

Measuring upper extremity muscle strength in children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy

Citation for published version (APA):

Dekkers, K. (2020). *Measuring upper extremity muscle strength in children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20201204kd>

Document status and date:

Published: 01/01/2020

DOI:

[10.26481/dis.20201204kd](https://doi.org/10.26481/dis.20201204kd)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

"CP describes a group of permanent disorders of the development of movement and posture, causing activity limitation, that are attributed to non-progressive disturbances that occurred in the developing fetal or infant brain. The motor disorders of CP are often accompanied by disturbances of sensation, perception, cognition, communication, behavior, by epilepsy, and by secondary musculoskeletal problems." By far the largest group (>85%) consists of children with spastic CP. This group can be divided into bilateral and unilateral spastic CP. Overall, almost 30% of all children with CP are diagnosed with unilateral spastic cerebral palsy (USCP). USCP is characterized by motor impairments lateralized to one side of the body, resulting in an "affected" and a "non-affected" body side.

Children with USCP are typically more limited in manual ability than in gross motor function. They usually have difficulty with grasping, reaching, releasing, and manipulating objects with the affected upper extremity (UE), limiting their ability to execute activities of daily living and restricting their independence and participation. About 60% of the children between the age of 4- and 16-years experiences problems with their arm-hand function during daily activities predominantly caused by impairments in muscle function.

Muscle weakness appears to be one of the most important causes of impairment in performance of UE activities.

Measuring muscle strength is a common activity in daily practice for most clinicians working with children with USCP in order to determine whether muscle strength weakness is present (discriminative) or whether muscle strength training has been effective (evaluative). In order to make inferences about muscle strength, either in clinical practice or in research, strength has to be measured with an instrument that has sound clinimetric properties. To know the extent to which the strength measurement instrument is suitable for discriminative and evaluative purposes in clinical practice, the clinimetric properties "reliability" and "responsiveness" of the instrument need to be known. Reliability indicates the degree to which the measurement is free from measurement error. With an Intraclass Correlation Coefficient (ICC) value it is possible to determine whether the measurement instrument is suitable for discriminative purposes. The related Standard Error of Measurement (SEM) is a measure of how far apart the outcomes of repeated measurements are; it is the standard deviation around a single measurement.

Responsiveness indicates the ability of a measurement instrument to detect changes over time in the construct being measured. For the interpretation of a change in score, the smallest detectable change (SDC) and the minimally important change (MIC) are important. With the SDC, it can be determined whether the difference between two (evaluative) measurements can be distinguished from

a measurement error. In order to know whether a change score is also clinically important, the MIC is considered the most important value. The MIC is the smallest change score in the construct to be measured that patients, clinicians or relevant others perceive as important.

The quality of each clinimetric property can be rated as positive, negative or indeterminate, according to internationally accepted criteria. In addition to the value of the clinimetric property, it is important that the research of the determination of the clinimetric property is conducted in a study of (at least) good methodological quality.

Four out of five studies presented in this thesis focus on the clinimetric properties of various UE strength measuring instruments for children with USCP and on the interpretation of their outcomes, with the intention of clarifying how useful these measurement instruments actually are in clinical practice. The fifth study focuses on the muscle strength of the non-affected UE in children with USCP because it is not clear whether muscle weakness is a unilateral problem or whether the 'non-affected' UE is also affected.

The first step was to obtain a detailed overview of the existing UE muscle strength tests for children with USCP. Therefore we performed a systematic review in which the reported clinimetric properties were derived from the studies and also the methodological quality of the studies was determined. A data-synthesis of both aspects was performed to determine which measurement instruments are useable in clinical practice. The systematic review is presented in Chapter two. In the few (a total of seven) studies studying a total of six measurement instruments for measuring upper extremity strength, only test-retest, intrarater, and interrater reliability were investigated in a select group of age ranges, Manual Ability Classification System (MACS) levels, and Gross Motor Function Classification System (GMFCS) levels. No conclusions can be made regarding the responsiveness, the SDC or SEM. Furthermore, it is not clear whether all measurement instruments specifically measure muscle strength, as validity has not been investigated. Although the assessed clinimetric properties for most measurement instruments were rated positive, the methodological quality of the studies was mostly poor. As a result, the found clinimetric properties have hardly any scientific value. Three measurement instruments can be used in clinical practice. First; to measure grip strength, it is recommended to use the Jamar dynamometer. Second; for measuring other upper extremity muscle groups, it is recommended to use the Hand Held Dynamometry (HHD). Third; manual muscle testing can be used when measuring the "total upper extremity" or wrist strength in children with CP who have very limited muscle strength (\leq grade 3).

Based on these results, only two instruments (HHD and Jamar) were identified as potentially useful UE muscle strength measurement instruments. Next, we performed a study to determine test-retest and interrater reliability of these measurement instruments in children with USCP, in a study designed using the guidelines of the COSMIN consortium. The results are presented in Chapter three. Instead of the Jamar dynamometer, we used a digitalized version (E-link) of this measurement instrument.

Our results showed that almost all arm/hand strength measurements (performed with the HHD and E-link) have excellent test-retest reliability and excellent interrater reliability in children with USCP, aged 7–12 years. Only the interrater reliability of the elbow flexion of the affected UE was classified as "good", meaning there was more variability in the performance of this measurement. We concluded that the HHD and E-link system are usable measurement instruments in cross-sectional measurements of UE muscle strength in children with USCP. Because there is no clear information available

on how much improvement a child with USCP can achieve after a strength-training program, it is not clear if both instruments are usable for measuring changes in UE muscle strength within one person, especially if a child with USCP has low muscle strength.

In most daily life manual activities, e.g. during carrying/moving a heavy box, not only a certain amount of muscle strength is required, but also the ability to maintain/regulate that strength for a certain time. This ability is called functional strength and needs to be measured during the performance of the specific task. As there were no existing measurement instruments available which measure UE strength in the context of functional activities, two specific functional muscle strength tests were developed. These tests measure unimanual and bimanual sustained contractions, i.e., the “Cup-Task” for determining maximal functional unimanual UE strength and the “Box-Task” for determining maximal functional bimanual UE strength. In both tests, a combination of functional grip and arm strength is measured by lifting the Cup or Box, which must be sustained for five seconds.

We determined the reliability and validity of these two new functional muscle strength measurement instruments in children with USCP, also following the guidelines of the COSMIN consortium. The results are presented in Chapter four. We concluded that the Cup-Task and Box-Task are reliable and valid measurement instruments for measuring functional hand and upper extremity muscle strength in children with USCP who can perform such tasks. However, most of the children with USCP and MACS level III will not be able to perform the Cup-Task with the affected UE. Due to the lack of information about the possibilities in gaining functional muscle strength, the same conclusion as with the HHD and E-link was drawn regarding their evaluative use, namely that it is not clear whether both instruments are usable for measuring changes in UE muscle strength within one person, especially if a child with USCP has low muscle strength.

As only two studies compared the non-affected UE muscle strength of children with USCP and children with typically development (TD), and these studies had opposite conclusions as to whether muscle weakness only occurs in the affected UE, we performed a study to compare the isometric muscle strength (measured with the HHD and E-link) of the affected and non-affected UE of children with USCP to the isometric muscle strength of children with TD. The results are presented in Chapter five.

In the affected UE (non-preferred UE), for all measures the children with USCP produced statistically significantly lower muscle strength values compared to children with TD. Our study confirms the hypothesis that children with USCP can generate less muscle strength with the non-preferred side compared to children with TD. However, it is remarkable that the percentage difference in muscle strength is less in the proximal UE muscle groups compared to the distal UE muscle groups. A possible explanation is that the severity of hand function is closely related to the integrity and organization of direct corticospinal projections to the hand muscles. A second explanation might be that because most children with USCP only use the non-preferred UE to support the preferred UE, the proximal muscle groups may be used more compared to the distal (fine motor) muscle groups.

Muscle weakness of the non-affected UE (preferred UE) of children with USCP seems to go beyond impairments in the hand. It was striking that the muscle strength of the elbow flexion and extension in the younger age groups is higher in children with USCP than in children with TD. In the older age groups, this difference between groups is reversed. A possible explanation could be the intensive (bimanual) training that (most) of the participating children with USCP received at the younger age. More research to explain this result is needed.

An important difference between the study we have performed and the other studies that researched the muscle strength of the non-affected UE, is that we used a different measurement instrument to measure grip strength and small differences in muscle strength are more likely to be picked up by the E-Link system.

An important recommendation based on our results is that when uni- or bimanual ability limitations are present, investigation of muscle strength in the non-affected UE should be part of the assessment.

In the last study, we present a critical perspective on how to interpret changes in UE muscle in children with USCP strength, measured with the HHD and E-link, taking an expert-based MIC and the measurement error of the measurement instruments into account. The critical perspective is presented in Chapter six.

We concluded that in clinical practice, for most children with USCP it is possible to measure clinically important changes in muscle strength in the affected UE by means of the HHD and E-link. However, due to the high SDC values, only in those with a high baseline level of muscle strength, the clinically important changes can also be considered “real” changes, i.e. higher than measurement error. Hence, it is only possible to achieve a gain in muscle strength that is considered “real” for a small proportion of the children with USCP. Great caution in the interpretation of the change score is recommended.

Regarding the less affected UE, only in some children (and in some measurements) the clinically important changes can also be considered “real” changes. For the majority of the children with USCP, the important changes cannot be distinguished from measurement error. Because of the lack of information on the muscle strength gain possibilities of the less affected UE, no firm conclusions can be drawn on whether it is possible to measure clinically important and/or statistically significant changes within one child.

To reduce the chance of measurement error, we recommend to use a standardized protocol, to perform the measurements by the same assessor and to measure multiple times within one measurement moment, taking the mean value of the measurements. This minimize the likelihood that the differences in muscle strength are caused by differences in initial posture, differences in placing of the measurement instrument (HHD) or differences in handling the measurement instrument (E-link).

Chapter seven contains the general discussion, in which the main results are evaluated. Also, the methodological considerations are discussed and implications for clinical practice and future research are presented.

As the HHD, E-link, Cup-and box task all have a large SDC-value, we also discussed whether the SDC value, calculated/determined according to the current method, is suitable for muscle strength measurement instruments used in a (heterogeneous) rehabilitation population. Therefore, we made an overview of the SDC values of the HHD and E-link in other populations, and of the SDC values of other measurement instruments which measure muscle strength in children with USCP. The results show that the SDC value seems high irrespective of the measurement instrument used or population studied. Alternative ways to calculate the SDC should be considered, considering its intended use for interpreting change scores in individual patients. Suggested alternatives are: calculate the SDC value as a percentage; or take multiple measurements within one individual and use the difference between the highest and the lowest muscle strength value to determine the child-specific SDC value.

Further research on this topic is definitely needed. Until there is more clarity about alternative methods for calculating the SDC value, it is recommended that additional strength measurement instruments are used. When multiple measurement instruments (preferably on different ICF levels) all show gains between the pre-/post-intervention measurements, there may be a higher probability that the intervention has a 'real' positive result.

Nederlandse samenvatting (Dutch summary)

"Cerebrale Parese (CP) beschrijft een groep van permanente stoornissen in de ontwikkeling van beweging en houding, waardoor beperking in activiteiten optreedt, die wordt toegeschreven aan niet-progressieve stoornissen, die zich hebben voorgedaan in de zich ontwikkelende foetale- of zuigelingenhersenen. De motorische stoornissen van CP gaan vaak gepaard met stoornissen van gevoel, waarneming, cognitie, communicatie, gedrag, door epilepsie en secundaire spier- en skeletproblemen."

Veruit de grootste groep (>85%) bestaat uit kinderen met spastische CP. Deze groep kan worden onderverdeeld in bilaterale (tweezijdige) en unilaterale (eenzijdige) spastische CP. Gemiddeld genomen is bijna 30% van alle kinderen met CP gediagnosticeerd met unilaterale spastische cerebrale parese (USCP). USCP wordt gekenmerkt door motorische stoornissen aan een zijde van het lichaam, wat resulteert in een "aangedane" en een "niet-aangedane" lichaamszijde.

Kinderen met USCP zijn meestal meer beperkt in fijn motorische arm/handvaardigheden dan in grof-motorische activiteiten. Ze hebben meestal moeite met het grijpen, reiken, het vasthouden en manipuleren van objecten met de "aangedane" bovenste extremiteit (BE). Hierdoor wordt hun vermogen om activiteiten van het dagelijks leven uit te voeren beperkt en hun onafhankelijkheid en participatie belemmerd. Ongeveer 60% van de kinderen tussen 4 en 16 jaar ondervindt problemen met hun arm/handfunctie tijdens dagelijkse activiteiten, voornamelijk veroorzaakt door beperkingen in de spierfunctie. Spierzwakte lijkt een van de belangrijkste oorzaken van de beperkingen in de uitvoering van BE-activiteiten.

Het meten van spierkracht is een veel voorkomende activiteit in de dagelijkse praktijk voor de meeste klinici die werken met kinderen met USCP. Enerzijds wordt spierkracht gemeten om te bepalen of spierzwakte aanwezig is (discriminerend), anderzijds om te onderzoeken of een interventie effectief is geweest (evaluatief). Om conclusies te kunnen trekken over spierkracht, hetzij in de klinische praktijk of in onderzoek, moet kracht worden gemeten met een instrument dat goede klinimetrische eigenschappen heeft. Om te weten in hoeverre het krachtmeetinstrument geschikt is voor discriminerende en evaluatieve doeleinden in de klinische praktijk, moeten de klinimetrische eigenschappen "betrouwbaarheid" en "responsiviteit" van het instrument bekend zijn. Betrouwbaarheid geeft aan in welke mate de meting vrij is van meetfouten. Met een Intraclass Correlatiecoëfficiënt (ICC) is het mogelijk om te bepalen of het meetinstrument geschikt is voor discriminerende doeleinden. De bijbehorende standaardmeetfout (SEM) is een maat voor hoe ver de resultaten van herhaalde metingen zijn; het is de standaarddeviatie rond een enkele meting.

Responsiviteit geeft het vermogen van een meetinstrument aan om veranderingen in de tijd te detecteren. Voor de interpretatie van een verandering in score is de kleinste detecteerbare verandering (smallest detectable change; SDC) en de minimaal belangrijke verandering (minimal important change; MIC) belangrijk. Met de SDC kan worden bepaald of het verschil tussen twee (evaluatieve) metingen kan worden onderscheiden van een meetfout. Om te weten of een veranderingsscore ook klinisch belangrijk is, wordt de MIC beschouwd als de belangrijkste waarde. De MIC is de kleinste veranderingsscore die patiënten, klinici of relevante anderen als belangrijk ervaren.

Aan de hand van internationaal aanvaarde criteria voor kwaliteitsbeoordeling kan de kwaliteit van elke klinimetrische eigenschap worden beoordeeld als positief, negatief of onbekend. Naast de kwaliteit van de klinimetrische eigenschap is het belangrijk dat het onderzoek naar de bepaling van de klinimetrische eigenschap wordt uitgevoerd in een studie van (ten minste) goede methodologische kwaliteit.

Vier van de vijf studies die in dit proefschrift worden gepresenteerd, richten zich op de klinimetrische eigenschappen van verschillende BE-spijkrachtmeetinstrumenten voor kinderen met USCP en op de interpretatie van hun uitkomsten, met de bedoeling te verduidelijken hoe bruikbaar deze meetinstrumenten eigenlijk zijn in de klinische praktijk. De vijfde studie richt zich op de spierkracht van de "niet-aangedane" BE bij kinderen met USCP, omdat het niet duidelijk is of spierzwakte een eenzijdig probleem is of dat spierzwakte ook in de 'niet-aangedane' BE aanwezig is.

De eerste stap was het verkrijgen van een gedetailleerd overzicht van de bestaande meetinstrumenten voor het meten van de spierkracht in de BE bij kinderen met USCP. Daarom hebben we een systematische review uitgevoerd waarbij de gerapporteerde klinimetrische eigenschappen werden afgeleid van de onderzoeken. Tevens werd ook de methodologische kwaliteit van de studies bepaald. Een datasynthese van beide aspecten werd uitgevoerd om te bepalen welke meetinstrumenten bruikbaar zijn in de klinische praktijk. De systematische review wordt gepresenteerd in hoofdstuk twee.

In een beperkt aantal (in totaal zeven) studies werden in totaal zes meetinstrumenten voor het meten van de BE-spijkracht bestudeerd. In deze studies werden alleen test-hertest betrouwbaarheid, intrabeoordelaars- en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid onderzocht. De populaties die in de studies werden beschreven betroffen ook nog eens een selecte groep wat betreft leeftijd, MACS-niveaus (Manual Ability Classification System) en Gross Motor Function Classification System (GMFCS) niveaus. Er konden geen conclusies worden getrokken over de responsiviteit, de SDC of SEM. Bovendien was het niet duidelijk of alle meetinstrumenten specifiek de spierkracht meten, omdat de validiteit niet is onderzocht. Hoewel de klinimetrische eigenschappen voor de meeste meetinstrumenten positief werden beoordeeld, was de methodologische kwaliteit van de studies meestal slecht. Als gevolg hiervan hebben de gevonden klinimetrische eigenschappen nauwelijks wetenschappelijke waarde. In de klinische praktijk kunnen drie meetinstrumenten worden gebruikt. Ten eerste, de Jamar dynamometer om de grijpkracht te meten. Ten tweede, de Hand Held Dynamometer (HHD) voor het meten van andere spiergroepen in de BE. Ten derde, handmatige spiertesten voor het meten van de "totale bovenste extremiteit" of polssterkte bij kinderen met CP die een zeer beperkte spierkracht hebben (\leq graad 3).

Op basis van deze resultaten werden slechts twee instrumenten (HHD en Jamar) geïdentificeerd als potentieel nuttige BE-spijkrachtmeetinstrumenten. Vervolgens hebben we een studie uitgevoerd om de test-hertest betrouwbaarheid en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van deze meetinstrumenten bij kinderen met USCP te bepalen, in een studie van goede methodologische kwaliteit (volgens de richtlijnen van het COSMIN-consortium). De resultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk drie. In plaats van de Jamar dynamometer gebruikten we een gedigitaliseerde versie (E-link) van dit meetinstrument.

Onze resultaten toonden aan dat bijna alle arm/hand spierkracht metingen (uitgevoerd met de HHD en E-link) een uitstekende test-hertest betrouwbaarheid en uitstekende interbeoordelaarsbetrouwbaarheid hebben bij kinderen met USCP, leeftijd 7–12 jaar. Alleen de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de elleboog-flexie van de aangedane BE werd geclassificeerd als "goed", wat betekent dat er meer variabiliteit is tussen metingen. We concludeerden dat het HDD- en E-linksysteem bruikbare meetinstrumenten zijn voor discriminerende BE-spijkracht metingen bij kinderen met USCP. Omdat er geen duidelijke informatie beschikbaar is over hoeveel verbetering een kind met USCP kan bereiken na een krachttrainingsprogramma, is het niet duidelijk of beide instrumenten bruikbaar zijn voor het meten van veranderingen in BE-spijkracht binnen één persoon, vooral als een kind met USCP een lage spierkracht heeft.

In de meeste dagelijkse activiteiten, bijvoorbeeld tijdens het dragen of verplaatsen van een zware doos, is niet alleen een bepaalde hoeveelheid spierkracht vereist, maar ook de mogelijkheid om die kracht gedurende een bepaalde tijd te behouden/te reguleren. Dit vermogen wordt functionele spierkracht genoemd en moet worden gemeten tijdens de uitvoering van de specifieke taak. Aangezien geen bestaande meetinstrumenten beschikbaar waren die de BE-spijkracht in het kader van functionele activiteiten meten, werden twee specifieke functionele spierkracht testen ontwikkeld. Deze tests meten unimanuele en bimanuele functionele spierkracht, d.w.z. de "maatbeker-taak" voor het bepalen van maximale functionele unimanuele BE-spijkrachten de "krat-taak" voor het bepalen van maximale functionele bimanuele BE-spijkracht. In beide tests wordt een combinatie van functionele hand- en armspijkracht gemeten door de maatbeker of krat op te tillen, en deze gedurende vijf seconden in een bepaalde positie te houden.

We hebben de betrouwbaarheid en validiteit van deze twee nieuwe functionele spierkrachttesten bepaald bij kinderen met USCP, volgens de richtlijnen van het COSMIN-consortium. De resultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk vier. We concludeerden dat de maatbeker-taak en krat-taak betrouwbare en valide meetinstrumenten zijn voor het meten van functionele hand- en armspijkracht bij kinderen met USCP die dergelijke taken kunnen uitvoeren. Echter, de meeste van de kinderen met USCP en MACS niveau-III zullen niet in staat zijn om de maatbeker-taak uit te voeren met de aangedane BE. Vanwege het gebrek aan informatie over mogelijke resultaten van functionele spierkracht training, werd dezelfde conclusie getrokken als bij de HHD en E-link met betrekking tot hun evaluatief gebruik, namelijk dat het niet duidelijk is of beide instrumenten bruikbaar zijn voor het meten van veranderingen in BE (functionele) spierkracht binnen één persoon, vooral als een kind met USCP een lage spierkracht heeft.

Aangezien slechts twee studies de niet-aangedane BE-spierkracht van kinderen met USCP en typisch ontwikkelende (TD) kinderen hebben vergeleken, en deze studies tegengestelde conclusies hadden over de vraag of spierzwakte alleen optreedt in de aangedane BE, voerden we een studie uit om de isometrische spierkracht (gemeten met de HHD en E-link) van de aangedane en niet-aangedane BE van kinderen met USCP te vergelijken met de isometrische spierkracht van kinderen met TD. De resultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk vijf.

Voor wat betreft de aangedane BE hadden kinderen met USCP in alle spiergroepen statistisch aanzienlijk minder spierkracht in vergelijking met niet-voorkeurs BE van kinderen met TD. Onze studie bevestigt de hypothese dat kinderen met USCP minder spierkracht kunnen genereren met de aangedane BE in vergelijking met kinderen met TD. Het is echter opmerkelijk dat het procentuele verschil in spierkracht minder is in de proximale BE-spiergroepen in vergelijking met de distale BE-spiergroepen. Een mogelijke verklaring is dat de ernst van de handfunctie nauw verwant is aan de integriteit en organisatie van directe corticospinale projecties van de handspieren. Een tweede verklaring zou kunnen zijn dat, omdat de meeste kinderen met USCP alleen gebruik maken van de aangedane BE ter ondersteuning van de niet-aangedane BE, de proximale spiergroepen meer worden gebruikt in vergelijking met de distale (fijne motorische) spiergroepen.

Ook in de niet-aangedane BE van kinderen met USCP is spierzwakte aanwezig en deze lijkt in de hele niet-aangedane BE voor te komen (in vergelijking met de voorkeurs BE van kinderen met TD). Het is dus beter om te spreken van een "minder-aangedane" BE. Het was opvallend dat kinderen met USCP in de jongere leeftijdsgroepen sterker zijn in de elleboogflexie en -extensie in vergelijking met kinderen met TD. In de oudere leeftijdsgroepen is dit verschil tussen groepen omgekeerd. Een mogelijke verklaring zou de intensieve (bimanuele) training kunnen zijn die (de meeste) van de deelnemende kinderen met USCP op jongere leeftijd kregen. Om dit resultaat te verklaren, is meer onderzoek nodig.

Een belangrijk verschil tussen de studie die wij hebben uitgevoerd en de andere studies die de spierkracht van de "minder-aangedane" BE hebben onderzocht, is dat we een ander meetinstrument gebruikten om grijpkracht te meten en kleine verschillen eerder zullen worden opgepikt door het door ons gebruikte E-Link-systeem.

Een belangrijke aanbeveling op basis van onze resultaten is dat wanneer uni- of bimanuele beperkingen aanwezig zijn, moet het in kaart brengen van de "minder-aangedane" BE-spierkracht deel uitmaken van het onderzoek.

In de laatste studie presenteren we een andere kijk op het interpreteren van veranderingen in BE-spierkracht bij kinderen met USCP, gemeten met de HHD en E-link, rekening houdend met een MIC en de meetfout van de meetinstrumenten. Dit perspectief wordt gepresenteerd in hoofdstuk zes.

We concludeerden dat in de klinische praktijk, bij de meeste kinderen met USCP het mogelijk is om klinisch belangrijke veranderingen in spierkracht in de aangedane BE te meten door middel van de HHD en E-link. Echter, als gevolg van de hoge SDC-waarden, kunnen alleen bij kinderen met veel spierkracht de klinisch belangrijke veranderingen ook worden beschouwd als "echte" veranderingen, d.w.z. niet veroorzaakt door meetfouten. Vandaar dat een 'echte' winst in spierkracht alleen bereikbaar is voor een klein deel van de kinderen met USCP. Grote voorzichtigheid bij de interpretatie van een veranderingsscore is noodzakelijk.

Met betrekking tot de "minder-aangedane" BE, kunnen alleen bij sommige kinderen (en in sommige metingen) de klinisch belangrijke veranderingen ook worden beschouwd als "echte" veranderingen. Voor de meerderheid van de kinderen met USCP kunnen de belangrijke veranderingen niet van metingsfout worden onderscheiden. Door het gebrek aan informatie over de mogelijkheden van spierkrachtwinst van de "minder-aangedane" BE als gevolg van training, kunnen geen harde conclusies worden getrokken met betrekking tot de vraag of het mogelijk is om klinisch belangrijke en/of statistisch significante veranderingen te meten binnen een kind.

Om de kans op meetfouten te verkleinen, raden we aan om ons gestandaardiseerde meetprotocol te gebruiken, de metingen door dezelfde geschoolde beoordelaar uit te laten voeren en meerdere keren binnen één meetmoment te meten, waarbij de gemiddelde waarde van de metingen wordt gemeten. Dit minimaliseert de kans dat de verschillen in spierkracht worden veroorzaakt door verschillen in uitgangshouding, verschillen in plaatsing van het meetinstrument (HHD) of verschillen in de hantering van het meetinstrument (E-link).

Hoofdstuk zeven bevat de algemene discussie, waarin de belangrijkste resultaten worden geëvalueerd. Ook worden de methodologische overwegingen besproken en implicaties voor de klinische praktijk en toekomstig onderzoek gepresenteerd.

Aangezien de HHD, E-link, maatbeker-taak en krat-taak allemaal een grote SDC-waarde hebben, hebben we ook bediscussieerd of de SDC-waarde, berekend/bepaald volgens de huidige methode, geschikt is voor spierkracht-meetinstrumenten gebruikt in een (heterogene) revalidatie populatie. Daarom hebben we een overzicht gemaakt van de SDC-waarden van de HHD en E-link in andere populaties, en van de SDC-waarden van andere meetinstrumenten die spierkracht meten bij kinderen met USCP. De resultaten tonen aan dat de SDC-waarde hoog is, ongeacht het gebruikte meetinstrument of de onderzochte populatie. Alternatieve manieren om de SDC-waarde te berekenen moeten worden overwogen. Voorgestelde alternatieven zijn: bereken de SDC-waarde als percentage; of neem meerdere metingen binnen één persoon en gebruik het verschil tussen de hoogste en de laagste spierkrachtwaarde om de kindspecifieke SDC-waarde te bepalen.

Verder onderzoek over dit onderwerp is zeker nodig. Totdat er meer duidelijkheid is over alternatieve methoden voor het berekenen van de SDC-waarde, wordt aanbevolen om extra spierkracht-meetinstrumenten te gebruiken. Wanneer meerdere meetinstrumenten (bij voorkeur op verschillende ICF-CY niveaus) allemaal winst laten zien tussen de pre-/post-interventiemetingen, is de kans groter dat de interventie een "reëel" positief resultaat heeft.