

Validiteit van de Cable Column Maximal Force Test en de Cable Column Isometric Test in vergelijking met een Handheld Dynamometer in het meten van de Schouder Exorotatiekracht

Student

Naam:	Jasper Landsheer
Studentnummer:	313523
Email:	j.b.landsheer@st.hanze.nl
Instituut:	Hanze Hogeschool Groningen
Opleiding:	Bachelor Fysiotherapie

Begeleider Afstudeeropdracht

Naam:	Marcel van Burgsteden
Email:	m.r.g.van.burgsteden@pl.hanze.nl

Opdrachtgever

Naam:	Ingrid Barelds
Email:	ibarelds@skf-fysiotherapie.nl
Bedrijf:	SKS Fysiotherapie Assen

Datum: 8 juni 2017

Samenvatting

Binnen de fysiotherapie staan schouderklachten al meerdere jaren in de top vijf meest voorkomende klachten. De spierkrachtmeting is een veel voorkomend onderdeel tijdens het onderzoek. Spierzwakte van bijvoorbeeld de exorotatie van de schouder is een oorzakelijke factor voor schouderblessures. Om spierkracht te meten zijn er binnen de wetenschap meerdere manieren beschikbaar, zoals de handheld dynamometer (HHD) en de Cable Column (CC). In deze studie wordt de HHD ingezet als gouden standaard, aangezien dit meetinstrument een betrouwbare en valide manier is om kracht te kwantificeren. De CC van Monitored Rehab Systems is een pulley-systeem. Met het bijbehorende softwareprogramma kunnen er verschillende spierkrachttesten gedaan worden, zoals de Maximal Force Test (MFT) en de Isometric Test (IT). Voor zover bekend is er geen literatuur beschikbaar over de CC.

Het doel van de studie is het bepalen van de criterium validiteit van twee verschillende spierkrachttesten van de CC. Dit in vergelijking met de HHD bij een gestandaardiseerde testpositie voor het meten van de glenohumerale exorotatie. Criterium validiteit wordt opgedeeld in predictieve validiteit en concurrent validiteit. Deze studie voldoet aan de voorwaarden van de concurrent validiteit. Dit is de mate waarin verkregen resultaten van een meetprocedure of –instrument overeenkomen met die van de gouden standaard. De metingen worden op ongeveer hetzelfde moment afgenomen.

Deze studie heeft een kwantitatief cross-sectioneel design en werd in Gezondheidscentrum Kloosterveen uitgevoerd. Deelnemers tussen 18 en 40 jaar werden geïnccludeerd in het onderzoek. Deelnemers met schouderklachten in afgelopen drie maanden, comorbiditeiten of zij die geen fysieke activiteit mochten doen, werden geëxcludeerd. De metingen werden verricht volgens een gestandaardiseerd protocol aan de dominante zijde. Bij de HHD en CC IT werd de schouder in 0° abductie, 0° anteflexie en 0° rotatie gehouden, met de elleboog in 90° flexie en neutrale rotatie. Bij de CC MFT werd gestart met de schouder in 50° endorotatie. Bij de statistische analyse werd er gekeken naar de concurrent validiteit door middel van het berekenen van de Pearson correlatie (r). Correlaties werden gedefinieerd als sterk bij $r > 0,60$, gemiddeld bij 0,30-0,60 en zwak bij $r < 0,30$. Daarnaast zijn de betrouwbaarheidsintervallen van de correlaties berekend.

De studiepopulatie bestond uit vijftientig volwassenen (10 mannen, 15 vrouwen) in de leeftijdscategorie 18 tot 40 jaar. De gemiddelde leeftijd was 30,9 jaar (SD 5,30). Alle deelnemers waren rechtshandig. Er is een significante correlatie, $r=0,63$, 95%-BI [0,32;0,82], tussen de isometrische krachtmeting met de HHD en de krachtmeting met de CC MFT. Ook tussen de isometrische krachtmetingen met de HHD en de CC IT is een significante correlatie, $r=0,84$, 95%-BI [0,67;0,93].

De belangrijkste bevindingen van dit onderzoek zijn dat de CC MFT en de CC IT een significante en sterke concurrent validiteit hebben voor het meten van de exorotatiekracht van de dominante schouder. De testen van de CC zouden in de klinische setting gebruikt kunnen worden wanneer de HHD niet voor handen is. Echter wordt verder onderzoek aanbevolen.

Sleutelwoorden: schouder, spierkracht, exorotatie, handheld dynamometer, cable column

Validity of the Cable Column Maximal Force Test and the Cable Column Isometric Test Compared with an Handheld Dynamometer in Measuring the Shoulder Exorotation Strength

Abstract

For several years, shoulder pain is in the top five most common complaints within physical therapy. The assessment of shoulder strength is a common part of the clinical examination within physical therapy. For example, weakness of the external rotation of the shoulder can be a cause for shoulder injuries. The strength can be measured in several ways, for example, the Cable Column (CC) Maximal Force Test (MFT), Cable Column Isometric Test (IT) and the Handheld Dynamometer (HHD). This study uses the HHD as the golden standard, because it is a valid and reliable instrument for measuring strength. The CC is a pulley system and it can be used for measuring strength. The CC has software with different tests, like the MFT and the IT.

The HHD had much published research compared with the CC. To our knowledge, no research addresses the value of the CC. The main objective of this study is to examine the concurrent validity of the MFT and the IT. The main outcome measures were three strength measurements with the HHD, the CC MFT and the CC IT strength measurement. This study compares these results.

This cross-sectional quantitative study included participants between 18 and 40 years. Participants were excluded when they had a history of shoulder pain, comorbidities or another reason why they can't participate in this physical activity. The external rotator strength of the dominant side was measured with a standardized strength measurement protocol. With the HHD and the CC IT, the participant's shoulder was in 0° of abduction, 0° of flexion and 0° rotation, the elbow was kept in 90° of flexion with neutral rotation. The starting position for the shoulder was 50° internal rotation for the CC MFT. To analyze the validity, Pearson correlation coefficients were calculated. Values < 0.30 marked weak validity, values 0.30-0.60 indicated moderate validity, and values > 0.60 represented strong validity.

The study included twenty-five participants (10 men and 15 women). Pearson correlation coefficient (r) between HHD and CC MFT was statistically significant, $r=0,63$, 95%-CI [0,32;0,82]. Pearson correlation coefficient between HHD and CC IT was statistically significant, $r=0,84$, 95%-CI [0,67;0,93].

The main finding of the study was that the CC MFT and the CC IT have a significant and strong concurrent validity for measuring the external rotator strength of the dominant shoulder. Further research of the strength measurements of the CC is recommended.

Keywords: *shoulder, muscle strength, external rotation, handheld dynamometer, cable column*

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Methode	2
2.1 Onderzoeksdesign	2
2.2 Onderzoekspopulatie	2
2.3 Materialen en methoden	2
2.3.1 Cable Column - maximal force test	2
2.3.2 Cable Column - isometric test	3
2.3.3 Handheld dynamometer	3
2.4 Statistische analyse	3
3. Resultaten.....	4
4. Discussie en aanbevelingen.....	4
5. Conclusie	6
6. Referenties	7
7. Bijlage	10
7.1 Informatie.....	10
7.2 Informed consent	11
7.3 Protocol	12

1. Inleiding

Binnen de fysiotherapie staan schouderklachten al meerdere jaren in de top vijf meest voorkomende klachten. In het jaar 2013 had 7,5% van de patiënten in Nederland schouderklachten.^{1,2} Wereldwijd is schouderpijn een veel voorkomende klacht. Uit onderzoek blijkt dat 18 tot 26% van de volwassenen, met verschillende nationaliteiten, schouderpijn hebben gehad.³ Dit heeft tot gevolg dat het een van de meest kostbare regionale pijnsyndromen is.^{3,4}

Binnen de fysiotherapie is de spierkrachtmeting een veel voorkomend onderdeel tijdens het diagnosticeren en revalideren van schouderklachten. Het meten van de kracht geeft de therapeut inzicht in de mate van kracht die relevant is voor de patiënt zijn functioneren voor, tijdens of na de interventie.⁵ Spierkracht is een belangrijke determinant voor fysieke prestaties, huishoudelijke taken, werk of sport.⁶ De schouderrotatie krachtratio wordt gezien als een voorspeller voor schouderblessures, voornamelijk voor secundaire schouderinklemming en -instabiliteit.^{7,8} Een kwetsuur aan de rotator cuff is een belangrijke oorzaak voor pijn en beperking in de schouder.⁹ Daarnaast is spierzwakte van de exorotatie van de schouder een oorzakelijke factor voor schouderblessures.^{10,11} De exorotatie spierkracht is een belangrijke component bij revalidatie, trainingsprogramma's en blessurepreventie.^{10,12}

Om spierkracht te meten zijn er binnen de wetenschap meerdere manieren beschikbaar.^{13,14} In de wetenschap wordt de isokinetische dynamometer gezien als de gouden standaard.¹⁵ Andere manieren zijn bijvoorbeeld de handheld dynamometer (HHD) en de Cable Column (CC). In deze studie wordt de HHD ingezet als gouden standaard, aangezien dit meetinstrument een betrouwbare en valide manier is om kracht te kwantificeren.^{15,16} Wanneer er gekeken wordt naar de validiteit van een isometrische krachtmeting bij jongeren, verkregen met een isokinetische dynamometer en de HHD, liggen de waarden voor exorotatie van de schouder tussen de 0,79 tot 0,96.¹⁵ Hierbij werd een grote correlatie tussen beide aangetoond. De HHD heeft een goede betrouwbaarheid bij het meten van glenohumerale rotaties, bij verschillende patiënten en in verschillende schouderposities.¹⁷ Kijkend naar het gebruiksgemak, draagbaarheid, kosten en het compacte formaat, heeft de HHD vele voordelen.^{17,18,19}

De CC van Fysio Roadmap Monitored Rehab Systems is een pulley-systeem. De CC is een handig hulpmiddel voor articulaire revalidatie en spierversterking.²⁰ Met het bijbehorende software programma kunnen er verschillende spierkrachttesten gedaan worden, zoals de Maximal Force Test (MFT) en de Isometric Test (IT). Voor zover bekend is er geen literatuur beschikbaar over de CC.

Het doel van deze studie is het bepalen van de criterium validiteit van twee verschillende spierkrachttesten van de CC. Dit in vergelijking met de HHD bij een gestandaardiseerde testpositie voor het meten van de glenohumerale exorotatie. Criterium validiteit wordt opgedeeld in predictieve validiteit en concurrent validiteit, waar deze studie voldoet aan de voorwaarden van de laatst genoemde. Concurrent validiteit is de mate waarin verkregen resultaten van een meetprocedure of -instrument overeenkomen met die van de gouden standaard. Bij concurrent validiteit worden metingen geëvalueerd die op ongeveer hetzelfde moment zijn afgenomen.^{21,22}

Deze studie geeft antwoord op twee vragen. Allereerst; wat is de concurrent validiteit van de MFT in vergelijking met de HHD? Ten tweede; wat is de concurrent validiteit van de IT in vergelijking met de HHD?

2. Methode

2.1 Onderzoeksdesign

Deze studie heeft een kwantitatief cross-sectioneel design en werd uitgevoerd in het Gezondheidscentrum Kloosterveen van SKS Fysiotherapie in Assen.

2.2 Onderzoekspopulatie

De studiepopulatie betrof een gelegenheidssteekproef en is door actieve werving binnen de oefenzaal van het Gezondheidscentrum Kloosterveen verkregen. De studie heeft goedkeuring gekregen van de Hanze Hogeschool Groningen. De deelnemers tekenden het informed consent voorafgaand aan deelname. Deelnemers tussen 18 en 40 jaar werden geïnccludeerd in het onderzoek. Om te kijken of de deelnemers in staat waren tot een fysieke activiteit werd de Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) afgenomen. Bij een positief antwoord op een van de zeven vragen diende eerst contact op te worden genomen met een arts om toestemming te geven.²³ Behalve bij een positief antwoord op de vraag 'heeft u een skelet- of gewrichtsprobleem (bijvoorbeeld aan rug, knie of heup) dat kan verergeren door een verandering in u fysieke activiteiten patroon?' werd er geen contact opgenomen met een arts wanneer de aandoening de onderste extremiteiten betrof. Hiervoor is gekozen omdat de onderzoekspopulatie voornamelijk zou bestaan uit deelnemers met een blessure aan het bewegingsapparaat buiten de schouders om. Deelnemers met schouderklachten in de afgelopen drie maanden, comorbiditeiten zoals centraal neurologische aandoeningen of hart- en vaatziekten die mogelijk invloed kunnen hebben op de spierkracht, of een positief antwoord bij de andere vragen van de PAR-Q werden geëxcludeerd. Deelnemers werden volledig ingelicht over het doel, de inhoud en de mogelijke risico's van deze studie.

2.3 Materialen en methoden

De maximale krachtproductie voor exorotatie van de schouder werden bepaald met de volgende apparatuur: de MicroFET2 Handheld dynamometer (Hoggan Health Industries Inc., Utah, USA) en de Monitored Rehab Systems Cable Column (Monitored Rehab Systems B.V., Haarlem, NL).

In deze studie werd de exorotatiekracht van de schouder aan de dominante zijde gemeten. Dit is de schouder aan de zijde van het lichaam die voor de deelnemer de voorkeur heeft om handelingen mee te verrichten. Hiervoor is gekozen omdat de glenohumerale endorotatie- en exorotatiekracht groter is aan de dominante zijde.²⁴

De testprocedure was gestandaardiseerd om de betrouwbaarheid te vergroten. Dit werd gedaan door middel van een protocol. De positie van de deelnemer en de plaatsing van de HHD was van belang.²⁵ Gedurende de drie testen werden de deelnemers op een stoel zonder leuningen geplaatst waarbij de voeten de grond raakten. Om ervoor te zorgen dat er geen compensatie optrad, werd een handdoek tussen de elleboog en het lichaam geplaatst. De deelnemer kon niet compenseren door middel van schouderabductie.²⁶ Voor aanvang werd de te gebruiken spiergroep geactiveerd door een set van tien herhalingen exorotatie op tien kilogram op de CC.

2.3.1 Cable Column - maximal force test

De software van de CC MFT werd ingesteld zoals vermeld in de handleiding van de Monitored Rehab Systems. De schouder werd gehouden in 0° abductie met 50° endorotatie en de elleboog in 90° flexie en neutrale rotatie. Aan de hand van de testherhalingen werd het 1RM, oftewel het herhalingsmaximum, vastgesteld. Dit gebeurde op het inschattingsvermogen van de tester.

Vervolgens werd een eenmalige maximaal concentrische inspanning gevraagd waarbij de exorotatie zo snel mogelijk gemaakt diende te worden. In de uitleg werd de nadruk gelegd op het feit dat de snelheid bij deze test van belang is.

2.3.2 Cable Column - isometric test

De CC IT werd ingesteld zoals vermeld in de handleiding van de Monitored Rehab Systems. Het gewicht werd op 50 kilogram gezet. De schouder werd gehouden in 0° abductie en de elleboog in 90° flexie en neutrale rotatie. Vervolgens werd een eenmalige maximale isometrische inspanning gevraagd waarbij deze drie seconden diende te worden vastgehouden. In de uitleg werd de nadruk gelegd op het feit dat de inspanning in drie seconden opgebouwd diende te worden tot maximaal om zo piekwaarden te voorkomen.

2.3.3 Handheld dynamometer

De schouder werd gehouden in 0° abductie met de elleboog in 90° flexie en neutrale rotatie. De HHD werd proximaal van het processus styloideus ulnae geplaatst. De HHD kent twee manier van meten: de make- en de brake-methode. Bij de make-methode houdt de tester de HHD stationair tegen het te meten gebied, terwijl die deelnemer maximale kracht levert tegen de HHD en de tester. Bij de brake-methode drukt de tester met de HHD tegen het te testen gebied, tot de maximale spierinspanning wordt overwonnen en het gewricht meegeeft.²⁷ Drie herhalingen van drie seconden maximale isometrische contractie werden uitgevoerd middels de make-methode. Tussen de herhalingen werd enkele seconden rust gegeven. De testafnemer stabiliseerde zijn elleboog tegen zijn spina iliaca anterior superior en zat in de schuttershouding om een stabiele positie van de HHD aan te houden gedurende de test. Van de drie metingen werd het gemiddelde genomen.

2.4 Statistische analyse

De statistische analyse werd gedaan door middel van SPSS versie 23.0 (IBM, Chicago, USA). Beschrijvende statistiek, waaronder het gemiddelde en de standaard deviatie, werd gebruikt om de demografische gegevens van de deelnemers weer te geven. Er werd gekeken naar de normaal verdeling van de data door middel van de Kolmogorov-Smirnov test en de histogrammen. Hier kwam uit dat de data van de variabelen normaal verdeeld waren.

Om een antwoord te krijgen op de objectieven werd gekeken naar de concurrent validiteit. De HHD werd gebruikt als gouden standaard. De concurrent validiteit van de CC MFT en de CC IT in vergelijking met de HHD werd bepaald middels de berekening van de 2-tailed Pearson correlatiecoëfficiënt (r), aangezien de data normaal verdeeld waren. De Pearson correlatiecoëfficiënt kan variëren tussen de -1 en +1. Een waarde van 0 geeft aan dat er geen lineair verband is tussen de twee continue variabelen. Een waarde >0 toont aan dat er sprake is van een positieve correlatie. Dit betekent dat een variabele verhoogt, wanneer de andere variabele dit ook doet.⁷ Correlaties werden gedefinieerd als sterk voor r -waarden groter dan 0,60, gemiddeld voor 0,30-0,60 en zwak bij waarden kleiner dan 0,30.²⁸ Daarnaast is voor deze studie 95%-betrouwbaarheidsinterval (BI) berekend. Het BI geeft een beeld van de mate van zekerheid waarmee gezegd kan worden of de correlatiecoëfficiënt juist is. Bijvoorbeeld wanneer de correlatie 0,70 is en het BI loopt van 0,63 tot 0,78, dan kan met 95% zekerheid gezegd worden dat de werkelijke range van de correlatiecoëfficiënten tussen de 0,63 en de 0,78 ligt.²⁹ De waarden werden weergegeven als groepsgemiddelden. Een p -waarde van < 0.01 werd gezien als statistisch significant.

3. Resultaten

Zevenentwintig deelnemers gaven hun informed consent voor deelname aan dit onderzoek. Twee deelnemers vielen af. Zij hadden een positief resultaat in de PAR-Q. Vijfentwintig gezonde volwassenen (10 mannen, 15 vrouwen) in de leeftijdscategorie 18 tot 40 jaar werden geïnccludeerd. De gemiddelde leeftijd was 30,9 jaar (minimum 20, maximum 39, standaarddeviatie (SD) 5,30). Alle deelnemers waren rechtshandig. De demografische kenmerken van de deelnemers worden in tabel 1 gepresenteerd.

Tabel 1 - Demografische kenmerken

	<i>n</i> (%)	Leeftijd (M ± SD)	Dominante zijde (<i>n</i> [%])	
Man	10 (40%)	30,2 ± 5,02	<i>Rechts</i>	10 (40%)
			<i>Links</i>	0 (0%)
Vrouw	15 (60%)	31,2 ± 5,92	<i>Rechts</i>	15 (60%)
			<i>Links</i>	0 (0%)
Totaal	25 (100%)	30,9 ± 5,30	<i>Rechts</i>	25 (100%)
			<i>Links</i>	0 (0%)

n: aantal deelnemers; M: mean, gemiddelde; SD: standaarddeviatie

De gegevens van de HHD, CC MFT en CC IT metingen zijn gepresenteerd in tabel 2. Er is een significante correlatie, $r=0,63$, 95%-BI [0,32;0,82], tussen de isometrische krachtmeting met de HHD en de krachtmeting met de CC MFT. Tussen de isometrische krachtmetingen met de HHD en de CC IT is een significante correlatie, $r=0,84$, 95%-BI [0,67;0,93]. In tabel 3 zijn de verhoudingsgegevens tussen de MFT en IT en de HHD uiteengezet.

Tabel 2 - Beschrijvende statistiek van de maximal force test, isometric test en de handheld dynamometer

	Gemiddelde (Newton)	Standaarddeviatie
CC MFT	198,12	105,51
CC IT	258,0	76,52
HHD	96,68	21,70

In figuur 1 zijn de meetgegevens uiteengezet in een spreidingsdiagram. Door middel van een regressielijn is het verband zichtbaar gemaakt.

Tabel 3 - Pearson correlatiecoëfficiënt (*r*) en het 95%-betrouwbaarheidsinterval tussen maximal force test en isometric test en de handheld dynamometer

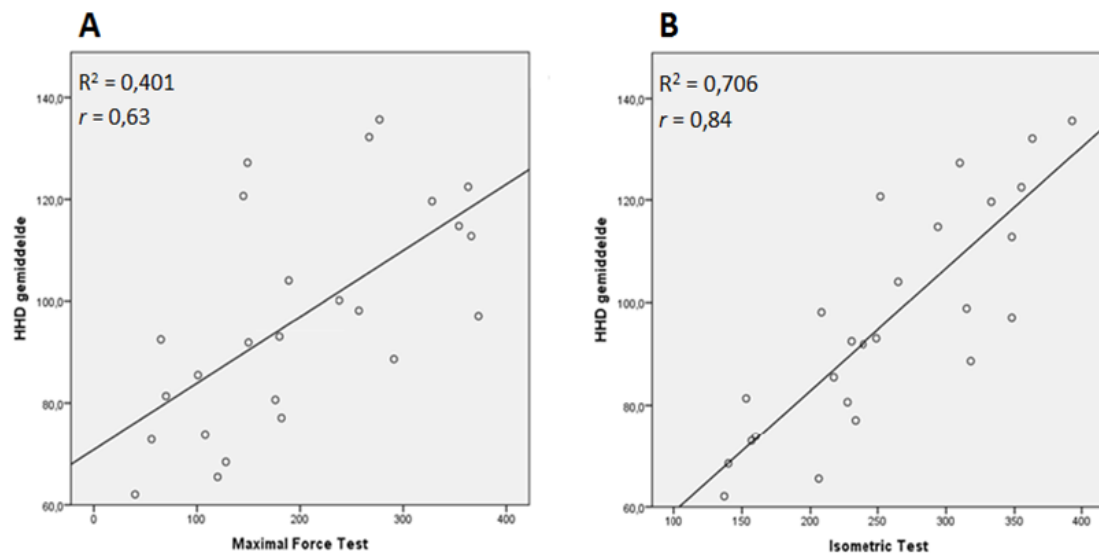
	Pearson correlatiecoëfficiënt (<i>r</i>)	BI		p-waarde
		<i>Onder</i>	<i>Boven</i>	
CC MFT	0,63	0,32	0,82	0,001*
CC IT	0,84	0,67	0,93	0,000*

*, Correlatie is significant bij $p \leq 0.01$ (2-tailed).

r: Pearson correlatiecoëfficiënt; BI: 95%-betrouwbaarheidsinterval

4. Discussie en aanbevelingen

Deze studie had twee specifieke vraagstellingen. Allereerst; wat is de concurrent validiteit van de MFT in vergelijking met de HHD? Ten tweede; wat is de concurrent validiteit van de IT in vergelijking met de HHD?



Figuur 1 - Spreidingsdiagram van de piekwaarden (in Newton) met de regressielijn. A) waarden van de handheld dynamometer in vergelijking met de waarden van de MFT. B) waarden van de handheld dynamometer in vergelijking met de waarden van de IT.

De belangrijkste bevindingen van dit onderzoek zijn dat de CC MFT en de CC IT een significante en sterke concurrent validiteit hebben voor het meten van de gestandaardiseerde isometrische en concentrische exorotatiekracht van de dominante schouder. Dit blijkt uit de gevonden Pearson correlaties. De Pearson correlatie voor de MFT komt uit op $r=0,63$, waar de IT uitkomt op $r=0,84$. Beide correlaties zijn sterk. Uit de resultaten zou geconcludeerd kunnen worden dat de verschillende testen eenzelfde meting verrichten. Er moet echter wel onderscheid gemaakt worden tussen beide, aangezien er een duidelijk verschil zichtbaar is.

Het bepalen van de concurrent validiteit toont aan hoe goed metingen van de CC MFT en de CC IT correleren met die van de HHD, gemeten op hetzelfde moment. Met het BI krijgen we een beeld van de mate van zekerheid waarmee gezegd kan worden of de correlatiecoëfficiënt juist is. De BI voor de MFT loopt van 0,32 tot 0,82. Met de Pearson correlatiecoëfficiënt van $r=0,63$ kan met 95% zekerheid gezegd worden dat de werkelijke correlatiecoëfficiënt tussen de 0,32 en de 0,82 ligt. Voor de IT geldt ook, met een correlatiecoëfficiënt van $r=0,84$ kan met 95% zekerheid gezegd worden dat de correlatiecoëfficiënt tussen de 0,67 en de 0,93 ligt.

Referentiewaarden voor de CC zijn niet beschikbaar. De HHD daarentegen is veel onderzocht. Voor het meten van de isometrische schouderkracht heeft de HHD een uitstekende betrouwbaarheid. Dit geldt zowel voor de inter- als de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid, variërend van 0,79 tot 0,96.⁹ Wanneer er gekeken wordt naar de concurrent validiteit van de HHD bij een spierkracht meting van een isometrische exorotatie bij jongeren, liggen de waarden tussen de 0,79 tot 0,96. Hierbij werd een grote correlatie tussen beide aangetoond. De HHD is gebruikt als gouden standaard, aangezien het een betrouwbaar en valide meetinstrument is.¹⁵ De waarden die uit deze studie voortkomen, zijn daarmee gebaseerd op de gouden standaard voor krachtmeting.

Dit onderzoek heeft enkele sterke punten. Allereerst is het testen van de kracht met de CC IT en CC MFT niet eerder beschreven in de literatuur. Voor zover bekend is dit de eerste studie die onderzoek doet naar de beoordeling van kracht van de exorotatoren van de schouder door middel van de testen

van de CC. Deze studie kan gezien worden als pilotstudy, aangezien er groter onderzoek nodig is. Ten tweede is het gehele onderzoek door een persoon uitgevoerd en zijn de meetinstrumenten niet gewijzigd. Hierdoor zijn de resultaten betrouwbaarder. Ten slotte is het onderzoek gedaan volgens een gestandaardiseerd protocol.²⁵ Bij het protocol maakt de keuze voor de make-methode het onderzoek betrouwbaarder, aangezien de make-methode betrouwbaarder is dan de brake-methode.²⁷

Naast de sterke punten, kent deze studie enkele beperkingen. De eerste beperking is de studiepopulatie, aangezien dit een gelegenheidssteekproef is die voornamelijk bestaat uit patiënten van het Gezondheidscentrum Kloosterveen. Wanneer de studiepopulatie verkregen was door middel van een random steekproef hadden de waarden gegeneraliseerd kunnen worden. Daarnaast bestaat de studiepopulatie voornamelijk uit deelnemers met een blessure. Mogelijkerwijs kan de blessure invloed hebben op de spierkracht. Echter blijkt uit onderzoek dat blessures aan het spierstelsel geen effect hebben op de kracht in het verdere bewegingsapparaat, aangezien er geen secundair krachtsverlies optreedt.³⁰ Ten tweede kent de CC MFT enkele beperkingen. Met de MFT wordt er een concentrische contractie gevraagd van de deelnemer. Bij de IT en HHD wordt met een isometrische contractie de kracht bepaald. Middels een isometrische contractie kan er meer kracht gegenereerd worden dan met een concentrische contractie.³¹ Ook diende het maximale gewicht geschat te worden. Dit werd in dit onderzoek gedaan door een onervaren fysiotherapeut in opleiding. Verder kon het gewicht van de CC alleen in stappen van vijf kilogram worden gewijzigd. Dit maakt de meting in zekere zin onnauwkeurig. Ten slotte kent de testprocedure met de HHD mogelijk enkele beperkingen. Om een correcte isometrische meting te verrichten, dient de HHD goed gestabiliseerd te worden. Hier zijn stabilisatoren voor, maar in deze studie is gekozen voor stabilisatie van de elleboog middels een handdoek, aangezien dit functioneler en breder toepasbaar is. Deze redenen gelden ook voor het meten in zit, in plaats van liggend.

Het gebruik van de twee testen van de CC wordt aangeraden, wanneer de HHD niet voor handen is. Het meten van de exorotatiekracht is namelijk een zeer nuttige manier om atleten en patiënten te screenen en zo blessures te voorkomen.^{32,33} Dit is de eerste studie waarin onderzoek gedaan is met de CC. De studiepopulatie (N=25) was tamelijk klein en de waarden kunnen niet gegeneraliseerd worden naar een groter publiek. Verder onderzoek met een grote populatie wordt aanbevolen. Naast de validiteit is de betrouwbaarheid van de CC erg belangrijk en dient deze onderzocht te worden. In deze studie is de exorotatie onderzocht, aanbevolen wordt om meerdere schouderbewegingen, zoals endorotatie, anteflexie en abductie, te onderzoeken.

5. Conclusie

Deze studie had twee specifieke vraagstellingen. Allereerst; wat is de concurrent validiteit van de MFT in vergelijking met de HHD? Ten tweede; wat is de concurrent validiteit van de IT in vergelijking met de HHD? De belangrijkste bevindingen die daaruit voort komen zijn dat de CC MFT en de CC IT een significante en sterke concurrent validiteit hebben voor het meten van de gestandaardiseerde isometrische en concentrische exorotatiekracht van de dominante schouder.

6. Referenties

- 1: Kooijman, M.K., Verberne, L.D.M., Barten, J.A., Leemrijse, C.J., Veenhof, C., & Swinkels, I.C.S. (2013). *Jaarcijfers 2012 en trendcijfers 2008-2012 fysiotherapie*. Utrecht: Landelijke Informatievoorziening Paramedische Zorg.
- 2: Barten, D., Verberne, L.D.M., & Koppes, L. (2015). *Zorg door de fysiotherapeut Jaarcijfers 2013 en trendcijfers 2009-2013*. Utrecht: Landelijke Informatievoorziening Paramedische Zorg.
- 3: Linaker, C., & Walker-Bone, K. (2015). Shoulder Disorders and Occupation. Best Practice & Research. *Clinical Rheumatology*, 29(3), 405–423.
- 4: Storheil, B., Klouman, E., Holmvik, S., Emaus, N., & Fleten, N. (2016). Intertester Reliability of Shoulder Complaints Diagnoses in Primary Health Care. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 34(3), 224–231.
- 5: Schrama, P. P., Stenneberg, M. S., Lucas, C., & Trijffel, E. van (2014). Intraexaminer Reliability of Hand-Held Dynamometry in the Upper Extremity: a Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(12), 2444-2469.
- 6: Douma, R. K., Soer, R., Krijnen, W. P., Reneman, M., & Schans, C. P. van der (2014). Reference Values for Isometric Muscle Force Among Workers for the Netherlands: a Comparison of Reference Values. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*, 6(1), 10
- 7: Kaleem, Raza, S., Moiz, J. A., Iqbal, M., & Verma, S. (2016). Reliability and Validity of EN-TreeM Dynamometer for Measurement of Shoulder Rotator Strength in Volleyball Players. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(3), YC05–YC09.
- 8: Hurd, W. J., & Kaufman, K. R. (2012). Glenohumeral Rotational Motion and Strength and Baseball Pitching Biomechanics. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 247–256.
- 9: Hayes, K., Walton, J. R., Szomor, Z. L., & Murrell, G. A. (2002). Reliability of 3 Methods for Assessing Shoulder Strength. *Journal of Shoulder and Elbow surgery*, 11(1), 33-39.
- 10: Uga, D., Nakazawa, R., & Sakamoto, M. (2016). Strength and Muscle Activity of Shoulder External Rotation of Subjects with and without Scapular Dyskinesis. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(4), 1100–1105.
- 11: Horsley, I., Herrington, L., Hoyle, R., Prescott, E., & Bellamy, N. (2016). Do Changes in Hand Grip Strength Correlate with Shoulder Rotator Cuff Function? *Shoulder & Elbow*, 8(2), 124–129.
- 12: Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P., & da Silva, A. C. (2010). Profile of Isokinetic Eccentric-to-Concentric Strength Ratios of Shoulder Rotator Muscles in Elite Female Team Handball Players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.
- 13: Holt, K. L., Raper, D. P., Boettcher, C. E., Waddington, G. S., & Drew, M. K. (2016). Hand-Held Dynamometry Strength Measures for Internal and External Rotation Demonstrate Superior Reliability, Lower Minimal Detectable Change and Higher Correlation to Isokinetic Dynamometry than Externally-Fixed Dynamometry of the Shoulder. *Physical Therapy in Sport*, 21, 75-81.

- 14: Sullivan, S. J., Chesley, A., Hebert, G., McFaul, S., & Scullion, D. (1988). The Validity and Reliability of Hand-Held Dynamometry in Assessing Isometric External Rotator Performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(6), 213-217.
- 15: Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-Held Dynamometry Correlation with the Gold Standard Isokinetic Dynamometry: a Systematic Review. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 3(5), 472-479.
- 16: Bohannon, R. W. (2012). Hand-Held Dynamometry: a Practicable Alternative for Obtaining Objective Measures of Muscle Strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(4), 301-315.
- 17: Cools, A. M., Wilde, L. de, Tongel, A. van, Ceysens, C., Ryckewaert, R., & Cambier, D. C. (2014). Measuring Shoulder External and Internal Rotation Strength and Range of Motion: Comprehensive Intra-Rater and Inter-Rater Reliability Study of Several Testing Protocols. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(10), 1454-1461.
- 18: Çelik, D., Dirican, A., & Baltaci, G. (2012). Intrarater Reliability of Assessing Strength of the Shoulder and Scapular Muscles. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29, 1-5.
- 19: Hansen, E. M., McCartney, C. N., Sweeney, R. S., Palimenio, M. R., & Grindstaff, T. L. (2015). Hand-held Dynamometer Positioning Impacts Discomfort During Quadriceps Strength Testing: A Validity and Reliability Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(1), 62–68.
- 20: Kang, T., Seo, Y., Park, J., Dong, E., Seo, B., & Han, D. (2013). The Effects of Elbow Joint Angle Change on the Elbow Flexor Muscle Activation in Pulley with Weight Exercise. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(9), 1133–1136.
- 21: Vet, H. C. de, Terwee, C. B., Mokkink, L. B., & Knol, D. L. (2011). *Measurement in medicine: a practical guide*. Cambridge University Press.
- 22: Keep H, Luu L, Berson A, Garland SJ. Validity of the Handheld Dynamometer Compared with an Isokinetic Dynamometer in Measuring Peak Hip Extension Strength. *Physiotherapy Canada*. 2016;68(1):15-22.
- 23: Bredin, S. S. D., Gledhill, N., Jamnik, V. K., & Warburton, D. E. R. (2013). PAR-Q+ and ePARmed-X+: New Risk Stratification and Physical Activity Clearance Strategy for Physicians and Patients alike. *Canadian Family Physician*, 59(3), 273–277.
- 24: Kuchiishi, Y., Shibata, Y., Izaki, T., Midorikawa, K., Fukahori, Y., Iwamoto, H., ... & Takeshita, M. (1993). Isokinetic Testing of Shoulder Strength in the Normal Shoulder. *Orthopedics & Traumatology*, 42(4), 1647-1650.
- 25: Bohannon, R. W. (1997). Hand-Held Dynamometry: Factors Influencing Reliability and Validity. *Clinical rehabilitation*, 11(3), 263-264.
- 26: Leggin, B. G., Neuman, R. M., Iannotti, J. P., Williams, G. R., & Thompson, E. C. (1996). Intrarater and Interrater Reliability of three Isometric Dynamometers an Assessing Shoulder Strength. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 5(1), 18-24.

- 27: Stratford, P.W., & Balsor, B. E. (1994). A Comparison of Make and Break Tests using a Hand-Held Dynamometer and the Kin-Com. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 19(1), 28-32.
- 28: Moore, D. S., & McCabe, G. P. (1989). *Introduction to the Practice of Statistics*. WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- 29: Michener, L. A., Boardman, N. D., Pidcoe, P. E., & Frith, A. M. (2005). Scapular Muscle Tests in Subjects with Shoulder Pain and Functional Loss: Reliability and Construct Validity. *Physical Therapy*, 85(11), 1128.
- 30: Warren, G. L., Call, J. A., Farthing, A. K., & Baadom-Piara, B. (2017). Minimal Evidence for a Secondary Loss of Strength After an Acute Muscle Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(1), 41–59.
- 31: Kisner, C., & Colby, L. A. (2012). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Fa Davis.
- 32: Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S. H., Munk, R., & Myklebust, G. (2014). Reduced Glenohumeral Rotation, External Rotation Weakness and Scapular Dyskinesis are Risk Factors for Shoulder Injuries among Elite Male Handball Players: a Prospective Cohort Study. *British journal of sports medicine*, 0:1–7
- 33: Tyler, T. F., Mullaney, M. J., Mirabella, M. R., Nicholas, S. J., & McHugh, M. P. (2014). Risk Factors For Shoulder and Elbow Injuries in High School Baseball Pitchers: the Role of Preseason Strength and Range of Motion. *The American journal of sports medicine*, 42(8), 1993-1999.

7. Bijlage

7.1 Informatie

Geachte deelnemer,

Hierbij wil ik je uitnodigen om deel te nemen aan een onderzoek dat wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de Hanze Hogeschool Groningen en SKS Fysiotherapie Assen.

Het onderzoek waar u voor gevraagd bent is een onderzoek naar de wetenschappelijke waarde van het pulleysysteem de Cable Column. Bij dit onderzoek wordt u gevraagd een korte vragenlijst in te vullen om vervolgens een aantal testen te doorlopen. Voor deze testen wordt een maximale inspanning gevraagd van een specifieke schouderbeweging. Aan dit onderzoek kunnen alleen deelnemers in de leeftijdscategorie van 18-40 jaar deelnemen en dienen zij geen klachten te hebben (gehad) aan de schouders. Daarnaast dient u verder in goede gezondheid te verkeren.

Het onderzoek zal 15 à 20 minuten van uw tijd in beslag nemen.

Aangezien het onderzoek wordt uitgevoerd onder de verantwoordelijkheid van de Hanze Hogeschool en SKS Fysiotherapie Assen heeft u de garantie dat:

- Uw anonimiteit is gewaarborgd.
- U kunt weigeren mee te doen aan het onderzoek of gedurende het onderzoek kunt besluiten voortijdig te stoppen. Daarnaast is er de mogelijkheid (binnen 24 uur na deelname) uw toestemming in te trekken voor het gebruik van de gegevens voor het onderzoek.
- Deelname aan het onderzoek geen noemenswaardige risico's of ongemakken met zich meebrengt.
- U, uiterlijk zes maanden na afloop, van het onderzoek de beschikking kunt krijgen over een onderzoeksrapportage waarin de algemene resultaten van het onderzoek worden toegelicht.

Mochten er naar aanleiding van deelname aan dit onderzoek klachten of opmerkingen zijn, of wilt u meer informatie over het onderzoek, kunt u contact opnemen met ondergetekende.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd en bedank bij voorhand hartelijk voor deelname aan dit onderzoek.

Met vriendelijk groeten,

Jasper Landsheer

06 – 21 43 21 64

7.2 Informed consent

In te vullen door de deelnemer

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

Naam:

Datum:

Handtekening:

In te vullen door de uitvoerend onderzoeker

Ik heb een mondelinge en schriftelijke toelichting gegeven op het onderzoek. Ik zal resterende vragen over het onderzoek naar vermogen beantwoorden. De deelnemer zal van een eventuele voortijdige beëindiging van deelname aan dit onderzoek geen nadelige gevolgen ondervinden.

Naam:

Datum:

Handtekening:

7.3 Protocol

Afstelling

Plaats een stoel zonder leuning een halve meter van de Cable Column vandaan. Plaats de stoel zo dat de deelnemer met de dominante arm van het apparaat vandaan zit. Deelnemer neemt plaats op stoel.

- Tegen de rugleuning met een rechte rug
- Beide voeten plat op de grond
- Cable Column afstellen op dominante arm met elleboog in 90°
- Handvat moet bij trekkracht loodrecht op pulley zijn afgesteld
- Handdoek tussen de elleboog van de te testen zijde en het lichaam plaatsten
 - o Deze mag niet vallen, anders test herhalen

Warming up

10 herhaling op 10 kilogram

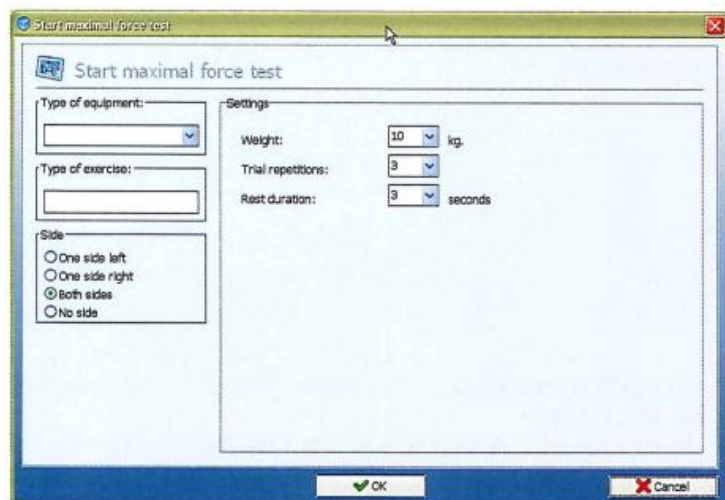
Cable Column Maximal Force Test

Stel het systeem in:

- Side: kies de te testen zijde (recht of links)
- Weight: schat het gewicht op 90% van 1 RM
- Trial repetitions: 1
- Rest duration: 30 seconden

Klik op OK

Settings zijn klaar



Stel de Range of Motion in

- Trek de pulley aan tot in 0-positie exorotatie (0° schouder abductie, exorotatie en anteflexie, 90° elleboog flexie)
- Klik op RESET (R)
- Laat de pulley gaan tot startpositie exorotatie (0° schouder abductie en anteflexie, 50-60° exorotatie, 90° elleboog flexie)



Klik op CONFIRM (ENTER) → Range of motion is nu ingesteld en de test zal starten

De test bestaat uit een testherhaling. Voer het concentrische gedeelte van de test zo snel mogelijk uit, breng het excentrische gedeelte langzaam terug. In de uitleg hier de nadruk op leggen.

Hierna volgt de optie Set Weight

- Wanneer de beweging gemakkelijk uitgevoerd kon worden, dient het gewicht fors verhoogd te worden.
- Wanneer de beweging moeizaam uitgevoerd kon worden, dient het gewicht minimaal verhoogd te worden
- Dit gebeurt naar het inschattingsvermogen van de testleider. Verhoog het gewicht indien nodig en stel in.

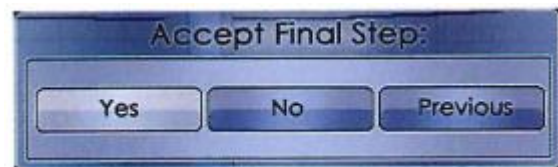


Klik op OK → Set Weight is klaar

De 1RM meting zal starten. Voer het concentrische gedeelte van de test zo snel mogelijk uit, breng het excentrische gedeelte langzaam terug.

Hierna volgt de optie Accept Final Step.

- De testleider observeert de kwaliteit van de beweging en vraagt: voelt deze 1RM als de maximale inspanning?
- Zo nee, dient NO aangeklikt te worden. Het gewicht moet worden verhoogd en de test moet worden herhaald (maximaal twee keer)
- Zo ja, dient YES aangeklikt te worden.



Hierna volgt het resultaat: noteer de Peak force (N)

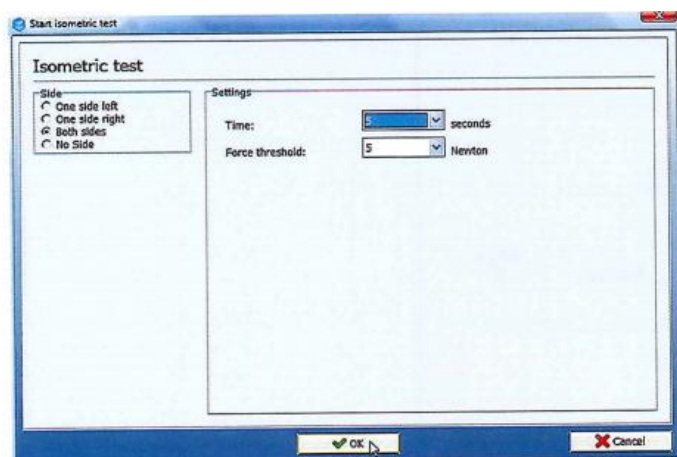
Isometric Test

Stel het systeem in:

- Stel het gewicht in op maximaal (50 kilogram)
- Side: kies de te testen zijde (recht of links)
- Time: 3 seconden
- Force threshold: 25 newton
- Deelnemer neemt plaats in de startpositie exorotatie (0° schouder abductie en anteflexie, 50-60° exorotatie, 90° elleboog flexie)

Klik op OK → Settings zijn nu ingesteld.

Druk op een toets en de test zal starten.



- Geef drie seconden maximale kracht.
- Voer de kracht geleidelijk op tot maximaal om piekwaarden te voorkomen. In de uitleg hier de nadruk op leggen.

Hierna volgt het resultaat: noteer de Max. Force (N)

Handheld Dynamometer

- Stel de Handheld Dynamometer in op Newton.
- Deelnemer zit met de schouder in de startpositie exorotatie
 - 0° schouder abductie en anteflexie, 50-60° exorotatie, 90° elleboog flexie
- De testafnemer zit in schuttershouding aan de dominante zijde van de deelnemer
- De testafnemer stabiliseert zijn eigen elleboog tegen zijn spina iliaca anterior superior
- De HHD wordt op het proximale deel van het processus styloideus ulnae geplaatst
- Kracht wordt gemeten door middel van de make-methode
 - Geef drie seconden maximale kracht, waarbij de arm niet mag bewegen.
 - Voer de kracht geleidelijk op tot maximaal om piekwaarden te voorkomen. In de uitleg hier de nadruk op leggen
 - *Hierna volgt het resultaat: noteer de PEAK FORCE (N)*
 - Geef enkele seconden rust
 - *Druk op RESET*
 - Herhaal dit twee maal
- Van de drie metingen werd het gemiddelde genomen.