med* 1995;149:658–652.
35. Bell KL, Davies PS. Prediction of height from knee height in children with cerebral palsy and non-disabled children. *Ann Hum Biol.* 2006;33(4):493-9.
36. Hogan SE. Knee height as a predictor of recumbent length for individuals with mobility-impaired cerebral palsy. *J Am Coll Nutr.* 1999;18(2):201-5.
37. Kong CK, Tse PW, Lee WY. Bone age and linear skeletal growth of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1999 Nov;41(11):758-65.
38. Oeffinger D, Conaway M, Stevenson R, Hall J, Shapiro R, Tylkowski C. Tibial length growth curves for ambulatory children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2010; 52(9):e195-201.
39. Samson-Fang LJ, Stevenson RD. Identification of malnutrition in children with cerebral palsy: poor performance of weight-for-height centiles. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42(3):162-8.
40. Mascarenhas MR, Zemel B, Stallings VA. Nutritional assessment in pediatrics. *Nutrition.* 1998;14(1):105-15.
41. Rieken R, Calis EA, Tibboel D, Evenhuis HM, Penning C. Validation of skinfold measurements and bioelectrical impedance analysis in children with severe cerebral palsy: a review. *Clin Nutr.* 2010; 29(2):217-21.
42. Gurka MJ, Kuperminc MN, Busby MG, Bennis JA, Grossberg RI, Houlihan CM, Stevenson RD, Henderson RC. Assessment and correction of skinfold thickness equations in estimating body fat in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(2):e35-41.

43. Kuperminc MN, Gurka MJ, Bennis JA, Busby MG, Grossberg RI, Henderson RC, Stevenson RD. Anthropometric measures: poor predictors of body fat in children with moderate to severe cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(9):824-30.
44. Roelants, M., Hauspie, R., Hoppenbrouwers, K. References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. *Ann Hum Biol.* 2009; 36(6):680-94.
45. Schwandt P, von Eckardstein A, Haas GM. Percentiles of percentage body fat in german children and adolescents: an international comparison. *Int J Prev Med.* 2012; 3(12):846-52.
46. Perini TA, Oliveira GL. Technical error of measurement in anthropometry. *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11(1): 86-90.
47. Vega-Sanchez R, de la Luz Gomez-Aguilar M, Haua K, Rozada G. Weight-based nutritional diagnosis of Mexican children and adolescents with neuromotor disabilities. *BMC Res Notes.* 2012;5:218.
48. Hung JW, Hsu TJ, Wu PC, Leong CP. Risk factors of undernutrition in children with spastic cerebral palsy. *Chang Gung Med J.* 2003 ;26(6):425-32.

## Lijst van gebruikte afkortingen

AZ: Aangedane lichaamszijde

BIA: Bio-elektrische Impedantie Analyse

BMI: Body Mass Index

CLB: Centra voor Leerlingenbegeleiding

CP: Cerebrale parese

DLW: Doubly Labelled Water methode

DXA: Dual-energy X-ray absorptiometrie

GNL: Gewicht-naar-lengte index

%GNL: Procentuele gewicht-naar-lengte index

GMFCS: Gross Motor Function Classification System

IGF-1: Insulin like Growth Factor-1

KH: Kniehoogte

MACS: Manual Ability Classification System

MAFA: Mid-upperarm Fat Area

MPI: Medisch Pedagogisch Instituut

NAZ: Niet-aangedane lichaamszijde

NCHS: National Center for Health Statistics

NGC: National Guideline Clearinghouse

SCPE: Surveillance of Cerebral Palsy in Europe

SD: Standaarddeviatie

SDS: Standaarddeviatie score

TEM: Technical Error of Measurement of technische meetfout

TL: Tibialengte

UL: Ulnalengte

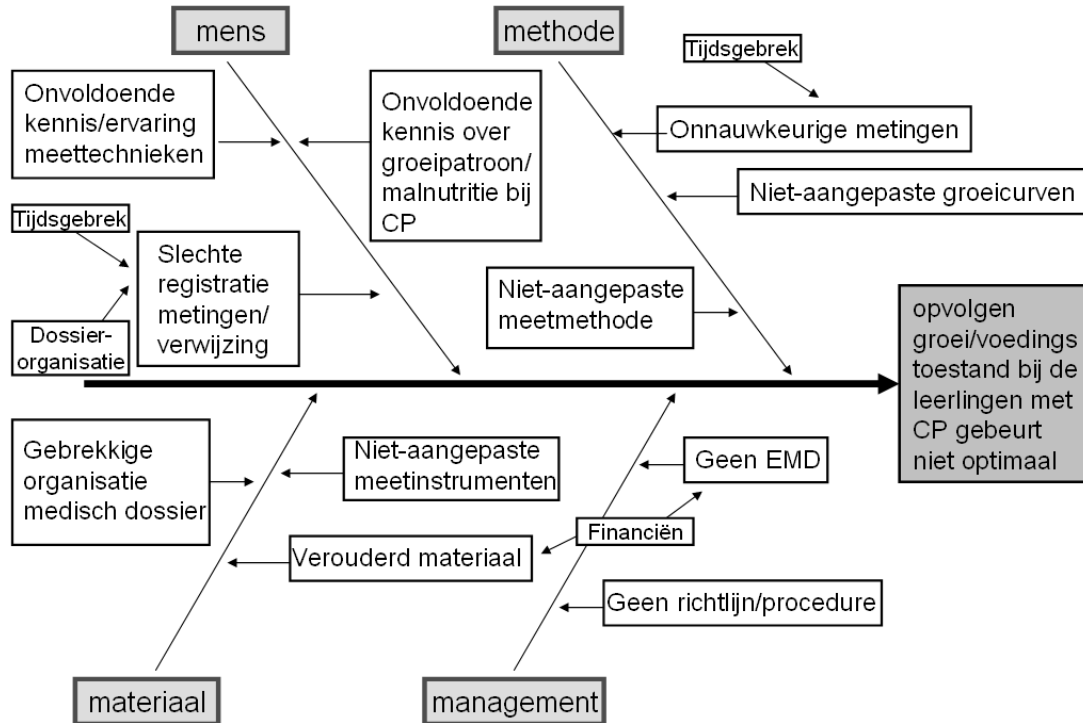
VAV: Variabel Average Value

%vet: Vetpercentage

VWVJ: Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging Voor Jeugdgezondheidszorg

## Bijlage 1: Visgraat-analyse

Visgraat-analyse van de opvolging van lengtegroei en voedingstoestand bij kinderen met CP in MPI Dominiek Savio



## Bijlage 2: Informatiebrief voor de ouders

### Uitnodiging tot deelname

Gits, postdatum

Geachte ouders,

In het kader van haar bijkomende opleiding in de Jeugdgezondheidszorg doet Dr. Fien Geeraert, instituutarts in het Dominiek Savio Instituut, een **onderzoek naar de opvolging van de groei en voedingstoestand bij kinderen met een cerebrale parese** (ook wel hersenverlamming, cerebraal palsy, of kortweg CP genoemd).

Zij wordt bij dit onderzoek bijgestaan en begeleid door Prof. Dr. Jean De Schepper en Prof. Peter Prinzie. Prof. Dr. Jean De Schepper is werkzaam in het Universitair Ziekenhuis Gent en het Universitair Ziekenhuis Brussel als specialist in groeistoornissen en hormonale problemen bij kinderen. Prof. Peter Prinzie is hoofd van het kennis- en expertisecentrum van het dienstencentrum Gidts.

**Alle leerlingen met CP** die school lopen in het Dominiek Savio Instituut en **tussen 2,5 en 18 jaar** oud zijn, worden uitgenodigd om aan dit onderzoek deel te nemen. Het verzamelen van gegevens voor dit onderzoek zal gebeuren in de loop van het schooljaar 2011-2012.

Als ouder (of wettelijke voogd) dient u **toestemming te geven voor deelname van uw zoon of dochter** aan dit onderzoek. De keuze om deel te nemen is volledig vrijblijvend. Vooraleer u deze beslissing neemt, is het belangrijk meer te weten over het onderzoek. Lees daarom volgende informatiebrief rustig door. Bespreek hem met uw partner, vrienden of familie.

Indien u nog bijkomende vragen heeft over dit onderzoek kan u steeds contact opnemen met Dr Fien Geeraert.

Dit document bestaat uit 2 delen. Het eerste deel is een informatiebrief met meer uitleg over het doel en het verloop van het onderzoek. Het tweede deel is een toestemmingsformulier dat wij vragen om te tekenen indien u akkoord gaat met deelname van uw zoon/dochter aan het onderzoek. Wil deze graag voor ... bezorgen aan de medische dienst ter attentie van Dr Fien Geeraert.

Wij stellen uw medewerking van harte op prijs!

Met vriendelijke groeten,

Dr. Mieke Demeestere  
Hoofd medische dienst Dominiek Savio instituut

Prof. Dr. Jean De Schepper  
Vakgroep Pediatrie en Genetica

Prof. dr. Peter Prinzie  
Coördinator Kennis en Expertise Dienstencentrum Gidts

Dr. Fien Geeraert  
Instituut arts Dominiek Savio instituut  
Koolskampstraat 24  
8830 Gits  
Tel: 051/230 611  
Mail: fien.geeraert@dominieek-savio.be

### Titel van het onderzoek

Validatie van antropometrische metingen bij kinderen en jongeren met een cerebrale parese ter bepaling van de lichaamslengte en lichaamssamenstelling.

### Achtergrond en doel van het onderzoek

Het opvolgen van de groei van kinderen is belangrijk voor het opsporen van *groeistoornissen*. Dit gebeurt gedurende de schoolleeftijd door het regelmatig meten van de lengte en het gewicht van het kind tijdens het CLB-onderzoek.

Veel kinderen met CP kunnen echter niet of moeilijk rechtop staan, hebben vervormingen van de wervelkolom en bewegingsbeperkingen in de gewrichten of hebben last van onwillekeurige bewegingen. Hierdoor is het moeilijk om hen met de klassieke meetinstrumenten en –methodes nauwkeurig te wegen en te meten. Uit wetenschappelijk onderzoek in andere landen blijkt dat andere meetmethodes, zoals bijvoorbeeld het meten van de lengte van het onderbeen, eenvoudiger te gebruiken zijn bij kinderen met CP en even betrouwbare informatie kunnen geven.

**Wij willen daarom nagaan of deze meetmethodes ook hier in het instituut bruikbaar zijn bij kinderen met CP en welke meetmethode de voorkeur geniet.**

Metingen van gewicht, lengte, huidplooidikte en armomtrekken kunnen ook gebruikt worden om de lichaamssamenstelling ( spier-en vetmassa) en aldus de graad van ondervoeding vast te stellen. Deze spier- en vetmassa kan ook bepaald worden door middel van een eenvoudige, niet-belastende meting van de elektrische weerstand van het lichaam, impedantie analyse genoemd.

Uit onderzoek blijkt bovendien dat kinderen met CP vaker *ondervoed* zijn dan andere kinderen met een chronische aandoening . Dit komt vermoedelijk doordat zij vaker problemen hebben met kauwen en slikken, maar waarschijnlijk spelen nog vele andere factoren een rol. Meer inzicht in dit probleem kan leiden tot een betere preventie en vroegere herkenning en aanpak van ondervoeding bij kinderen met CP.

**Wij willen daarom ook nagaan hoeveel kinderen met CP ondervoed lijken te zijn en welke factoren daarbij mogelijk een rol spelen.**

### Verloop van het onderzoek

Alle leerlingen met CP, tussen 2,5 en 18 jaar, die tijdens het schooljaar 2011-2012 school lopen in het MPI Dominiek Savio zullen uitgenodigd worden om deel te nemen aan dit onderzoek. Dit zijn ongeveer 100 leerlingen.

Indien u toestemt om deel te nemen aan dit onderzoek zal bij uw kind naast zijn/haar lengte en gewicht ook de lengte van de armen en benen afzonderlijk, de omtrek van de bovenarm en de dikte van de huidplooi ter hoogte van de bovenarm en het schouderblad worden gemeten.

Bovendien zal ook zijn/haar lichaamsvetgehalte bepaald worden met behulp van een klein toestel dat op een gelijkaardige manier werkt als een personenweegschaal met een vetmeetfunctie. Dit is volledig pijnloos en onschadelijk.

Deze **metingen** zullen gebeuren tijdens **1 onderzoek (van maximaal 30 minuten)** in de loop van het schooljaar 2011-2012. Dit onderzoek staat los van het jaarlijks (voor kleuters en lagere school) of 2-jaarlijks (voor het secundair) medisch schoolonderzoek en zal plaatsvinden tijdens de schooluren op de medische dienst van het MPI door dokter Fien Geeraert met de hulp van een verpleegkundige.



#### Voor- en nadelen verbonden aan het onderzoek

Er is geen direct voordeel voor uzelf, zoon of dochter verbonden aan het deelnemen aan dit onderzoek.

Wel kan dit onderzoek in de nabije toekomst leiden tot een betere opvolging van de groei en voedingstoestand en een betere preventie van ondervoeding bij kinderen met CP.

Zo ver wij weten zijn er **geen risico's** verbonden aan het onderzoek. Alle metingen zijn **volledig pijnloos**. Indien wij tijdens het onderzoek zouden merken dat uw kind zich ongemakkelijk voelt, erg angstig is of zich verzet tegen het onderzoek, zullen wij het onderzoek onmiddellijk stopzetten.

Indien uit de meetgegevens zou blijken dat uw kind mogelijk een groeistoornis heeft of ondervoed is of andere onverwachte bevindingen worden vastgesteld, zal de instituutarts u hierover informeren en met u bespreken hoe dit best verder aangepakt kan worden.

Deze studie werd goedgekeurd door een onafhankelijke Commissie voor Medische Ethiek verbonden aan het UZ Gent en wordt uitgevoerd volgens de richtlijnen voor de goede klinische praktijk (ICH/GCP) en de verklaring van Helsinki opgesteld ter bescherming van mensen deelnemend aan klinische studies. In geen geval dient u de goedkeuring door de Commissie voor Medische Ethiek te beschouwen als een aanzet tot deelname aan deze studie.

#### Deelname

Deelname vindt plaats op **vrijwillige** basis. Dit wil zeggen dat u op ieder moment kan beslissen om uw kind niet verder te laten deelnemen zonder dat u hiervoor een verklaring moet geven.

#### Verwerking van gegevens en vertrouwelijkheid

Tijdens het onderzoek zullen ook een aantal gegevens uit het medische dossier van uw kind verwerkt worden. Alle gegevens zullen **vertrouwelijk** behandeld worden en anoniem verwerkt, dit in overeenstemming met de wet tot bescherming van de persoonlijke levenssfeer en het beroepsgeheim.

#### Letsels ten gevolge van deelname aan de studie:

De onderzoeker voorziet in een vergoeding en/of medische behandeling in het geval van schade en/of letsel tengevolge van deelname aan de studie. Voor dit doeleinde is een verzekering afgesloten met foutloze aansprakelijkheid conform de wet inzake experimenten op de menselijke persoon van 7 mei 2004. Op dat ogenblik kunnen uw gegevens doorgegeven worden aan de verzekeraar.

## Toestemmingsformulier

**Titel onderzoek:** Validatie van antropometrische metingen bij kinderen en jongeren met een cerebrale parese ter bepaling van de lichaamslengte en lichaamssamenstelling.

**Verantwoordelijke hoofdonderzoeker:** Dr Fien Geeraert

### *In te vullen door de ouders of voogd*

Ik ben gevraagd om toestemming te geven, zodat mijn kind meedoet aan dit medisch-wetenschappelijke onderzoek.

Ik verklaar op een voor mij duidelijke wijze te zijn ingelicht over de aard, methode, doel en de risico's en belasting van het onderzoek. Ik weet dat de gegevens en resultaten van het onderzoek alleen anoniem en vertrouwelijk aan derden bekend gemaakt zullen worden. Mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord.

Ik weet dat ik op de hoogte gebracht kan worden van onverwachte bevindingen bij mijn kind.

Ik stem geheel vrijwillig in met deelname van mijn kind aan dit onderzoek. Ik behoud me daarbij het recht voor om op elk moment zonder opgaaf van redenen de deelname van mijn kind aan dit onderzoek te beëindigen.

Naam kind:

Naam en handtekening moeder/voogd:

Datum: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_

Naam en handtekening vader/voogd:

Datum: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_

---

### *In te vullen door de uitvoerende onderzoeker*

Ik verklaar hierbij dat ik bovengenoemde persoon/personen volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Als er tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de ouder(s) of voogd zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik hem/haar daarvan tijdig op de hoogte.

Naam onderzoeker:

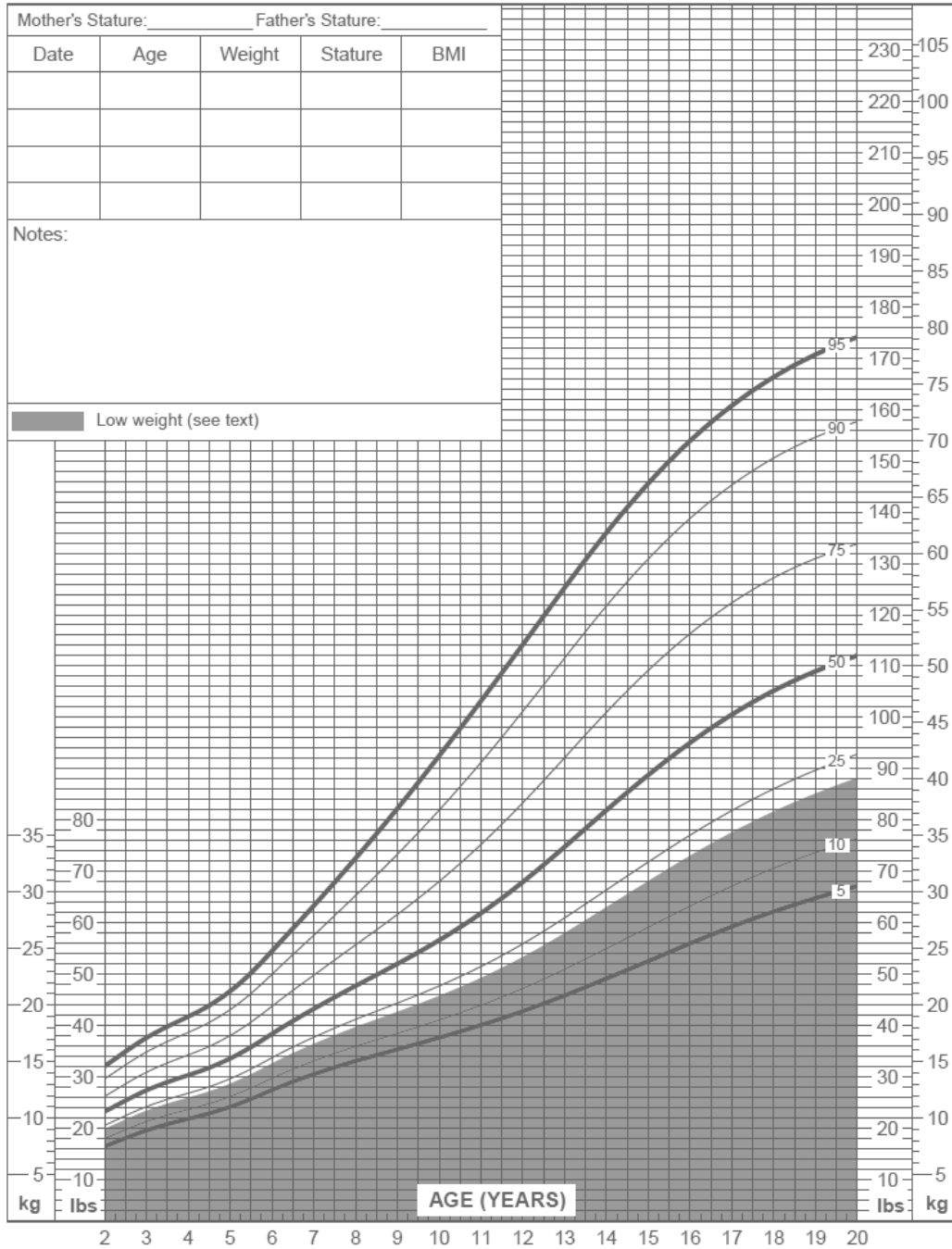
Handtekening:

Datum: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_

**Bijlage 3: Voorbeeld van specifieke CP-groei-curve**

2 to 20 years: Boys  
 Cerebral palsy  
 GMFCS III  
 Weight-for-age percentiles

NAME \_\_\_\_\_  
 RECORD # \_\_\_\_\_

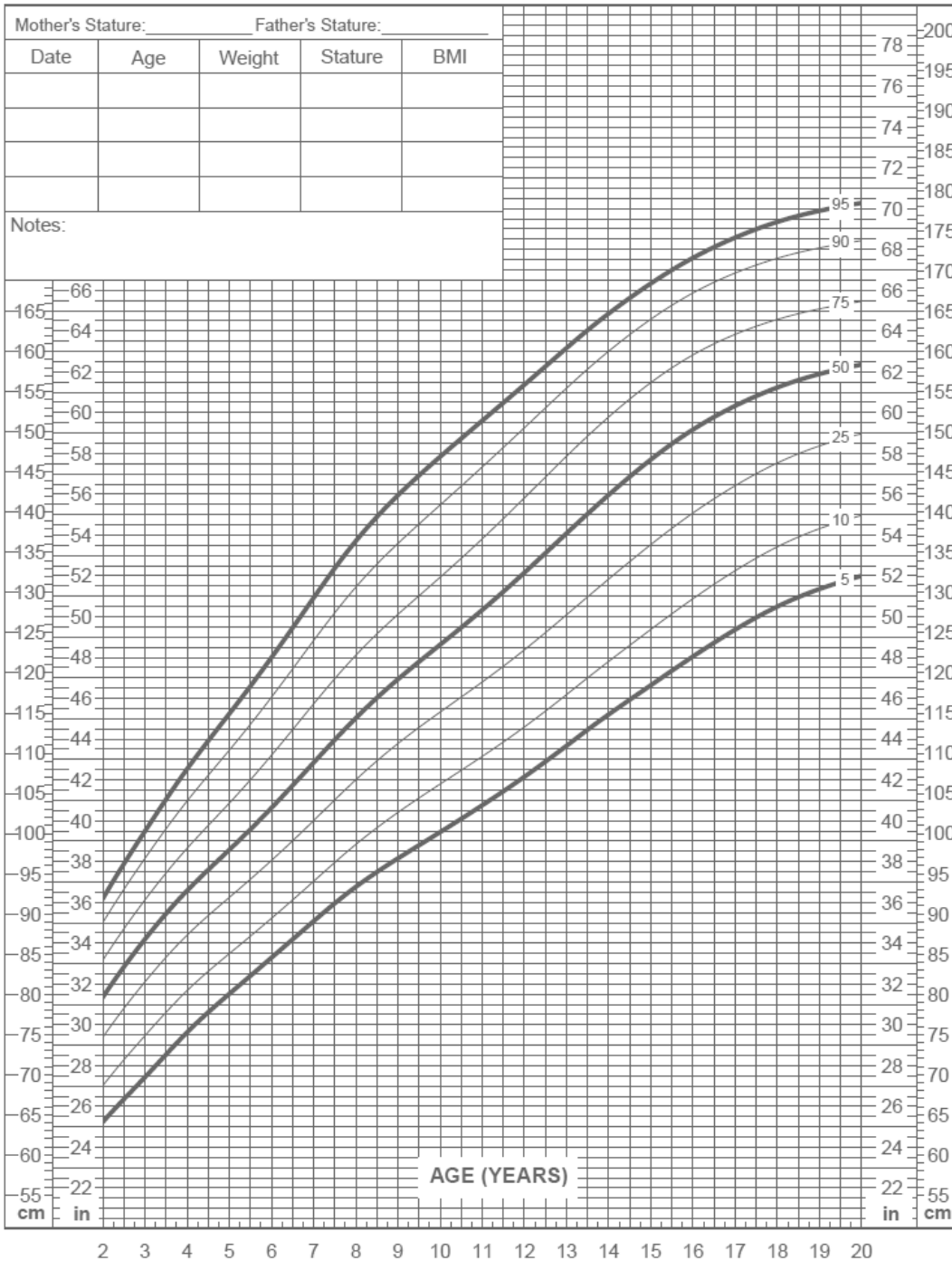


SOURCE: Life Expectancy Project (2011)  
 Based on data from the California Department of Developmental Services and California Bureau of Vital Statistics  
<http://www.LifeExpectancy.org/Articles/NewGrowthCharts.shtml>

2 to 20 years: Boys  
 Cerebral palsy  
 GMFCS III  
 Stature-for-age percentiles

NAME \_\_\_\_\_

RECORD # \_\_\_\_\_



SOURCE: Life Expectancy Project (2011)  
 Based on data from the California Department of Developmental Services  
<http://www.LifeExpectancy.org/Articles/NewGrowthCharts.shtml>