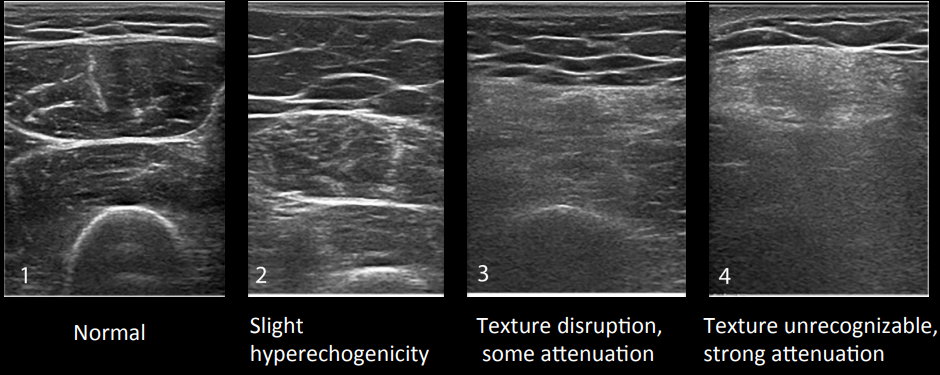
**Retrospectief onderzoek naar de inter- en intrabeoordelaar variatie van een nieuwe vereenvoudigde methode voor het beoordelen van spierechografiebeelden**



Auteurs: Iris Geverinck

Fenna Muller

Datum: 11 januari 2021



**Retrospectief onderzoek naar de inter- en intrabeoordelaar variatie van een nieuwe vereenvoudigde methode voor het beoordelen van spierechografiebeelden**

Een kwantitatief onderzoek

Auteurs: Iris Geverinck

Fenna Muller

Onderwijsinstelling: Hanzehogeschool Groningen

Academie voor gezondheidsstudies

Opleiding: Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken met uitstroomprofiel Klinische Neurofysiologie

Onderdeel: Praktijkgericht onderzoek

Product: Onderzoeksopzet

Opdrachtgever: Dr. Nens van Alfen, neuroloog/klinisch neurofysioloog RadboudUMC te Nijmegen

Onderzoeksbegeleiders: Sharon Haarmans-Jonkman en Yvonne Boorsma

Plaats: Groningen

Datum: 11-01-2021

Bron omslag foto: spierechografie: introductie scantechniek en begrippen, presentatie dr. van Alfen

Voorwoord

Dit praktijkgericht onderzoek is geschreven als afstudeeropdracht in het kader van de opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) met uitstroomprofiel Klinische Neurofysiologie (KNF) aan de Hanzehogeschool te Groningen. Via een stage van één van de studenten zijn wij in aanraking gekomen met een neuroloog/klinisch neurofysioloog van het RadboudUMC. Wij zijn bij dit onderwerp gekomen omdat er door recent uitgevoerde onderzoeken met betrekking tot spierechografie er een nieuw vereenvoudigd score systeem werd geopperd als verbetering voor het huidige visuele score systeem. Hier was nog geen onderzoek naar gedaan en daarom een interessant onderwerp om te gaan onderzoeken. Hier wilden wij graag een aandeel aan leveren.

Graag maken wij van deze gelegenheid gebruik om de volgende mensen te bedanken voor de medewerking aan ons praktijkgericht onderzoek:

* Dr. Nens van Alfen
* Drs. Joris Verhoeven
* Afdeling Klinische Neurofysiologie, RadboudUMC te Nijmegen

Januari, 2020

Abstract (NL)

**Introductie:** Spierechografie wordt op dit moment niet optimaal benut in ziekenhuizen. Dit komt mede doordat er veel ervaring nodig is om spierechografiebeelden te beoordelen. Om minder ervaren beoordelaars in de toekomst te helpen wordt er in dit onderzoek een nieuw visueel scoresysteem getest.

**Methode:** De data zijn retrospectief verkregen vanuit de afdeling KNF van het RadboudUMC. De spierechografiebeelden zijn beoordeeld door middel van de Heckmatt methode, de nieuwe vereenvoudigde methode en de kwantitatieve analyse. De visuele beoordeling is uitgevoerd door twee onervaren beoordelaars en één ervaren beoordelaar. Om de inter- en intrabeoordelaarvariabiliteit te bepalen is er gebruik gemaakt van Cohen’s kappa.

**Resultaten:** Er zijn in totaal 609 spierechografiebeelden beoordeeld van 50 patiënten. De gemiddelde intrabeoordelaarvariabiliteit voor de onervaren beoordelaars voor de vereenvoudigde methode was 0.439. De gemiddelde interbeoordelaarvariabiliteit voor de twee onervaren beoordelaars was 0.323, vergeleken met de ervaren beoordelaar werd er een waarde van 0.397 gevonden. De interbeoordelaarvariabiliteit voor de ervaren en onervaren beoordelaars vergeleken met de kwantitatieve analyse is respectievelijk 0.520 en 0.445. Bij de vereenvoudigde methode werd door de ervaren beoordelaar 18,1% onzeker gescoord en door de onervaren beoordelaars gemiddeld 26,5% onzeker gescoord.

**Conclusie:** Uit dit onderzoek blijkt dat de vereenvoudigde methode toepasbaar is voor onervaren beoordelaars maar dat er nog wel een aantal aandachtspunten zijn. De beoordelingen door middel van de vereenvoudigde methode scoren matig als er gekeken wordt naar de kappa waardes en naar de hoeveelheid echografiebeelden die onzeker gescoord zijn. Dit suggereert dat de onervaren beoordelaars betere scholing en ervaring nodig hebben voordat ze zelfstandig de vereenvoudigde methode toe kunnen passen.

Abstract (EN)

**Retrospective study of inter- and intra-rater variation of a new simplified method for assessing muscle ultrasound images**

Authors: Iris Geverinck

Fenna Muller

Client: Dr. Nens van Alfen, neurologist / clinical neurophysiologist RadboudUMC at Nijmegen

Groningen, 2021

**Introduction:** Muscle ultrasound is currently not optimally used in hospitals. This is partly because a lot of experience is needed to assess muscle ultrasound. To help less experienced reviewers in the future, a new visual scoring system is being tested in this study.

**Methods:** The data was obtained retrospectively from the Clinical Neurophysiology department of the RadboudUMC. The muscle ultrasound images were assessed by the Heckmatt method, the new simplified method and by quantitatively analyses. The visual assessment was performed by two inexperienced assessors and one experienced assessor. Cohen’s kappa was used to determine the inter- and intraratervariability.

**Results:** A total of 609 muscle ultrasound images of 50 patients were evaluated. The mean intra-rater variability for the inexperienced raters for the simplified method was 0.439. The mean inter-rater variability for the inexperienced raters was 0.323 and compared with the experienced rater, a value of 0.397 was found. The mean inter-rater variability for the experienced and inexperienced raters compared to the quantitative analysis were respectively 0.520 and 0.445. In the simplified method, the experienced assessor scored 18.1% uncertain and the inexperienced assessors scored an average of 26.5% uncertain.

**Conclusion:** This study shows that the simplified method can be applied by inexperienced assessors, but there are still a few points that need attention. The simplified method scores are still suboptimal when looking at the kappa values and the number of ultrasound images that are scored uncertain. This suggests that the inexperienced assessors need better training and more experience before they can independently apply the simplified method.

Inhoud

[1. Inleiding 1](#_Toc60135683)

[2. Theoretisch kader 3](#_Toc60135684)

[2.1 Hoe komt het echografiebeeld tot stand 3](#_Toc60135685)

[2.2 Neuromusculaire aandoeningen 3](#_Toc60135686)

[2.3 Spierechografie bij neuromusculaire aandoeningen 4](#_Toc60135687)

[2.4 Beoordelingsmethoden 5](#_Toc60135688)

[2.4.1 Heckmatt 5](#_Toc60135689)

[2.4.2 Kwantitatieve analyse 5](#_Toc60135690)

[2.4.3 Vereenvoudigde methode 6](#_Toc60135691)

[3. Methode 7](#_Toc60135692)

[3.1 Onderzoeksopzet 7](#_Toc60135693)

[3.2 Onderzoekspopulatie 7](#_Toc60135694)

[3.3 Materiaal en methode 7](#_Toc60135695)

[3.3.1 Data verzamelen 8](#_Toc60135696)

[3.3.2 Statistische analyse 9](#_Toc60135697)

[4. Resultaten 10](#_Toc60135698)

[4.1 Interbeoordelaarvariabiliteit 11](#_Toc60135699)

[4.2 Intrabeoordelaarvariabiliteit 12](#_Toc60135700)

[4.3 Aantal onzeker beoordeeld 12](#_Toc60135701)

[5. Discussie 14](#_Toc60135702)

[6. Conclusie 15](#_Toc60135703)

[Literatuur 16](#_Toc60135704)

[Bijlage I Spieren en bijbehorende meetpunten 17](#_Toc60135705)

[Bijlage II Protocol spierechografie 19](#_Toc60135706)

[Bijlage III SPSS tabellen met bijbehorende kappa waardes 20](#_Toc60135707)

[Bijlage IV Overzicht verkregen kappa waardes 29](#_Toc60135708)

[Bijlage V Percentage onzeker gescoord per spiergroep 31](#_Toc60135709)

# 1. Inleiding

In Nederland hebben naar schatting ongeveer 200.000 mensen een spier- en/of zenuwaandoening1. Spier- en zenuwaandoeningen kunnen in beeld gebracht worden door middel van spierechografie. Dit wordt ook wel neuromusculaire echografie genoemd. Neuromusculaire echografie is een zich snel ontwikkelende techniek voor het diagnosticeren, monitoren en bijdragen aan het vergemakkelijken van de behandeling van patiënten met spier- en zenuwaandoeningen2. Neuromusculaire echografie is een mobiele technologie, die non-invasief, pijnloos en zonder straling wordt uitgevoerd. Door middel van echografie kan de textuur van een spier in beeld gebracht worden. Veranderingen in de textuur van een spier kunnen wijzen op een spier- of zenuwziekte. Verder is het mogelijk om veranderingen van de anatomie van de zenuwen en spieren in beeld te brengen én contracties en fasciculatie van spieren waar te nemen2,3. Het uitvoeren van spierechografie naast EMG-onderzoek zorgt voor significante verbetering van de diagnostische zekerheid bij patiënten die verdacht worden van een neuromusculaire aandoening. Ook verhoogt het de detectie van fasciculatie met 30-50%2. De sensitiviteit en specificiteit van spierechografie voor het opsporen van neuromusculaire aandoeningen is hoog (90-95%). Spierechografie is uitstekend geschikt voor screening, diagnosticeren en follow-up van neuromusculaire aandoeningen4,5.

De spierechografie is nog moeilijk op grote schaal te implementeren vanwege het feit dat de kwalitatieve analyse afhankelijk is van de ervaring van de beoordelaar en de kwantitatieve analyse afhankelijk is van apparaat- en software specifieke normaalwaarden6. Er zijn nieuwe ontwikkelingen gaande om het diagnostische proces te automatiseren, te objectiveren en om weefselbeweging te kwantificeren die nieuwe inzichten in de pathofysiologie kunnen opleveren. De referentiewaardes die nodig zijn voor de kwantitatieve analyse zijn zeer apparatuur afhankelijk en zijn arbeidsintensief om te verkrijgen6. De referentiewaardes zijn nodig om de echo-intensiteit van de spierechobeelden bij verschillende personen op de juiste manier te interpreteren. Afhankelijk van de echo-intensiteit wordt er een diagnose “wel of geen spierziekte” gesteld. Spierechografie wordt momenteel nog niet optimaal benut in het diagnosticeren van neuromusculaire aandoeningen, vanwege de tijdsinvesteringen die nodig zijn om beoordelaars ervaring te laten opdoen en omdat referentiewaarden voor een groot aantal spieren verzameld moet worden2,4,6. Momenteel wordt spierechografie alleen nog maar gestructureerd uitgevoerd op gespecialiseerde afdelingen met een groot aanbod aan neuromusculaire aandoeningen. Hierdoor kan er voldoende ervaring opgedaan worden in het visueel beoordelen van de echografiebeelden. In een ziekenhuis met een groot aanbod spierechografie onderzoeken kan het verzamelen van referentiewaarden de moeite waard zijn4.

Er zijn verschillende manieren om spierechografiebeelden te beoordelen: semi-kwantitatief met gebruikmaking van de Heckmatt methodeen kwantitatief met berekenen van de gemiddelde grijswaarde en vergelijking met een referentie7. Dit laatste wordt ook wel Quantitative Muscle Ultrasound (QMUS) genoemd. De valkuilen van de kwantitatieve analyse worden verder toegelicht in het theoretisch kader. Het beoordelen van spierechobeelden door middel van de Heckmatt methode is een visuele beoordeling en is gebruiksvriendelijk maar met enkele valkuilen waardoor dit de sensitiviteit beperkt in het detecteren van neuromusculaire aandoeningen (maximaal rond de 75%)4. Eén nadeel is dat de schaal niet lineair is met de ernst van de pathologie. In de praktijk wordt gevonden dat een Heckmatt graad 2 spier ongeveer 50-50 kans heeft om normaal of afwijkend te zijn en er geen verschil in betekenis is tussen graad 3 en graad 4 waar de diagnostiek een niet follow-up betreft6. Dit suggereert dat er opnieuw nagedacht moet worden over het scoresysteem door wellicht een vereenvoudigde methode te gebruiken waarbij de spier visueel, en volledig kwalitatief, wordt beoordeeld als “normaal”, “onzeker” of “afwijkend”. De hypothese is dat hoe meer ervaring de beoordelaar heeft, hoe minder scans in de categorie “onzeker” zullen belanden. Om potentiële beoordelaars in de praktijk verder te helpen wordt dit door middel van dit praktijkgericht onderzoek onderzocht.

Het doel van dit praktijkgericht onderzoek is om het voor onervaren beoordelaars beter mogelijk te maken om spierechografiebeelden accuraat te beoordelen. Dit wordt gedaan door middel van het beoordelen van spierechografiebeelden met het vereenvoudigd scoresysteem.

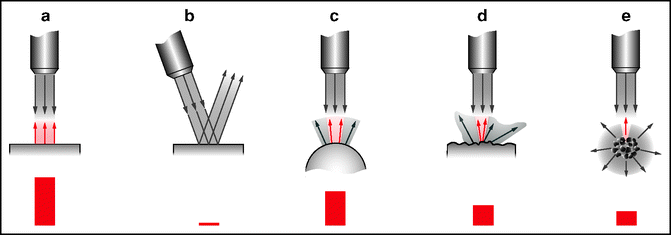
Uit deze inleiding volgt de hoofdvraag: In hoeverre kan het vereenvoudigde visuele scoresysteem van spierechografiebeelden accuraat worden toegepast door onervaren beoordelaars? Om deze hoofdvraag te beantwoorden worden de volgende deelvragen gesteld:

* Wat is de interbeoordelaarvariabiliteit van de vereenvoudigde methode door onervaren beoordelaars en ervaren beoordelaar?
* Wat is de interbeoordelaarvariabiliteit van de vereenvoudigde methode vergeleken met de Heckmatt methode en de kwantitatieve analyse?
* In hoeverre komen de beoordelingen overeen tussen onervaren, ervaren beoordelaars en de kwantitatieve analyse als er gekeken wordt naar de spieren apart van elkaar?
* Wat is de intrabeoordelaarvariabiliteit van de vereenvoudigde methode door onervaren beoordelaars?
* Hoeveel patiënten van onze onderzoeksgroep worden in de categorie ‘'onzeker’' geplaatst, uitgesplitst naar de ervaring van de beoordelaar?

# 2. Theoretisch kader

## 2.1 Hoe komt het echografiebeeld tot stand

Echografie is een non-invasieve beeldvormingstechniek. Door middel van hoogfrequente geluidsgolven komt een echografie beeld tot stand. Deze geluidsgolven worden het lichaam in gestuurd met een transducer. In het lichaam verandert de richting van de geluidsgolven door het contact met weefsels in het lichaam die allemaal verschillende dichtheden hebben. De geluidsgolven kunnen terug gereflecteerd worden naar de transducer en hierdoor als een pixel zichtbaar worden op het echoapparaat, afgekaatst worden of verspreid worden in het weefsel (figuur 1). Dit hangt af van de invalshoek van de geluidsgolven en de dichtheid van het weefsel6. Hierdoor ontstaat er een echografiebeeld dat een beeld geeft van de gescande oppervlakte, in dit geval dus de spieren.



Figuur 1. a.) reflectie b.) afkaatsing c.) rond oppervlakte met zowel reflectie als afkaatsing d.) onregelmatige ondergrond met reflectie en verschillende manieren afkaatsing e.) verspreiding van de geluidsgolven. De rode balk onderin geeft de hoeveelheid ontvangen pixels op de transducer weer.

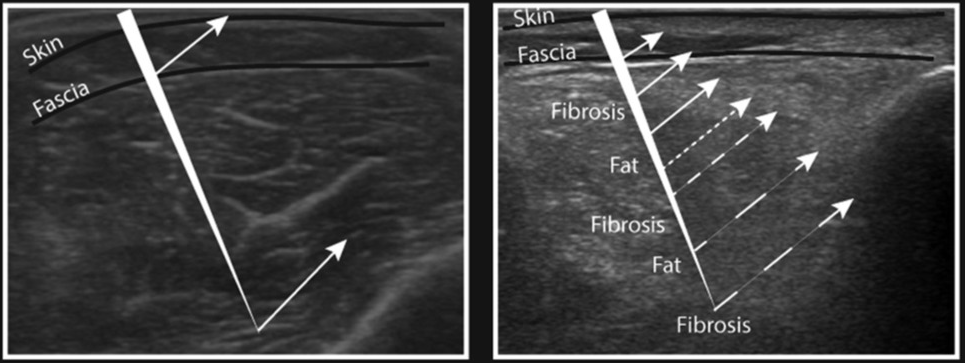
## 2.2 Neuromusculaire aandoeningen

Neuromusculaire aandoeningen (NMA) hebben invloed op het neuromusculaire systeem. Het kan problemen veroorzaken in de spieren, in de zenuwen die de spieren aansturen en in de overgang tussen de zenuwen en spieren8,9. Er bestaan ongeveer 600 spierziekten, een aantal voorbeelden zijn ALS, musculaire dystrofie en Myasthena Gravis. De meeste neuromusculaire aandoeningen, zoals spinale musculaire atrofie en Duchenne, zijn erfelijk maar een ontsteking of een auto-immuunziekte kan ook een oorzaak zijn voor een neuromusculaire aandoening1,8. NMA-patiënten hebben meestal krachtsverlies in de armen en benen. Indien de zenuwen aangetast zijn, kunnen patiënten tintelingen of een doof gevoel in handen en/of voeten krijgen. Vermoeidheid, pijn in gewrichten en/of spieren, minder goed tegen kou kunnen, minder uithoudingsvermogen en slik- of ademhalingsproblemen zijn verdere symptomen9. De kenmerken en klachten nemen meestal in de loop van het leven toe10. Aandoeningen aan de spieren en/of zenuwen kunnen gediagnosticeerd en geprognosticeerd worden door aanvullende onderzoeken als spierechografie, MRI-scans en erfelijkheidsonderzoek, maar ook door bloedonderzoek, EMG-onderzoek en door het nemen van een biopsie. Deze laatste drie opties worden momenteel nog het vaakst benut2,10.

## 

## 2.3 Spierechografie bij neuromusculaire aandoeningen

Spierechografie wordt bij neuromusculaire aandoeningen gebruikt omdat zieke spieren verandering tonen in textuur, samenstelling, afbraak van spiervezels en vervanging van gezonde spiervezels door fibrose en vervetting. Deze veranderingen in het spierweefsel zorgen voor een verhoging van echografie reflectie waardoor de spieren lichter tonen op het echobeeld (figuur 2)6.

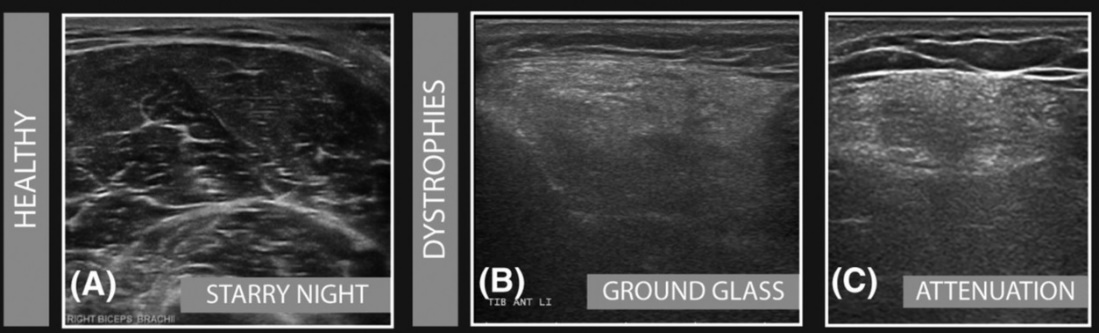


Figuur 2. Spierechografie reflectie van gezonde (links) en van zieke (rechts) spier.

Het visueel beoordelen van spierechografie is een goede screening voor neuromusculaire aandoeningen, vooral in spieren die moeilijk klinisch te beoordelen zijn of waarbij EMG-onderzoek moeilijk uitvoerbaar is door gebrek aan medewerking van de patiënt of door de moeilijk bereikbare locatie van de spier. De spierechografie wordt veelal gebruikt om voorafgaand aan een EMG-onderzoek de meest abnormale spieren te selecteren, en zo onnodig naald EMG te voorkomen6.

Het visueel beoordelen en scoren van spieren is afhankelijk van de ervaring van de beoordelaar. Alle gezonde spieren in het lichaam zien er allemaal verschillend uit op het echografiebeeld. Dit komt door verschillende architectuur en bindweefsel samenstelling van de verschillende spieren. De echo intensiteit verschilt niet alleen per spier, maar is ook afhankelijk van leeftijd, geslacht en BMI van de patiënt2. Patiënten met een hoge BMI (>25) hebben meer intramusculair vet. Dit resulteert in witte spieren met een minder duidelijke vezelstructuur6. Naarmate iemand een hogere BMI heeft, hoe ‘'slechter’' of ‘'afwijkender’' het echobeeld eruitziet. Bij een hoge BMI kan de spier er dus afwijkend uit zien terwijl dit niet zo hoeft te zijn. Net zoals de BMI heeft de leeftijd ook invloed op het echobeeld. Naarmate de leeftijd stijgt zal, door degeneratie, de spier meer vet en bindweefsel bevatten. Dit wordt ook wel sarcopenie (spierveroudering) genoemd6. Leeftijdsafhankelijke toename van de echo intensiteit is ook spier- en geslachtsafhankelijk. Na een leeftijd van 40 jaar neemt de dikte van de spier af. Dit is ook geslachtsafhankelijk, de spieren van mannen zijn namelijk gemiddeld dikker. Vergeleken met vrouwen neemt de dikte van de spieren van mannen naarmate de leeftijd stijgt sneller af11. Verder zijn spieren met een onderliggend botstructuur eenvoudiger te beoordelen dan spieren zonder een botstructuur eronder. Alle bovenstaande informatie is gebruikt om te bepalen in welke categorie de spier werd geplaatst (normaal, onzeker of afwijkend).

Bij dystrofie van de spieren worden spiervezels vervangen door vetweefsel en is er een toename van bindweefsel in de spier (fibrose). Dit resulteert uiteindelijk in een homogene verhoging van de grijswaarden in de spier (figuur 3B), waarbij het beeld een zogenaamd ‘'groundglass’' (=matglas) aspect krijgt. Als pathologie vergevorderd is zal de bovenste laag van de aangedane spier veel reflecteren van het echosignaal. Dit effect heet “attenuation” (verzwakking) en resulteert in een duidelijk zichtbare bovenste spierlaag met een donker gebied eronder (figuur 3C)6.



Figuur 3. Spierechografie van een gezonde biceps brachii (A). Ground glass bij de tibialis anterior (B). Attenuation bij de rectus femoris (C).

## 2.4 Beoordelingsmethoden

### 2.4.1 Heckmatt

De Heckmatt methode is gebaseerd op een inschatting van de grijswaardes van de spier, de spiertextuur en de mate van verzwakking van het echosignaal in het weefsel. De Heckmatt methode bestaat uit een scoresysteem met 4 gradaties2.

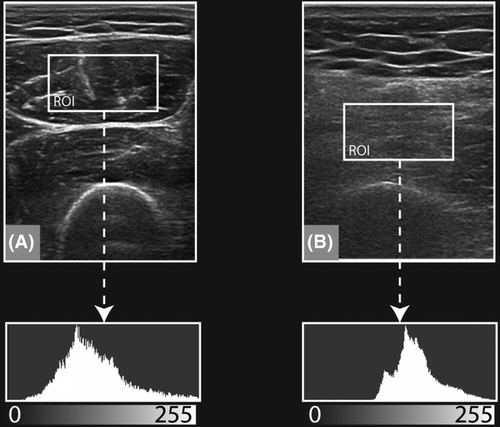
* Heckmatt gradatie I: Past bij het voorkomen van een gezonde spier met duidelijk zichtbare spiertextuur en minimale verzwakking van het echosignaal, zodat onderliggende botstructuren en spierranden duidelijk te zien zijn.
* Heckmatt gradatie II: Geeft een geringe verhoogde echo intensiteit van de algehele spier aan, zonder verzwakking van het echosignaal voor de onderliggende structuren.
* Heckmatt gradatie III: Geeft een verder verhoogde echo intensiteit en enige verzwakking van het echosignaal, met verminderde weergave van de onderliggende structuren.
* Heckmatt gradatie IV: Compleet witte spier met sterke verzwakking van het echosignaal, zonder zicht op onderliggende botstructuren en spierranden

De grijswaardes zijn echter spier- leeftijd-, gewicht-, lengte- en geslachtsafhankelijk. De nadelen van deze visuele manier van beoordelen zijn om te beginnen dat de methode uit 1980 komt en gemaakt is voor de quadriceps spier, waarbij er gebruik is gemaakt van oudere apparatuur met relatief lage scanfrequenties, terwijl er tegenwoordig hogere scanfrequenties gebruikt worden met naast een verbeterde resolutie ook meer scattering en verzwakking van het echogeluid. Ook wordt er bij de Heckmatt methode rekening gehouden met de onderliggende botstructuur voor het bepalen van de graad waardoor er bij spieren die geen onderliggende botstructuur hebben, minder makkelijk gebruik kan worden gemaakt van deze methode5.

### 2.4.2 Kwantitatieve analyse

Het beoordelen van spierechografiebeelden met behulp van de kwantitatieve analyse (QMUS) is op dit moment de meest betrouwbare en meest sensitieve manier voor het diagnosticeren van neuromusculaire aandoeningen. Bij de kwantitatieve analyse wordt er gebruikt gemaakt van de gemiddelde echo intensiteit óf een backscatter techniek. De backscatter techniek geeft de hoeveelheid signaal dat door het weefsel gereflecteerd wordt naar de transducer weer (in dB)6.

Tijdens dit praktijkgericht onderzoek is de kwantitatieve analyse van de beelden gedaan door het RadboudUMC doormiddel van de eerste techniek. Hierbij wordt de gemiddelde echo intensiteit berekend door middel van een ‘'region of interest’' (ROI). De gemiddelde echo intensiteit wordt vergeleken met een referentie. Elke spier heeft een eigen referentie waarbij er rekening wordt gehouden met de invloed van leeftijd, geslacht en gewicht. De grootte van de ROI heeft invloed, hoe groter de ROI hoe minder variabel het resultaat is. De gemeten grijswaardes worden als een Z-score weergegeven. Dit is het aantal standaarddeviaties van de gemiddelde echo intensiteit voor de desbetreffende spier gecorrigeerd voor bovenstaande variabelen6. De kwantitatieve analyse kijkt naar grijswaardes binnen de geselecteerde ROI maar houdt geen rekening met focale afwijkingen. Zo kan een spier bij de beoordeling met de kwantitatieve analyse als normaal worden gezien door normale gemiddelde grijswaarde terwijl er visueel focale afwijkingen zichtbaar zijn. Daarnaast kan een spier volledig vervetten, waarbij de grijswaarde weer daalt tot in de normale range. Ook hier zal de grijswaarde analyse de afwijking dan niet oppikken. De kwantitatieve methode is apparatuursafhankelijk waardoor er per echografie apparatuur een grote hoeveelheid normaalwaardes verzameld moeten worden en dat kost veel tijd. Zonder een correctiemodel voor deze apparatuursafhankelijke instellingen zal dit blijven bestaan8.



Figuur 4. Grayscale histograms function in ImageJ (0 = black and 255 = white) for a region of interest (ROI) in a healthy (A) and diseased muscle (B)

### 2.4.3 Vereenvoudigde methode

De vereenvoudigde methode, of het nieuwe scoresysteem, is ontwikkeld door de afdeling Klinische Neurofysiologie van het RaboudUMC. Deze afdeling heeft veel ervaring in het ontwikkelen en het gebruik van kwalitatieve én kwantitatieve spierechografie, en voert ongeveer 500 klinische spierechografie onderzoeken per jaar uit sinds 2003. In vergelijking met de Heckmatt methode (semi-kwantitatieve beoordeling) worden de beelden hier kwalitatief gescoord. Tijdens de "vereenvoudigde" beoordeling wordt de Heckmatt methode ook in acht genomen maar de interpretatie is breder dan de Heckmatt methode alleen. De kennis van de beoordelaar, patiëntkenmerken en de klinische context worden namelijk ook meegenomen in de beoordeling. Bij het beoordelen van de beelden volgens het nieuwe scoresysteem neemt de beoordelaar dus zowel informatie van de grijswaarde, spiertextuur, verzwakking van het echosignaal, als ook de patiënt en veronderstelde diagnose mee in de beoordeling6. De beelden worden hierbij gescoord in drie simpele categorieën: normaal, onzeker of afwijkend. Volgens verkennend onderzoek uit het RadboudUMC is bekend dat de beoordeling van de ervaren beoordelaar, in vergelijking met de kwantitatieve analyse, meestal overeenkomt.

# 3. Methode

## 3.1 Onderzoeksopzet

In dit observationele, kwantitatieve, vergelijkende en retrospectieve databaseonderzoek zijn spierechografiebeelden beoordeeld door middel van de vereenvoudigde methode. Voor het scriptie-onderzoek is er gebruik gemaakt van een gerandomiseerde database waarbij de patiënten met bijbehorende spierechografiebeelden random toegewezen zijn aan de twee onervaren beoordelaars. De database is afkomstig uit het RadboudUMC te Nijmegen. De beelden waren al visueel beoordeeld door een ervaren beoordelaar door middel van de vereenvoudigde methode, de Heckmatt methode en door middel van de kwantitatieve analyse (QMUS). De beelden zijn door de twee onervaren beoordelaars, apart van elkaar, op meerdere meetmomenten beoordeeld waardoor de intrabeoordelaarvariatie beoordeeld kon worden. Ook is de interbeoordelaarvariatie tussen de ervaren en onervaren beoordelaars bepaald. De beelden zijn in twee delen beoordeeld. Eerst zijn er 29 patiënten op twee verschillende momenten beoordeeld. Daarna zijn er nog eens 21 patiënten, op twee verschillende momenten, beoordeeld.

Doordat er van reeds verkregen data gebruik is gemaakt, waarbij patiënten geen bezwaar hebben aangegeven voor nader gebruik van de gegevens voor wetenschappelijk onderzoek, was er geen ethische toetsing vereist. Hierdoor is de wet Medisch Wetenschappelijk Onderzoek (WMO) met mensen in acht genomen. Door patiëntgegevens te anonimiseren alvorens deze te verwerken en toe te passen in dit onderzoek is de Wet Bescherming Persoonsgegevens ook in acht genomen.

## 3.2 Onderzoekspopulatie

Tijdens het praktijkgericht onderzoek is er gebruik gemaakt van een selectie van gegevens uit een database met +- 1.100 patiënten vanuit de afdeling Klinische Neurofysiologie van het RadboudUMC te Nijmegen. In de gebruikte patiëntendatabase zitten patiënten van alle leeftijden uit de periode mei 2017 tot en met augustus 2020. Er is een selectie gemaakt van patiënten waarvan de echografiebeelden beoordeeld zijn door de kwantitatieve analyse én door ervaren beoordelaars door middel van de vereenvoudigde methode en de Heckmatt methode. Deze selectie is gemaakt door een student Geneeskunde die voor zijn onderzoek werkzaam was op de afdeling KNF van het RadboudUMC en toegang had tot de database.

Voor dit onderzoek zijn er 609 spierechobeelden afkomstig van 50 patiënten geselecteerd. Er is voor een populatie van 50 patiënten gekozen omdat dit qua aantal binnen het tijdsbestek haalbaar was om te beoordelen. Hierbij zijn er geen specifieke neuromusculaire aandoeningen geïncludeerd en geëxcludeerd, omdat de spierechografiebeelden beoordeeld zijn zonder dat de beoordelaars vooraf wisten of de spier afwijkend was of dat de patiënt een neuromusculaire aandoening had. Bij het beoordelen van spierechografiebeelden met de vereenvoudigde methode is er per patiënt rekening gehouden met de factoren die de echo intensiteit van de spier kunnen veranderen zoals leeftijd, BMI, geslacht en de gescande spier. Mede hierdoor zijn er ook geen patiënten a priori geëxcludeerd.

In het protocol spierechografie van de KNF-afdeling van het RadboudUMC worden er meerdere spieren gescand. Alle gescande spieren zullen meegenomen worden in de beoordeling. De hoeveelheid spieren die per patiënt onderzocht zijn hangt af van de vraagstelling voor het onderzoek (zie bijlage I).

## 3.3 Materiaal en methode

Alle echografiebeelden zijn afkomstig van één echografieapparaat uit het RadboudUMC, de Esaote MylabTwice met een LA533 Linear 3-13 mHz probe. Tijdens het maken van deze echografiebeelden zijn de apparatuur instellingen constant gehouden (zie bijlage II voor het scanprotocol).

Bij elke echografieafbeelding is er in Clinical Assistent, het ziekenhuisinformatiesysteem, zowel door de ervaren als onervaren beoordelaar gekeken naar de leeftijd, BMI, geslacht en spier. Al deze informatie is door de beoordelaar gebruikt om te bepalen in welke categorie de spier geplaatst moest worden (1= normaal, 2= onzeker of 3= afwijkend). Naast dat de beelden met de vereenvoudigde methode zijn beoordeeld, zijn de beelden gelijktijdig ook met de Heckmatt methode beoordeeld. De spierechografiebeelden zijn door de onervaren beoordelaars, op twee meetmomenten, apart van elkaar beoordeeld.

### 3.3.1 Data verzamelen

Voor het onderzoek zijn per echografiebeeld de volgende gegevens genoteerd:

* **De beoordelaar**

Hierbij zijn de onervaren beoordelaars twee studenten van de opleiding MBRT met uitstroomprofiel KNF en de ervaren beoordelaar is één van drie klinisch neurofysiologen uit het RadboudUMC. In dit onderzoek is een ervaren beoordelaar een neuroloog die minimaal +/- 500 patiënten met in totaal ongeveer 5000 spierechografiebeelden heeft gezien.

* **Deel 1 en 2**

Deel 1 bestaande uit 29 patiënten (301 echografiebeelden)

Deel 2 bestaande uit 21 patiënten (308 echografiebeelden)

* **Meetmoment 1 en 2**

De meetmomenten zijn niet specifiek genoemd in SPSS maar weergegeven als o.a. cat\_IG\_1 en Hcat\_FM\_2. Hierbij staan de getallen 1 en 2 voor de eerste en tweede beoordeling. Om de betrouwbaarheid te vergroten zat er minimaal twee dagen tussen de meetmomenten.

* **Beoordeling vereenvoudigde methode (1= normaal, 2= onzeker, 3= abnormaal)**
* **Beoordeling Heckmatt methode (graad 1, 2, 3, 4)**
* **Beoordeling kwantitatieve analyse**

De beoordeling van de kwantitatieve analyse wordt weergegeven als 1= normaal en 3= afwijkend. Bij een Z-score van 0-2 wordt de spier als normaal beoordeeld en wordt er een cijfer 1= normaal gegeven.

Bij een Z-score van >2, wordt de spier als afwijkend beoordeeld en wordt er een cijfer 3= afwijkend gegeven.

* **Patiëntnummer**

Voor opzoeken echobeelden in het ziekenhuissysteem. De patiëntnummers zijn niet in deze scriptie verwerkt.

* **Geslacht (0= man, 1= vrouw)**
* **Leeftijd (in jaren)**
* **BMI**

De BMI is weergegeven met één cijfer achter de komma. Tijdens het beoordelen van de spierechografiebeelden wordt er onder andere rekening gehouden met de BMI.

* **Spier (zie bijlage I voor de verschillende spieren)**

De data van de onervaren beoordelaars zijn eerst onafhankelijk van elkaar in Excel verzameld. Daarna zijn de beoordelingen, volgens de vereenvoudigde- en de Heckmatt-methode, van de onervaren beoordelaars in SPSS gezet. Hierbij zijn de rest van de bovenstaande gegevens toegevoegd. Bij het beoordelen van de echografiebeelden heeft elke beoordelaar (ervaren en onervaren) eenzelfde beeldscherm gebruikt waardoor er geen rekening gehouden is gehouden met beeldschermafhankelijkheid.

### 3.3.2 Statistische analyse

Tijdens het uitvoeren van het praktijkgericht onderzoek is er data verzameld. De data zijn verzameld in IBM SPSS Statistics van het RadboudUMC. De data zijn geanalyseerd door gebruik te maken van de Cohen’s Kappa. Cohen’s Kappa zegt iets over de mate van overeenstemming tussen twee beoordelaars (interbeoordelaarvariabiliteit). Hoe dichter de kappa waardes bij de 1 komen hoe beter de overeenstemming. De indeling van de kappa is als volgt: slecht (k < 0), gering (0-0,20), matig (0,21-0,40), redelijk (0,41-0,60), voldoende tot goed (0,61-0,80) en bijna perfect (0,81-1,00).

Cohen’s Kappa is goed te gebruiken bij nominale en ordinale data zoals de data die verkregen wordt bij de vereenvoudigde methode en de Heckmatt methode. De Cohen’s Kappa is gebruikt om de inter- en intrabeoordelaarsvariabilieit tussen twee beoordelaars en/of meetmomenten te berekenen12. Om te bepalen hoe vaak de spierechobeelden beoordeeld zijn met 2= onzeker is de tabel bij de Cohen’s Kappa waardes gebruikt.

Nadat alle resultaten zijn verzameld zijn de percentages ‘'normaal’', ‘'onzeker’' en ‘'afwijkend’' per spier bepaald. Deze percentages zijn in een Excel-bestand verwerkt en als bijlage toegevoegd.

Om de gestelde hypothese te toetsen op significantie is er een p-waarde nodig. De p-waarde staat voor de kans dat de nulhypothese volgens de gegeven steekproef waar is. Voor het onderzoek is er een p-waarde van p=<0.05 aangehouden (minder dan 5% dat de nulhypothese waar is)13.

# 4. Resultaten

In totaal zijn er voor dit onderzoek 609 spierechografiebeelden van 50 patiënten geïncludeerd.

Van de 50 patiënten waren er 24 mannen en 26 vrouwen. De gemiddelde leeftijd bedroeg 46,94 jr. (SD: 15,4 jr., range 5-73 jaar) (zie tabel 1).

Deze patiënten zijn door de onervaren beoordelaars in twee delen beoordeeld. Tijdens het eerste deel van dit onderzoek zijn er 29 patiënten beoordeeld met gezamenlijk 301 spierechografiebeelden; deze zijn op twee momenten beoordeeld. Tijdens het tweede deel zijn er 21 patiënten beoordeeld met gezamenlijk 308 echografiebeelden, ook inclusief een tweede beoordelingsmoment (zie bijlage IV). De ervaren beoordelaar heeft alle 609 spierechografiebeelden op één meetmoment beoordeeld in plaats van de onervaren beoordelaars op twee meetmomenten. Hierdoor is er geen intrabeoordelaarsvariabiliteit berekend van de ervaren beoordelaar.

**Tabel 1. Statistiek dataset**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistiek** | | | | | |
|  | | age in years | weight in kg | length in m | BMI |
| N | Valid | 609 | 609 | 609 | 609 |
| Mean | | 46,94 | 78,09 | 1,7349 | 25,750 |
| Median | | 48,00 | 79,00 | 1,7400 | 25,469 |
| Std. Deviation | | 15,417 | 18,354 | ,12842 | 5,1245 |
| Range | | 68 | 122 | ,82 | 29,8 |
| Minimum | | 5 | 18 | 1,14 | 13,9 |
| Maximum | | 73 | 140 | 1,96 | 43,7 |

In tabel 2 is weergegeven hoe het totale aantal van 50 patiënten met de vereenvoudigde methode zijn gescoord. De waardes zijn berekend op meetmoment 2. In de tabel wordt de Z- score genoemd. De Z-score geeft de grijswaarden weer in getallen. De Z-score wordt weergegeven met 0-2 of >2. 0-2 is normaal en >2 is afwijkend. In tabel 2 zijn de percentages normaal, onzeker en afwijkend weergegeven voor de kwantitatieve analyse en de ervaren en onervaren beoordelaars.

**Tabel 2. Overall waardes vereenvoudigde methode**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kwantitatieve analyse (Z-score) | Ervaren beoordelaar | Onervaren beoordelaar1 | Onervaren beoordelaar2 |
| 87%normaal | 59.1%normaal | 46.5%normaal | 63.2%normaal |
| 0%onzeker | 18.1%onzeker | 26.1%onzeker | 26.8%onzeker |
| 13%afwijkend | 22.8%afwijkend | 27.4%afwijkend | 10%afwijkend |

In tabel 2 is te zien dat door middel van de kwantitatieve analyse de meeste beelden normaal gescoord worden. De onervaren beoordelaars scoren meer beelden onzeker in vergelijking met de ervaren beoordelaar.

## 4.1 Interbeoordelaarvariabiliteit

De interbeoordelaarvariabiliteit is bepaald voor de onervaren beoordelaars in vergelijking met elkaar en de ervaren beoordelaar. In tabel 3 zijn de kappa waardes voor de onervaren beoordelaars in relatie tot de ervaren beoordelaar weergegeven. De kappa waardes zijn bepaald op meetmoment 1 (MM1) en meetmoment 2 (MM2). De waardes zijn berekend met het totale aantal van 50 patiënten.

**Tabel 3. Kappa waardes voor de interbeoordelaarvariabiliteit**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Beoordelaar 1 – beoordelaar 2 | Beoordelaar 1- ervaren beoordelaar | Beoordelaar 2- ervaren beoordelaar |
| Vereenvoudigde methode | MM1 0.284  MM2 0.323 | MM1 0.379  MM2 0.405 | MM1 0.370  MM2 0.388 |
| Heckmatt methode | MM1 0.242  MM2 0.124 | MM1 0.383  MM2 0.382 | MM1 0.341  MM2 0.288 |

In tabel 3 is zichtbaar dat de kappa waardes van de interbeoordelaarsvariabiliteit van de vereenvoudigde methode hoger liggen dan die van de Heckmatt methode. Zowel bij de onervaren beoordelaars met elkaar vergeleken als bij beide onervaren beoordelaars vergeleken met de ervaren beoordelaar.

In tabel 4 zijn de kappa waardes voor de vier verschillende beoordelingsmomenten weergegeven.

**Tabel 4. Kappa waardes voor de interbeoordelaarvariabiliteit per deel**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Beoordelaar 1 – beoordelaar 2 | Beoordelaar 1- ervaren beoordelaar | Beoordelaar 2- ervaren beoordelaar |
| Vereenvoudigde methode | Deel 1 MM1 0.380  Deel 1 MM2 0.196  Deel 2 MM1 0.194  Deel 2 MM2 0.227 | Deel 1 MM1 0.440  Deel 1 MM2 0.406  Deel 2 MM1 0.319  Deel 2 MM2 0.391 | Deel 1 MM1 0.347  Deel 1 MM2 0.323  Deel 2 MM1 0.393  Deel 2 MM2 0.444 |
| Heckmatt methode | Deel 1 MM1 0.308  Deel 1 MM2 0.197  Deel 2 MM1 0.169  Deel 2 MM2 0.108 | Deel 1 MM1 0.387  Deel 1 MM2 0.428  Deel 2 MM1 0.381  Deel 2 MM2 0.342 | Deel 1 MM1 0.267  Deel 1 MM2 0.228  Deel 2 MM1 0.426  Deel 2 MM2 0.360 |

De mate van overeenstemming gaat bij de onervaren beoordelaars omlaag, zowel bij de vereenvoudigde methode als bij de Heckmatt methode (zie tabel 4). Als er gekeken wordt naar de onervaren beoordelaars met de ervaren beoordelaar is er geen duidelijke daling of stijging van de mate van overeenstemming te waarnemen. Dit geldt voor zowel de vereenvoudigde- en de Heckmatt methode.

In tabel 5 zijn de kappa waardes berekend waarbij de beoordelingen met categorie 2= onzeker zijn weggelaten. Door de met onzeker beoordeelde beelden weg te laten en de kappa opnieuw te bepalen kan de mate van interbeoordelaarvariabiliteit beter uitgelicht worden.

**Tabel 5. Kappa waardes vereenvoudigde methode vs. Kwantitatieve analyse (50 patiënten)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Gemiddelde onervaren beoordelaars |  | Ervaren beoordelaar |
| Meetmoment 1 | 0.454 |  | 0.520 |
| Meetmoment 2 | 0.343 |  | 0.520 |

In tabel 5 is te zien dat de ervaren beoordelaar meer met de kwantitatieve analyse overeenkomt dan de onervaren beoordelaars. Zowel de ervaren beoordelaar als de onervaren beoordelaars scoren met een redelijke overeenstemming als er gekeken wordt naar de kappa waardes.

In bijlage V zijn de percentages ‘'normaal’', ‘'onzeker’' en ‘'afwijkend’' voor alle spieren én per spier apart te zien. Deze percentages zijn over het totale aantal van 50 patiënten berekend. Hieruit blijkt dat er een aantal spieren door zowel de ervaren beoordelaar als de onervaren beoordelaars in vergelijking tot de kwantitatieve analyse vaker ‘anders’ gescoord worden. Bij de m.vastus lateralis heeft de ervaren beoordelaar meer afwijkend gescoord (34,3%) dan bij de beoordeling van de onervaren beoordelaars (gemiddeld 14,9%) en de kwantitatieve analyse (14,9%). Zowel bij de m.tibialis anterior als de m.gastrocnemius mediale kop is er door middel van de kwantitatieve analyse minder afwijkend gescoord, respectievelijk 10,1 % en 10,1%, dan van zowel de ervaren (30,4% en 34,2%) als de onervaren beoordelaars (gemiddeld 24,7% en 29,8).

## 4.2 Intrabeoordelaarvariabiliteit

De intrabeoordelaarvariabiliteit is voor het totale aantal van 50 patiënten bepaald. Dit is gedaan voor zowel de vereenvoudigde- als voor de Heckmatt methode. In tabel 6 zijn de bijbehorende kappa waardes weergegeven.

**Tabel 6. Kappa waardes voor de intrabeoordelaarvariabiliteit**

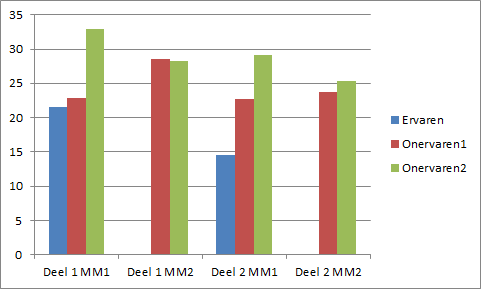
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Gemiddelde | Beoordelaar 1 | Beoordelaar 2 |
| Vereenvoudigde methode | 0.439 | 0.392 | 0.485 |
| Heckmatt methode | 0.512 | 0.434 | 0.590 |

In tabel 6 zijn de kappa-waardes per onervaren beoordelaar en de gemiddelde kappa waardes weergegeven. De gemiddelde en de individuele kappa-waarde voor de Heckmatt methode is hoger dan die voor de vereenvoudigde methode.

## 4.3 Aantal onzeker beoordeeld

Bij de vereenvoudigde methode kunnen de spierechografiebeelden in drie categorieën beoordeeld worden. Eén categorie daarvan is de categorie ‘onzeker’. De verwachting is dat hoe meer ervaring de beoordelaar heeft hoe minder beelden in de categorie onzeker beoordeeld worden (zie inleiding).

De beoordeling met de kwantitatieve analyse is weergegeven met de cijfers 1(normaal) en 3 (afwijkend). De beoordeling met de vereenvoudigde methode is weergegeven met de cijfers 1, 2 en 3. Als er gekeken wordt naar de beoordeling van beoordelaar 1 en dit vergeleken wordt met de kwantitatieve analyse zijn er 306 van 609 spierechografiebeelden beide als normaal beoordeeld en 45 beide als afwijkend beoordeeld. 136 beelden zijn er met 2= onzeker beoordeeld.

Figuur 5 staafdiagram aantal onzeker beoordeeld. Op de X-as staan de twee verschillende meetmomenten per deel beoordeelde spierechografiebeelden. Op de Y-as staan de percentages onzeker gescoord.

In figuur 5 is te zien hoe vaak de twee onervaren beoordelaars en de ervaren beoordelaar de spierechografiebeelden in de categorie ‘'onzeker’' hebben gescoord. Hiermee kan de gestelde verwachting getoetst worden. De ervaren beoordelaar heeft op één meetmoment de echobeelden beoordeeld in vergelijking met de onervaren beoordelaars die de beelden twee keer hebben beoordeeld. De ervaren beoordelaar heeft in alle beoordelingsronden minder vaak onzeker gescoord als de onervaren beoordelaars.

# 5. Discussie

Uit dit onderzoek blijkt dat de vereenvoudigde methode toepasbaar is maar matige tot redelijke kappa waarden laat zien. Er zijn dus nog een aantal aandachtspunten, hieronder worden de resultaten toegelicht en de aandachtspunten beschreven.

In dit onderzoek zijn alle gevonden kappa-waardes matig tot redelijk. In vergelijking met het artikel van Pillen et. al. is de gevonden gemiddelde intrabeoordelaarvariabiliteit voor de Heckmatt methode lager3. Voor de Heckmatt methode is volgens dit onderzoek een kappa-waarde van 0.520 gevonden. In het onderzoek van Pillen et. al. is er een waarde van 0.740 gevonden. Hieruit kan er opgemaakt worden dat de intrabeoordelaarvariabiliteit in dit onderzoek hoger uitvalt. Dit wordt mogelijk verklaard door dat de onervaren beoordelaars minder ervaring hebben met het beoordelen van de spierechografiebeelden. Hierdoor kan er twijfel ontstaan over de beoordeling wat terug te zien is in de intrabeoordelaarvariabiliteit in vergelijking met de beoordelaars in het artikel van Pillen et. al3.

Er is nog geen wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de vereenvoudigde methode. Hierdoor kan de intrabeoordelaarvariabiliteit alleen vergeleken worden met de Heckmatt methode. De gemiddelde kappawaarde van de intrabeoordelaarvariabiliteit van zowel de Heckmatt- als van de vereenvoudigde methode is bij de 21 patiënten hoger dan van de eerste 29 patiënten. Dit kan verklaard worden door het leereffect van de onervaren beoordelaars. Hoe meer spierechobeelden er beoordeeld zijn hoe constanter er gescoord wordt.

De interbeoordelaarvariabiliteit van de Heckmatt methode is lager dan die van de vereenvoudigde methode zowel bij de onervaren beoordelaars als in de vergelijking met de ervaren beoordelaar. Een mogelijk oorzaak is dat de Heckmatt methode meerdere mogelijkheden heeft (gradatie 1 tot en met gradatie 4). Maar de verwachting is dat de vereenvoudigde methode eenvoudiger toe te passen is en daardoor voor een betere interbeoordelaarvariabiliteit zorgt. In dit onderzoek is voor de Heckmatt methode een interbeoordelaarvariabiliteit tussen de onervaren en ervaren beoordelaars verkregen van 0.397. Dit is vergelijkbaar met Pillen et. al. waar de interbeoordelaarvariabiliteit 0.370 bedraagt3.

De interbeoordelaarvariabiliteit voor de ervaren beoordelaar vergeleken met de kwantitatieve analyse is 0.520. De onervaren beoordelaars hebben een kappa waarde van gemiddeld 0.450 (=matig). Hieruit blijkt dat er door middel van visueel scoren nog vaak fout-positief of fout-negatief gescoord wordt. De kwantitatieve analyse wordt gezien als de gouden standaard2,5. Er werd van tevoren verwacht dat de kappa waarde voor de ervaren beoordelaar vergeleken met de kwantitatieve analyse meer richting de 1 (= bijna perfecte interbeoordelaarvariabiliteit) zou gaan dan de waarde van 0.520 (=redelijk) die nu gevonden is. Hieruit kan de hypothese gesteld worden of de kwantitatieve analyse dan echt de gouden standaard is of dat er visueel meer rekening gehouden wordt met alle patiëntafhankelijke variabelen waardoor de visuele methode mogelijk toch betrouwbaarder is.

Bij de kwantitatieve analyse wordt een spier altijd als normaal of afwijkend beoordeeld. Hierna wordt er bepaald of het spierechografie onderzoek afwijkend is of niet. Als de beelden visueel als onzeker worden beoordeeld kan het betekenen dat dit onderzoek geen duidelijke uitslag geeft en dus geen meerwaarde (maar ook geen onjuiste informatie) heeft voor de diagnose van de patiënt.

Uit dit onderzoek blijkt dat de onervaren beoordelaars gemiddeld meer spieren in de categorie ‘'onzeker’' scoren dan de ervaren beoordelaar. De ervaren beoordelaar zal vaker met zekerheid kunnen zeggen of een spier afwijkend is of niet. Terwijl de onervaren beoordelaars vaker twijfelen en deze spier dan in onzeker plaatsen. Dit is zoals verwacht.

In de resultaten zijn de percentages voor ‘'normaal’', ‘'onzeker’' en ‘'afwijkend’' beschreven. Hieruit blijkt dat deze percentages niet altijd overeenkomen als de beoordelingen worden vergeleken met de kwantitatieve analyse. Dit zou kunnen komen doordat deze spieren lastig zijn om visueel te beoordelen of juist omdat deze visueel beter te beoordelen zijn dan de kwantitatieve analyse. Hier zou specifiek naar gekeken moeten worden om te achterhalen waar deze discrepantie ontstaat.

De vereenvoudigde methode heeft voordelen ten opzichte van de bestaande spierechografie beoordelingsmethode. Spieren zonder botstructuur kunnen beter beoordeeld worden met de categorieën ‘'normaal’', ‘'onzeker’' of ‘'afwijkend’'in plaats van met de Heckmatt methode5. De Heckmatt methode maakt gebruik van de onderliggende botstructuur, deze beperking heeft de vereenvoudigde methode niet. Ook hoeven er geen ROI’s ingetekend te worden én geen echo intensiteiten berekend te worden zoals bij de kwantitatieve analyse. Bovendien hoeft er geen bestaande dataset beschikbaar te zijn om normaalwaardes te verkrijgen wat bij de kwantitatieve analyse wel nodig is. Dit is zeer tijdrovend waardoor dit niet wordt toegepast in andere ziekenhuizen. Bij de vereenvoudigde methode is dit niet aan de orde en kan de spierechografie makkelijker worden toegepast.

# 6. Conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat de vereenvoudigde methode toepasbaar is voor onervaren beoordelaars maar dat er nog wel een aantal aandachtspunten zijn. De beoordelingen door middel van de vereenvoudigde methode scoren matig als er gekeken wordt naar de kappa waardes en naar de hoeveelheid echografiebeelden die onzeker gescoord zijn. Dit suggereert dat de beoordelaars betere scholing nodig hebben of meer ervaring moeten opdoen om de vereenvoudigde methode toe te passen zodat dit beter overeenkomt met de ervaren beoordelaar. Hierdoor kan naar verwachting het onderzoek een bijdrage leveren aan de diagnose en/of het behandelplan voor de patiënt.

Hoeveel scholing er nodig is om onervaren beoordelaars op te leiden voor het goed beoordelen van de spierechografiebeelden is uit dit onderzoek niet duidelijk geworden. Hier zal verder onderzoek voor nodig zijn.

# Literatuur

1. Over spierziekten. Internetsite van het spierfonds. Beschikbaar via: spierfonds.nl/spierziekten. Geraadpleegd 2020 okt.
2. van Alfen, N., Mah, J.K. Neuromuscular Ultrasound: A New Tool in Your Toolbox. The Canadian Journal of Neurological Sciences (2018).
3. Pillen, S., Keimpema, M., Nievelstein, R.A.J., Verrips, A., van Kruijsbergen-Raijman, W., Zwarts, M.J. Skeletal muscle ultrasonography: Visual versus quantitative evaluation. National Library of Medicine (2006). (9):1315-21
4. Mah, J.K., van Alfen, N. Neuromuscular Ultrasound: Clinical Applications and Diagnostic Values. The Canadian Journal of Neurological Sciences (2018).
5. van Alfen, N., Gijsbertse, K., de Korte, C.L. How useful is muscle ultrasound in the diagnostic workup of neuromusculair diseases. National Library of Medicine (2018). (5):568-574
6. Wijntjes, J., van Alfen, N. Muscle Ultrasound: Present State and Future Opportunities. Muscle & Nerve-Wiley Online Library (2020).
7. Heckmatt, J.Z., Dubowitz, V., Leemans, S. Detection of pathological change in dystrophic muscle with B-scan ultrasound imaging. National Library of Medicine (1980). (8183):1389-90
8. S. Pillen, I.M.P. Arts, M.J. Zwarts. Muscle ultrasound in neuromusculair disorders. Muscle & Nerve-Wiley Online Library (2008)
9. Internetsite over neuromusculaire aandoeningen. Revalidatiecentrum het Roessingh 2020. Beschikbaar via:<https://www.roessingh.nl/uw-diagnose/neuromusculaire-aandoeningen-nma>. Geraadpleegd 2020 nov.
10. Internetsite over spierziekten. Spierziekten Nederland 2020. Beschikbaar via:<https://www.spierziekten.nl/vragen/>. Geraadpleegd 2020 nov.
11. I.M.P. Arts, S. Pillen, B.G.M. van Engelen, H.J. Schelhaas, M.J. Zwarts. Spierechografie: een techniek in beweging. Tijdschrift Neurol Neurochir (2009). 110:114-21
12. Internetsite over Cohen’s Kappa. Amsterdam UMC 2020. Beschikbaar via:wikistatistiek.amc.nl. Geraadpleegd 2020 okt.
13. Visser, R. College statistiek algemeen 2020 sept 7.
14. Bakker, E., Buuren van, H (2014). Onderzoek in de gezondheidszorg

# Bijlage I Spieren en bijbehorende meetpunten

Spieren die meegenomen zijn in deze scriptie en de bijbehorende meetpunten

Cervicale spieren

|  |  |
| --- | --- |
| [m. biceps brachii](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=0157cb0f-4661-457a-8315-19fb944faa7b) | 2/3 van de lijn acromion - elleboogplooi |
| [m. deltoideus](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=4a79589c-e862-4d5e-901b-d5c8523ed86c) | 1/4 van de lijn acromion - laterale epicondyl |
| [m. flexor carpi radialis](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=a901b0d5-5909-4bba-a780-8d6571fc7f2f) | 1/3 van de lijn elleboogplooi - radiuskop |
| [m. flexor digitorum profundus](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=4d5df339-2f28-407e-8d05-dcc5b7877fb9) | 1/3 van de lijn sulcus olecrani - processus styloideus van de ulna |
| [m. interosseus dorsalis I](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=c9fb0438-a107-4a10-a6f5-a2af81503b2c) | tussen duim en wijsvinger |
| [m. sternocleidomastoideus](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=c7e2045c-649b-499f-8107-6b1f10d1eb9f) | 1/2 van de lijn oorlel - clavicula |
| [m. trapezius](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=5a512f79-4005-4f62-96bb-505b7bca6d55) | 1/2 van de lijn proces transversus C7 - acromion |

### 

Lumbosacrale spieren

|  |  |
| --- | --- |
| [m. biceps femoris](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=e802eab5-0c6b-4ab6-b96b-1ef4ec7e0933) | 1/2 van de lijn bilplooi - knieplooi |
| [m. extensor digitorum brevis](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=12755d70-e198-447d-a610-8ae9574de1c7) | lokaliseer spier tussen het os cuboideum en os cuneiforme laterale |
| [m. gastrocnemius mediale kop](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=1da42216-9fda-4bcb-9786-ff9e80256368) | 1/3 van de lijn knieholte - mediale malleolus |
| [m. peroneus tertius](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=b9d38fb4-8d2d-46b5-b48c-9304a1e72367) | 1/5 van de lijn laterale malleolus - fibula kop |
| [m. rectus femoris](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=efefcaf8-07d0-4544-969a-78a2656aef68) | 1/2 van de lijn spina iliaca - bovenrand patella |
| [m. tibialis anterior](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=c5c3bb66-878c-4321-927f-eb3619d44e5c) | 1/3 van de lijn onderrand patella - laterale malleolus |
| [m. vastus lateralis](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=2dda9935-6579-48f6-b71e-7adce821a47b) | 2/3 van de laterale lijn spina iliaca - bovenrand patella |

Bulbaire spieren

|  |  |
| --- | --- |
| [m. geniohyoideus](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=02d09f50-cc32-4a5c-90b8-69baa2b55c09) | Onder de kin met gesloten mond, positie op plek waar m. mylohyoideus het dunst is |
| [m. masseter](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=017627ff-66bd-48c9-ad42-0464039c9227) | Evenwijdig aan de kaakrand |

### 

Thoracale spieren

|  |  |
| --- | --- |
| [m. rectus abdominis](https://qportaal.umcn.nl/iProva/Management/HyperlinkLoader.aspx?HyperlinkID=0de0e8e8-7404-49a1-be86-60aadc645525) | 2 cm boven de navel |

**Vraagstelling**

De keuze voor de te meten spieren is afhankelijk van de vraagstelling

Screening neuromusculaire aandoening KIND

|  |  |
| --- | --- |
| **LINKS** | **RECHTS** |
| m. biceps brachii | m. flexor carpi radialis |
| m. tibialis anterior | m. vastus lateralis |
|  | m. gastrocnemius mediale kop |

Screening neuromusculaire aandoening VOLWASSEN

|  |  |
| --- | --- |
| **DOMINANTE ZIJDE (armen)** | **NIET-DOMINANTE ZIJDE (armen)** |
| m. deltoideus | m. flexor carpi radialis |
| m. biceps brachii | m. interosseus dorsalis I |

|  |  |
| --- | --- |
| **LINKS (benen)** | **RECHTS (benen)** |
| m. vastus lateralis | m. gastrocnemius mediale kop |
| m. tibialis anterior | m. peroneus tertius |

Myositis/inflammatoire myopathie

|  |  |
| --- | --- |
| **BILATERAAL (armen)** | **BILATERAAL (benen)** |
| m. deltoideus | m. vastus lateralis |
| m. biceps brachii | m. tibialis anterior |
| m. flexor carpi radialis | m. gastrocnemius mediale kop |
| m. flexor digitorum profundus |  |

MND protocol ALS/PMA

|  |  |
| --- | --- |
| **BILATERAAL** | **BILATERAAL** |
| m. geniohyoideus (unilateraal) | m. flexor carpi radialis |
| m. digastricus | m. interosseus dorsalis I |
| m. masseter | m. rectus abdominis |
| m. sternocleidomastoideus | m. rectus femoris |
| m. trapezius | m. tibialis anterior |
| m. biceps brachii | m. gastrocnemius mediale kop |

# Bijlage II Protocol spierechografie

Apparatuur instellingen en uitvoering onderzoek

|  |
| --- |
| Benodigd materiaal |
| Apparatuur: Esaote MylabTwice met een LA533 Linear Probe 3-13 mHz |
| Werkwijze |
| **Basishandelingen**  Voor aanvang van de meting worden het gewicht, lengte en handdominantie van de patiënt genoteerd.  De patiënt neemt plaats op de onderzoeksbank, waarbij gezorgd worden voor een ontspanning houding in rugligging. De armen moeten gestrekt en in supinatiestand langs het lichaam gehouden worden, ontspannen rustend op de onderzoeksbank. Benen moeten gestrekt liggen met de voeten recht omhoog wijzend (de benen in neutrale positie qua endo- en exorotatie).  **Positie metingen**  Bepaal de positie van de metingen, het precieze meetpunt wordt aangetekend op de huid (zie bijlage I voor spieren en locatie meetpunt)  **Apparatuur**   * Selecteer de juiste patiënt uit de worklist * Kies de juiste transducer: Probe LA533 en selecteer de voorgeprogrammeerde setting: small parts-Qumia Caus 4 of 6 cm afhankelijk van welke spier je gaat meten * Controleer de instelling: Preset 4 cm Qumia Caus Gain 50%, diepte 44 mm * Preset 6 cm Qumia Caus Gain 50%, diepte 67 mm * Zorg dat de TCG instelling in het midden staat * Breng voldoende gel aan op de transducer zodat het gehele probe oppervlak contact maakt met de gel * Richt de 'punt' van de transducer naar **links** en plaats de transducer op het afmeetpunt in transversale positie op de huid |

# Bijlage III SPSS tabellen met bijbehorende kappa waardes

Tabellen behorende bij de resultaten

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode vergelijking Beoordelaar 1 en Beoordelaar 2 meetmoment 1** | | | | | |
|  | | Beoordelaar 2 meetmoment 1 | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Beoordelaar 1  meetmoment 1 | normal | 248 | 68 | 3 | 319 |
| uncertain | 75 | 49 | 12 | 136 |
| abnormal | 31 | 72 | 51 | 154 |
| Total | | 354 | 189 | 66 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,284 | ,030 | 9,936 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode vergelijking Beoordelaar 1 en Beoordelaar 2 meetmoment 2** | | | | | |
|  | | Beoordelaar 2 meetmoment 2 | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Beoordelaar 1  meetmoment 2 | normal | 249 | 33 | 1 | 283 |
| uncertain | 86 | 61 | 12 | 159 |
| abnormal | 50 | 69 | 48 | 167 |
| Total | | 385 | 163 | 61 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,323 | ,029 | 11,618 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode intrabeoordelaarsvariabiliteit Beoordelaar 1** | | | | | |
|  | | Meetmoment 2 | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Meetmoment 1 | normal | 224 | 76 | 19 | 319 |
| uncertain | 48 | 46 | 42 | 136 |
| abnormal | 11 | 37 | 106 | 154 |
| Total | | 283 | 159 | 167 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,284 | ,030 | 9,936 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode intrabeoordelaarsvariabiliteit Beoordelaar 2** | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | Meetmoment 2 | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Meetmoment 1 | normal | 312 | 42 | 0 | 354 |
| uncertain | 68 | 94 | 27 | 189 |
| abnormal | 5 | 27 | 34 | 66 |
| Total | | 385 | 163 | 61 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,485 | ,031 | 15,269 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Heckmatt scale vergelijking Beoordelaar 1 en Beoordelaar 2 meetmoment 1** | | | | | | | |  | | Beoordelaar 2 meetmoment 1 | | | | Total | | Heckmatt grade 1 | Heckmatt grade 2 | Heckmatt grade 3 | Heckmatt grade 4 | | Beoordelaar 1 meetmoment 1 | Heckmatt grade 1 | 249 | 42 | 8 | 0 | 299 | | Heckmatt grade 2 | 150 | 80 | 12 | 1 | 243 | | Heckmatt grade 3 | 8 | 29 | 18 | 2 | 57 | | Heckmatt grade 4 | 0 | 1 | 8 | 1 | 10 | | Total | | 407 | 152 | 46 | 4 | 609 |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance | | Measure of Agreement | Kappa | ,242 | ,032 | 7,990 | ,000 | | N of Valid Cases | | 609 |  |  |  | | a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | | | b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Heckmatt scale vergelijking Beoordelaar 1 en Beoordelaar 2 meetmoment 2** | | | | | | | | Count | | | | | | | |  | | Beoordelaar 2 meetmoment 2 | | | | Total | | Heckmatt grade 1 | Heckmatt grade 2 | Heckmatt grade 3 | Heckmatt grade 4 | | Beoordelaar 1 meetmoment 2 | Heckmatt grade 1 | 240 | 40 | 2 | 0 | 282 | | Heckmatt grade 2 | 194 | 53 | 16 | 0 | 263 | | Heckmatt grade 3 | 16 | 25 | 12 | 2 | 55 | | Heckmatt grade 4 | 0 | 1 | 7 | 1 | 9 | | Total | | 450 | 119 | 37 | 3 | 609 |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance | | Measure of Agreement | Kappa | ,124 | ,029 | 4,428 | ,000 | | N of Valid Cases | | 609 |  |  |  | | a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | | | b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Heckmatt scale intrabeoordelaarsvariabiliteit Beoordelaar 1** | | | | | | | |  | | Meetmoment 2 | | | | Total | | Heckmatt grade 1 | Heckmatt grade 2 | Heckmatt grade 3 | Heckmatt grade 4 | | Meetmoment 1 | Heckmatt grade 1 | 215 | 80 | 4 | 0 | 299 | | Heckmatt grade 2 | 65 | 155 | 22 | 1 | 243 | | Heckmatt grade 3 | 2 | 28 | 27 | 0 | 57 | | Heckmatt grade 4 | 0 | 0 | 2 | 8 | 10 | | Total | | 282 | 263 | 55 | 9 | 609 |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance | | Measure of Agreement | Kappa | ,434 | ,032 | 13,709 | ,000 | | N of Valid Cases | | 609 |  |  |  | | a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | | | b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Heckmatt scale intrabeoordelaarsvariabiliteit Beoordelaar 2** | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | Meetmoment 2 | | | | Total | | Heckmatt grade 1 | Heckmatt grade 2 | Heckmatt grade 3 | Heckmatt grade 4 | | Meetmoment 1 | Heckmatt grade 1 | 385 | 22 | 0 | 0 | 407 | | Heckmatt grade 2 | 61 | 82 | 9 | 0 | 152 | | Heckmatt grade 3 | 4 | 14 | 27 | 1 | 46 | | Heckmatt grade 4 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 | | Total | | 450 | 119 | 37 | 3 | 609 |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance | | Measure of Agreement | Kappa | ,590 | ,032 | 18,332 | ,000 | | N of Valid Cases | | 609 |  |  |  | | a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | | | b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | | |
|  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode vergelijking met kwantitatieve analyse Beoordelaar 1 meetmoment 1** | | | | | |
|  | | Vereenvoudigde methode | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| z score <2 or >=2 | 1 (normal) | 306 | 115 | 109 | 530 |
| 3 (abnormal) | 13 | 21 | 45 | 79 |
| Total | | 319 | 136 | 154 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,171 | ,025 | 7,680 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode vergelijking met kwantitatieve analyse Beoordelaar 2 meetmoment 1** | | | | | |
|  | | Vereenvoudigde methode | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| z score <2 or >=2 | 1 (normal) | 348 | 151 | 31 | 530 |
| 3 (abnormal) | 6 | 38 | 35 | 79 |
| Total | | 354 | 189 | 66 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,227 | ,025 | 11,724 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode vergelijking met kwantitatieve analyse Beoordelaar 1 meetmoment 2** | | | | | |
|  | | Vereenvoudigde methode | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| z score <2 or >=2 | 1 (normal) | 276 | 141 | 113 | 530 |
| 3 (abnormal) | 7 | 18 | 54 | 79 |
| Total | | 283 | 159 | 167 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,182 | ,023 | 8,927 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vereenvoudigde methode vergelijking met kwantitatieve analyse Beoordelaar 2 meetmoment 2** | | | | | |
|  | | Vereenvoudigde methode | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| z score <2 or >=2 | 1 (normal) | 379 | 118 | 33 | 530 |
| 3 (abnormal) | 6 | 45 | 28 | 79 |
| Total | | 385 | 163 | 61 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,241 | ,026 | 11,520 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 1 vereenvoudigde methode meetmoment 1** | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | Ervaren beordelaar | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Beoordelaar 1 | normal | 259 | 37 | 23 | 319 |
| uncertain | 72 | 37 | 27 | 136 |
| abnormal | 29 | 36 | 89 | 154 |
| Total | | 360 | 110 | 139 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,379 | ,030 | 12,894 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 2 vereenvoudigde methode meetmoment 1** | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | Visual assessment 3 categories (normal, uncertain, abnormal) | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Visual assessment 3 categories (normal, uncertain, abnormal) FA\_1 | normal | 288 | 50 | 16 | 354 |
| uncertain | 68 | 49 | 72 | 189 |
| abnormal | 4 | 11 | 51 | 66 |
| Total | | 360 | 110 | 139 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,370 | ,030 | 12,890 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 1 vereenvoudigde methode meetmoment 2** | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | Ervaren beoordelaar | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Beoordelaar 1 | normal | 245 | 30 | 8 | 283 |
| uncertain | 75 | 47 | 37 | 159 |
| abnormal | 40 | 33 | 94 | 167 |
| Total | | 360 | 110 | 139 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,405 | ,029 | 14,121 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 2 vereenvoudigde methode meetmoment 2** | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | Visual assessment 3 categories (normal, uncertain, abnormal) | | | Total |
| normal | uncertain | abnormal |
| Visual assessment 3 categories (normal, uncertain, abnormal) FA\_2 | normal | 306 | 56 | 23 | 385 |
| uncertain | 51 | 46 | 66 | 163 |
| abnormal | 3 | 8 | 50 | 61 |
| Total | | 360 | 110 | 139 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,388 | ,030 | 13,423 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 1 Heckmatt scale meetmoment 1** | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | Ervaren beoordelaar | | | | Total |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Beoordelaar 1 | Heckmatt grade 1 | 265 | 33 | 1 | 0 | 299 |
| Heckmatt grade 2 | 111 | 123 | 8 | 1 | 243 |
| Heckmatt grade 3 | 13 | 37 | 7 | 0 | 57 |
| Heckmatt grade 4 | 0 | 1 | 4 | 5 | 10 |
| Total | | 389 | 194 | 20 | 6 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,383 | ,031 | 11,891 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 2 Heckmatt scale meetmoment 1** | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | Ervaren beoordelaar | | | | Total |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Beoordelaar 2 | Heckmatt grade 1 | 321 | 85 | 1 | 0 | 407 |
| Heckmatt grade 2 | 59 | 82 | 11 | 0 | 152 |
| Heckmatt grade 3 | 9 | 24 | 8 | 5 | 46 |
| Heckmatt grade 4 | 0 | 3 | 0 | 1 | 4 |
| Total | | 389 | 194 | 20 | 6 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,341 | ,034 | 10,195 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 1 Heckmatt scale meetmoment 2** | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | Ervaren beoordelaar | | | | Total |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Beoordelaar 1 | Heckmatt grade 1 | 253 | 29 | 0 | 0 | 282 |
| Heckmatt grade 2 | 128 | 129 | 6 | 0 | 263 |
| Heckmatt grade 3 | 8 | 36 | 10 | 1 | 55 |
| Heckmatt grade 4 | 0 | 0 | 4 | 5 | 9 |
| Total | | 389 | 194 | 20 | 6 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,382 | ,031 | 11,964 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ervaren beoordelaar vergeleken met Beoordelaar 2 Heckmatt scale meetmoment 2** | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | Ervaren beoordelaar | | | | Total |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Beoordelaar 2 | Heckmatt grade 1 | 337 | 110 | 3 | 0 | 450 |
| Heckmatt grade 2 | 44 | 63 | 11 | 1 | 119 |
| Heckmatt grade 3 | 8 | 20 | 6 | 3 | 37 |
| Heckmatt grade 4 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| Total | | 389 | 194 | 20 | 6 | 609 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  | | Value | Asymptotic Standard Errora | Approximate Tb | Approximate Significance |
| Measure of Agreement | Kappa | ,288 | ,035 | 8,771 | ,000 |
| N of Valid Cases | | 609 |  |  |  |
| a. Not assuming the null hypothesis. | | | | | |
| b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis. | | | | | |

# Bijlage IV Overzicht verkregen kappa waardes

**Vereenvoudigde methode 29 patiënten**

Intrabeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1 = 0.354

Intrabeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 2 = 0.435

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 1 = 0.380​

​

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 2= 0.433

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 1 en ervaren beoordelaar

Meetmoment 1= 0.440​

Meetmoment 2= 0.406​

​

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 2 en ervaren beoordelaar​

Meetmoment 1= 0.347​

Meetmoment 2= 0.323

Onzeker gescoord Beoordelaar 1 (gemiddeld 76)

Meetmoment 1: 66/301

Meetmoment 2: 86/301

Onzeker gescoord Beoordelaar 2 (gemiddeld 92)

Meetmoment 1: 99/301

Meetmoment 2: 85/301

**Vereenvoudigde methode 21 patiënten**

Intrabeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1 = 0.414

Intrabeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 2 = 0.536

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 1 = 0.194

​

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 2= 0.227

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 1 en ervaren beoordelaar

Meetmoment 1= 0.319​

Meetmoment 2= 0.391

​

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 2 en ervaren beoordelaar​

Meetmoment 1= 0.393

Meetmoment 2= 0.444

Onzeker gescoord Beoordelaar 1 (gemiddeld 71,5)

Meetmoment 1: 70/308

Meetmoment 2: 73/308

Onzeker gescoord Beoordelaar 2 (gemiddeld 84)

Meetmoment 1: 90/308

Meetmoment 2: 78/308

**Vereenvoudigde methode 50 patiënten**

Intrabeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1 = 0.392

Intrabeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 2 = 0.485

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 1 = 0.284

​

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 2= 0.323

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 1 en ervaren beoordelaar

Meetmoment 1= 0.379

Meetmoment 2= 0.405

​

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 2 en ervaren beoordelaar​

Meetmoment 1= 0.370

Meetmoment 2= 0.388

Onzeker gescoord Beoordelaar 1

Meetmoment 1: 136/609

Meetmoment 2: 159/609

Onzeker gescoord Beoordelaar 2

Meetmoment 1: 189/609

Meetmoment 2: 163/609

Onzeker gescoord ervaren beoordelaar: 110/609

**Heckmatt methode 29 patiënten**

Intrabeoordelaarvariabiliteit  Beoordelaar 1  : 0.387

Intrabeoordelaarvariabiliteit  Beoordelaar 2:  0.523

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 1 = 0.308​

​

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 2= 0.197

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 1  en ervaren beoordelaar : ​

Meetmoment 1= 0.387​

Meetmoment 2= 0.428​

​

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 2 en ervaren beoordelaar: ​

Meetmoment 1= 0.267​

Meetmoment 2= 0.228

**Heckmatt methode 21 patiënten**

Intrabeoordelaarvariabiliteit  Beoordelaar 1  : 0.477

Intrabeoordelaarvariabiliteit  Beoordelaar 2:  0.664

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 1 = 0.169

​

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 2= 0.108

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 1  en ervaren beoordelaar : ​

Meetmoment 1= 0.381

Meetmoment 2= 0.342

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 2 en ervaren beoordelaar: ​

Meetmoment 1= 0.426

Meetmoment 2= 0.360

**Heckmatt methode 50 patiënten**

Intrabeoordelaarvariabiliteit  Beoordelaar 1  : 0.434

Intrabeoordelaarvariabiliteit  Beoordelaar 2:  0.590

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 1 = 0.242

​

Interbeoordelaarvariabiliteit Beoordelaar 1  en Beoordelaar 2 meetmoment 2= 0.124

​

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 1  en ervaren beoordelaar : ​

Meetmoment 1= 0.383

Meetmoment 2= 0.382

Interbeoordelaarvariabiliteit tussen Beoordelaar 2 en ervaren beoordelaar 2: ​

Meetmoment 1= 0.341

Meetmoment 2= 0.288

# Bijlage V Percentage onzeker gescoord per spiergroep

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Z-score M2** | **ervaren**  **beoordelaar M2** | **onervaren beoordelaar1 M2** | **onervaren beoordelaar2 M2** |
| Alle spieren |  | 87%normaal | 59.1%normaal | 46.5%normaal | 63.2%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 18.1%onzeker | 26.1%onzeker | 26.8%onzeker |
|  |  | 13%afwijkend | 22.8%afwijkend | 27.4%afwijkend | 10%afwijkend |
| Masseter |  | 100%normaal | 100%normaal | 28.6%normaal | 92.9%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 0%onzeker | 21.4%onzeker | 7.1%onzeker |
|  |  | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 50%afwijkend | 0%afwijkend |
| Digastric |  | 100%normaal | 100%normaal | 83.3%normaal | 100%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 0%onzeker | 16.7%onzeker | 0%onzeker |
|  |  | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend |
| Geniohyoid |  | 100%normaal | 100%normaal | 83.3%normaal | 100%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 0%onzeker | 16.7%onzeker | 0%onzeker |
|  |  | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend |
| SCM |  | 85.7%normaal | 100%normaal | 85.7%normaal | 85.7%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 0%onzeker | 14.3%onzeker | 14.3%onzeker |
|  |  | 14.3%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend |
| Trapezius |  | 61.1%normaal | 50%normaal | 33.3%normaal | 44.4%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 5.6%onzeker | 22.2%onzeker | 22.2%onzeker |
|  |  | 38.9%afwijkend | 44.4%afwijkend | 44.4%afwijkend | 33.3%afwijkend |
| Deltoid |  | 79.3%normaal | 60.3%normaal | 46.6%normaal | 39.7%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 12.1%onzeker | 27.6%onzeker | 39.7%onzeker |
|  |  | 20.7%afwijkend | 27.6%afwijkend | 25.9%afwijkend | 20.7%afwijkend |
| Biceps |  | 88%normaal | 61.3%normaal | 52%normaal | 74.7%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 18.7%onzeker | 14.7%onzeker | 20%onzeker |
|  |  | 12%afwijkend | 20%afwijkend | 33.3%afwijkend | 5.3%afwijkend |
| FCR |  | 92.1%normaal | 84.1%normaal | 82.5%normaal | 90.5%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 15.9%onzeker | 15.9%onzeker | 9.5%onzeker |
|  |  | 7.9%afwijkend | 0%afwijkend | 1.6%afwijkend | 0%afwijkend |
| FDP |  | 83.3%normaal | 58.3%normaal | 41.7%normaal | 58.3%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 16.7%onzeker | 33.3%onzeker | 41.7%onzeker |
|  |  | 16.7%afwijkend | 25%afwijkend | 25%afwijkend | 0%afwijkend |
| ID1 |  | 97.4%normaal | 89.7%normaal | 89.7%normaal | 89.7%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 10.3%onzeker | 10.3%onzeker | 10.3%onzeker |
|  |  | 2.6%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend | 0%afwijkend |
| Rectus abdominalis |  | 78.6%normaal | 7.1%normaal | 14.3%normaal | 42.9%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 42.9%onzeker | 28.6%onzeker | 57.1%onzeker |
|  |  | 21.4%afwijkend | 50%afwijkend | 57.1%afwijkend | 0%afwijkend |
| RF |  | 59.3%normaal | 33.3%normaal | 18.5%normaal | 33.3%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 22.2%onzeker | 25.9%onzeker | 48.1%onzeker |
|  |  | 40.7%afwijkend | 44.4%afwijkend | 55.6%onzeker | 18.5%afwijkend |
| VL |  | 85.1%normaal | 40.3%normaal | 43.3%normaal | 62.7%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 25.4%onzeker | 37.3%onzeker | 26.9%onzeker |
|  |  | 14.9%afwijkend | 34.3%afwijkend | 19.4%afwijkend | 10.4%afwijkend |
| TA |  | 89.9%normaal | 51.9%normaal | 43%normaal | 54.4%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 17.7%onzeker | 24.1%onzeker | 29.1%onzeker |
|  |  | 10.1%afwijkend | 30.4%afwijkend | 32.9%afwijkend | 16.5%afwijkend |
| GM |  | 89.9%normaal | 48.1%normaal | 22.8%normaal | 53.2%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 17.7%onzeker | 35.4%onzeker | 29.1%onzeker |
|  |  | 10.1%afwijkend | 34.2%afwijkend | 41.8%afwijkend | 17.7%afwijkend |
| PerT |  | 94.9%normaal | 51.3%normaal | 15.4%normaal | 51.3%normaal |
|  |  | 0%onzeker | 38.5%onzeker | 51.3%onzeker | 48.7%onzeker |
|  |  | 5.1%afwijkend | 10.3%afwijkend | 33.3%afwijkend | 0%afwijkend |
|  | | | | | |