

Onderzoek naar de validiteit van de E-Grip bij gezonde deelnemers van 20 tot 80 jaar; een praktijkgericht onderzoek

Afstudeeropdracht

Thomas de Weerd (312849)
Karlien van de Wetering (312272)

Hanze Hogeschool Groningen
Academie voor gezondheidsstudies
Bachelor opleiding Fysiotherapie

Docent begeleider: Jolanda van Lieshout

Datum: 10 juni 2017

Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting.....	5
Abstract	6
Introductie.....	7
Methode	8
Resultaten	11
Discussie	14
Conclusie	18
Referenties	18
Bijlage 1: WMO- toetsing	21
Bijlage 2: Informatiebrief, toestemmingsformulier en vragenlijst.....	22
Informatiebrief deelnemers	22
Wat houdt het onderzoek in?	22
Wat houdt deelname aan het onderzoek voor u in?	22
Wat is belangrijk om te weten?.....	22
Overig	22
Toestemmingsformulier	23
vragenlijst	24
Bijlage 3: Normaalverdeling leeftijd	25
Gehele populatie	25
Man versus vrouw	26
Bijlage 4: gemiddelde geknepen waarde per leeftijdscategorie (histogram)	26
Jamar dynamometer links en rechts	26
Martin Vigorimeter links en rechts	26
E-Grip links en rechts.....	27
Bijlage 5: grafische weergave lineair verband.....	27
Jamar dynamometer en Martin Vigorimeter, links en rechts	27
Jamar dynamometer en E-Grip, links en rechts	28
Martin Vigorimeter en E-Grip, links en rechts.....	28
Bijlage 6: Gemiddelden met betrouwbaarheidsinterval 95% per leeftijdscategorie	29
Jamar dynamometer, man en vrouw	29

Martin Vigorimeter, man en vrouw	29
Bijlage 7: normaalverdeling data.....	30
Jamar dynamometer links, man/vrouw	30
Jamar dynamometer rechts, man/vrouw.....	30
Martin Vigorimeter rechts, man/vrouw.....	31
E-Grip links, man/vrouw	31
E-Grip rechts, man/vrouw	31
Bijlage 8: tabel gemeten waarden.....	32
Jamar dynamometer, Martin Vigorimeter en E-Grip per leeftijdscategorie, man/vrouw	32
Bijlage 9: Foto's Jamar dynamometer en E-Grip.....	33

Voorwoord

Voor u ligt onze bachelor scriptie voor de opleiding fysiotherapie. In het kort zullen wij toelichten hoe dit onderzoek tot stand is gekomen. Tijdens de opleiding fysiotherapie hebben wij de specialisatie ouderen gevolgd. Gedurende deze specialisatie moesten wij met onze onderzoeksgroep een nieuw, innovatief product bedenken. Na onderzoek en gesprekken met onder andere dr. Hans Hobbelen en dr. Ivan Bautmans, werd het duidelijk dat knijpkracht niet alleen gebruikt kan worden om de knijpspierkracht te testen, maar ook om de algehele spierkracht in kaart te brengen. Mede om deze reden ontstond het idee om een nieuwe knijpkrachtmeter te maken: de E-Grip. De E-Grip is een nieuwe, digitale handknijpkrachtmeter, welke afleesfouten voorkomt en gebruiksvriendelijk is voor zowel patiënt als therapeut. Tijdens de specialisatie is er kleinschalig onderzoek gedaan naar de validiteit en betrouwbaarheid van de E-Grip. Echter, een jaar later en wat ontwikkelingen verder werd het tijd om opnieuw de validiteit onder de loep te nemen. Dit hebben wij gedaan middels het afstudeeronderzoek.

Wij wensen u veel plezier bij het lezen van dit afstudeeronderzoek.

Thomas en Karlien

Samenvatting

Introductie: Spierkracht is belangrijk voor fysieke prestaties, activiteiten in het dagelijks leven, werk en sport. Huidige meetinstrumenten voor evaluatie van de maximale spierkracht zijn niet geschikt voor de oudere populatie of patiënten op de intensive care. Uit onderzoek is gebleken dat de handknijpkracht gemiddeld tot goed correleert met de algehele spierkracht in de oudere populaties. De validiteit van de E-Grip, een nieuwe knijpkrachtmeter, wordt in dit onderzoek getoetst. Deze wordt vergeleken met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter.

Methode: Er werd een praktijk gericht onderzoek gedaan naar de validiteit van de Jamar dynamometer, de Martin Vigorimeter en de E-Grip bij 120 deelnemers met een leeftijd van 20 tot 80 jaar. Er werd getest volgens een vast protocol, eerst de Jamar dynamometer, gevolgd door de Martin Vigorimeter en afsluitend de E-Grip. De uitgangshouding werd gebaseerd op het advies van de American Society of Hand Therapists. Zowel de linker- als de rechterhand werd getest. Deelnemers werden drie keer per hand per meetinstrument getest met een rust van 27 seconden tussen de metingen en tussen de meetinstrumenten werd een rust van één minuut aangehouden. Voor het bepalen van de validiteit werd er gekeken naar de Pearson correlatiecoëfficiënt, de Interclass Correlation Coefficient (ICC) waarde en er werd een Bland Altman plot gemaakt. Wanneer bleek dat de E-Grip een valide meetinstrument was, werden er referentiewaarden berekend.

Resultaten: Uit de resultaten bleek dat de E-Grip een hoge correlatie had vergeleken met de Jamar dynamometer, namelijk 0,82 ($p < 0,01$) voor de linkerhand en 0,83 ($p < 0,01$) voor de rechterhand. Wanneer de E-Grip werd vergeleken met de Martin Vigorimeter resulteerde dit in zeer hoge correlatie. Voor de linkerhand was dit 0,97 ($p < 0,01$) en voor de rechterhand was dit 0,96 ($p < 0,01$). Er kan gesteld worden dat de E-Grip een hoge validiteit heeft, om deze reden werd er besloten om referentiewaarden te berekenen. Er is een verband gevonden tussen de toenemende leeftijd en een afnemende maximale knijpkracht.

Conclusie: Dit onderzoek heeft aangetoond dat de E-Grip een valide meetinstrument is wanneer deze wordt vergeleken met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter. Er is een relatie aangetoond tussen de toenemende leeftijd en een afnemende maximale knijpkracht. Ook de knijptechniek spreekt in het voordeel van de E-Grip en de Martin Vigorimeter. Aanbevolen wordt om voor de referentiewaarden een grotere onderzoekspopulatie te hebben om het level of evidence te verhogen.

Sleutelwoorden: E-Grip, Jamar dynamometer, Martin Vigorimeter, validiteit, maximale knijpkracht, referentiewaarden

Abstract

Background: Muscle strength is extremely important for every day activities, work, sport and other physical performances. Current measuring tools for the evaluation of the maximum muscle strength are not suitable for elderly or patients at the Intensive care. Research demonstrates that handgrip strength is similar to the overall muscle strength of elderly people. The validity of the E-grip, a new handgrip measure tool, is tested in this research. The E-grip is compared to the Jamar dynamometer and the Martin Vigorimeter.

Method: In order to test the validity of the Jamar dynamometer, the Martin Vigorimeter and the E-grip a practical research was conducted among 120 participants who were between 20 and 80 years old. The tests followed a strict protocol and order of testing: first the Jamar dynamometer, secondly, the Martin Vigorimeter and lastly, the E-grip. The starting position of the participants during the test relied upon the advice from the American Society of Hand Therapists. Both the left- and right hand of each participants were measured three times with the three measuring tools. In between each measurement there was a 27 second rest and between the measuring tools there was one-minute rest. In order to test the validity of the measuring tools this research relied upon the Pearson correlation coefficient, the Interclass Correlation Coefficient (ICC), and a Bland Altman plot. After the confirmation that E-grip is a valid measuring tool the reference values were calculated.

Results: The results indicated that the E-grip had a high correlation in comparison to the Jamar dynamometer, with 0,82 ($p < 0,01$) for the left hand and 0,83 ($p < 0,01$) for the right hand. When the E-grip was compared with the Martin Vigorimeter it demonstrated a very high correlation. For the left hand this was 0,97 ($p < 0,01$) and for the right hand this was 0,96 ($p < 0,01$). This indicates that the E-grip has a high validity and therefore the reference values were calculated. A relationship between increasing age and decreasing maximal handgrip strength was found.

Conclusion: This research demonstrates the validity of the E-Grip as measuring tool for handgrip strength when compared with the Jamar dynamometer and the Martin Vigorimeter. It indicates a relationship between increasing age and decreasing maximal handgrip strength. Moreover, the handgrip technique of the E-Grip and the Martin Vigorimeter is preferred. 'It is recommended that the reference values are based upon a larger amount of participants to increase the level of evidence.

Keywords: E-Grip, Jamar dynamometer, Martin Vigorimeter, validity, maximum grip strength, reference values

Introductie

Spierkracht is belangrijk voor fysieke prestaties, activiteiten in het dagelijks leven, werk en sport.¹ Zonder spierkracht zou de mens niet kunnen functioneren. De gegenereerde kracht van een spier is afhankelijk van het aantal myosine crossbridges tijdens een contractie.¹⁶ Het aantal gevormde myosine crossbridges wordt bepaald door vier factoren: het aantal gestimuleerde spiervezels, de relatieve grootte van de spiervezels, de frequentie van de stimulatie en de stand waarin kracht geleverd moet worden.^{16,22}

Een goede balans tussen opbouw en afbraak van spieren zorgt voor behoud van spiermassa. Verscheidende processen zoals overload, supercompensatie, specificiteit, reversibiliteit en afnemende meeropbrengst zorgen voor spieropbouw.²² Processen zoals inactiviteit, blessures, pathologieën en het verouderingsproces (sarcopenie) zorgen voor afbraak. Ook tijdens en na een operatie hebben spieren het zwaar te verduren. Door factoren als 'surgical stress' en lichamelijke inactiviteit na een chirurgische ingreep zal de spiermassa afnemen. Om deze reden wordt er binnen de fysiotherapie gebruik gemaakt van het better in, better out concept (BiBo).^{13,18} Het BiBo concept stelt dat de preoperatieve conditie en functioneringsvermogen van de patiënt in verhouding staat met het postoperatieve herstel.^{13,18,23} Uit onderzoek is gebleken dat de preoperatieve functionele status een belangrijke voorspellende waarde is voor het postoperatieve herstel, hoe beter de patiënt de operatiekamer binnenkomt, hoe beter en sneller het herstel zal gaan.^{13,18, 23} Dit geldt voor iedere leeftijdscategorie, maar dit is vooral van belang bij ouderen, omdat bij hen een ziekenhuisopname vaak samen gaat met verminderde kwaliteit van leven, verminderde zelfredzaamheid en een verhoogde kans op sterfte en morbiditeit.¹⁷ Het is om bovenstaande redenen dus van belang dat de spierkracht in beeld kan worden gebracht.

De huidige meetinstrumenten voor de evaluatie van de maximale spierkracht van grote spiergroepen zijn niet geschikt voor de

oudere populatie of patiënten op de intensive care.³⁻⁴ Met name voor zieke of kwetsbare geriatrische patiënten zijn deze maximale inspanningstesten niet uitvoerbaar.^{2,4} Uit onderzoek is gebleken dat de handknijpkracht gemiddeld tot goed correleert met de algehele spierkracht in oudere populaties.⁴⁻⁶ Om deze reden kan de knijpkracht gebruikt worden ter evaluatie van de algehele spierkracht.³ De knijpkracht is een consistente en hoog voorspellende waarde voor alle oorzaken van mortaliteit bij middeloude en oude personen, zelfs wanneer de follow-up 20 jaar later is.^{7,8,12}

Om de knijpkracht van een patiënt te bepalen, worden er meerdere soorten meetinstrumenten gebruikt. De Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter zijn hiervoor de meest gebruikte meetinstrumenten. De Jamar dynamometer wordt gezien als gouden standaard om de handknijpkracht te meten.⁹ Deze heeft een ijzeren verstelbare handgreep, die in vijf posities kan worden gebruikt. Het is een hydraulische knijpkrachtmeter, die de isometrische knijpkracht van 0 tot en met 90 kilogram weergeeft.¹⁸ Echter blijkt de Martin Vigorimeter betrouwbaarder en bruikbaar voor het meten van de knijpkracht bij geriatrische patiënten.¹⁰ De Martin Vigorimeter is een manometer, die is verbonden met een rubberen knijppeer. Het meet de dynamische knijpkracht in kiloPascal of bar.¹⁹

Care 4 Measure, een bedrijf dat digitale meetinstrumenten ontwikkelt, ontwierp een vergelijkbaar meetinstrument: de E-Grip. Dit is een digitale knijpkrachtmeter welke afleesfouten voorkomt en gebruiksvriendelijk is voor zowel patiënt als therapeut. De E-Grip is evenals de Martin Vigorimeter verbonden met een rubberen knijppeer en meet de dynamische knijpkracht in kiloPascal. Er is een kleinschalig onderzoek uitgevoerd naar de validiteit en betrouwbaarheid van de E-Grip. Hieruit bleek dat de E-Grip waarschijnlijk betrouwbaar is.¹¹ Om deze aanname te bevestigen, is dit validiteitsonderzoek tot stand gekomen. Daarnaast is er vanuit het werkveld vraag naar de referentiewaarden voor de knijpkracht metingen van de E-Grip,

deze zijn echter nog niet onderzocht. Om deze reden is het interpreteren van de maximale knijpkrachttest met de E-Grip nog niet mogelijk. Wanneer blijkt dat de E-Grip een valide meetinstrument is, kunnen de referentiewaarden worden weergegeven in zes verschillende leeftijdscategorieën van 20 tot 80 jaar.

Het doel van de afstudeeropdracht is het in kaart brengen van de validiteit en de referentiewaarden voor de maximale handknijpkracht gemeten met de E-Grip. Dit is van belang om drie redenen. Ten eerste wordt de E-Grip beter wetenschappelijk onderbouwd wanneer deze een hoge validiteit blijkt te hebben. Ten tweede zijn de uitkomstwaarden van de handknijpkrachtmeting met referentiewaarden beter te interpreteren. Ten derde betekent het voorgaande dat de E-Grip beter op de markt komt te staan.

De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt daarom: “Wat is de validiteit van de E-Grip, vergeleken met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter, bij gezonde deelnemers in een leeftijdscategorie van 20 tot 80 jaar?”

Indien de validiteit van de E-Grip is aangetoond, zal tevens de volgende deelvraag worden onderzocht: “Wat zijn de referentiewaarden van de E-Grip voor gezonde deelnemers binnen zes leeftijdscategorieën van 20 tot 80 jaar?”

Methode

Onderzoeksdesign

Er is een kwantitatief, praktijkgericht onderzoek gedaan. Per deelnemer was er één meetmoment, om deze reden is dit een transversaal (cross-sectioneel) onderzoek. De validiteit van de E-Grip, een nieuw meetinstrument, werd onderzocht middels een vergelijkend onderzoek. Werving heeft plaatsgevonden aan de Hanzehogeschool Groningen, verschillende fysiotherapie praktijken en een buurtvereniging te Assen. Er is geen rekening gehouden met de blinding van de deelnemers en beoordelaars. Het onderzoek is volgens het Toetsingskader niet-WMO-plichtig, dit staat uitgewerkt in bijlage 1.

Er zijn een aantal deelvragen opgesteld om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden.

Hoofdvraag:

“Wat is de validiteit van de E-Grip, vergeleken met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter, bij gezonde deelnemers in een leeftijdscategorie van 20 tot 80 jaar?”

Deelvragen:

1. Wat is de validiteit van de E-Grip ten opzichte van de Jamar dynamometer?
2. Wat is de validiteit van de E-Grip ten opzichte van de Martin Vigorimeter?
3. Wat is de validiteit van de Jamar dynamometer ten opzichte van de Martin Vigorimeter?
4. Wat zijn referentiewaarden van de maximale handknijpkracht voor gezonde deelnemers in verschillende leeftijdscategorieën van 20 tot 80 jaar gemeten met de E-Grip, Jamar dynamometer en Martin Vigorimeter?
5. Hebben de gezonde deelnemers een voorkeur voor een meetinstrument?

Onderzoekspopulatie

Er werd gestreefd om 120 gezonde deelnemers in Groningen te onderzoeken voor deze studie. Zowel mannen als vrouwen tussen de 20 en 80 jaar werden onderzocht. De deelnemers werden ingedeeld in zes leeftijdscategorieën van tien jaar. Er werd gestreefd om per leeftijdscategorie 20 deelnemers te onderzoeken, tien mannen en tien vrouwen. Voorafgaand werd de deelnemers een gestandaardiseerde vragenlijst voorgelegd met daarin vragen over leeftijd, geslacht, voorkeurshand en vragen die bepalend waren voor de inclusie- en exclusiecriteria. Deze vragenlijst is bijgevoegd in bijlage 2. De in- en exclusiecriteria waren gericht op het definiëren van gezonde deelnemers en staan beschreven in tabel 1. Wanneer de deelnemer één onderdeel van de exclusiecriteria had beantwoord met ‘ja’, werd deze geëxcludeerd.

Inclusiecriteria	Ja	Nee
U bent in staat om een opdracht uit te voeren		
Exclusiecriteria	Ja	Nee
U heeft een neurologische aandoening die de knijpkracht kan beïnvloeden		
U heeft een hartaandoening of bent bekend met een hoge bloeddruk bij inspanning		
U heeft een longaandoening die zorgt voor benauwdheid bij inspanning		
U heeft een systeemziekte die de knijpkracht kan beïnvloeden		
U heeft in de afgelopen twee jaar een blessure gehad aan uw armen		
U bent in het afgelopen jaar geopereerd		
U heeft in de afgelopen zes maanden pijn gehad aan uw armen		
U heeft op dit moment vocht/oedeem in uw armen		
U gebruikt pijnstillers, prednisolon of cholesterolverlagers		

Tabel 1: In- en exclusiecriteria

Onderzoeksopzet

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van 13 maart tot 26 april 2017. Dit werd uitgevoerd in samenwerking met de Hanzehogeschool Groningen. Bij aanvang werd de informatiebrief met het informed consent en de gestandaardiseerde vragenlijst aan de deelnemers voorgelegd (bijlage 2). Alle deelnemers ondertekenden het informed consent voorafgaand aan de metingen. De knijpkracht werd beoordeeld met de Jamar dynamometer, de Martin Vigorimeter en de E-Grip. Tijdens het onderzoek werd er vastgehouden aan een vaste volgorde van de meetinstrumenten. De deelnemer werd als eerste getest met de Jamar dynamometer, gevolgd door de Martin Vigorimeter, als laatste werd er gemeten met de E-Grip. Er werd aan de deelnemers gevraagd om drie maal per hand drie seconden maximaal te knijpen met een rust van 27 seconden tussen iedere maximale inspanning.²² Er is voor een rust van 27 seconden gekozen, in verband met de snelheid van het onderzoek en het herstel van de fosfaatpool.²² De linker- en rechterhand werden alternerend getest. Dit

werd vervolgens herhaald met de overige meetinstrumenten. Uiteindelijk werd er achttien keer een maximale inspanning geleverd. Tussen de verschillende meetinstrumenten werd één minuut rust gehouden. Afsluitend werd de deelnemers gevraagd of ze een voorkeur hadden voor een meetinstrument.

De uitgangshouding waarin de deelnemers werden gemeten, was met de schouder in neutrale positie, de arm in adductie en de elleboog in 90° graden flexie, zoals dit is geadviseerd in de American Society of Hand Therapists.⁹ De positie van de pols was niet gespecificeerd, omdat er vanuit werd gegaan dat de deelnemers de meest effectieve positie zouden aannemen.^{21,25,26}

Meetinstrumenten en uitkomstmaat

De maximale knijpkracht werd gemeten met de Jamar dynamometer, de Martin Vigorimeter en de E-Grip. De meetinstrumenten staan hieronder verder uitgewerkt en weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 Handknijpkrachtmeters (Jamar Dynamometer, Martin Vigorimeter en E-Grip)

De Jamar dynamometer

De Jamar dynamometer wordt gezien als gouden standaard om de handknijpkracht te meten.⁹ Deze heeft een ijzeren verstelbare handgreep, die in vijf posities kan worden gebruikt. Voor dit onderzoek werd alleen positie twee gebruikt.^{9,10,27-30} De Jamar dynamometer is een hydraulische knijpkrachtmeter, die de isometrische knijpkracht in kilogrammen of ponden kan weergeven. De kracht die gemeten kan worden is van 0 tot en met 90 kilogram of 0 tot en met 200 pond.^{18,24} Uit onderzoek is gebleken dat de validiteit van de Jamar dynamometer, vergeleken met de Martin Vigorimeter, voor de rechter en linkerhand 0,89 en 0,90 is.^{30,31} De Interclass Correlation Coefficient (ICC) waarde van de Jamar dynamometer werd in verschillende artikelen

onderzocht en varieert van 0,91 tot 0,97.³¹⁻³³

De Martin Vigorimeter

De Martin Vigorimeter is een manometer, die is verbonden met een rubberen knijppeer. De rubberen knijppeer is beschikbaar in verschillende grootte. In deze studie is de grootste knijppeer gebruikt.^{10,14,30} De Martin Vigorimeter meet de dynamische knijpkracht in kiloPascal en bar. De kracht die gemeten kan worden loopt van 0 tot 160 kiloPascal of 0 tot 1,6 bar. Dit meetinstrument lijkt het meest op de E-Grip. De betrouwbaarheid van de Martin Vigorimeter varieert van 0,91 tot 0,96 gemeten met de test-hertest betrouwbaarheid en de ICC-waarde.^{15,31} De validiteit van de Martin Vigorimeter, vergeleken met de Jamar dynamometer, is zoals hiervoor beschreven voor beide handen 0,89 en 0,90.^{30,31}

De E-Grip

De E-Grip is net als de Martin Vigorimeter verbonden met een rubberen knijppeer en meet de dynamische knijpkracht in kiloPascal. De rubberen knijppeer is verbonden met een drukmeter, deze geeft de resultaten weer op een mobiel apparaat door middel van bluetooth. Door de wereldwijde digitalisering wordt er verwacht dat de E-Grip kan worden geïmplementeerd binnen het fysiotherapeutisch handelen. Het meetbereik van de E-Grip loopt op van -100 tot 6000 kiloPascal of -1 tot +60 bar. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de ICC-waarde van de E-Grip 0,97 (0,93-0,99) is.¹¹

Data analyse

De verzamelde data werden verwerkt in SPSS versie 24.

Onderzoekspopulatie

Beschrijvende statistiek werd gebruikt voor het analyseren van de onderzoekspopulatie. Er werd gekeken of de leeftijden normaal verdeeld waren. De normaalverdeling werd bekeken aan de hand van een grafische weergave, om na te gaan of er binnen de steekproef een afwijking was van het gemiddelde. Daarnaast werden het gemiddelde en de standaarddeviatie

(gemiddelde afwijking) van de leeftijden berekend. Hierbij werden het geslacht, de leeftijd en de voorkeurshand genoteerd.

Validiteit

De validiteit werd berekend voor zowel de gehele populatie als per leeftijdscategorie.

Het berekenen van de validiteit werd bemoeilijkt doordat de Jamar dynamometer mat in een andere eenheid dan de Martin Vigorimeter en de E-Grip. Om de validiteit te berekenen werd er een correlatie gezocht tussen de meetinstrumenten. Er werd een keuze gemaakt tussen de Pearson correlatiecoëfficiënt en de Spearman rangcorrelatiecoëfficiënt. Indien de variabelen van ratio meetniveau waren en er sprake was van een normaalverdeling, werd de Pearson correlatiecoëfficiënt gekozen in plaats van de Spearman rangordecorrelatiecoëfficiënt. De Pearson correlatiecoëfficiënt (r) kijkt of er een lineaire samenhang is tussen twee variabelen, dit betekent dat er een 2-tailed Pearson test werd uitgevoerd.⁴⁵ De Spearman rangordecorrelatiecoëfficiënt is een non-parametrische toets en bekijkt de samenhang tussen twee variabelen. Ook hier werd de normaalverdeling beoordeeld aan de hand van een grafische weergave. Wanneer geen normaalverdeling bleek uit de grafische weergave, werden de Skewness en Kurtosis waarden berekend. De Skewness waarde berekende of de waarden links of rechts scheef verdeeld waren in vergelijking met de normaalverdeling. De Kurtosis waarde keek naar de piekvorm van een verdeling en vergeleek deze ook met de normaalverdeling. Dit werd zowel over de gehele data berekend als per leeftijdscategorie. De mate van correlatie werd bepaald aan de hand van tabel 2.

0,00 < r < 0,30	Nauwelijks of geen correlatie
0,30 < r < 0,50	Lage correlatie
0,50 < r < 0,70	Middelmatige correlatie
0,70 < r < 0,90	Hoge correlatie
0,90 < r < 1,00	Zeer hoge correlatie

r = correlatiecoëfficiënt

Tabel 2: Mate van correlatie

Daarnaast werd er een ICC- waarde berekend. Dit werd gedaan om eventuele systemische meetfouten weer te geven. Ook de ICC-waarden werden aan de hand van tabel 2 geïnterpreteerd.

De Martin Vigorimeter en de E-Grip maten in dezelfde eenheid. Om deze reden werd er voor deze twee meetinstrumenten ook een Bland Altman plot berekend.⁴⁶ De Bland Altman plot werd gebruikt om de E-Grip te valideren met de Martin Vigorimeter. Dit geeft in één overzicht het 95 procent betrouwbaarheidsinterval weer tussen de verschillen van beide meetinstrumenten. Hoe dichter de data bij elkaar liggen, hoe kleiner het verschil in de metingen. Dit resulteert dan in een toename van zowel de validiteit als de betrouwbaarheid.

Significantie

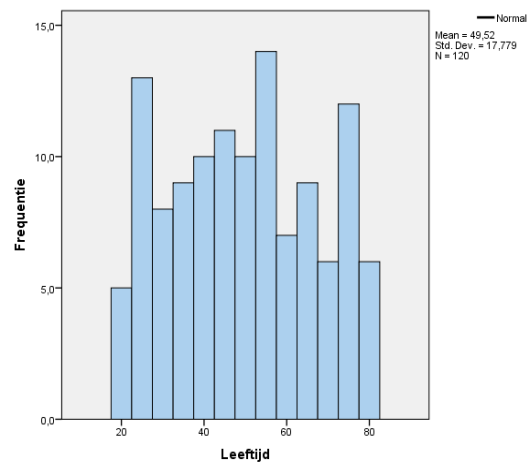
Indien de P-waarde kleiner was dan 0,05 betekende dit dat de correlatie niet berust op toeval. Wanneer de P-waarde groter dan 0,05 bleek te zijn, was er sprake van een significant verschil tussen de meetinstrumenten en kon er gezegd worden dat de gevonden correlatie op toeval berust.

Referentiewaarden

De referentiewaarden werden berekend per leeftijdscategorie van tien jaar. De waarden werden uitgedrukt in gemiddelden en standaarddeviatie (SD), het minimum en maximum. Er werd onderscheid gemaakt tussen geslacht en linker- en/of rechterhand.

Voorkeur voor meetinstrument

Afsluitend werd de voorkeur per meetinstrument onderzocht. Het aantal deelnemers en het bijbehorende percentage werden berekend per voorkeur per meetinstrument. Vervolgens werd er ook gevraagd wat de reden was van de voorkeur. Derhalve is er een klein kwalitatief onderzoek uitgevoerd.



Figuur 2: Frequentie per leeftijd

Resultaten

Beschrijving steekproef

Er hebben 120 deelnemers deelgenomen aan dit onderzoek. De onderzoekspopulatie bestond uit 53 mannen en 67 vrouwen (tabel 4). De leeftijd van de gehele populatie was normaal verdeeld en de gemiddelde leeftijd was 50 jaar (tabel 4, figuur 2). Het grootste deel van de populatie was rechtshandig, namelijk 87,5%. Het overige deel van de populatie was linkshandig (7,5%) of ambidexter (5%) (tabel 3).

De deelnemers werden ingedeeld in zes leeftijdscategorieën van elk tien jaar. In de leeftijdscategorie 20 tot 29 jaar werden 21 deelnemers geïnccludeerd. Voor de categorie 30 tot 39 werden 17 deelnemers getest. Er zaten 21 deelnemers in de leeftijdscategorie 40 tot 49 en 23 in de categorie 50 tot 59. In de categorie 60 tot 69 werden 18 deelnemers onderzocht. Er werden 20 deelnemers in de categorie 70 tot 79 geïnccludeerd (tabel 4).

M= man, V= vrouw

	Frequentie (M/V)	Percentage (%)
Rechts	105 (50/55)	87,5
Links	9 (3/6)	7,5
Ambidextrie	6 (0/6)	5,0
Totaal	120 (53/67)	100

Tabel 3: Voorkeurshand deelnemers

Leeftijdscategorie	Man (N)	Gem. leeftijd man in jaren (SD)	Vrouw (N)	Gem. leeftijd vrouw in jaren (SD)	Totaal (N)	Gem. leeftijd totaal in jaren (SD)
20-29	11	24,6 (2,6)	10	23,3 (2,9)	21	24,0 (2,7)
30-39	9	35,1 (2,6)	8	33,4 (3,7)	17	34,3 (3,2)
40-49	10	44,4 (3,3)	11	44,7 (2,6)	21	44,6 (2,9)
50-59	8	54,6 (2,3)	15	53,5 (2,4)	23	53,9 (2,4)
60-69	9	64,4 (3,1)	9	64,4 (3,4)	18	64,4 (3,1)
70-79	6	74,7 (3,7)	14	76,6 (2,1)	20	76,1 (2,7)
Totaal	53	47,0 (17,0)	67	51,0 (18,2)	120	50,0 (17,8)

N = aantal, SD = standaarddeviatie

Tabel 4: Populatiebeschrijving per leeftijdscategorie

L/R	Jamar vs. Vigori (sig)	Jamar vs. E-Grip (sig)	Vigori vs. E-Grip (sig)
L	0,83 (<0,01)	0,82 (<0,01)	0,97 (<0,01)
R	0,84 (<0,01)	0,83 (<0,01)	0,96 (<0,01)

L = links, R = rechts, sig = significantie, MV = Martin Vigorimeter, Jamar = Jamar dynamometer

Tabel 5: Pearson correlatiecoëfficiënt van de gehele populatie

	Links	Rechts
MV vs. Jamar	0,74 (0,09 – 0,16)	0,75 (0,09 – 0,17)
Jamar vs. E-Grip	0,75 (0,10 – 0,12)	0,75 (0,09 – 0,17)
MV vs. E-Grip	0,99 (0,96 – 0,98)	0,98 (0,96 – 0,98)

L = links, R = rechts, Jamar = Jamar dynamometer, Vigori = Martin Vigorimeter, sig = significantie

Tabel 6: ICC-waarden

Validiteit totale populatie

Er werd een grafische weergave gemaakt van de normaalverdeeldheid binnen de gehele populatie, hieruit bleek dat de data normaal verdeeld waren. Om deze reden werd er geen Kurtosis en Skewness waarde berekend (bijlage 7).

Aan de hand van de Pearson two-tailed test is er gekeken naar de correlatie tussen de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter, de Jamar dynamometer en de E-Grip en tussen de Martin Vigorimeter en de E-Grip (tabel 5). Voor de linkerhand is er een correlatie gevonden van 0,83 tussen de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter. De rechterhand scoorde een correlatie van 0,84. Om deze reden kan worden gezegd dat er een hoge correlatie is tussen de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter. De correlatie die gevonden is tussen de Jamar dynamometer en de E-Grip was voor de

linkerhand 0,82 en voor de rechterhand 0,83. Hierdoor kan gezegd worden dat er een hoge correlatie was tussen de Jamar dynamometer en de E-Grip. Als laatste is er gekeken naar de correlatie tussen de Martin Vigorimeter en de E-Grip. Er werd een correlatie voor de linkerhand van 0,97 gevonden en voor de rechterhand een correlatie van 0,96. Dit betekent dat er een zeer hoge correlatie is gevonden. In tabel 5 is te zien dat er een significantie is van $p < 0,01$ tussen de meetinstrumenten. Dit betekent dat er geen significant verschil is.

Zoals te zien in de resultaten had de Jamar dynamometer een lagere validiteit gemeten met de Pearson correlatiecoëfficiënt. Om deze reden werd besloten om een ICC-waarde te berekenen om eventuele systematische meetfouten te detecteren. De resultaten staan in tabel 6. Wanneer de Jamar dynamometer werd vergeleken met de Martin Vigorimeter resulteerde dit in een ICC-waarde van 0,74 (0,09-0,16) voor de linkerhand en een waarde van 0,75 (0,10-0,17) voor de rechterhand. De ICC-waarde bij de vergelijking van de Jamar dynamometer en de E-Grip was voor de linkerhand 0,75 (0,10- 0,12) en voor de rechterhand was dit 0,75 (0,09-0,17). Wanneer de Martin Vigorimeter werd vergeleken met de E-Grip resulteerde dit in hogere waarden. Voor de linkerhand was dit 0,99 (0,96-0,98) en voor de rechterhand was dit 0,98 (0,96-0,98).

Bland-Altman plot

Er werd een Bland-Altman plot gemaakt voor de vergelijking tussen de Martin Vigorimeter en de E-Grip. Dit werd voor zowel de linker als de rechter hand gedaan. In de figuren 3.1 en 3.2 is te zien dat het grootste gedeelte van de populatie binnen het 95% betrouwbaarheidsinterval vallen. Dit resultaat ondersteunt de gevonden Pearson correlaties.

Validiteit per leeftijdscategorie

Ook werd er gekeken naar de correlatie per leeftijdscategorie. Per leeftijdscategorie werd een grafische weergave gemaakt van de normaalverdeling. Deze normaalverdelingen per leeftijdscategorie leken niet altijd aanwezig te zijn. Om deze reden werd er een Skewness en Kurtosis waarde berekend (bijlage 8). De resultaten per leeftijdscategorie bleken lager uit te vallen dan de correlatie van de gehele populatie (tabel 7). De correlatie per leeftijdscategorie viel lager uit bij de vergelijkingen van de Martin Vigorimeter en de E-Grip met de Jamar dynamometer (tabel 7). Bij de vergelijking tussen de Martin Vigorimeter en de E-Grip werd er in alle leeftijdscategorieën een zeer hoge correlatie gevonden. Dit gold echter niet voor dezelfde vergelijking bij de mannen in de leeftijdscategorie 70 tot 79 jaar, hier was de correlatie middelmatig. Ook werd bij deze groep een significant verschil gevonden (tabel 7).

Referentiewaarden

Om de referentiewaarden te bepalen werden de gemiddelde waarden en standaarddeviatie weergegeven per meetinstrument in tabel 8. Er werd een verdeling gemaakt tussen links- en rechtshandig, man en vrouw en leeftijd. Uit de gegevens blijkt dat de gemiddelde geknepen kracht afnam naarmate de leeftijd hoger werd. Het bleek dat de vrouwen gemiddeld minder knijpkracht hadden dan de mannen. Ook bleek uit de gegevens dat de waarden van de Martin Vigorimeter gemiddeld hoger uitvielen dan de waarden van de E-Grip.

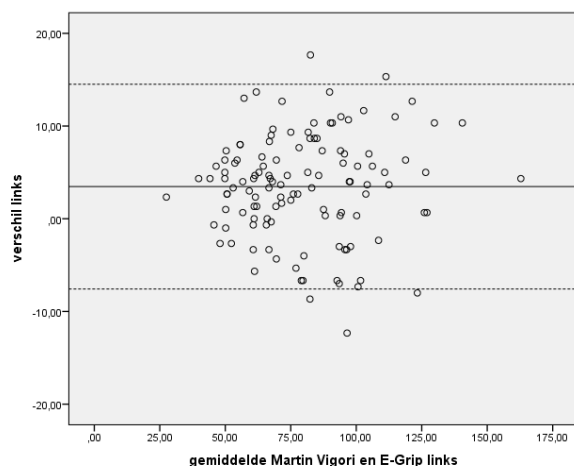
Voorkeur meetinstrument

In tabel 9 staan de resultaten weergegeven van de voorkeuren voor meetinstrumenten. Negentien deelnemers gaven hun voorkeur voor de Jamar dynamometer, drie deelnemers hadden als voorkeur de Martin Vigorimeter en dertien deelnemers prefereerden de E-Grip. 26 deelnemers gaven aan geen voorkeur te hebben. Een aantal deelnemers gaven aan voorkeur te hebben voor meer dan één meetinstrument. Er waren geen deelnemers die voorkeur hadden voor de combinatie van de Jamar dynamometer en Martin Vigorimeter. Drie deelnemers hadden een voorkeur voor de combinatie van de Jamar dynamometer en de E-Grip. De meeste deelnemers, namelijk 56, prefereerden de combinatie van de Martin Vigorimeter en de E-Grip.

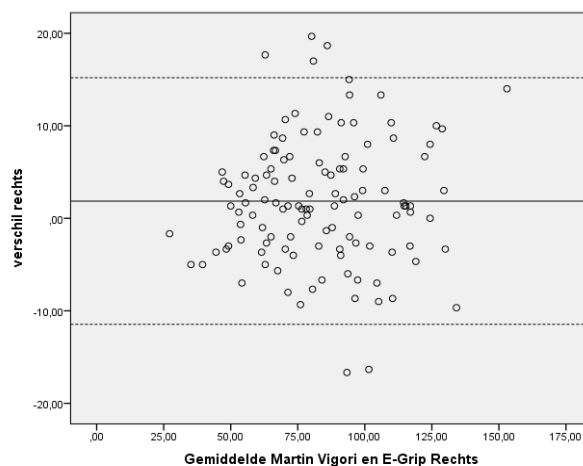
Meetinstrument	Frequentie	Percentage (%)
Jamar Dynamometer	19	15,8
Martin Vigorimeter	3	2,5
E-Grip	13	10,8
Geen voorkeur	26	21,7
Jamar Dynamometer en Martin Vigorimeter	0	0,0
Jamar Dynamometer en E-Grip	3	2,5
Martin Vigorimeter en E-Grip	56	46,7
Totaal	120	100

Tabel 9: Voorkeur meetinstrument

Ook werd de deelnemers gevraagd om hun voorkeur te onderbouwen. Frequent werd aangegeven dat de Jamar dynamometer “zwaar”, “onhandig” en “ouderwets” was. Wel vonden meerdere deelnemers dat ze het “gevoel hadden meer kracht te kunnen leveren bij de Jamar dynamometer”. Toch werden de Martin Vigorimeter en de E-Grip vaak als voorkeur gegeven. Redenen hiervoor waren dat “de balletjes prettiger knepen dan de Jamar dynamometer.” Ook werd vaak aangegeven dat “men het idee had dat ze meer kracht kwijt konden in de Martin Vigorimeter en de E-Grip.” Er werd ook een verschil aangegeven tussen de Martin Vigorimeter en de E-Grip, “het balletje van de E-Grip was zachter.”



Figuur 3.1: Bland-Altman plot Martin Vigorimeter en E-Grip links rechts



Figuur 3.2: Bland-Altman plot Martin Vigorimeter en E-Grip

Tabel 7: Pearson correlatiecoëfficiënt per leeftijdscategorie

Leeftijdscategorie (N)	Hand	Jamar dynamometer VS Martin Vigorimeter		Jamar dynamometer VS E-Grip		Martin Vigorimeter VS E-Grip	
		M (sig)	V (sig)	M (sig)	V (sig)	M (sig)	V (sig)
20-29 (21)	L	0,39 (0,24)	0,42 (0,22)	0,21 (0,53)	0,61 (0,06)	0,88 (<0,01)	0,91 (<0,01)
	R	0,36 (0,27)	0,30 (0,40)	0,13 (0,71)	0,37 (0,30)	0,90 (<0,01)	0,93 (<0,01)
30-39 (17)	L	0,66 (0,06)	0,70 (0,05)	0,68 (0,04)	0,54 (0,17)	0,99 (<0,01)	0,95 (<0,01)
	R	0,78 (0,01)	0,73 (0,04)	0,77 (0,02)	0,46 (0,25)	0,97 (<0,01)	0,87 (0,01)
40-49 (21)	L	0,70 (0,24)	0,65 (0,03)	0,63 (0,05)	0,48 (0,14)	0,87 (<0,01)	0,73 (0,01)
	R	0,66 (0,04)	0,48 (0,13)	0,77 (0,01)	0,47 (0,14)	0,77 (0,01)	0,77 (0,01)
50-59 (23)	L	0,50 (0,20)	0,41 (0,13)	0,41 (0,31)	0,50 (0,06)	0,93 (<0,01)	0,94 (<0,01)
	R	0,61 (0,11)	0,57 (0,03)	0,51 (0,20)	0,57 (0,03)	0,97 (<0,01)	0,91 (<0,01)
60-69 (18)	L	0,74 (0,02)	0,56 (0,12)	0,81 (0,01)	0,74 (0,02)	0,96 (<0,01)	0,90 (<0,01)
	R	0,77 (0,02)	0,40 (0,29)	0,87 (<0,01)	0,38 (0,31)	0,96 (<0,01)	0,96 (<0,01)
70-79 (20)	L	0,65 (0,17)	0,59 (0,03)	0,83 (0,04)	0,48 (0,08)	0,81 (0,05)	0,91 (<0,01)
	R	0,65 (0,16)	0,63 (0,02)	0,64 (0,18)	0,50 (0,07)	0,67 (0,15)	0,94 (<0,01)

N = aantal, L = links, R = rechts

Leeftijdscategorie (N)	Hand	Jamar dynamometer (kg)		Martin Vigorimeter (kPa)		E-Grip (kPa)	
		Man	Vrouw	Man	Vrouw	Man	Vrouw
20-29 (21)	L	29,8 (7,7)	16,1 (5,4)	111,7 (15,1)	71,8 (13,7)	106,1 (12,3)	68,2 (12,2)
	R	31,7 (7,4)	17,0 (5,8)	112,2 (11,6)	78,0 (16,9)	109,3 (15,8)	72,8 (14,1)
30-39 (17)	L	27,6 (9,8)	17,0 (7,3)	113,9 (32,0)	75,2 (14,9)	108,0 (32,9)	67,8 (17,1)
	R	28,9 (7,5)	18,3 (6,8)	117,7 (26,6)	79,3 (13,8)	111,3 (28,1)	73,5 (13,0)
40-49 (21)	L	29,7 (7,9)	14,7 (3,8)	96,7 (11,5)	78,7 (8,2)	94,8 (17,6)	74,7 (8,1)
	R	33,0 (8,5)	17,7 (5,0)	100,5 (15,6)	83,2 (9,5)	100,0 (17,5)	81,2 (11,8)
50-59 (23)	L	28,0 (5,2)	14,2 (4,1)	94,9 (12,1)	69,1 (11,8)	90,5 (11,6)	66,1 (10,8)
	R	30,9 (4,9)	15,6 (4,4)	97,0 (9,6)	72,5 (12,5)	95,9 (14,5)	72,6 (13,0)
60-69 (18)	L	23,9 (6,0)	10,2 (5,5)	94,1 (16,6)	59,1 (7,4)	93,4 (15,6)	57,2 (7,7)
	R	25,6 (6,3)	10,6 (5,1)	97,6 (19,1)	62,0 (9,7)	97,7 (19,4)	62,7 (9,5)
70-79 (20)	L	22,6 (5,5)	4,5 (2,5)	83,1 (8,8)	49,4 (7,4)	83,7 (4,6)	46,2 (10,6)
	R	24,7 (4,8)	5,5 (3,8)	84,9 (10,1)	48,2 (10,6)	84,3 (5,9)	48,0 (8,7)

Tabel 8: Referentiewaarden per leeftijdscategorie

N = aantal, L = links, R = rechts, kg = kilogram, kPa = kiloPascal

Discussie

Het doel van deze studie is het in kaart brengen van de validiteit en de referentiewaarden voor de maximale handknijpkracht gemeten met de E-Grip.

Validiteit

In dit onderzoek werd er gekeken naar de validiteit van de E-Grip. De hoofdvraag luidde: “Wat is de validiteit van de E-Grip, vergeleken met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter, bij gezonde deelnemers in een leeftijdscategorie van 20 tot 80 jaar?” Uit de resultaten blijkt dat, wanneer de E-Grip wordt vergeleken met de Jamar dynamometer, er voor de linkerhand een correlatie van 0,82 ($p < 0,01$) is gevonden. Voor de rechterhand is de correlatie 0,83 ($p < 0,01$). Wanneer de E-Grip wordt vergeleken met de Martin Vigorimeter liggen de correlaties hoger. Voor de linkerhand is dit 0,97 ($p < 0,01$) en voor de rechterhand geldt een correlatie van 0,96 ($p < 0,01$). Aan de hand van deze gegevens kan gezegd worden dat de E-Grip een hoge tot zeer hoge correlatie heeft. Uit deze resultaten kan geconcludeerd worden dat de E-Grip een hoge tot zeer hoge validiteit heeft wanneer deze wordt vergeleken met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter.

Wanneer de validiteit van de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter van deze studie wordt vergeleken met andere onderzoeken, blijkt dat de validiteit lager scoort dan in de vergelijkbare onderzoeken.^{30,31} In deze onderzoeken werd een Pearson correlatiecoëfficiënt gevonden van 0,89 voor de rechterhand en 0,90 voor de linkerhand.^{30,31} De Martin Vigorimeter en E-Grip hebben een zeer hoge validiteit. Wanneer beide meetinstrumenten worden vergeleken met de Jamar dynamometer is er sprake van een hoge validiteit. Deze is echter lager dan de validiteit in ander vergelijkbaar onderzoek, hierdoor ontstond het vermoeden dat er een systematische meetfout is gemaakt. Om deze reden is de ICC-waarde berekend. Zoals te zien in tabel 6 scoort de Jamar dynamometer, wanneer deze wordt

vergeleken met de Martin Vigorimeter en de E-Grip, aanzienlijk lager dan wanneer de Martin Vigorimeter wordt vergeleken met de E-Grip. Dit verschil duidt op een systematische meetfout. Het is dus aannemelijk dat de validiteit binnen deze studie lager uitvalt, vanwege een systematische meetfout met de Jamar dynamometer.

De Pearson correlatiecoëfficiënt is tevens per leeftijdscategorie berekend. Opvallend is dat de correlatie van de Jamar dynamometer ten opzichte van de Martin Vigorimeter en de E-Grip gemiddeld een stuk lager scoort wanneer de onderzoekspopulatie wordt opgedeeld. Er werd hier in de meeste gevallen een middelmatige correlatie gevonden, terwijl er over de gehele populatie een hoge correlatie is gevonden. Doordat iedere leeftijdscategorie bestaat uit ongeveer 20 deelnemers wordt de onderzoeksgroep per leeftijdscategorie een stuk kleiner. Ook is er onderscheid gemaakt tussen man en vrouw, wat ervoor heeft gezorgd dat de populatiegrootte per leeftijdscategorie gemiddeld tien deelnemers was. Er bestaat een relatie tussen de validiteit en betrouwbaarheid, waardoor er verondersteld kan worden dat de grootte van de onderzoekspopulatie van invloed kan zijn op de validiteit. De betrouwbaarheid neemt namelijk af wanneer de grootte van de onderzoeksgroep afneemt.

Referentiewaarden per leeftijdscategorie

Indien de resultaten van deze studie worden vergeleken met andere studies, blijkt dat de deelnemers van dit onderzoek gemiddeld lager scoren op de Jamar dynamometer.^{30,34} Voor de mannen was het gemiddelde verschil -18,2 kilogram, terwijl er voor de vrouwen een verschil van -15 kilogram is gevonden. Een reden hiervoor kan zijn dat de Jamar niet is geijkt voor aanvang van het onderzoek. Door het opvallende verschil in referentiewaarden van de Jamar dynamometer is er een korte test uitgevoerd gedurende de onderzoeksperiode. De gebruikte Jamar dynamometer is vergeleken met een nieuwere Jamar dynamometer. De nieuwere Jamar dynamometer bleek hoger waarden te meten. Tevens is uit onderzoek van Härkönen *et al.* gebleken dat de nauwkeurigheid van de Jamar

dynamometer afneemt naarmate er oudere Jamar dynamometers worden gebruikt.³⁵

Wanneer de resultaten van de Martin Vigorimeter worden vergeleken met de bestaande referentiewaarden, blijkt dat er in de groep met mannen een gemiddeld verschil wordt gevonden van +6,7 kPa. In de categorie van vrouwen blijkt het gemiddelde verschil - 7,4 kPa te zijn.^{20,30,38} Het verschil van de referentiewaarden in de leeftijdscategorieën 60 tot 69 jaar en 70 tot 79 jaar zijn minder betrouwbaar, omdat er in het onderzoek van Desrosiers *et al.* gebruik is gemaakt van de hoogst geknepen waarde.³⁰ In het onderzoek van Thorngren *et al.* wordt wel de gemiddeld geknepen waarde gebruikt.³⁸

Indien er wordt gezocht naar een vergelijking tussen de referentiewaarden van de E-Grip en Martin Vigorimeter, blijkt dat de resultaten van de E-Grip lager uitvallen. Dit kan worden verklaard door fouten in het protocol. Door de vaste volgorde van de meetinstrumenten, is de E-Grip iedere keer als laatst getest. Ondanks dat er rekening is gehouden met de hersteltijden van de fosfaatpool, gaven de deelnemers aan vermoeidheid te ervaren naarmate de test vorderde.²² Het is dus toch mogelijk dat de spieren vermoeidheid zijn geraakt. Tevens zijn de meetinstrumenten gedurende de test in de rustperiode vastgehouden door de proefpersoon. De Jamar dynamometer is redelijk zwaar, waardoor dit ook heeft kunnen bijdragen aan de ervaren spierversmoeidheid. De motivatie en concentratie van de deelnemers kunnen tijdens de test zijn afgenomen. Daarnaast zal er verschil hebben gezeten in het enthousiasme van de aanmoedigingen van de onderzoekers.^{36,37} De aanmoediging die het meest is gebruikt was: 'knijpen, knijpen, knijpen'. Aanmoediging blijkt invloed te hebben op de maximale kracht.^{36,37} Uit het onderzoek van Jung *et al.* bleek dat verbale aanmoediging en visuele feedback de statische knijpkracht met 9,7% en 7,7% laat toenemen.³⁶ Derhalve kan de aanmoediging die werd gebruikt van invloed zijn geweest op de resultaten.

Verder is er een duidelijke afname van de maximale kracht te constateren wanneer de leeftijd toeneemt.^{39,40} Dit kan komen door de sarcopenie die optreedt tijdens het verouderingsproces. Sarcopenie is een degeneratieve verandering, welke zorgt voor de vermindering van spierbundels en spierkracht.^{41,42} Inactiviteit heeft een relatie met sarcopenie.⁴³ Er is een sterke afname van de kracht in de hoogste leeftijdscategorie geconstateerd (bijlage 4,6). Een groot deel van de hoogste leeftijdscategorie is getest na een bewegingsprogramma bij de plaatselijke buurtvereniging. Vermoeidheid zou hierin een rol hebben kunnen spelen, omdat ouderen vaak een lagere belastbaarheid hebben.

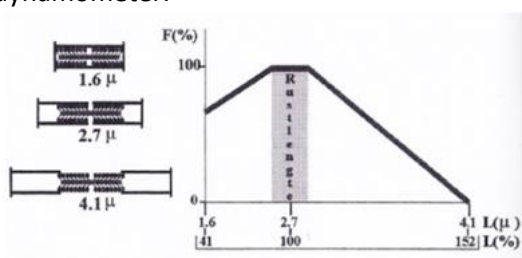
Zoals hierboven beschreven heeft de toenemende leeftijd invloed op de spierkracht. Het feit dat de Jamar dynamometer een zwaar meetinstrument is, werkt in het nadeel wanneer de knijpkracht wordt getest bij bijvoorbeeld ouderen of patiënten op de Intensive Care. Daarnaast gaf de Jamar dynamometer bij een aantal (oudere) deelnemers een waarde van nul aan wanneer geknepen werd, terwijl er duidelijk wel een kracht werd geleverd. Ook dit is een nadeel van de Jamar dynamometer. Tevens is de Jamar dynamometer een analoog meetinstrument. Dit kan voor afleesfouten zorgen. De Martin Vigorimeter is tevens een analoog meetinstrument. De E-Grip is, in tegenstelling met de Jamar dynamometer en de Martin Vigorimeter, een digitaal meetinstrument. Hierdoor is de kans op afleesfouten nihil en kunnen er tevens kleinere verschillen in kaart worden gebracht. Dit spreekt in het voordeel van de E-Grip.

Voorkeur meetinstrument

Uit de resultaten blijkt dat bijna 47% van de deelnemers voorkeur heeft voor de Martin Vigorimeter en de E-Grip (tabel 9). Slechts 15,8% geeft als voorkeur de Jamar dynamometer aan. Een reden hiervoor was dat de Jamar dynamometer een vrij zwaar meetinstrument is. Wanneer de voorkeur tussen de Martin Vigorimeter en Jamar dynamometer in andere onderzoeken is getest, blijkt dit ook in het voordeel van de Martin Vigorimeter uit te vallen.^{10,28}

Er wordt verwacht dat de handpositie van de Martin Vigorimeter en de E-Grip het meest optimaal is om kracht te leveren. De kracht die een sarcomeer kan leveren is afhankelijk van de lengte van een sarcomeer. Dit kan verklaard worden door het krachtlengtediagram. Zoals te zien in figuur 4 is de ideale lengte voor een sarcomeer 2,7 μ . Op deze lengte kan de sarcomeer de meeste kracht leveren. Indien de sarcomeer korter of langer is, kan er minder kracht gegenereerd worden.^{16,44} Wanneer er wordt gekeken naar de handpositie bij de Jamar dynamometer en de knijppeer van de Martin Vigorimeter en de E-Grip is te zien dat er een andere knijptechniek wordt gebruikt. (bijlage 9) Als de knijppeer wordt ingeknepen verkorten de flexoren van de vingers, hand en pols. Zo staan de sarcomeren in een optimale positie om kracht te genereren.

Tevens kan dit worden gebaseerd op de uitspraken van de deelnemers op de laatste deelvraag. Er werd namelijk veelvuldig aangegeven dat de deelnemers meer kracht kwijt konden in de knijppeer. Een aantal deelnemers gaven dit ook aan voor de Jamar dynamometer, dit kan worden verklaard door het feit dat dit een isometrische knijptechniek is. De knijptechniek met de knijppeer kan worden aanbevolen ten opzichte van de Jamar dynamometer.



Figuur 4 Kracht-lengtediagram per sarcomeer

Ondanks het bovenstaande zijn er ook een aantal zaken die goed zijn gegaan. De deelnemers konden de test correct uitvoeren, wanneer ze afweken van het protocol is er duidelijk gezegd dat de deelnemer hier zich aan diende te houden. Binnen de korte periode van zes weken zijn er 120 gezonde deelnemers verworven binnen zes verschillende leeftijdscategorieën. De

onderzoekers van deze studie hebben de deelnemers wat kunnen leren over de knijpkracht en de relatie hiervan met de algemene spierkracht.

Aanbevelingen

Het testprotocol dat is gebruikt was niet perfect, er is namelijk geen vaste manier van aanmoedigen gebruikt. Als dit onderzoek herhaald wordt, zal de aanmoediging dus meegenomen moeten worden in het testprotocol.

Daarnaast wordt aanbevolen om geen vaste volgende van meetinstrumenten aan te houden. Zo kan er worden voorkomen dat de spiervermoeidheid iedere keer bij hetzelfde meetinstrument optreedt. Tevens is het raadzaam de pauzes van het protocol te verlengen om de spiervermoeidheid tegen te gaan. Het vasthouden van de Jamar dynamometer wordt tevens afgeraden.

De in- en exclusiecriteria die zijn gebruikt tijdens dit onderzoek zijn erg streng. Het is aan te raden om minder strenge in- en exclusiecriteria op te stellen in vervolg onderzoek. Het is erg lastig om deelnemers te vinden in de hoogste leeftijdscategorie die geen medicatie gebruiken.

De populatiegrootte per leeftijdscategorie in dit onderzoek waren erg klein. Het is aan te raden om grootschaliger onderzoek te doen om betrouwbaardere referentiewaarden te kunnen creëren.

Dit onderzoek heeft geen rekening gehouden met de kenmerken van de deelnemers. De lengte, het gewicht, de handomtrek en de handlengte zijn niet onderzocht. In een vervolg onderzoek is het goed om ook dit mee te nemen, zo kan er een verband worden gelegd tussen deze variabelen en de resultaten.

Tijdens dit onderzoek is er een ICC-waarde berekend om systematische meetfouten aan te kunnen tonen. De ICC-waarde wordt vaak ingezet om de betrouwbaarheid te berekenen, dit is echter nog niet onderzocht voor de E-Grip. Er zal onderzoek gedaan moeten worden naar de betrouwbaarheid van de E-Grip.

Als laatste wordt aangeraden om goede, geijkte meetinstrumenten te gebruiken indien dit onderzoek herhaald wordt. Dit om systematische meetfouten te voorkomen.

Conclusie

Er kan geconcludeerd worden dat de E-Grip een valide meetinstrument is om de knijpkracht te meten.

Ten eerste worden de E-Grip en Martin Vigorimeter aanbevolen, omdat deze als prettiger worden ervaren door de deelnemers. Ten tweede wordt ervan uit gegaan dat de handpositie van deze meetinstrumenten optimaler is tijdens de evaluatie van de knijpkracht.^{16,44} Ten slotte kan geconcludeerd worden dat de spierkracht afneemt naarmate de leeftijd oploopt. Verder onderzoek moet nog uitwijzen of de E-Grip ook betrouwbaar blijkt te zijn.

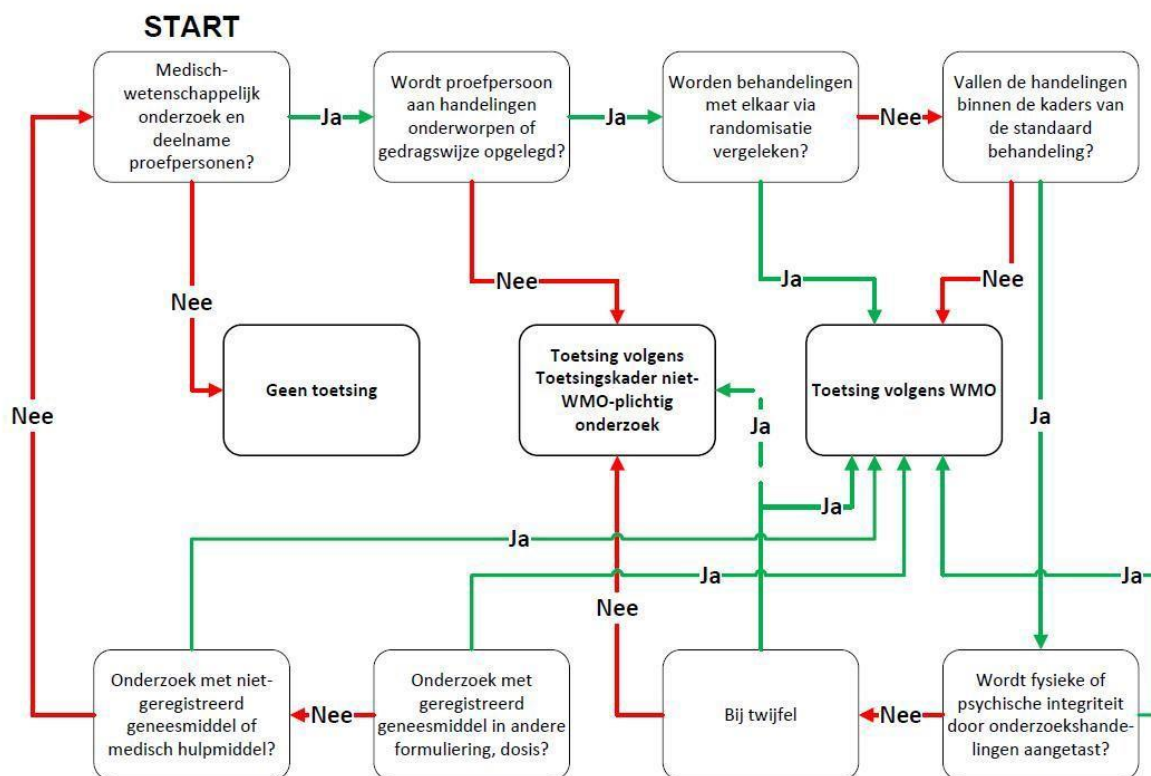
Referenties

1. Morris MG, Dawes H, Howells K, Scot OM, Cramp M. *Relationship between muscle fatigue characteristics and markers of endurance performance*. Journal of Sports Science and Medicine 2008; 7: 431-436.
2. Bautmans I, Mets T. *A fatigue resistance test for elderly persons based on grip strength: reliability and comparison with healthy young subjects*. Aging Clinical and Experimental Research 2005; 17: 217-222.
3. Bautmans I, Gorus E, Njemini R, Mets T. *Handgrip performance in relation to self perceived fatigue, physical functioning and circulating IL-6 in elderly persons without inflammation*. BMC Geriatrics 2007; 7: 5.
4. Wieferink D, Kwakman R. *IC-patiënten hoeven bed niet meer uit voor spierkrachttest*. Afdeling communicatie 2014; (artikel is ingediend bij Amerikaanse tijdschrift Physical Therapy).
5. Tietjen-Smith T, Smith SW, Martin M, Henry R, Weeks S, Bryant A. *Grip Strength in Relation to Overall Strength and Functional Capacity in Very Old and Oldest Old Females*. Physical & Occupational Therapy In Geriatrics 2006; 24: 63-78
6. Bassey EJ, Harries UJ. *Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors*. Clinical Science 1993; 84: 331-337.
7. Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, White L. *Midlife Hand Grip Strength as a Predictor of Old Age Disability*. JAMA Network 1999; 281: 558-560.
8. Sasaki H, Kasagi F, Yamada M, Fujita S. *Grip Strength Predicts Cause-Specific Mortality in Middle-Aged and Elderly Persons*. The American Journal Of Medicine 2007; 120: 337-342
9. Fess EE, Casanova JS. *Clinical Assessment Recommendation: chapter 1: Grip*. Chicago: American society for Hand Therapists: 1981. p. 41-45
10. Sipers WM, Verdijk LB, Sipers SJ, Schols JM, van Loon LJ. *The Martin Vigorimeter Represents a Reliable and More Practical Tool Than the Jamar Dynamometer to Assess Handgrip Strength in the Geriatric Patient*. Journal of the American Medicine Directors Association 2016; 17(5): 466.
11. Niemeijer A, Muller D, de Weerd T, Wesseling W, van de Wetering K, Wiegman M. *Onderzoek naar validiteit van de E-Grip measurer: middels maximale krachttest* 2015.
12. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum Jr A, Orlandini A, Seron P, Ahmed SH, Rosengren A, Kelishadi R, Rahman O, Swaminathan S, Iqbal R, Gupta R, Lear SA, Oguz S, Yusoff K, Zatonska K, Chifamba J, Igumbor E, Mohan V, Anjana RM, Gu H, Wei L, Yusuf S. *Prognostic value of grip strength: findings from the prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study*.

- Lancet 2015; 386: 266-273
13. Hoogeboom T, Janssen I, Wit F de, Verweij L, Engbers L, Rijken E, Klauw D van der, Olthof S, Molema H. *Advies aan fysiotherapeuten: 'BiBo bij totale heup- en knieoperaties'*. Houten: KNGF, TNO, CBO, NPI 2012; p. 1-6
 14. Desrosiers J, Hébert R, Bravo G, Rochette A. *Age-related changes in upper extremity performance of elderly people: a longitudinal study*. Experimental Gerontology 1999; 34(3): 393-405
 15. Jones E, Hanly JG, Mooney R, Rand LL, Spurway PM, Eastwood BJ, Jones JV. *Strength and function in the normal and rheumatoid hand*. The Journal of Rheumatology 1991; 18(9): 1313-1318
 16. Marieb EN, Hoehn KN. *Human Anatomy & Physiology*. Edinburgh: Pearson Education Limited 2014, 9^e editie; p. 314-343.
 17. Donkers J. *Een operatie is meer dan een medische ingreep*. Nederlands tijdschrift voor evidence based practice 2015; 4: 4-6
 18. *Better in Better out: pre-operatief trainen leidt tot sneller herstel*. Internet site van Topfit Fysiotherapie. 2012. Beschikbaar via: <http://www.topfit-fysiotherapie.nl/better-in-better-out-pre-operatief-trainen-leidt-tot-sneller-herstel/#sthash.Q2MDUYEz.iTPOLIK7.dpbs> Geraadpleegd 2017 februari 27.
 19. *Handdynamometer Hydraulic Jamar*. Internet site van Fysiosupplies. Beschikbaar via: <https://www.fysiosupplies.nl/merken/jamar/hand-dynamometer-hydraulic-jamar> Geraadpleegd 2017 maart 3.
 20. *Maximale handknijpkracht*. Beschikbaar via: http://www.valpreventie.be/Portals/Valpreventie/Documenten/thuis/EVV_t_huis_Maximale_handknijpkracht.pdf Geraadpleegd 2017 maart 3.
 21. O'Driscoll SW, Horii E, Ness R, Cahalan TD, Richards RR, An KN. *The relationship between wrist position, grasp size, and grip strength*. Journal of Hand Surgery 1992; 17: 169-177.
 22. Morree JJ de, Jongert MWA, Poel G van der. *Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum 2011; 108-158.
 23. Peter WFH, Jansen MJ, Blok H, Dekker-Bakker LMMCJ, Dilling RG, Hilberdink WKHA, Kersten-Smit C, Rooij M de, Veenhof C, Vermeulen HM, Vos I de, Vliet Vlieland TPM. *Praktijkrichtlijn artrose heup-knie*. Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie 2010; 120(1): 1-12.
 24. *Jamar Hydraulic Hand Dynamometer User Instructions*. Lafayette Instruments 2004. Beschikbaar via: <https://www.chponline.com/store/pdfs/j-20.pdf> Geraadpleegd 2017 maart 3
 25. Pryce JC. *The wrist position between neutral and ulnar deviation that facilitates the maximum power grip strenght*. Journal of Biomechanics 1980; 13(6): 505-511
 26. Kraft GH, Detels PE. *Position of function of the wrist*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 1972; 53:272-275.
 27. Blomkvist AW, Andersen S, Bruin ED de, Jorgensen MG. *Isometric hand grip strength measured by the Nintendo Wii Balance Board – a reliable new method*. BMC Musculoskelet Disorders. 2016; 17: 56
 28. Draak THP, Pruppers MHJ. *Grip strength comparison in immune-mediated neuropathies: Vigorimeter vs. Jamar*. Journal of the Peripheral Nervous System 2015; 20(3): 269-276
 29. Chkeir A, Jaber R, Hewson DJ, Duchêne J. *Reliability and validity of the Grip-Ball dynamometer for grip-strength measurement*. Engineering in Medicine and Biology Society 2012; 2012: 1996-1999.
 30. Desrosiers J, Bravo G, Herbert R, Dutil E. *Normative Data for Grip Strength of Elderly Men and Women*. The American Journal of Occupational Therapy 1994; 49(7):637-644.
 31. Irwin CB, Sesto ME. *Reliability and Validity of the Multiaxis Profile*

- Dynamometer with Younger and Older Participants*. Department of Orthopedics and Rehabilitation 2010; 23(3): 281-289.
32. Hogrel YJ. *Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years*. BMC Musculoskelet Disorders 2015; 16: 139.
 33. Beld WA van den, Sanden GA van der, Sengers RC, Verbeek AL, Gabreels FJ. Validity and reproducibility of the Jamar dynamometer in children aged 4-11 years. *Disability and Rehabilitation* 2006; 28: 1303-1309.
 34. Bohannon RW, Peolsson A, Massy-Westropp N, Desrosiers J, Bear-Lehman J. *Reference values for adult grip strenght measured with a Jamar dynamoter: a descriptive meta-analysis*. Physiotherapy Journal 2006; 92(1): 11-15.
 35. Härkönen R, Harju R, Alaranta H. *Accuracy of the Jamar Dynamometer*. Journal Of Hand Therapy 1993; 6(4): 259-262.
 36. Jung MC, Halbeck MS. *Quantification of the effects of instruction type, verbal encouragement, and visual feedback on static and peak handgrip strength*. International Journal of Industrial Ergonomics 2004; 34: 367-374
 37. McNair PJ, Depledge J, Brett Kelly M, Stanley SN. *Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action*. British Journal of Sports Medicine 1996; 30(3): 243-245.
 38. Thorngren KG, Werner CO. *Normal Grip Strenght*. Acta Orthopaedica Scandinavica 1979; 50(3): 255-259.
 39. Schmidt RT, Toews JV. *Grip strength as measured by the Jamar Dynamometer*. Archives Physics Medicine 1970; 51: 321-327.
 40. Kellor M, Frost J, Silberberg N, Iversen I, Cummings R. *Hand strength and dexterity*. American Journal of Occupational Therapy 1971; 25: 77-83.
 41. Walston JD. *Sarcopenia in older adults*. Current Opinion in Rheumatology 2012; 24(6): 623-627.
 42. Laye M. *Staying strong: Countering the effects of sarcopenia*. Internet site van SAGE – Sience of Aging 2014. Beschikbaar op: <http://sage.buckinstitute.org/staying-strong-countering-the-effects-of-sarcopenia/>. Geraadpleegd 2017 mei 11.
 43. Evans WJ. *Skeletal muscle loss: chachexia, sarcopenia and inactivity*. American Society for Nutrition 2010; 91(4): 1123-1127
 44. Riezebos C, Faber H. *Adaptatie van spierlengten bij jong en oud*. Versus Tijdschrift voor Fysiotherapie 1995; 13(3): 147-181.
 45. Field A. *Discovering statistics using SPSS, third edition*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE – Sience of Aging 2009.
 46. Moor G de, Maele G van, Coorevits P Buysee H. *Inleiding tot de biomedische statistiek*. Den Haag: Acco Nederland 2014; p. 264

Bijlage 1: WMO- toetsing



Bijlage 2: Informatiebrief, toestemmingsformulier en vragenlijst

Informatiebrief deelnemers

Praktijkonderzoek Academie Gezondheidsstudies Hanzehogeschool Groningen

“Onderzoek naar normwaarden van de maximale knijpkracht”

Wat houdt het onderzoek in?

Achtergrond en het doel van het onderzoek

Uit onderzoek blijkt dat de knijpkracht in verband staat met de algehele spierkracht. De E-Grip is ontwikkeld om de knijpkracht te meten. Om de resultaten bij cliënten/patiënten te interpreteren is het nodig om normwaarden te hebben. Er zijn voor de E-grip echter nog geen normwaarden ontwikkeld. Wel zijn er voor andere handknijpkrachtmeters normwaarden. Het is van belang normwaarden te ontwikkelen en te kunnen vergelijken tussen de verschillende waarden.

Wat houdt deelname aan het onderzoek voor u in?

Wat wij van u vragen is om met uw linker én rechter hand driemaal te knijpen in de E-Grip, de Martin Vigorimeter en de Jamar dynamometer. Er zal één minuut tussen de verschillende meetinstrumenten zitten, zodat uw spieren niet vermoeid raken. Het gaat hier namelijk om een maximale inspanning. Daarnaast vragen wij u om een aantal gegevens zoals uw leeftijd, voorkeurshand en eventuele aandoeningen.

Wat is belangrijk om te weten?

Vrijwilligheid deelname

Deelname is geheel op vrijwillige basis. U heeft het recht om af te zien van deelname of op elk gewenst moment te stoppen met het onderzoek, zonder dat er een opgave van reden.

Vertrouwelijkheid persoonsgegevens en onderzoeksgegevens

Hierbij wordt er gegarandeerd dat er vertrouwelijk met uw persoonsgegevens en onderzoeksgegevens wordt omgesprongen. Alleen de onderzoekers van de Hanzehogeschool Groningen zullen de originele gegevens van het onderzoek beoordelen. Vertegenwoordigers van de opleiding kunnen voor het controleren van de betrouwbaarheid van het onderzoek inzage in de gegevens vragen. Gegevens zullen gecodeerd verwerkt worden en niet verstrekt worden aan derden.

Bijlage toestemmingsformulier

Bijgaand vindt u een toestemmingsformulier. Wanneer u besluit deel te nemen aan het onderzoek, verzoeken wij u het toestemmingsformulier aandachtig door te lezen en vervolgens te ondertekenen en aan de onderzoekers terug te geven.

Overig

Meer informatie?

Mocht u meer willen weten over het onderzoek of heeft u vragen, dan kunt u deze gerust stellen.

Wij danken u hartelijk voor uw aandacht en hopen op uw deelname en een voorspoedige samenwerking gedurende het onderzoek.

Toestemmingsformulier

“Onderzoek naar normwaarden van de maximale knijpkracht”

Ik verklaar de informatiebrief voor deelnemers gelezen te hebben. Ik had de mogelijkheid om aanvullende vragen te stellen. Deze vragen zijn volledig genoeg beantwoord, ook had ik genoeg tijd om te beslissen of ik meedoe.

Ik ben op de hoogte gesteld dat meedoen helemaal vrijwillig is. Ik weet dat ik op ieder moment kan beslissen om te stoppen met het onderzoek. Ik hoef daarvoor geen reden te geven.

Ik weet dat sommige mensen mijn gegevens kunnen zien. Die mensen staan vermeld in de informatiebrief.

Ik geef toestemming om mijn gegevens te gebruiken, voor de doelen die in de informatiebrief staan.

Ik wil meedoen aan dit onderzoek.

Naam:

Handtekening:

Datum : __ / __ / __

Ik verklaar hierbij dat ik deze proefpersoon volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Als er tijdens het onderzoek informatie bekend wordt die de toestemming van de proefpersoon zou kunnen beïnvloeden, dan breng ik hem/haar daarvan tijdig op de hoogte.

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: __ / __ / __

vragenlijst

Leeftijd: jaar

Geslacht: man / vrouw

Voorkeurshand: links / rechts

Inclusiecriteria	Ja	Nee
U bent in staat om een opdracht uit te voeren		
Exclusiecriteria	Ja	Nee
U heeft een neurologische aandoening die de knijpkracht kan beïnvloeden		
U heeft een hartaandoening of bent bekend met een hoge bloeddruk bij inspanning		
U heeft een longaandoening die zorgt voor benauwdheid bij inspanning		
U heeft een systeemziekte die de knijpkracht kan beïnvloeden		
U heeft in de afgelopen twee jaar een blessure gehad aan uw armen		
U bent in het afgelopen jaar geopereerd		
U heeft in de afgelopen zes maanden pijn gehad aan uw armen		
U heeft op dit moment vocht/oedeem in uw armen		
U gebruikt pijnstillers, prednisolon of cholesterolverlagers		

Had u een voorkeur voor een meetinstrument?

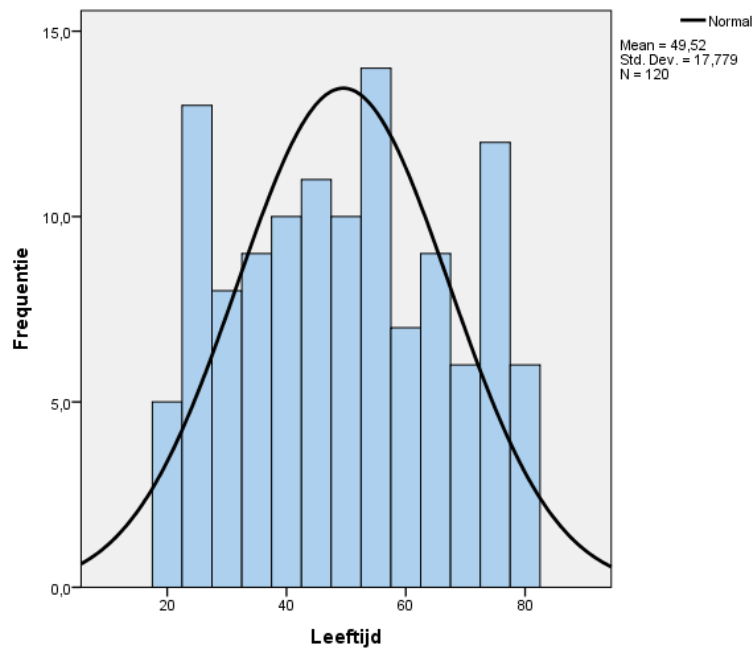
.....

.....

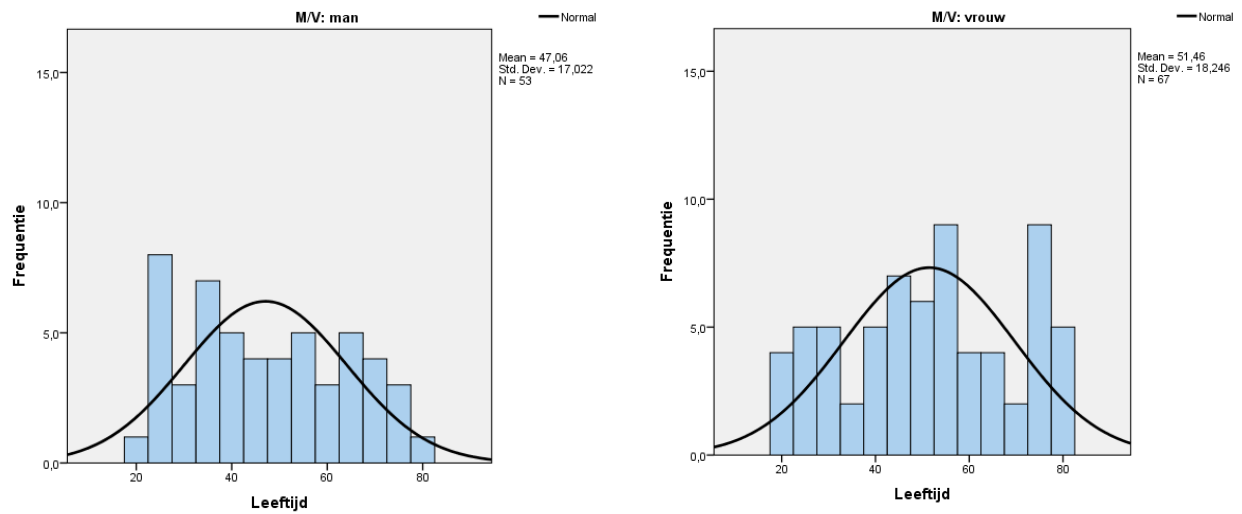
Participantnummer:

Bijlage 3: Normaalverdeling leeftijd

Gehele populatie

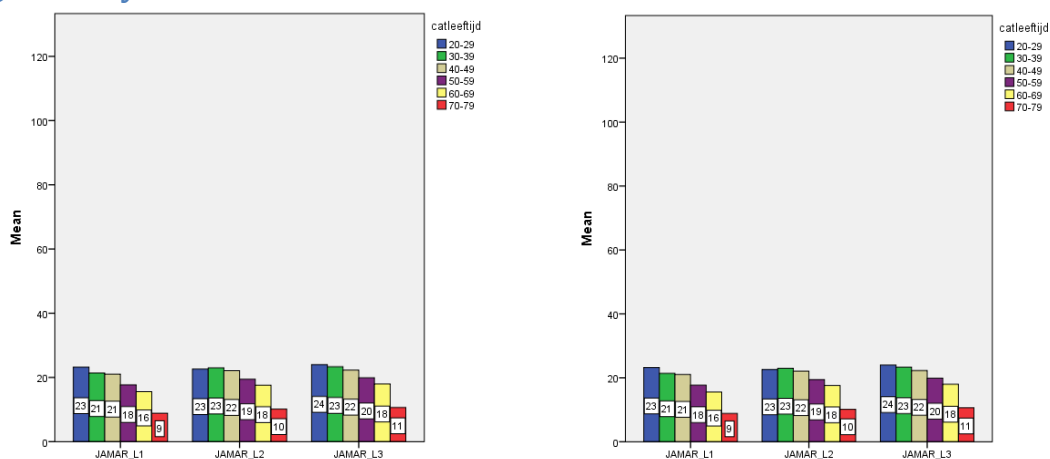


Man versus vrouw

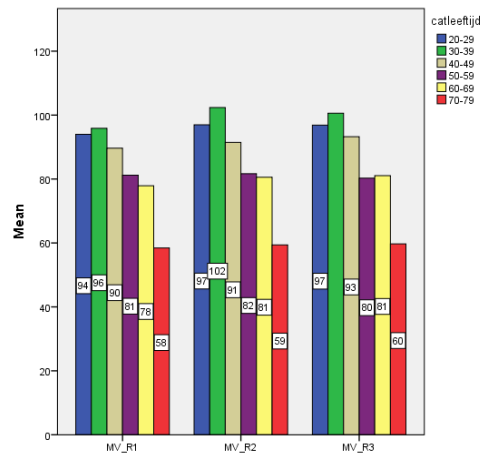
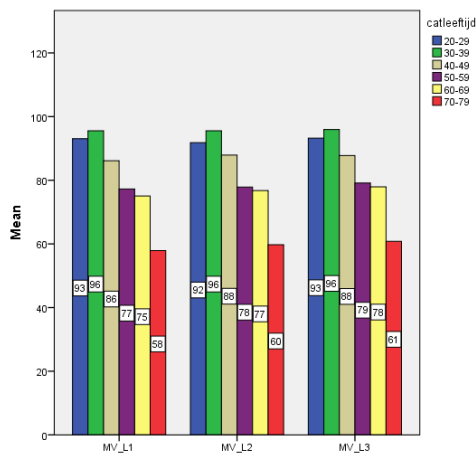


Bijlage 4: gemiddelde geknepen waarde per leeftijdscategorie (histogram)

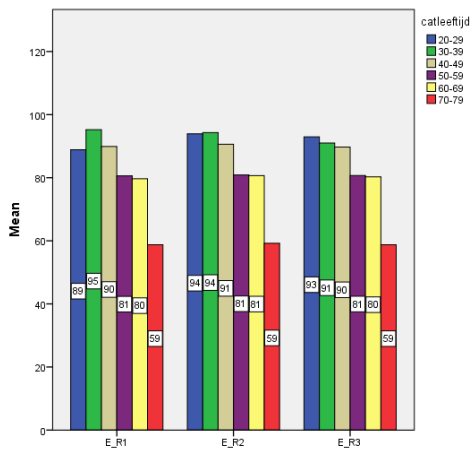
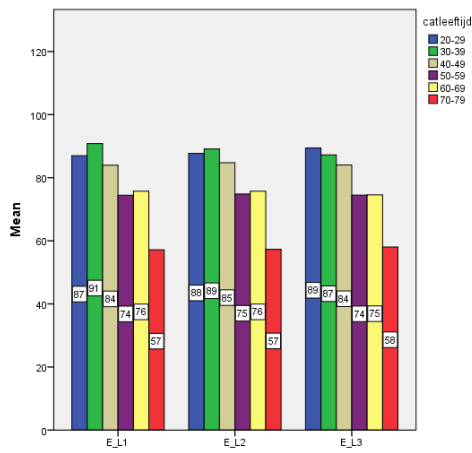
Jamar dynamometer links en rechts



Martin Vigorimeter links en rechts

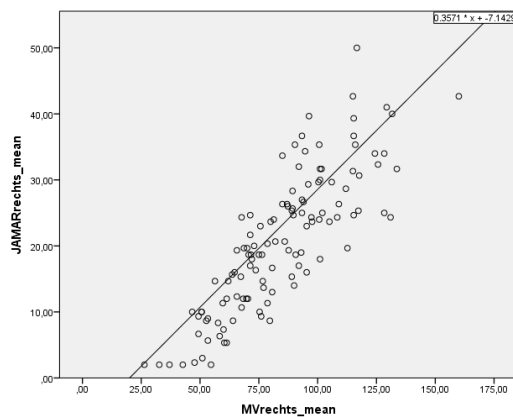
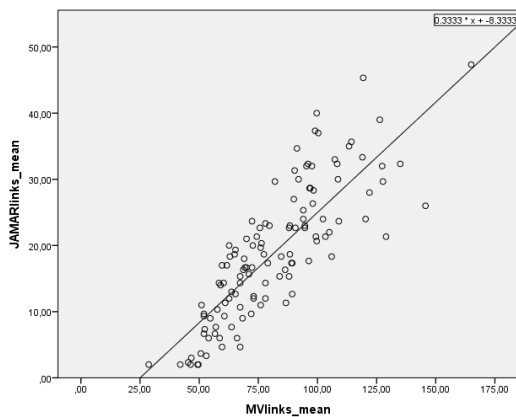


E-Grip links en rechts

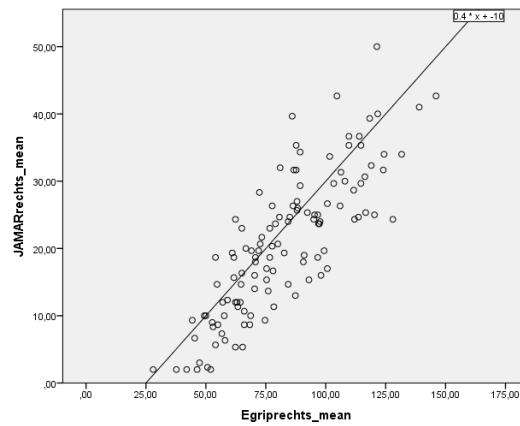
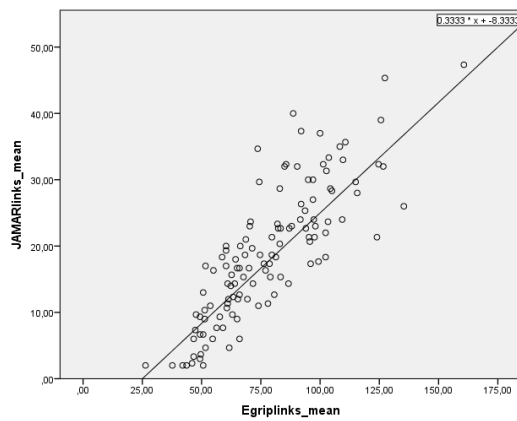


Bijlage 5: grafische weergave lineair verband

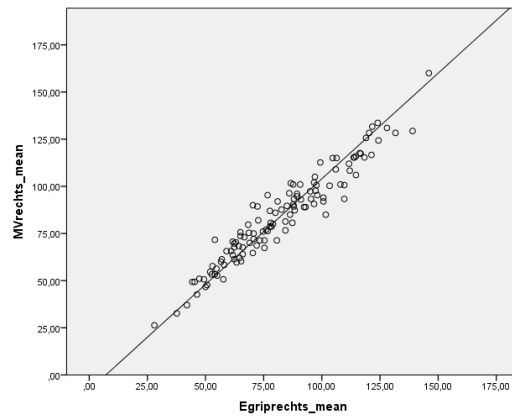
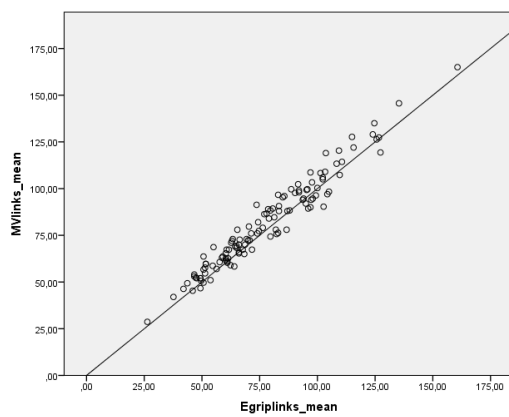
Jamar dynamometer en Martin Vigorimeter, links en rechts



Jamar dynamometer en E-Grip, links en rechts

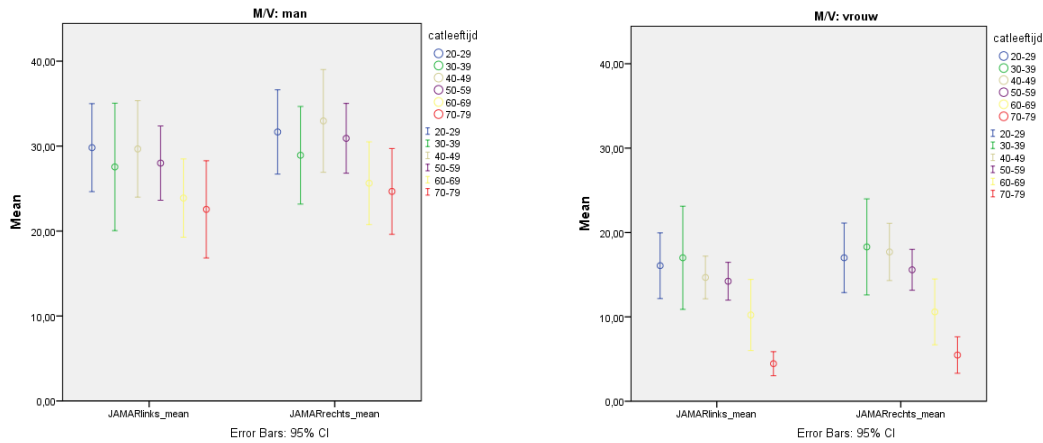


Martin Vigorimeter en E-Grip, links en rechts

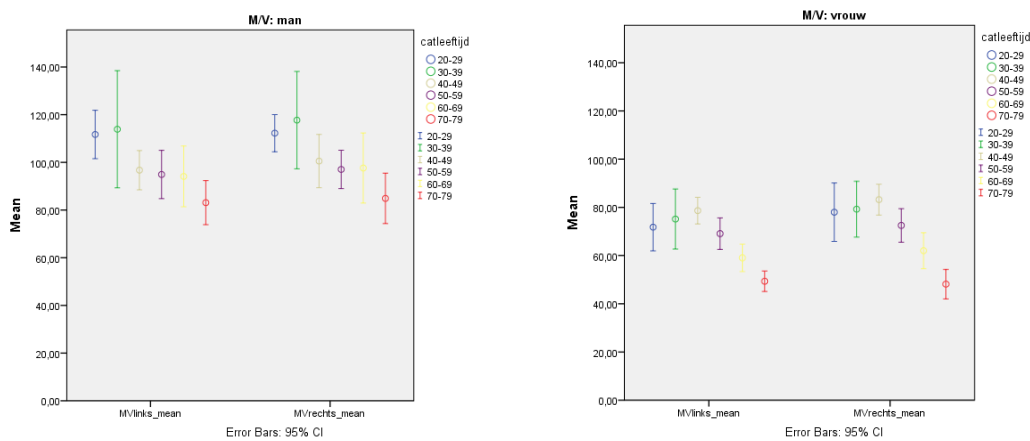


Bijlage 6: Gemiddelden met betrouwbaarheidsinterval 95% per leeftijdscategorie

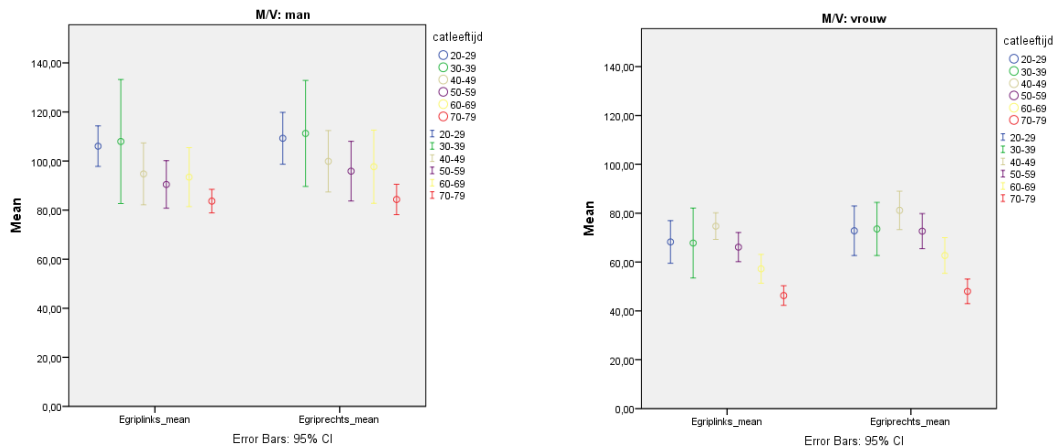
Jamar dynamometer, man en vrouw



Martin Vigorimeter, man en vrouw

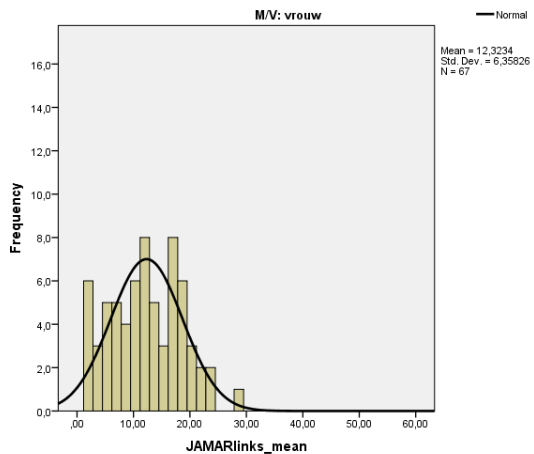
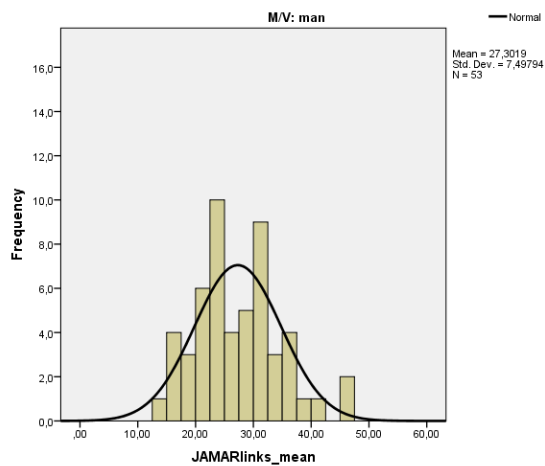


E-Grip, man en vrouw

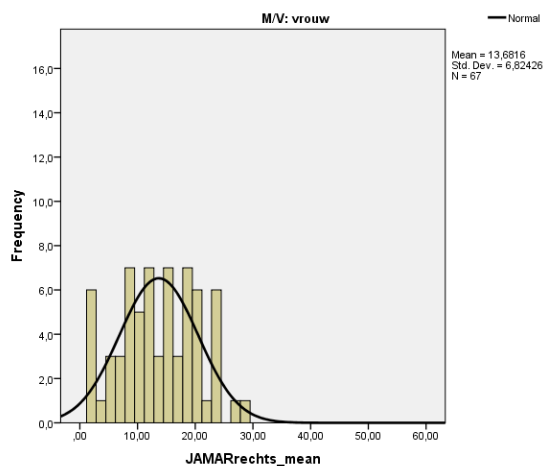
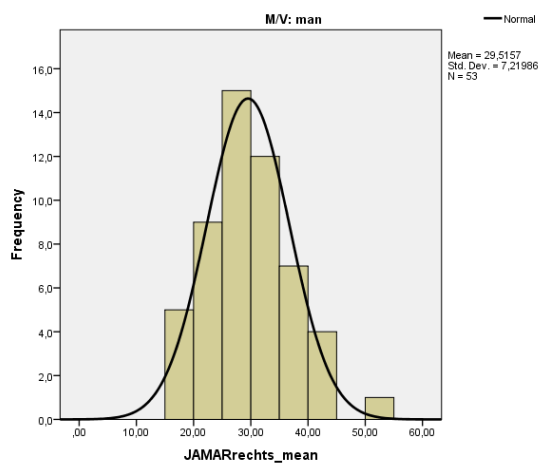


Bijlage 7: grafische weergave normaalverdeling

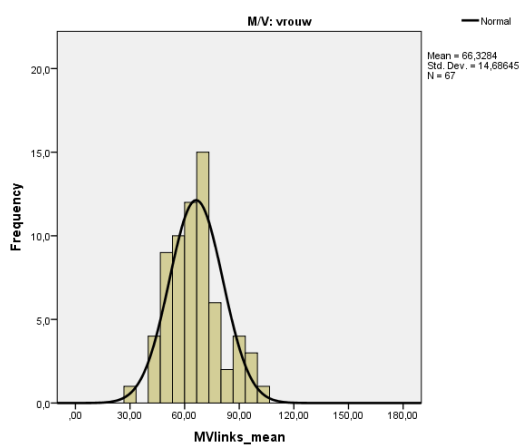
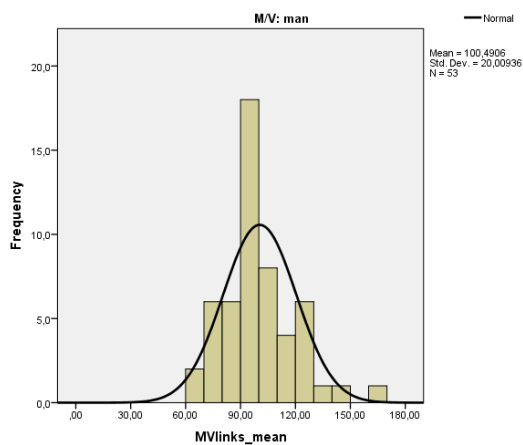
Jamar dynamometer links, man/vrouw



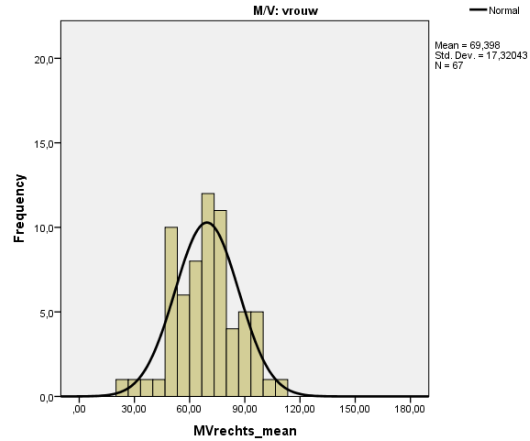
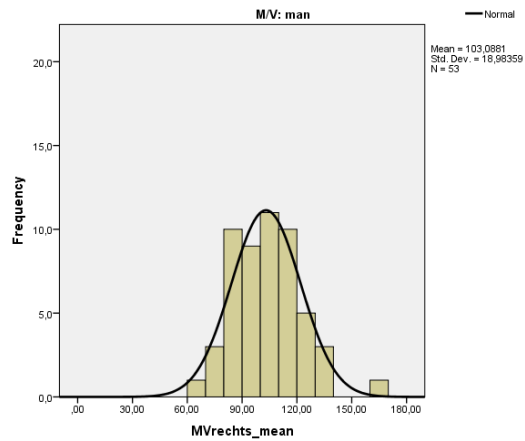
Jamar dynamometer rechts, man/vrouw



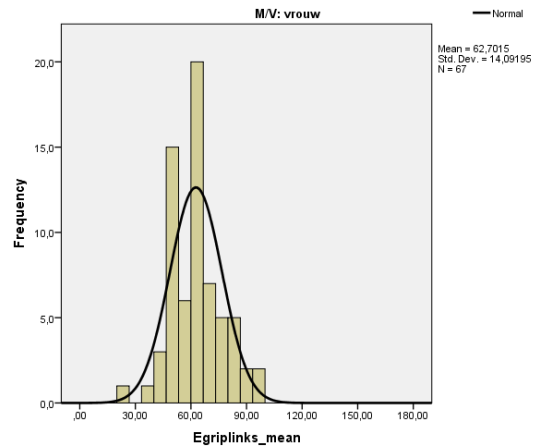
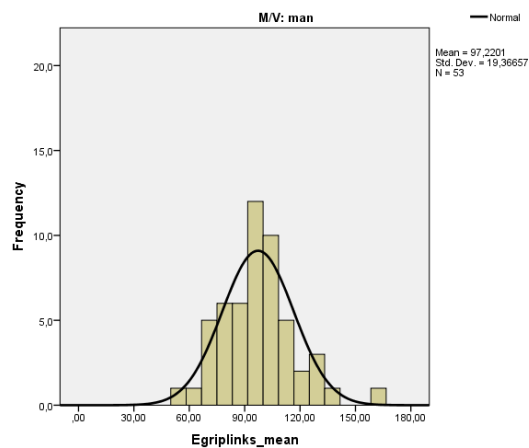
Martin Vigorimeter links, man/vrouw



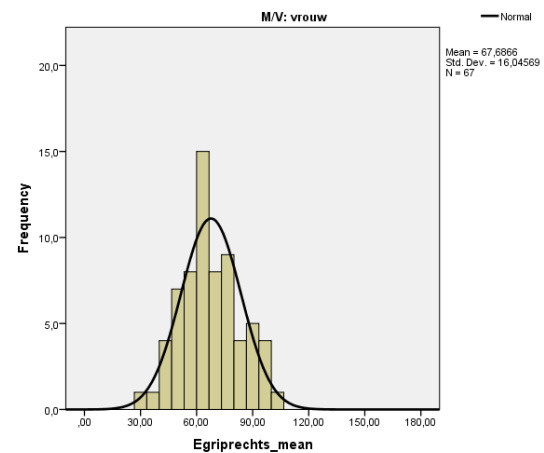
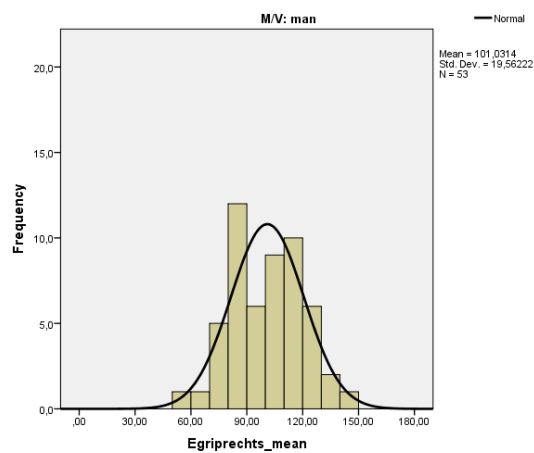
Martin Vigorimeter rechts, man/vrouw



E-Grip links, man/vrouw



E-Grip rechts, man/vrouw



Bijlage 8: tabel gemeten waarden

Jamar dynamometer, Martin Vigorimeter en E-Grip per leeftijdscategorie, man/vrouw

Onderstaande tabel is een weergave van de gemeten waarden uitgedrukt in minimum, maximum, gemiddelde en standaarddeviatie, per leeftijdscategorie per geslacht (tabel staat op volgende pagina).

Descriptive Statistics

			N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
M/V	catleeftijd		Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
man	20-29	JAMARlinks_mean	11	17,33	40,00	29,8182	7,71919	-,405	,661	-,832	1,279
		JAMARrechts_mean	11	18,67	42,67	31,6667	7,38768	-,046	,661	-,535	1,279
		MVlinks_mean	11	89,33	135,00	111,6970	15,09117	,064	,661	-1,364	1,279
		MVrechts_mean	11	90,67	129,33	112,2424	11,61425	-,634	,661	-,119	1,279
		Egriplinks_mean	11	88,67	125,67	106,0606	12,28804	,510	,661	-,976	1,279
		Egriprechts_mean	11	86,00	139,00	109,2727	15,75283	,133	,661	,057	1,279
		Valid N (listwise)	11								
	30-39	JAMARlinks_mean	9	16,33	47,33	27,5556	9,75392	1,129	,717	,876	1,400
		JAMARrechts_mean	9	18,67	42,67	28,9259	7,47733	,605	,717	-,224	1,400
		MVlinks_mean	9	68,67	165,00	113,8889	31,95831	,068	,717	-,879	1,400
		MVrechts_mean	9	71,67	160,00	117,7037	26,56410	-,344	,717	,010	1,400
		Egriplinks_mean	9	55,00	160,67	107,9630	32,88298	-,115	,717	-,399	1,400
		Egriprechts_mean	9	54,00	146,00	111,2593	28,09101	-1,090	,717	1,021	1,400
		Valid N (listwise)	9								
	40-49	JAMARlinks_mean	10	16,33	45,33	29,6667	7,94580	,270	,687	,997	1,334
		JAMARrechts_mean	10	20,67	50,00	32,9667	8,46117	,613	,687	,598	1,334
		MVlinks_mean	10	82,00	119,33	96,7333	11,51896	,847	,687	,053	1,334
		MVrechts_mean	10	85,00	131,67	100,5333	15,62066	1,025	,687	,000	1,334
		Egriplinks_mean	10	73,67	127,33	94,7667	17,60475	,368	,687	-,528	1,334
		Egriprechts_mean	10	72,33	121,67	99,9000	17,49501	-,304	,687	-1,203	1,334
		Valid N (listwise)	10								
	50-59	JAMARlinks_mean	8	21,33	35,67	28,0000	5,23723	,093	,752	-1,608	1,481

		JAMARrechts_mean	8	25,67	39,33	30,9167	4,91435	,670	,752	-,799	1,481
		MVlinks_mean	8	72,33	114,33	94,9167	12,10110	-,422	,752	1,651	1,481
		MVrechts_mean	8	87,00	115,33	97,0417	9,63861	1,072	,752	,441	1,481
		Egriplinks_mean	8	70,67	110,67	90,4583	11,58672	,081	,752	1,280	1,481
		Egriprechts_mean	8	77,67	118,33	95,8750	14,53506	,653	,752	-1,012	1,481
		Valid N (listwise)	8								
60-69		JAMARlinks_mean	9	14,33	35,00	23,8889	5,99537	,326	,717	,597	1,400
		JAMARrechts_mean	9	15,67	35,33	25,6296	6,34526	-,091	,717	-,521	1,400
		MVlinks_mean	9	60,33	113,33	94,1111	16,57475	-1,108	,717	1,044	1,400
		MVrechts_mean	9	63,67	125,67	97,6296	19,14959	-,707	,717	,236	1,400
		Egriplinks_mean	9	61,00	108,33	93,4444	15,63205	-1,439	,717	1,329	1,400
		Egriprechts_mean	9	61,67	119,00	97,7037	19,40249	-1,114	,717	,163	1,400
		Valid N (listwise)	9								
70-79		JAMARlinks_mean	6	15,33	32,00	22,5556	5,45147	,840	,845	2,234	1,741
		JAMARrechts_mean	6	16,67	31,67	24,6667	4,82125	-,448	,845	2,173	1,741
		MVlinks_mean	6	74,33	97,67	83,1111	8,82085	,920	,845	,035	1,741
		MVrechts_mean	6	71,33	101,00	84,8889	10,07895	,464	,845	,693	1,741
		Egriplinks_mean	6	79,00	90,33	83,6667	4,56557	,653	,845	-1,310	1,741
		Egriprechts_mean	6	78,00	92,33	84,3333	5,88407	,233	,845	-2,119	1,741
		Valid N (listwise)	6								
vrouw 20-29		JAMARlinks_mean	10	9,00	24,00	16,0667	5,44059	,166	,687	-1,741	1,334
		JAMARrechts_mean	10	8,67	24,33	17,0000	5,75851	-,027	,687	-1,611	1,334
		MVlinks_mean	10	54,67	102,33	71,8000	13,72949	1,346	,687	1,910	1,334
		MVrechts_mean	10	59,67	112,67	78,0000	16,94654	1,173	,687	,775	1,334
		Egriplinks_mean	10	51,33	91,67	68,2333	12,20205	,782	,687	,026	1,334

	Egriprechts_mean	10	57,00	99,33	72,8000	14,14929	,896	,687	-,453	1,334
	Valid N (listwise)	10								
30-39	JAMARlinks_mean	8	4,67	28,67	17,0000	7,31600	-,114	,752	,357	1,481
	JAMARrechts_mean	8	6,33	29,33	18,2917	6,80438	-,224	,752	,917	1,481
	MVlinks_mean	8	59,67	96,67	75,1667	14,90073	,606	,752	-1,090	1,481
	MVrechts_mean	8	58,33	96,00	79,2500	13,84925	-,179	,752	-1,306	1,481
	Egriplinks_mean	8	50,67	99,33	67,7917	17,11487	,817	,752	,153	1,481
	Egriprechts_mean	8	58,00	93,00	73,5417	13,00786	,342	,752	-1,204	1,481
	Valid N (listwise)	8								
40-49	JAMARlinks_mean	11	6,00	18,67	14,6667	3,75943	-1,303	,661	1,719	1,279
	JAMARrechts_mean	11	9,33	26,33	17,6970	5,04965	,102	,661	-,287	1,279
	MVlinks_mean	11	66,00	89,00	78,6667	8,24082	-,201	,661	-1,195	1,279
	MVrechts_mean	11	68,33	97,33	83,2121	9,53621	-,071	,661	-1,416	1,279
	Egriplinks_mean	11	62,67	86,67	74,6970	8,14242	-,165	,661	-1,427	1,279
	Egriprechts_mean	11	64,33	100,67	81,1515	11,75052	,135	,661	-,974	1,279
	Valid N (listwise)	11								
50-59	JAMARlinks_mean	15	7,67	21,33	14,2222	4,05256	-,115	,580	-1,023	1,121
	JAMARrechts_mean	15	8,33	23,67	15,5778	4,36702	,012	,580	-,644	1,121
	MVlinks_mean	15	52,00	99,33	69,1111	11,78017	1,428	,580	2,568	1,121
	MVrechts_mean	15	50,67	97,67	72,5111	12,52354	,548	,580	,568	1,121
	Egriplinks_mean	15	47,67	95,33	66,1111	10,81421	1,359	,580	3,451	1,121
	Egriprechts_mean	15	53,00	98,00	72,6444	12,99662	,816	,580	,267	1,121
	Valid N (listwise)	15								
60-69	JAMARlinks_mean	9	2,00	21,00	10,2222	5,47723	,555	,717	1,165	1,400
	JAMARrechts_mean	9	5,33	21,67	10,5926	5,07931	1,373	,717	2,188	1,400

	MVlinks_mean	9	46,33	70,00	59,0741	7,38952	-,274	,717	-,107	1,400
	MVrechts_mean	9	46,67	78,67	62,0370	9,68310	,194	,717	-,074	1,400
	Egriplinks_mean	9	42,00	68,67	57,2222	7,69560	-,701	,717	1,047	1,400
	Egriprechts_mean	9	50,00	78,33	62,7037	9,51380	,310	,717	-,975	1,400
	Valid N (listwise)	9								
70-79	JAMARlinks_mean	14	2,00	9,33	4,4524	2,46898	,572	,597	-,985	1,154
	JAMARrechts_mean	14	2,00	12,33	5,4762	3,75013	,500	,597	-1,381	1,154
	MVlinks_mean	14	28,67	58,67	49,3571	7,36527	-1,781	,597	4,380	1,154
	MVrechts_mean	14	26,33	65,67	48,1667	10,59007	-,567	,597	,326	1,154
	Egriplinks_mean	14	26,33	54,67	46,2857	6,95389	-2,060	,597	5,062	1,154
	Egriprechts_mean	14	28,00	62,33	48,0000	8,72074	-,621	,597	1,088	1,154
	Valid N (listwise)	14								

Bijlage 9: Foto's Jamar dynamometer en E-Grip

Onderstaande foto's zijn gemaakt ter verduidelijking voor de uitgangshouding, manier van knijpen en de krachtlengtediagram.

Links de knijppeer (E-Grip en Martin Vigorimeter), rechts de Jamar dynamometer

