Zuyd Hogeschool

Scriptie

Telemedicine: Meten vanuit de woonkamer.

Een onderzoek naar de criteriumvaliditeit van bewegingsregistratie middels de interactive Digital Body Posture Scan (iDBPS).

Studenten:

Rick Quaaden, 1834487

Roger Willems, 1819321

Quincy Abbing, 1853090

1ste Begeleider: Dr. Albère J.A. Köke

2de Begeleider: Dr. Li-Juan Jie

Opdrachtgevers: Roel Bindels, lecturer Zuyd University of Applied Sciences,

Dr. Janjaap van der Net, Kinderbewegingscentrum UMC Utrecht,

Dr. Annet van Royen- Kerkhof, Kinderarts-reumatoloog UMC Utrecht

Plaats en datum: 13-06-2021

©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Zuyd Hogeschool.

Inhoudsopgave

1. Inleiding **1**

2. Methode **4**

2.1 Onderzoeksmethode *4*

2.2 Onderzoekspopulatie *4*

2.3 De meetinstrumenten *5*

2.4 Onderzoeksopzet *7*

2.5 Dataverwerking en - analyse *12*

3. Resultaten **17**

4. Discussie **31**

Literatuurlijst **32**

Bijlage A – Childhood Myositis Assessment Scale **34**

Bijlage B – Wervingsmail **36**

Bijlage C – Informatiebrief **37**

Bijlage D – Informed consent **38**

Bijlage E – Tabellen correlatiecoëfficiënten **40**

1. Inleiding

Dermatomyositis is een chronische inflammatoire aandoening (ontsteking) van de huid en de spieren. Wanneer deze optreedt vóór de leeftijd van 16 jaar, spreekt men van juveniele dermatomyositis (JDM). JDM is een zeldzame aandoening die slechts vier tot vijf kinderen per jaar in Nederland treft. JDM komt in grote mate overeen met dermatomyositis bij volwassenen (DM). Bij JDM zijn echter vaker organen betrokken in het ontstekingsproces en is er geen associatie met kwaadaardige ziekten, zoals bij DM wel het geval is. (Van Royen-Kerkhof, 2010)

JDM kenmerkt zich door progressieve toename van malaise, lichte vermoeidheid, spierzwakte, soms koorts en een karakteristieke huiduitslag genaamd Gottronse papels (Van Royen-Kerkhof, 2010). De bovengenoemde symptomen kunnen zich al drie tot zes maanden vóór de diagnose manifesteren (Rider et al., 2016). In een aantal gevallen treedt er onderhuidse kalkafzetting (calcinosis cutis) op in de huid, ofwel dieper gelegen langs de spierfascie. Deze dieper gelegen uitslag leidt tot ontstekingen in de spier en zijn fascie. Dit zorgt in een later stadium van de ziekte voor het ontstaan van contracturen, welke op hun beurt weer leiden tot spierfunctieverlies. Voordat de diagnose JDM gesteld wordt, doorloopt de patiënt een reeks onderzoeken. De diagnostiek is gebaseerd op de aanwezigheid van tekenen van spierzwakte en spierontsteking. Vroege herkenning en behandeling van de ziekte heeft prognostisch een gunstigere uitkomst, met name op het ontwikkelen van spierzwakte, calcinosis cutis en contracturen. (Rider & Nistala, 2016)

In zowel de diagnostiek als behandeling blijkt spierzwakte dus een dominante rol te spelen bij JDM. Spierzwakte treedt in het begin predominant symmetrisch op in de proximale spieren van de schouders, heupen, nekflexoren en buikspieren. Door de spierzwakte is het kind mogelijk niet in staat tot lichamelijke activiteiten zoals aankleden, de trap op- en aflopen, het gezicht wassen of de haren kammen en lopen. Naast deze spierzwakte kan het kind last hebben van spierpijn en stijfheid (Rider et al., 2016).

Een van de belangrijkste aspecten van ziektemanagement is het serieel testen van spierkracht van diverse spiergroepen en het lichamelijk functioneren. Dit stelt de therapeut namelijk in staat om longitudinaal de vordering van de patiënt vast te stellen. Deze metingen spelen een essentiële rol in het bepalen van de behandeling en het effect van de

therapie (Rennebohm et al., 2004). Om spierzwakte bij kinderen met JDM vast te stellen, wordt doorgaans het meetinstrument 'Childhood Myositis Assessment Scale' (CMAS) ingezet. De CMAS, die terug te vinden is in bijlage A, bestaat uit 14 lichamelijke manoeuvres, die gericht zijn op het vaststellen van spierzwakte in de proximale spiergroepen en gordelspieren van de onderste en bovenste extremiteiten. Voorbeelden van CMAS-manoeuvres zijn: het hoofd heffen, de duur van het heffen van het been en het van ruglig naar buiklig rollen. De CMAS heeft een potentieel bereik van 0-52, waarbij een hogere score duidt op meer spierkracht en -uithoudingsvermogen. (Lovell et al., 1999)

Daar JDM zeldzaam is, zijn er maar weinig artsen met expertise op dit gebied. Hierdoor wordt de CMAS bij JDM-patiënten in Nederland enkel afgenomen in UMC-ziekenhuizen. Om het ziektebeeld te monitoren, dient de patiënt, afhankelijk van het ziektestadium, frequent naar een UMC te reizen. Dit resulteert in veel reistijd, waardoor de belasting op kind en ouder groot is. Deze belasting draagt bij aan meer school- en werkverzuim, dat de ziektelast vergroot. Daarnaast zorgt de Covid pandemie ervoor dat ziekenhuiscontroles voor het bijsturen van de behandeling minder goed mogelijk zijn en minder snel plaatsvinden. Door gebruik te maken van technologie is het wellicht mogelijk om vanuit thuis te meten, waardoor bovenstaande nadelen worden vermeden.

Een voorbeeld van dergelijke technologie is 'telemedicine'. Telemedicine wordt omschreven als het inzetten van Informatie- en Communicatietechnologie (ICT) in de gezondheidszorg, waar afstand een kritische factor is en welke medische zorg thuis mogelijk maakt.. Het doel van telemedicine is het verbeteren van de gezondheid van patiënten en hun omgeving door het uitwisselen van valide informatie voor diagnose, behandeling en preventie (World Health Organisation [WHO], 2010).

Om telemedicine te kunnen toepassen binnen het ziektebeeld JDM, is de interactive Digital Body Posture Scanning (iDBPS) ontworpen door dhr. R. Bindels. Het doel van deze telemedicine is de waarnemende deskundige te vervangen door de iDBPS wanneer het meetinstrument CMAS afgenomen wordt. De iDBPS is namelijk een technologische tool die bewegingen kan analyseren, interpreteren en herevalueren. Door middel van een webcam en bepaalde software worden er 17 referentiepunten (enkels, knieën, heupen, polsen, ellebogen, schouders, ogen, oren en neus) op het lichaam geregistreerd en tweedimensionaal weergegeven. De software van de iDBPS is in staat om de bewegingsregistratie te koppelen aan zogeheten 'meetregels' van de CMAS. Een meetregel zorgt ervoor dat een bepaalde waarneming van de iDBPS vertaald kan worden in een

bepaalde interpretatie of score. Als voorbeeld: Een patiënt heft de armen boven het hoofd, maar kan de ellebogen hierbij niet strekken. Volgens de CMAS wordt hier score 2 aan gekoppeld. Door invoering van meetregels interpreteert de iDBPS een dergelijke uitvoering ook als score 2. Zodoende zou de iDBPS in staat moeten zijn om de beweging te analyseren, te interpreteren, een CMAS-score hieraan te koppelen en dit digitaal weer te geven per onderdeel. Dit betekent dat de iDBPS als “tele-medicine” zou kunnen functioneren. (persoonlijke communicatie, 11 november 2020)

Hoewel het inzetten van de iDBPS veelbelovend klinkt, staat deze technologie nog in de kinderschoenen. Wat betreft de webapplicatie lijkt de tool klaar voor gebruik, maar heeft er nog geen onderzoek plaatsgevonden naar de psychometrische eigenschappen van de iDBPS. Daarom is het van belang om te onderzoeken of de iDBPS meet wat het moet meten (validiteit). Primair moet de bewegingsregistratie van de iDBPS gevalideerd worden. Met andere woorden is het noodzakelijk dat de bewegingen die de iDBPS registreert overeenkomen met de werkelijk uitgevoerde bewegingen. Bijvoorbeeld: als iemand zijn armen boven het hoofd heft, moet de iDPBS dit ook als zodanig waarnemen. In dit onderzoek wordt er getracht de validiteit te toetsen aan de hand van een gouden standaard. Dit noemt men de criteriumvaliditeit. De criteriumvaliditeit van de iDBPS wordt bepaald door de mate waarin de bewegingsregistraties van de iDBPS correleert met de gekozen gouden standaard. In dit onderzoek wordt het Vicon Nexus systeem als gouden standaard gezien. Het Vicon Nexus systeem wordt namelijk gezien als een krachtig, allesomvattend modellerings- en verwerkingssysteem (Oxford Metrics plc, 2021), dat o.a. in gebruik wordt genomen in het MotionLab op Zuyd Hogeschool te Heerlen.

Samenvattend heeft de ontwikkeling van de iDBPS het uiteindelijke doel als telemedicine ingezet te worden bij het afnemen van de CMAS bij kinderen met JDM. Echter is het doel van dit specifieke onderzoek om te toetsen of de iDBPS bewegingen accuraat registreert. Daarom luidt de vraagstelling binnen dit onderzoek:

“Wat is de criteriumvaliditeit van de bewegingsregistratie van de iDBPS vergeleken met het Vicon Nexus systeem bij manoeuvres uit de CMAS gemeten bij gezonde studenten van de opleiding fysiotherapie te Zuyd Hogeschool?“

2. Methode

In de methode wordt de opbouw van het scriptieonderzoek beschreven. Hierin wordt achtereenvolgens de onderzoeksmethode, de onderzoekspopulatie, de meetinstrumenten, de onderzoeksopzet, de dataverwerking en de data-analyse toegelicht.

2.1 Onderzoeksmethode

In de validatiestudie werd een cross-sectionele onderzoeksopzet gehanteerd. De criteriumvaliditeit van de iDBPS werd onderzocht door de bewegingen van de proefpersoon met zowel de iDBPS als het Vicon-systeem op één moment te registreren. Voorafgaand aan deze validatiestudie was er een METC-procedure (nummer:) waarbij er goedkeuring werd gegeven voor het onderzoek.

2.2 Onderzoekspopulatie

Het is voor een criteriumvaliditeitsonderzoek gebruikelijk om eerst te toetsen op een gezonde populatie. Ongeacht de kwaliteit van de beweging of wie dit uitvoerde, ging het erom dat de iDBPS en het Vicon Nexus systeem vergelijkbaar de beweging registreerden. De onderzoekspopulatie in dit onderzoek bestond uit tien eerste-, tweede-, derde- en/of vierdejaars studenten van de opleiding Fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool. Aangaande de onderzoekspopulatie zijn er slechts een gering aantal restricties. De onderzoekspopulatie werd op grond van de volgende pragmatische redenen gekozen: Minimaal reisverkeer i.v.m. Covid-19 en er was voor de (student)onderzoekers een makkelijke toegang tot deze populatie.

De deelnemers die werden geïncludeerd, voldeden aan de volgende criteria: beheersen van de Nederlandse taal i.v.m. het begrijpen van de instructies; het zijn van 18 jaar of ouder i.v.m. een METC-aanvraag zonder WMO-plicht. Potentiële deelnemers werden geëxcludeerd wanneer zij een lichamelijke beperking hadden die hen belemmerde in het dagelijks functioneren.

Ter werving werd een mail (bijlage B) naar alle eerste-, tweede-, derde- en vierdejaarsstudenten gestuurd, met vrijblijvende aanmelding om deel te nemen aan het onderzoek.

De onderzoekspopulatie werd door middel van een quota-steekproeftrekking samengesteld: de eerste tien deelnemers die zich vrijwillig hadden aangemeld en voldeden aan de in- en exclusiecriteria, werden geselecteerd voor het onderzoek. In dit onderzoek werd gekozen voor een populatie van tien deelnemers daar dit genoeg deelnemers zijn om verzadiging van data te realiseren. Deze tien deelnemers ontvingen een mail met een informatiebrief (Bijlage C) en een informed consent (Bijlage D).

2.3 De meetinstrumenten

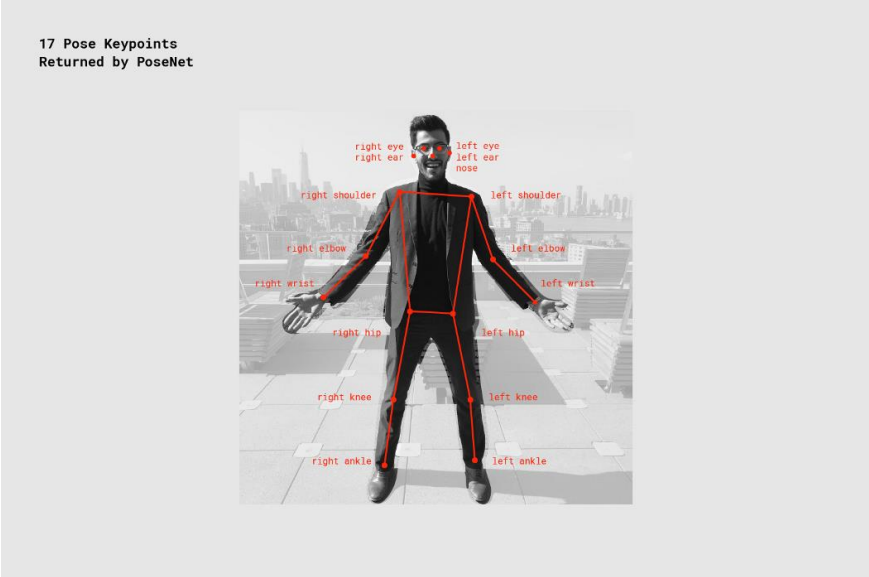
De interactive Digital Body Posture Scan (iDBPS)

De iDBPS is een webapplicatie waarmee men bewegingen door middel van een webcam tweedimensionaal (X- en Y-as) kan registreren en aan de hand van meetregels deze registraties kan analyseren, interpreteren en herevalueren.

De iDBPS maakt in de browser gebruik van “pose estimation”. Dit is een computer-vision techniek die zich typeert in de manier van identificeren, het bepalen van locatie en het traceren van een hoeveelheid keypoints op bijvoorbeeld een persoon (Fritz AI, 2020). In het geval van de iDBPS zijn de keypoints gewrichten, ogen, neus en mond.

Ook maakt de iDBPS in zijn computer-vision gebruik van een “deep learning” techniek. Bij deze techniek wordt pose estimation beschouwd als een holistisch probleem. Dit houdt in dat in het geval van niet zichtbare ledematen (blokkade in beeld) het niet betekent dat deze ook niet bestaan. Op basis van andere informatie, bijvoorbeeld de positie van andere keypoints, kunnen deze ledematen toch bepaald worden. (Toshev & Szegedy, 2014)
De zojuist benoemde deep learning techniek maakt op haar beurt gebruik van een type neuraal netwerk, specifiek ontworpen voor het uitvoeren van “image classification”. Hierbij wordt er op basis van een ruw input-beeld, eigenschappen herkend. Deze maken het mogelijk de afbeelding te classificeren. (Deshpande, 2016)

In het geval van pose estimation vertegenwoordigen de keypoints de eigenschappen, die het netwerk over de lagen heen dient vast te stellen. Het uitvoeren hiervan gebeurt bottom-up. Oftewel: Eerst worden de personen in algemene zin herkend. Dan worden uitsneden van deze personen gemaakt en vervolgens kunnen de keypoints worden herkend (zie Figuur 1).



Figuur 1. 17 geregistreerd keypoints door de iDBPS. Overgenomen uit *Real-time Human Pose Estimation in the Browser with TensorFlow.js* van D. Oved, I. Alvarado en A. Gallo, 2018 (https://medium.com/tensorflow/real-time-human-pose-estimation-in-the-browser-with-tensorflow-js-7dd0bc881cd5)

Het Vicon-systeem

In dit onderzoek werd zoals eerder gezegd gebruik gemaakt van het Vicon Nexus systeem als gouden standaard. Het Vicon-systeem analyseert bewegingen door middel van het opto-elektronische driedimensionale camerasysteem (X-, Y- en Z-as). Dit systeem bestaat uit twaalf infraroodcamera's en twee digitale videocamera's. Door het opplakken van reflecterende markers als referentiepunten op het lichaam, die met de infraroodcamera's worden waargenomen, kunnen de bewegingen van de deelnemers worden geregistreerd. Met behulp van de bijbehorende software, Vicon Nexus 2.11.1, kunnen de bewegingen worden geanalyseerd. Deze software zet de informatie vervolgens om in een digitaal gereconstrueerd beeld op basis van 39 strategisch geplaatste markers ten behoeve van de analyse. De twee digitale videocamera's maken opnames van het sagittaal- en anteriorfrontaalaanzicht tijdens de bewegingen. Met behulp van deze opnames kan de oorzaak van een foutieve meting achterhaald worden of kan er op juistheid getest worden. (Meijs, Timmermans & Titulaer, 2019).

De CMAS

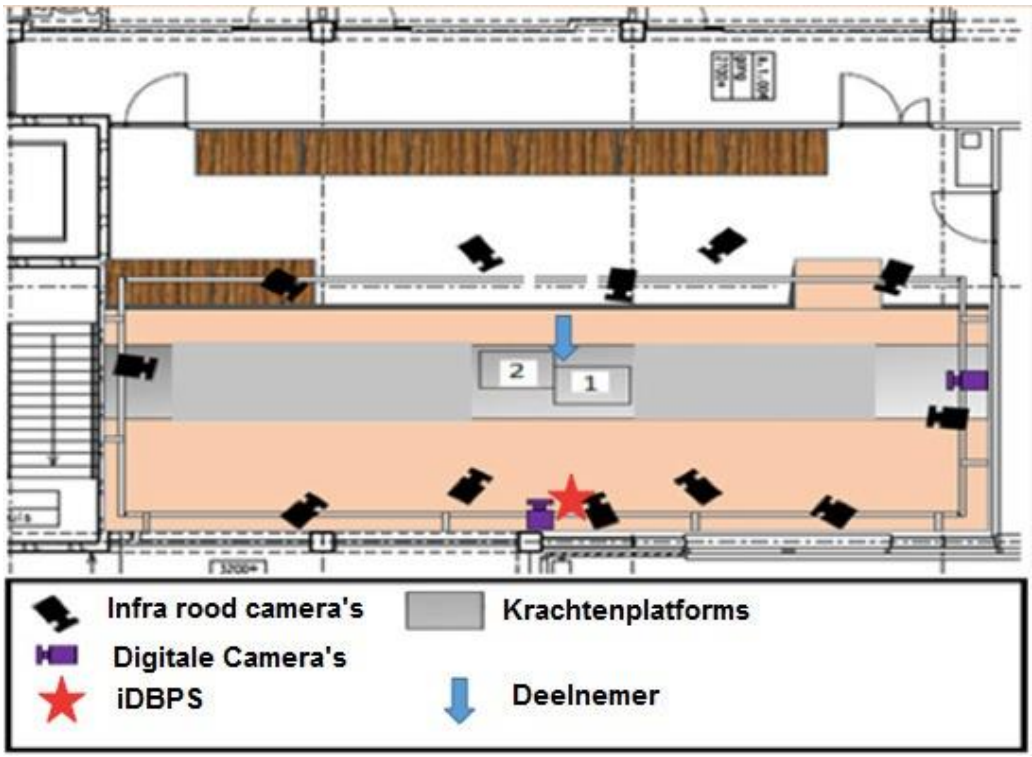
De CMAS (zie bijlage A) is een observationeel en prestatiegericht meetinstrument dat uit 14 lichamelijke manoeuvres bestaat. Het meetinstrument is gericht op het vaststellen van spierzwakte in de proximale spiergroepen en gordelspieren van de onderste en bovenste extremiteiten bij kinderen met JDM (Lovell et al., 1999). Voor elke manoeuvre krijgt de patiënt punten toegekend afhankelijk van welke gestandaardiseerde beschrijving het beste paste bij de geleverde prestatie. De maximale score die behaald kan worden is 52 punten (Rennebohm et al., 2004).

2.4 Onderzoeksopzet

Het onderzoek vond plaats in het Motion Lab te Zuyd Hogeschool, Heerlen. Hier voerden de deelnemers verschillende manoeuvres van de CMAS uit. De manoeuvres werden geregistreerd door twee camerasystemen, namelijk de iDBPS en het Vicon-systeem. De totale duur van een meting bedroeg ongeveer één tot twee uur.

Procedure

Voordat de deelnemer aanwezig diende te zijn, werd het Vicon-systeem opgestart en de opstelling van de iDBPS klaargezet. Merk op dat het Vicon systeem en de iDBPS haaks op elkaar staan en dus niet in dezelfde richting filmen, waardoor de X-as van de iDBPS gelijk is aan de Z-as van de Vicon en vice versa. Zie Figuur 2 voor een schematische opstelling.



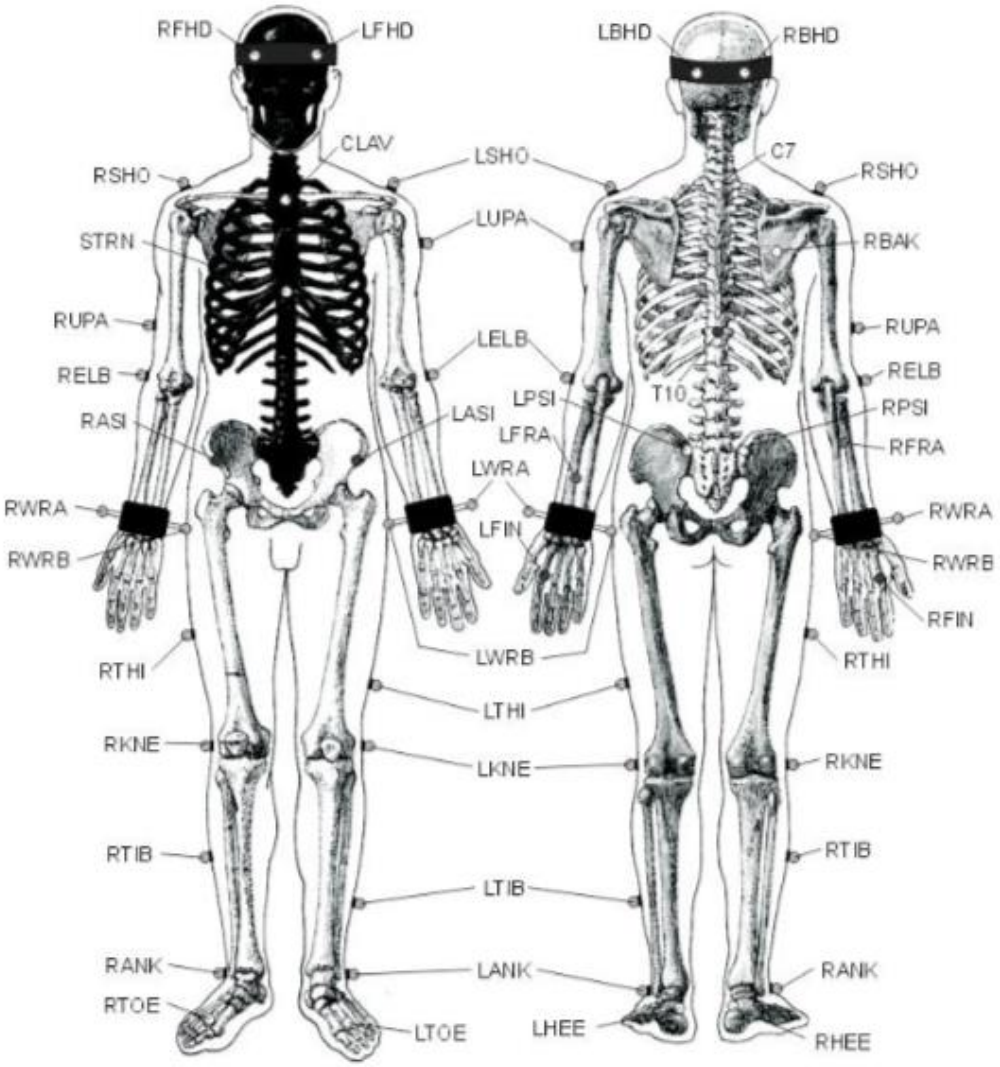
Figuur 2. Schematische opstelling Vicon systeem en iDBPS in het MotionLab te Zuyd Hogeschool. * de krachtenplatforms worden niet gebruikt binnen de opstelling van dit onderzoek

Vooraleer het Vicon-systeem gebruikt kon worden, werd het systeem handmatig gekalibreerd. De kalibratie bestond uit de volgende handelingen: Als eerste werden alle camera's gereset. Hierbij was het van belang dat er geen licht, objecten, of reflecties zichtbaar waren in het cameraveld. Na het resetten van de camera's werden deze camera's gekalibreerd m.b.v. de 'Active Wand'. De Active Wand is een dynamisch kalibratie-apparaat die beschikt over LED-lampen. Een van de studentonderzoekers nam deze Active Wand vast in zijn hand en liep met zwaaibewegingen langs alle camera's. De infraroodcamera's registreerden deze LED-lampen en werden zodoende gekalibreerd. Nadat de kalibratie was voltooid, vormden de 12 infraroodcamera's één driedimensionaal beeld. Als laatste stap in de voorbereiding werd de oorsprong van het Vicon-systeem bepaald. De Active Wand werd waterpas tussen de twee krachtenplaten gepositioneerd, zodat het systeem de vloer correct kon waarnemen. (Diederen, 2016)

Voor de registratie middels de iDBPS werd er een videocamera op een statief geplaatst. De afstand van videocamera tot deelnemer was afhankelijk van de lengte van de deelnemer,

de deelnemer diende namelijk volledig in beeld te zijn wanneer hij zijn armen boven het hoofd zou strekken. De achtergrond die geregistreerd werd door de videocamera diende voldoende contrast te hebben met de deelnemer en diende rustig te zijn.

Nadat alle voorbereidingen waren getroffen, kon de eerste deelnemer binnenkomen in het MotionLab. Samen met de deelnemer werd het informed consent ondertekend. Voor het Vicon-systeem zijn enkele gegevens van de proefpersoon noodzakelijk. Het gewicht, de lengte, de enkelbreedte, de kniebreedte, de elleboogbreedte en de polsbreedte werden om die reden opgemeten en genoteerd in het softwareprogramma. Hierna werden de markers op het lichaam van de proefpersoon aangebracht. Voor precieze lokalisatie van de markers zie Figuur 3. De deelnemer werd in het beeld van zowel het Vicon-systeem en de iDBPS gepositioneerd. Het Vicon-systeem diende wederom gekalibreerd te worden maar dan aangaande de markers die op de deelnemer waren aangebracht. Vervolgens werd iedere marker in het softwareprogramma voorzien van zijn eigen ‘label’. Het Vicon-systeem was vervolgens klaar voor gebruik. De webapplicatie van de iDBPS werd geopend, waardoor de iDBPS gereed was voor gebruik.



Figuur 3. Lokalisatie van de markers op de deelnemer. Overgenomen uit *Handleiding Vicon Nexus* van T. Diederen, 2016.
Toelichting: RFHD – right forehead; LFHD – left forehead; RBHD – right backhead; LBHD – left backhead; RSHO – right shoulder; LSHO – left shoulder; RUPA – right upper arm; LUPA – left upper arm; RELB – right elbow; LELB – left elbow; RFRA – right forearm; LFRA – left forearm; RWRA – right wrist, radial; RWRB – right wrist, ulnar; LWRA – left wrist, radial; LWRB; left wrist, ulnar; RFIN - right index finger; LFIN – left index finger; CLAV – clavicula; C7 – 7th cervical vertebrae; STRN – sternum; T10 – 10th thoracal vertebrae; RASI – right SIAS; LASI – left SIAS; RPSI – right SIPS; LPSI – left SIPS; RTHI – right thigh; LTHI – left thigh; RKNE – right knee; LKNE – left knee; RTIB – right tibia; LTIB – left tibia; RANK – right ankle, lateral; LANK – left ankle, lateral; RHEE – right heel; LHEE – left heel; RTOE; right foot, 2nd digit; LTOE – left foot, 2nd digit

Hierna ontving de deelnemer de eerste instructie van de uit te voeren beweging. Na gelijktijdige activatie van de iDBPS en het Vicon Nexus systeem voerde de deelnemer de beweging uit. Nadat de deelnemer de eindpositie van de beweging bereikt had, werd de meting van twee systemen gelijktijdig stopgezet. Op deze manier werden alle bewegingen gemeten.

De manoeuvres die voor de bewegingsregistratie werden gebruikt, waren gebaseerd op de manoeuvres uit de CMAS. Er werd gekozen om drie manoeuvres van de CMAS te registreren: van zit naar stand, oprapen van een voorwerp en het heffen van de armen. Er werd gekozen voor deze drie manoeuvres omwille van drie redenen: Ten eerste was de iDBPS op het moment van meten vooral in staat bewegingen te registreren wanneer de deelnemer zich in een verticale positie bevond. Ten tweede diende de beweging bij voorkeur maximaal 10 seconden te duren, zodat de hoeveelheid data ingeperkt werd en er een verminderde kans op ruis was. En ten derde werd er met deze drie manoeuvres zowel het bovenlichaam, als het onderlichaam, als de romp meegenomen in de bewegingen, zodat er een zo volledig mogelijke registratie van het lichaam gerealiseerd werd. Voorafgaand aan de eerste deelnemer werd een bewegingsprotocol opgesteld, waarbij elke manoeuvre uit vijf verschillende bewegingsinstructies bestond. De deelnemers voerden zodoende in totaal 15 bewegingen uit. Dit bewegingsprotocol voor de deelnemers is te vinden in Tabel 1.

Tabel 1
Bewegingsprotocollen

Manoeuvre	Protocol
Van zit naar stand (Opstaan)	1. Zit 1: Sta op uit de stoel zonder je handen te gebruiken. 2. Zit 2: Sta op uit de stoel door gebruik te maken van je handen via je knieën/ bovenbenen. 3. Zit 3: Sta op uit de stoel door gebruik te maken van je handen via de stoelleuning. 4. Zit 4: Plaats je voeten zo ver mogelijk uit elkaar en spreid je armen zijwaarts. Sta nu op uit de stoel. 5. Zit 5: Doe veel moeite om op te staan uit de stoel maar het lukt je net niet, "val" dan terug in de stoel.
Oprapen van een voorwerp en terugkeren naar beginpositie (Oprapen)	1. Raap 1: Raap de pen op zonder moeite of steun met knieën gestrekt/ licht gebogen. 2. Raap 2: Raap de pen op door te hurken. 3. Raap 3: Raap de pen op met een 'golfers lift'-techniek 4. Raap 4: Raap de pen op. Steun met beide handen gedurende het hele proces op de bovenbenen, raap de pen op met 1 hand en breng de hand met pen direct terug naar het bovenbeen. 5. Raap 5: Doe een poging om de pen op te rapen. De polsen komen hierbij maar net voorbij de knieën en de proefpersoon komt weer in de beginpositie.
Heffen van de armen (Armen heffen)	1. Arm 1: Hef de armen boven het hoofd via de zijkant van het lichaam en strek de ellebogen volledig. 2. Arm 2: Hef de armen boven het hoofd via de voorkant van het lichaam en strek de ellebogen volledig 3. Arm 3: Hef de armen boven het hoofd maar strek de ellebogen niet volledig 4. Arm 4: Hef de armen totdat de polsen zich op schouderhoogte bevinden 5. Arm 5: Hef de armen tot net niet boven het hoofd. Buig vervolgens het hoofd onder de handen door.

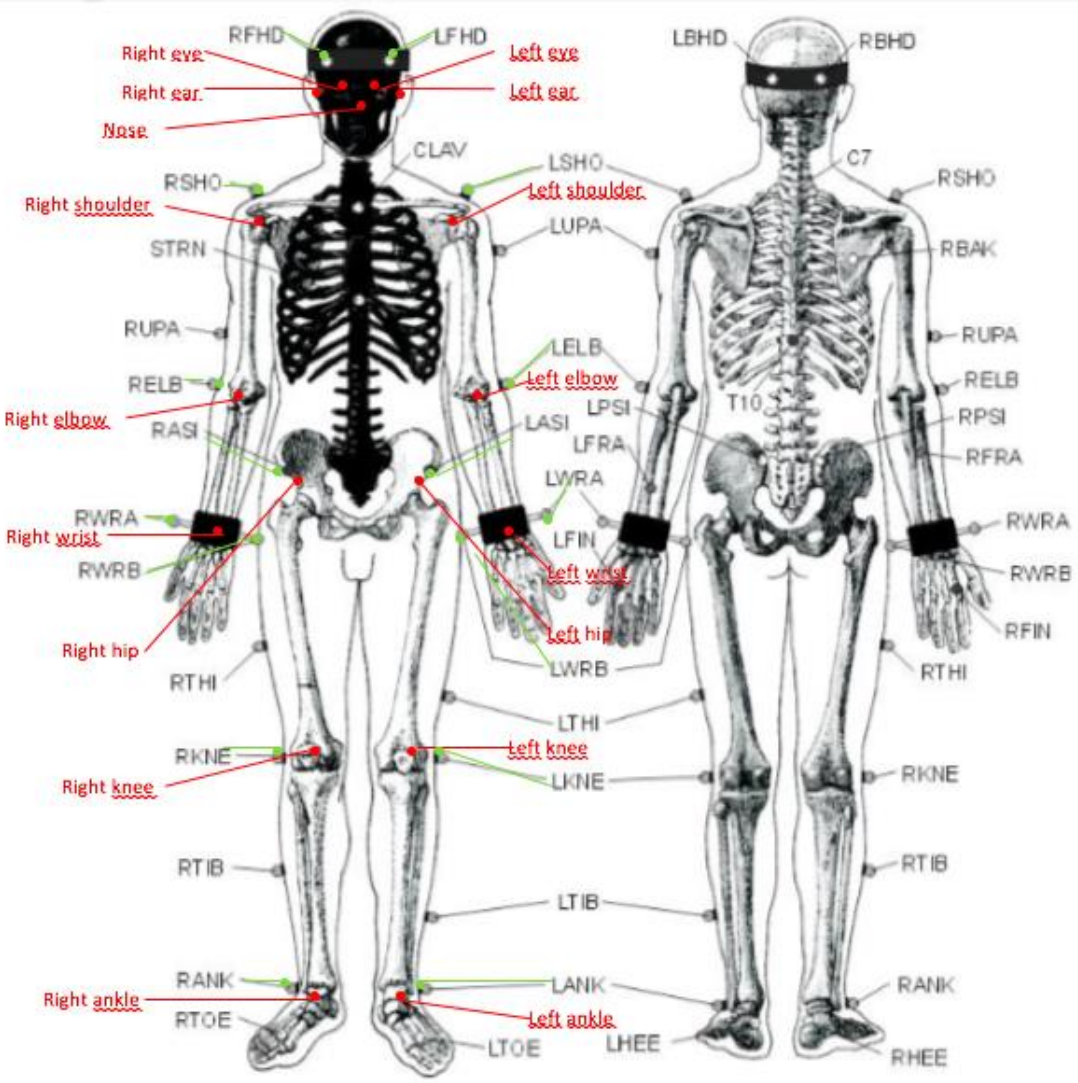
Vervolgens werden de bewegingen kort geanalyseerd op volledigheid in de Nexus-software. Wanneer een beweging onvolledig was, werd deze opnieuw uitgevoerd. De markers werden van het lichaam verwijderd zodra alle bewegingen volledig waren. De data werd opgeslagen in het Nexus software en de software van de iDBPS om later te analyseren.

2.5 Dataverwerking en - analyse

Nadat alle metingen waren uitgevoerd, kon gestart worden met de dataverwerking en data-analyse. De data van de iDBPS behoefde geen reconstructie. Bij Vicon was enige

reconstructie noodzakelijk voordat deze bruikbaar was voor analyse. Als eerste werd de data van Vicon ingelezen en indien nodig opnieuw gelabeld. Het kon wel eens voorkomen dat een marker tijdelijk niet werd waargenomen door de 12 infraroodcamera's, doordat een marker zich tijdelijk achter een hand of iets dergelijks bevond. Dit probleem werd verholpen door middel van 'gap filling'. Dit is de functie van Nexus waarbij men een niet-geregistreerd traject van een marker reconstrueert. Deze functie was noodzakelijk om de data adequaat te kunnen gebruiken. Het labelen en de 'gap-filling' werd pas na concessie tussen de drie studentonderzoekers verwerkt en opgeslagen (Diederen, 2016).

De volgende stap in de dataverwerking was het vertalen van de markers van Vicon naar de 17 keypoints van de iDBPS. De vertaling werd gebaseerd op zowel anatomische als kinematische gronden. Zie de uitwerking hiervan in Figuur 4.



iDBPS	Vicon	iDBPS	Vicon	iDBPS	Vicon
Right eye	RFHD	Right shoulder	RSHO	Right hip	RASI
Right ear	RFHD	Right elbow	RELB	Right knee	RKNE
Nose	RFHD & LFHD	Right wrist	RWRA & RWRB	Right ankle	RANK
Left eye	LFHD	Left shoulder	LSHO	Left hip	LASI
Left ear	LFHD	Left elbow	LELB	Left knee	LKNE
		Left wrist	LWRA & LWRB	Left ankle	LANK

Figuur 4. Gekoppelde markers van Vicon aan de keypoints van iDBPS.
Toelichting: RFHD – right forehead; LFHD – left forehead; RBHD – right backhead; LBHD – left backhead; RSHO – right shoulder; LSHO – left shoulder; RUPA – right upper arm; LUPA – left upper arm; RELB – right elbow; LELB – left elbow; RFRA – right forearm; LFRA – left forearm; RWRA – right wrist, radial; RWRB – right wrist, ulnar; LWRA – left wrist, radial; LWRB; left wrist, ulnar; RFIN - right index finger; LFIN – left index finger; CLAV – clavicula; C7 – 7th cervical vertebrae; STRN – sternum; T10 – 10th thoracal vertebrae; RASI – right SIAS; LASI – left SIAS; RPSI – right SIPS; LPSI – left SIPS; RTHI – right thigh; LTHI – left thigh; RKNE – right knee; LKNE – left knee; RTIB – right tibia; LTIB – left tibia; RANK – right ankle, lateral; LANK – left ankle, lateral; RHEE – right heel; LHEE – left heel; RTOE; right foot, 2nd digit; LTOE – left foot, 2nd digit

Hierop volgend werden de assen van beide systemen gelijkgesteld aan elkaar. De X- en Y-as van de iDBPS waren leidend. Hierdoor veranderde de Y-as van Vicon in de X-as en de Z-as in de Y-as.

Om de data beter met elkaar te kunnen vergelijken, werd de tijdseenheid van beide systemen gelijkgesteld. Daar het Viconsysteem 100 frames per seconde en de iDBPS 8 frames per seconde uitvoert, werd de data van de iDBPS verrijkt tot 100 frames per seconde. Dit werd gedaan door een lijn door de 8 frames per seconde van de iDBPS te trekken en deze gelijkmatig aan te vullen, op de getrokken lijn, zodat er ook 100 frames per seconde bepaald werd voor de iDBPS.

Vervolgens werden alle coördinaten per frame ingevoerd in Excel. Dit werd gedaan voor zowel de X- als Y- als Z-as bij het Vicon systeem alsmede voor de X- en Y-as van de iDBPS. Aangezien beide systemen handmatig werden bediend, bleek de start- en eindtijd tussen beide systemen niet synchroon te lopen.

Om de start- en eindtijd tussen beide systemen gelijk te stellen, werd een aantal stappen doorlopen. Ten eerste werd er gebruik gemaakt van Simple Moving Average (SMA). Dit is een methode (een vorm van 'smoothing') waarbij in een tijdreeks een bepaalde periode uitgemiddeld wordt. De SMA werd voor elk keypoint en corresponderende marker berekend. De SMA werd ingesteld op 25 frames. Ten tweede werd uit de SMA de richtingscoëfficiënt berekend. Dit werd per 10 SMA-frames gedaan. Ten derde werd gezocht naar de steilste stijging van de beweging in beide systemen. Dit kan namelijk gezien worden als piek. Door beide pieken op elkaar te leggen, werd voor beide grafieken het verloop van de beweging in de tijd gelijkgesteld. Nu kon er afgelezen worden wanneer de beweging startte en wanneer deze eindigde.

Vervolgens werd er een React App aangemaakt. React is een JavaScript-bibliotheek voor het bouwen van gebruikersinterfaces (React, z.d.). Om deze React App te creëren werd er gebruik gemaakt van Python, een high-level, geïnterpreteerde, object-georiënteerde, interactieve programmeertaal. In Python wordt er gebruik gemaakt van Pandas, een open source library met data analyse functionaliteit, en Numpy, een package die het mogelijk maakt om grote hoeveelheden data te analyseren en te interpreteren (Data Science Partners, 2021).

Tot slot werd de criteriumvaliditeit bepaald door de correlatiecoëfficiënt van Pearson (r) te berekenen. Dit is een veelgebruikte maat om de mate van samenhang weer te geven. De Pearson correlatiecoëfficiënt werd berekend door de SMA-dataset van een as van de iDBPS te vergelijken met de SMA-dataset van de corresponderende as van het Vicon systeem. Dit werd vervolgens ook voor de andere as zo gedaan. Dit werd per deelnemer, per beweging en per keypoint op deze manier berekend. De X-as van het Vicon systeem werd niet meegenomen in het bereken van de correlatie, omdat er geen corresponderende as voor bestond binnen de iDBPS.
Er geldt geen vaste norm als afkapwaarde, maar binnen dit onderzoek wordt er uitgegaan van de waarden volgens Field (2009). Dit houdt in dat een Pearson correlatiecoëfficiënt < 0.1 geen samenhang, tussen de 0.1 en 0.3 een kleine mate van samenhang aangeeft, tussen 0.3 en 0.5 een middelmatige mate van samenhang aangeeft en ≥ 0.5 een grote mate van samenhang aangeeft.

Bovendien werd 'bootstrapping' uitgevoerd om 95% betrouwbaarheidsintervallen te berekenen. Bootstrapping is een methode om ervoor te zorgen dat statistische waarden en analytische modellen betrouwbaar zijn en accurate resultaten geven (DASC, z.d.). Dit wordt gedaan door met behulp van resampling een groot aantal alternatieve steekproeven te creëren. Daarnaast was het belangrijk om het significantieniveau te bepalen. Deze werd voor alle analyses op 0,05 gesteld.

3. Resultaten

In dit onderzoek werden slechts zeven van de tien deelnemers geïncludeerd, daar er op 10 maart 2021 een brand in het datacenter plaatsvond waar de server van de iDBPS zich situeert (Sanders, 2021). Vóór deze datum werden reeds bij drie deelnemers de metingen uitgevoerd en zijn de verkregen data dus verloren gegaan. De populatie bestond uit vijf vrouwen en twee mannen met een gemiddelde leeftijd van 21 jaar (± 2.4 jaar), allen studenten fysiotherapie aan Zuyd Hogeschool. De gemiddelde lengte van de deelnemers was 171.9 cm (± 7.2 cm) en het gemiddelde gewicht van de deelnemers was 70.5 kg (± 9.4 kg). De patiëntkarakteristieken zijn terug te vinden in Tabel 1.

Tabel 1.

Patiëntenkarakteristieken

Kenmerk	Gemiddelde ± Standaarddeviatie
Aantal deelnemers	N = 7
Geslacht Aantal vrouwen Aantal mannen	 N = 5 N = 2
Leeftijd (jaar)	21 ± 2.4
Lengte (cm)	171.9 ± 7.2
Gewicht (kg)	70.5 ± 9.4

De zeven geïncludeerde deelnemers voerden elk 15 bewegingen uit. Dit resulteerde in 105 gemaakte bewegingen, waarin 17 keypoints per beweging werden gevolgd. Hierdoor konden er 1785 verschillende analyses gemaakt worden. De volledige dataset is in te zien in de React App (https://dashboard.idbps2.lectoraatdataintelligence.nl/).

Tijdens de meetmomenten zijn 25 bewegingen opnieuw uitgevoerd vanwege het niet voldoen aan de vooraf gestelde kwaliteitseisen (< 97% markerregistratie, of > 50 gaps). Nadat alle metingen aan de gestelde kwaliteitseisen voldeden werd gap-filling toegepast.

In het bespreken van de resultaten is er gekozen om voor elke manoeuvre (opstaan, oprapen, armen heffen) één beweging te presenteren. Een random generator bepaalde welke beweging dit zou zijn, respectievelijk “zit 3”, “raap 1” en “arm 1”. In de methode werden reeds de gekoppelde keypoints en markers weergegeven in figuur 4.

Allereerst werden de Pearson correlatiecoëfficiënten bij elke geselecteerde beweging voor elk keypoint en deelnemer uitgewerkt in een tabel. Deze drie tabellen zijn terug te vinden in bijlage X. Vanuit deze tabellen werden grafieken gemaakt waarin deze correlatiecoëfficiënten werden gepresenteerd. Vervolgens werden de percentages van keypoints volgens de gestelde afkapwaarden berekend. Daaropvolgend werd hierin een onderscheid gemaakt tussen boven- en onderlichaam. Onder bovenlichaam worden de volgende keypoints verstaan:

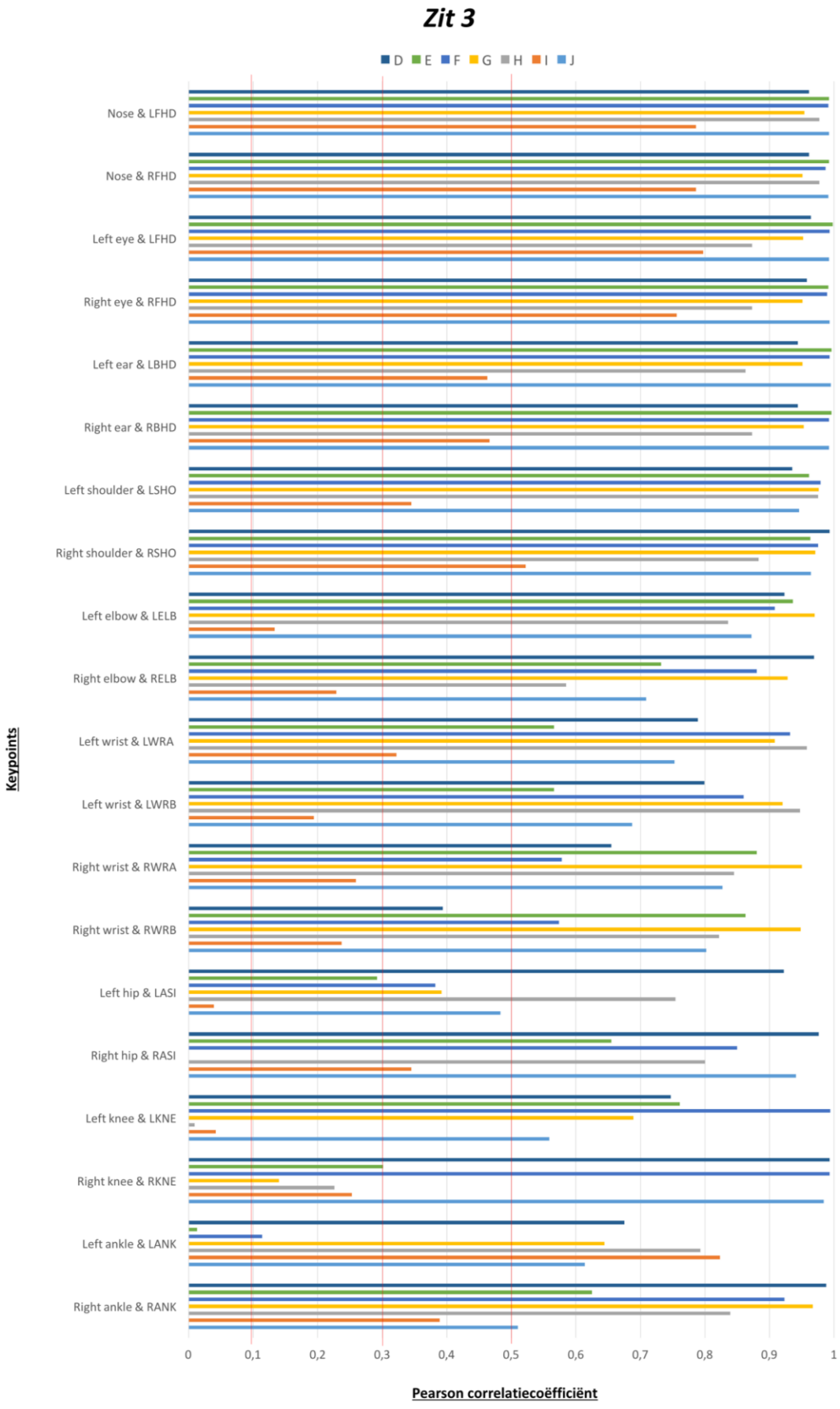
- nose, left eye, right eye, left ear, right ear, left shoulder, right shoulder, left elbow, right elbow, left wrist en right wrist

En onder onderlichaam worden de volgende keypoints verstaan:

- left hip, right hip, left knee, right knee, left ankle en right ankle

Tenslotte werd per beweging de range van de Pearson correlatiecoëfficiënten bepaald voor drie relevante keypoints. De relevantie van keypoints werd door de student-onderzoekers bepaald per beweging. Tevens werd de verhouding tussen mate van correlatie berekend bij deze keypoints.

De eerst geselecteerde beweging die geanalyseerd werd, was “zit 3”. In Figuur 5 is de grafiek met Pearson correlatiecoëfficiënten weergegeven. De verticale rode lijnen zijn de afkapwaarden volgens Field (2009). In Tabel 2 wordt weergegeven wat de percentages volgens de gestelde afkapwaardes waren.



Figuur 5. Grafiek Pearson correlatiecoëfficiënten beweging “Zit 3”.

Tabel 2

Mate van samenhang bij beweging "Zit 3".

"Zit 3"	Grote mate van samenhang	Middelmatige mate van samenhang	Kleine mate van samenhang	Geen mate van samenhang
Alle keypoints (140)	81.4% (114)	7.9% (11)	7.1% (10)	3.6% (5)
Bovenlichaam (98)	89.8% (88)	5.1% (5)	5.1% (5)	0.0% (0)
Onderlichaam (42)	61.9% (26)	14.3% (6)	11.9% (5)	11.9% (5)

De relevante gewrichten bij beweging "zit 3" waren de schouders (Tabel 3), de polsen (Tabel 4) en de heupen (Tabel 5).

Bij de left shoulder toonden zes van de zeven keypoints een grote mate van samenhang en één keypoint een middelmatige mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.345 - 0.979. Opvallend is dat zes van de zeven keypoints een correlatie vertoonden boven de 0.935, waar E een correlatiecoëfficiënt van 0.345 heeft.
Bij de right shoulder toonden zeven van de zeven keypoints een grote mate van samenhang, met een range van 0.522 - 0.993.

Tabel 3

Pearson correlatiecoëfficiënten van de schouders bij beweging "Zit 3".

Zit 3	D	E	F	G	H	I	J
Left shoulder & LSHO	0.946	**0.345**	0.975	0.976	0.979	0.961	0.935
Right shoulder & RSHO	0.964	0.522	0.883	0.971	0.975	0.963	0.993

Bij de polsen zijn per pols twee verschillende markers meegenomen. Bij de left wrist en marker LWRA was er bij zes van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang en het overige keypoint-markercombinatie een middelmatige mate van samenhang tussen keypoint en marker. De range bij deze keypoint-markercombinatie was 0.322 - 0.958.
Bij de left wrist en marker LWRB toonden ook zes van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang maar het overige keypoint-markercombinatie juist een kleine mate van samenhang tussen keypoint en marker. Bij deze keypoint-markercombinatie lag de range op 0.194 - 0.947. Bij beide keypoint-marker combinaties vertoonde dat deelnemer E de laagste pearson correlatiecoëfficiënten.

Bij de right wrist en marker RWRA hadden wederom zes van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, en het overige keypoint een kleine mate van samenhang tussen keypoint en marker. Bij deze keypoint-marker combinatie lag de range op 0.259 - 0.950.
Bij de right wrist en marker RWRB toonden vijf van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, één keypoint-markercombinatie een middelmatige mate van samenhang en één keypoint-markercombinatie een kleine mate van samenhang tussen keypoint en marker. Bij deze keypoint-marker combinatie lag de range op 0.237 - 0.948. Wederom vertoonde bij deelnemer E beide keypoint-markercombinaties de laagste Pearson correlatiecoëfficiënt. Daarnaast vertoont de right wrist en RWRB bij deelnemer J een middelmatige Pearson correlatiecoëfficiënt terwijl de right wrist en RWRA bij deelnemer J een grote mate van samenhang vertoont.

Tabel 4
Pearson correlatiecoëfficiënten van de polsen bij beweging "Zit 3".

Zit 3	D	E	F	G	H	I	J
Left wrist & LWRA	0.753	**0.322**	0.958	0.908	0.932	0.566	0.789
Left wrist & LWRB	0.687	**0.194**	0.947	0.920	0.860	0.566	0.799
Right wrist & RWRA	0.827	**0.259**	0.845	0.950	0.578	0.880	0.655
Right wrist & RWRB	0.802	**0.237**	0.822	0.948	0.574	0.863	**0.394**

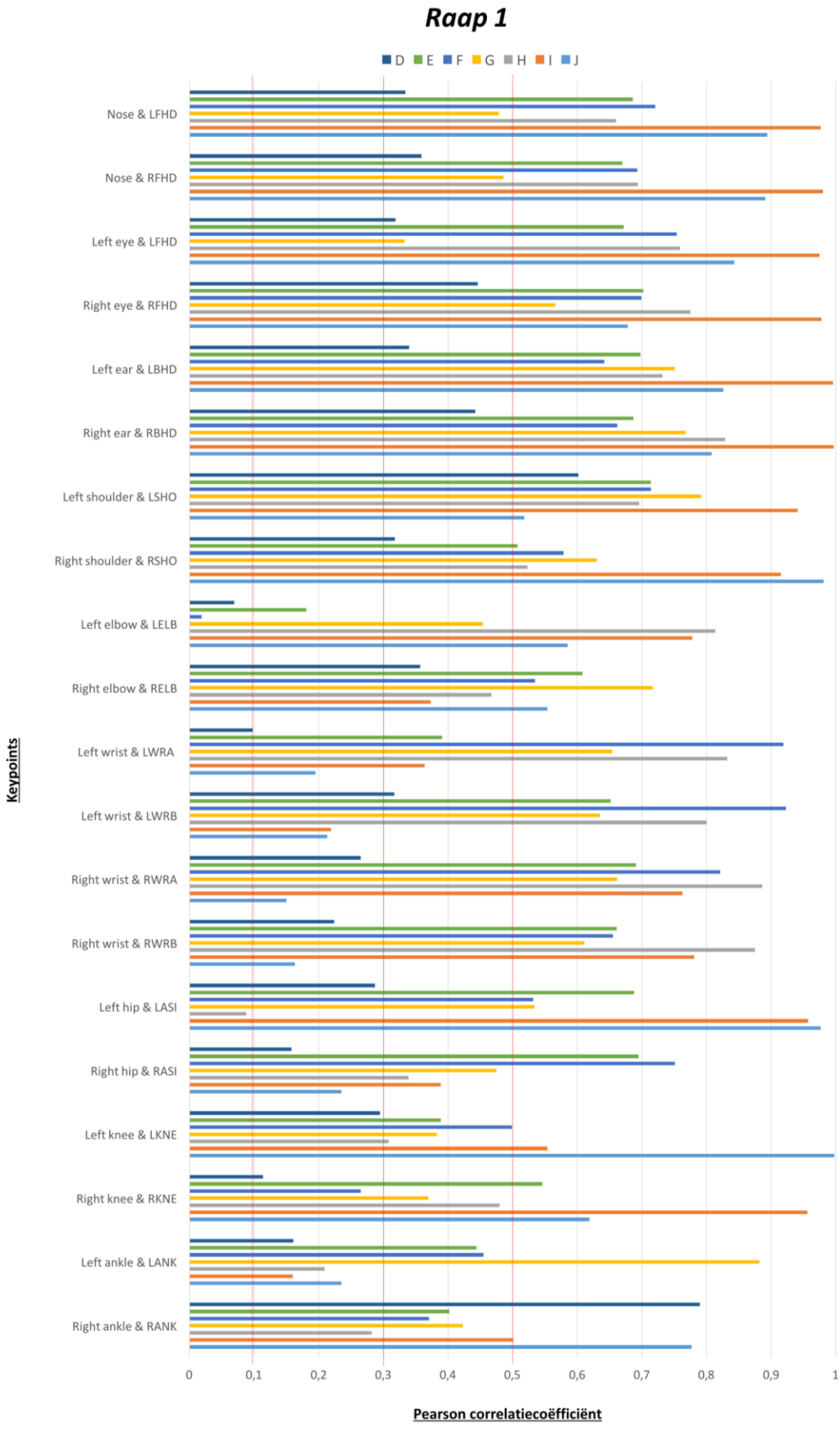
Bij de left hip en LASI was er een grote mate van samenhang bij twee van de zeven deelnemers, een middelmatige mate van samenhang bij drie deelnemers en een kleine mate van samenhang bij twee deelnemers tussen keypoint en marker. De range van de correlatiecoëfficiënten bij de left hip bedraagt 0.039 - 0.922.
Bij de right hip en RASI toonden vijf van de zeven deelnemers een grote mate van samenhang, één deelnemer een middelmatige mate van samenhang en één deelnemer een kleine mate van samenhang tussen keypoint en marker. De range van de correlatiecoëfficiënten bij de right hip bedraagt 0.000 - 0.976.

Tabel 5

Pearson correlatiecoëfficiënten van de heupen bij beweging "Zit 3".

Zit 3	D	E	F	G	H	I	J
Left hip & LASI	**0.483**	**0.039**	0.754	**0.392**	**0.382**	**0.292**	0.922
Right hip & RASI	0.941	**0.345**	0.800	**0.000**	0.850	0.655	0.976

De tweede beweging die geanalyseerd werd, was "raap 1". De gegevens van Pearson correlatiecoëfficiënten staan in Figuur 6. In Tabel 6 wordt weergegeven wat de percentages volgens de gestelde afkapwaardes waren.



Figuur 6. Grafiek Pearson correlatiecoëfficiënten beweging “Raap 1”.

Tabel 6

Mate van samenhang bij beweging "Raap 1".

"Raap 1"	Grote mate van samenhang	Middelmatige mate van samenhang	Kleine mate van samenhang	Geen mate van samenhang
Alle keypoints (140)	61.4% (86)	22.1% (31)	13.6% (19)	2.9% (4)
Bovenlichaam (98)	71.4% (70)	17.3% (17)	8.2% (8)	3.1% (3)
Onderlichaam (42)	38.1% (16)	33.3% (14)	26.2% (11)	2.4% (1)

De relevante gewrichten bij beweging "Raap 1" waren de schouders (Tabel 7), de polsen (Tabel 8) en de knieën (Tabel 9).

Bij de left shoulder toonden zeven van de zeven keypoints een grote mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.518 - 0.941.
Bij de right shoulder toonden zes van de zeven keypoints een grote mate van samenhang en het overige keypoint een middelmatige mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.318 - 0.981.

Tabel 7

Pearson correlatiecoëfficiënten van de schouders bij beweging "Raap 1"

"Raap 1"	D	E	F	G	H	I	J
Left shoulder & LSHO	0.518	0.941	0.696	0.792	0.714	0.714	0.602
Right shoulder & RSHO	0.981	0.915	0.523	0.630	0.579	0.508	**0.318**

Bij de left wrist en LWRA was er bij drie van de zeven een grote mate van samenhang, bij twee van de zeven een middelmatige mate van samenhang, bij één een kleine mate van samenhang en bij één geen mate van samenhang tussen keypoint en marker. De range bij deze keypoint-markercombinaties was 0.098 - 0.919.
Bij de left wrist en LWRB toonden vier van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, één keypoint-markercombinatie een middelmatige mate van

samenhang en de overige twee keypoint-markercombinatie een kleine mate van samenhang. Bij deze keypoint-markercombinatie lag de range op 0.213 - 0.923.
De left wrist en LWRB van persoon I vertoont een middelmatige mate van samenhang terwijl de left wrist en LWRA van persoon I een grote mate van samenhang vertoont.

Bij de right wrist en RWRA hadden vijf van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, en de twee overige keypoint-markercombinaties een kleine mate van samenhang. Bij deze keypoint-marker combinatie lag de range op 0.150 - 0.886.
Bij de right wrist en RWRB toonden wederom vijf van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang en de twee overige keypoint-markercombinatie een kleine mate van samenhang. Bij deze keypoint-marker combinatie lag de range op 0.237 - 0.948.
Deelnemer D en deelnemer J vertonen bij alle keypoint-markercombinaties van de polsen een correlatiecoëfficiënt dat lager is dan 0.5.

Tabel 8

Pearson correlatiecoëfficiënten van de polsen bij beweging "Raap 1"

"Raap 1"	D	E	F	G	H	I	J
Left wrist & LWRA	**0.195**	**0.364**	0.832	0.654	0.919	**0.391**	**0.098**
Left wrist & LWRB	**0.213**	**0.219**	0.800	0.635	0.923	0.652	**0.317**
Right wrist & RWRA	**0.150**	0.763	0.886	0.662	0.821	0.691	**0.265**
Right wrist & RWRB	**0.163**	0.781	0.875	0.611	0.655	0.661	**0.224**

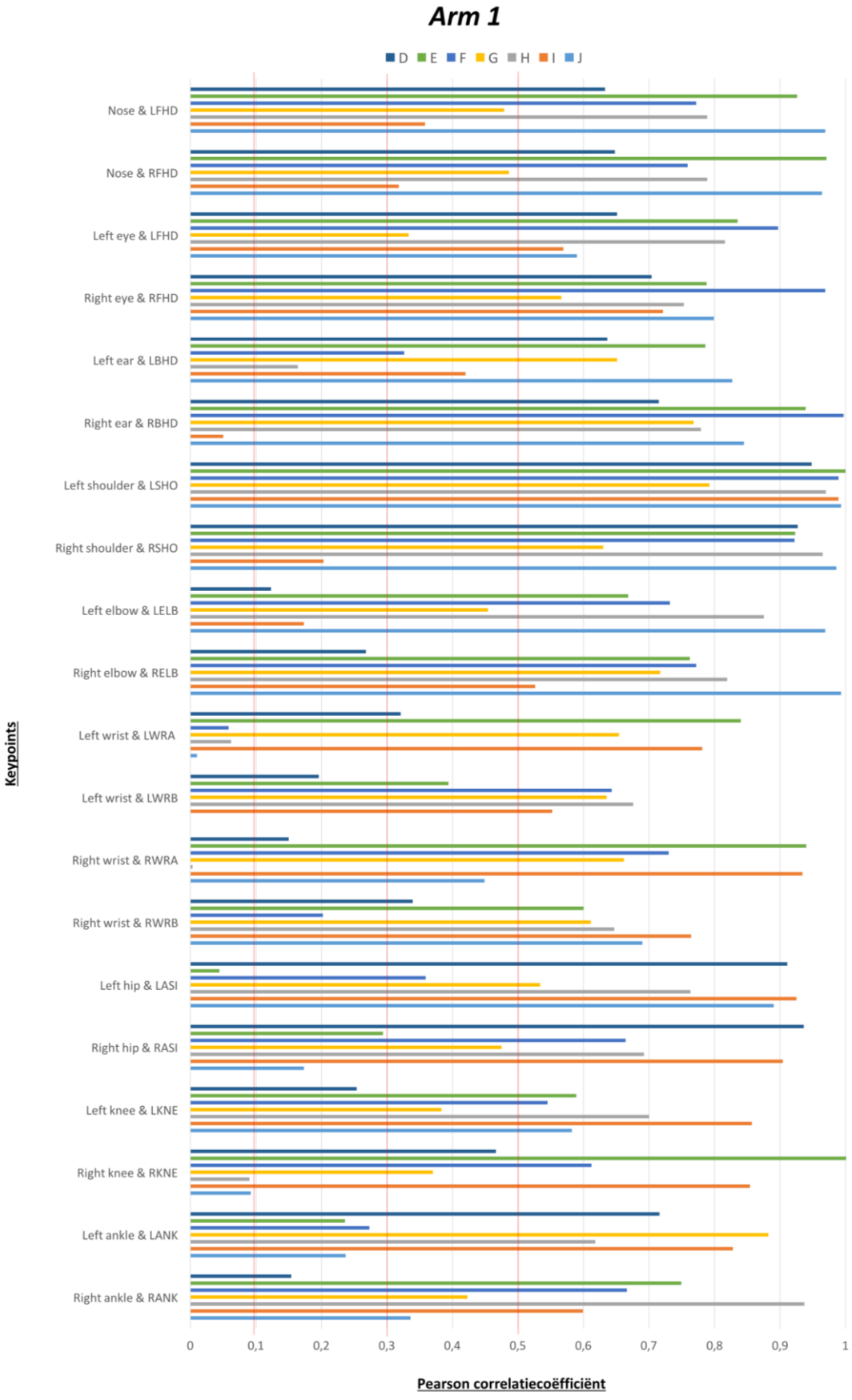
Bij de left knee en LKNE was er een grote mate van samenhang bij twee van de zeven deelnemers, een middelmatige mate van samenhang bij vier deelnemers en de overige keypoint een kleine mate van samenhang bij één deelnemers tussen keypoint en marker.
De range van de correlatiecoëfficiënten bij de left hip bedraagt 0.295 - 0.998.
Bij de right knee en RKNE toonden drie van de zeven deelnemers een grote mate van samenhang, twee deelnemers een middelmatige mate van samenhang en twee deelnemers een kleine mate van samenhang tussen keypoint en marker. De range van de correlatiecoëfficiënten bij de right hip bedraagt 0.114 - 0.956.

Tabel 9

Pearson correlatiecoëfficiënten van de knieën bij beweging "Raap 1"

"Raap 1"	D	E	F	G	H	I	J
Left knee & LKNE	0.998	0.554	**0.308**	**0.383**	**0.499**	**0.389**	**0.295**
Right knee & RKNE	0.619	0.956	**0.480**	**0.370**	**0.265**	0.546	**0.114**

De derde beweging die geanalyseerd werd was "Arm 1". De gegevens van Pearson correlatiecoëfficiënten staan in Figuur 7. In Tabel 10 wordt weergegeven wat de percentages volgens de gestelde afkapwaardes waren.



Figuur 7. Grafiek Pearson correlatiecoëfficiënten beweging “Arm 1”.

Tabel 10

Mate van samenhang bij beweging "Arm 1".

"Arm 1"	Grote mate van samenhang	Middelmatige mate van samenhang	Kleine mate van samenhang	Geen mate van samenhang
Alle keypoints (140)	69.3% (97)	13.6% (19)	10.7% (15)	6.4% (9)
Bovenlichaam (98)	73.5% (72)	12.2% (12)	8.2% (8)	6.1% (6)
Onderlichaam (42)	59.5% (25)	16.7% (7)	16.7% (7)	7.1% (3)

De relevante gewrichten bij beweging "Arm 1" waren de schouders (Tabel 11), de ellebogen (Tabel 12) en de polsen (Tabel 13).

Bij de left shoulder en LSHO toonden zeven van de zeven keypoints een grote mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.792 - 1.000.
Bij de right shoulder en RSHO toonden zes van de zeven keypoints een grote mate van samenhang en het overige keypoint een lage mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.203 - 0.986.

Tabel 11

Pearson correlatiecoëfficiënten van de schouders bij beweging "Arm 1"

"Arm 1"	D	E	F	G	H	I	J
Left shoulder & LSHO	0.948	1.000	0.989	0.792	0.970	0.989	0.993
Right shoulder & RSHO	0.927	0.923	0.922	0.630	0.965	**0.203**	0.986

Bij de left elbow en LELB toonden vier van de zeven keypoints een grote mate van samenhang, één keypoint een middelmatige mate van samenhang en twee keypoints een lage mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.123 - 0.969.
Bij de right elbow en RELB toonden zes van de zeven keypoints een grote mate van samenhang en het overige keypoint een middelmatige mate van samenhang tussen keypoint en marker, met een range van 0.268 - 0.993.

Tabel 12

Pearson correlatiecoëfficiënten van de ellebogen bij beweging "Arm 1"

"Arm 1"	D	E	F	G	H	I	J
Left elbow & LELB	**0.123**	0.668	0.732	**0.454**	0.875	**0.173**	0.969
Right elbow & RELB	**0.268**	0.762	0.772	0.717	0.819	0.526	0.993

Bij de left wrist en LWRA was er bij drie van de zeven een grote mate van samenhang, bij één van de zeven een middelmatige mate van samenhang en bij drie geen mate van samenhang tussen keypoint en marker. De range bij deze keypoint-markercombinaties was 0.010 - 0.840.

Bij de left wrist en LWRB toonden vier van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, één keypoint-markercombinatie een middelmatige mate van samenhang, één keypoint-markercombinatie een kleine mate van samenhang en één keypoint-markercombinatie geen mate van samenhang. Bij deze keypoint-markercombinatie lag de range op 0.000- 0.676.

Bij de right wrist en RWRA hadden vier van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, één keypoint-markercombinaties een middelmatige mate van samenhang, één keypoint-markercombinatie een lage mate van samenhang en één keypoint-markercombinatie geen mate van samenhang . Bij deze keypoint-marker combinatie lag de range op 0.003 - 0.940.

Bij de right wrist en RWRB toonden vijf van de zeven keypoint-markercombinaties een grote mate van samenhang, één keypoint-markercombinatie een middelmatige mate van samenhang en één keypoint-markercombinatie een kleine mate van samenhang. Bij deze keypoint-marker combinatie lag de range op 0.202 - 0.764.

Tabel 13

Pearson correlatiecoëfficiënten van de polsen bij beweging "Arm 1"

"Arm 1"	D	E	F	G	H	I	J
Left wrist & LWRA	**0.321**	0.840	**0.058**	0.654	**0.062**	0.781	**0.010**
Left wrist & LWRB	**0.196**	**0.394**	0.643	0.635	0.676	0.552	**0.000**
Right wrist & RWRA	**0.150**	0.940	0.730	0.662	**0.003**	0.934	**0.449**
Right wrist & RWRB	**0.339**	0.600	**0.202**	0.611	0.647	0.764	0.690

4. Discussie

Dit onderzoek is opgezet om de criteriumvaliditeit van de bewegingsregistratie van de iDBPS te onderzoeken. De resultaten wijzen uit dat …

Zwaktes:

- Meer protocolliseren, bv. golferslift allemaal met linkerstandbeen, pen oprapen met rechts
- 2D vs 3D
- niet lig kunnen meten
- Door gebruik te maken van gap-filling doe je een schatting:
    - Omdat markers tijdens het meten soms wegvallen, dien je gebruik te maken van gap-filling. Dit houdt in dat je de Vicon Nexus software gebruikt om het gemiste traject 'in te vullen'. Er wordt dus een schatting gemaakt van waar de marker zich gedurende dat traject bevond. Dit traject was niet bij iedere beweging op een consequente plaats en grootte. Hoe groter de 'gap', hoe groter de schatting.

Aanbevelingen

- idbps ook koppelen aan andere meetinstrumenten
- om meting synchroon te krijgen, vooraf een piekmoment maken door bv te springen want als je die gelijk kunt zetten (aka grote piek) dan is de rest van de beweging gelijk
- andere cameraposities
- ander bewegingsregistratiesysteem waarin ook lig meegenomen kan worden want dit kan niet bij vicon
- doelgroep

Literatuurlijst

DASC. (z.d.) *IBM SPSS BOOTSTRAPPING.* Geraadpleegd op 24 mei 2021, van https://www.dasc.nl/software/ibm-spss-statistics/ibm-spss-bootstrapping/#:~:text=Bootstrapping%20is%20een%20methode%20om,aantal%20alternatieve%20steekproeven%20te%20cre%C3%ABren

Data Science Partners. (2021). *Data science is voor iedereen.* Geraadpleegd op 24 mei 2021, van https://pythoncursus.nl/

Deshpande, A. (2016). *A beginner's guide to understanding convolutional Neural Networks*. Geraadpleegd op 25 januari 2021, van https://adeshpande3.github.io/A-Beginner%27s-Guide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/

Diederen, T. (2016). *Handleiding Vicon Nexus* (Handleiding). Heerlen: Zuyd Hogeschool.

Fritz AI. (2020). *Pose Estimation Guide: Almost everything you need to know about how pose estimation works.* Geraadpleegd op 25 januari 2021, van https://www.fritz.ai/pose-estimation/

Lovell, D. J., Lindsley, C. B., Rennebohm, R. M., Ballinger, S. H., Bowyer, S. L., Giannini, E. H., . . . Rider, L. G. (1999). *Development of validated disease activity and damage indices for the juvenile idiopathic inflammatory myopathies.* Geraadpleegd op 18 mei 2020, van https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/1529-0131%28199910%2942%3A10%3C2213%3A%3AAID-ANR25%3E3.0.CO%3B2-8

Meijs, J., Timmermans, J., & Titulaer, J. (2019). *De validiteit van de Arion voetzooldruksensor in vergelijking met het Vicon motion capture systeem* (afstudeeropdracht). Fysiotherapie, Zuyd Hogeschool, Heerlen.

Oved, D., Alvarado, I., & Gallo, A. (2018). *Real-time Human Pose Estimation in the Browser with TensorFlow.js*. Geraadpleegd op 25 januari 2021, van https://medium.com/tensorflow/real-time-human-pose-estimation-in-the-browser-with-tensorflow-js-7dd0bc881cd5

Oxford Metrics plc (2021). *Beyond motion*. Geraadpleegd op 7 april 2021, van https://www.vicon.com/cms/wp-content/uploads/2021/05/NEXUS_Brochure_2.12_Web.pdf

React. (z.d.). *A JavaScript library for building user interfaces.* Geraadpleegd op 24 mei 2021, van https://reactjs.org/

Rennebohm, R. M., Jones, K., Huber, A. M., Ballinger, S. H., Bowyer, S. L., Feldman, B. M., . . . Rider, L. G. (2004). *Normal Scores for Nine Maneuvers of the Childhood Myositis Assessment Scale.* Geraadpleegd op 15 juli 2020, van https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/art.20397

Rider, L. G., & Nistala, K. (2016). *The juvenile idiopathic inflammatory myopathies: pathogenesis, clinical and autoantibody phenotypes, and outcomes*. Geraadpleegd op 15 juli 2020, van https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/joim.12444

Rider, L. G., Lindsley, C. B., & Miller, F. W. (2016). Juvenile Dermatomyositis. In R. E. Petty, R. M. Laxer, C. B. Lindsley, & L. Wedderburn (Reds.), *Textbook of Pediatric Rheumatology* (7e herziene druk, pp. 351-383). Philadelphia: ELSEVIER.

Sanders, R. (2021). *Felle brand legt datacenter OVH in de as*. geraadpleegd op 11 maart 2021 van https://www.computable.nl/artikel/nieuws/datacenters/7149606/250449/felle-brand-legt-datacenter-ovh-in-de-as.html

Toshev, A. & Szegedy, C. (2014). *DeepPose: Human Pose Estimation via Deep Neural Networks.* Geraadpleegd op 25 januari 2021, van https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/nl//pubs/archive/42237.pdf

Van Royen-Kerkhof, A. (2010). Juveniele Dermatomyositis: De huidige stand van zaken. *Nederlands Tijdschrift voor Allergie & Astma, jaargang 10*(2), 61-68. Geraadpleegd op 6 juli 2020, van https://www.ariez.nl/wp-content/uploads/2018/08/61-8.pdf

World Health Organisation (WHO). (2010). *Telemedicine, opportunities and developments in Member States.* Geraadpleegd op 23 september 2020, van https://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf

Bijlage A – Childhood Myositis Assessment Scale

Childhood Myositis Assessment Scale (CMAS)

1. Heffen van het hoofd (score: 0 = lukt niet; lukt wel: 1 = 1-9 sec, 2 = 10-20 sec, 3 = 30-59 sec, 4 – 60-119 sec, 5 – > 2 minuten).
2. Heffen van een been en aanraken van object op tweemaal voethoogte (0 – het lukt niet been van onderlaag te heffen, 1 – het been kan wel worden geheven maar aanraken van object lukt niet, 2 – aanraken van object lukt wel).
3. De duur van heffen van het gestrekte been (0 – lukt niet; lukt wel: 1 – 1-9 sec, 2 – 10-20 sec, 3 – 30-59 sec, 4 – 60-119 sec, 5 – > 2 minuten).
4. Van rugligging naar buikligging rollen (0 – lukt zelfs niet tot zijligging te komen en arm onder romp te trekken, 1 = kan tot zijligging komen maar het lukt niet de armen volledig te bevrijden en volledig tot buikligging te komen, 2 = lukt wel, soms met enige moeite armen te bevrijden).
5. Gaan zitten op zes verschillende wijzen (scoor voor ieder daarvan met 0 of 1; van lig naar zit met handpalmen op de dijen, de onderzoeker fixeert de enkels; van lig naar zit, handen op de borst, enkels gefixeerd; van lig naar zit, handen achter het hoofd, enkels gefixeerd; van lig naar zit, handpalmen op de dijen, enkels niet gefixeerd; van lig naar zit, handen op de borst, enkels niet gefixeerd; van lig naar zit, handen achter het hoofd, enkels niet gefixeerd).
6. Vanuit rugligging met benen over de rand van de onderzoekstafel gaan zitten, de handen mogen worden gebruikt (0 – lukt niet, 1 – met erg veel moeite, langzaam, lukt bijna niet, 2 – enige moeite, langzaam, 3 – geen probleem).
7. Armen boven het hoofd heffen en strekken vanuit zittende houding (0 = de polsen bereiken niet het niveau van het acromioclaviculaire gewricht, 1 = de polsen bereiken het niveau van het acromioclaviculaire gewricht maar kunnen niet boven het hoofd worden geheven, 2 = de polsen kunnen boven het hoofd worden geheven maar de armen kunnen niet in loodrechte positie worden gebracht, 3 – heffen boven het hoofd en volledig strekken lukt).
8. Polsen vanuit zittende houding zover mogelijk boven het hoofd houden (0 – het lukt niet polsen boven het hoofd te houden; het lukt wel: 1 – 1-9 sec, 2 – 10-29 sec, 3 – 30-59 sec, 4– 60-119 sec, 5 – > 2 minuten).

9. Vanuit staande houding gaan zitten op de grond (0 = lukt niet, is bang het te proberen, zelfs met vasthouden aan stoel uit angst te zullen vallen, 1 = lukt met moeite, vasthoudend aan stoel, 2 – lukt, ook zonder steun maar het gaat langzaam, met voorzichtigheid, 3 – lukt zonder moeite).
10. Vanuit buikligging naar steunen op handen en voeten (0 – lukt niet, zelfs niet even, 1 – lukt, maar met moeite, 2 – lukt, kan in deze houding rug recht houden en hoofd heffen en naar voren kijken, maar kruipen gaat niet, 3 – als 2, maar kruipen gaat wel, 4 – kan steunend op handen en voeten, rug recht houdend en hoofd heffend en voorwaarts kijkend, een been heffen tot het niveau van het het lichaam met behoud van evenwicht).
11. Vanuit knielende houding naar staan (0 = lukt niet, zelfs niet steunend aan stoel, 1 = lukt met moeite, steunend aan stoel, 2 = lukt met enige moeite zonder steun aan stoel maar plaatst bij overeind komen één of twee handen op dijen of knieën [zonder steun van de handen lukt het niet], 3 = lukt zonder steun van de handen maar het kost wel moeite, 4 = lukt goed).
12. Opstaan van een bij de grootte van het kind passende stoel zonder armleuningen (0 – opstaan lukt niet, zelfs niet met zijdelingse steun van de handen op de stoelrand, 1 – lukt, maar met zijdelingse steun van de handen op de stoelranden, 2 – lukt maar de handen moeten dan wel geplaatst worden op dijen of knieën, 3 – lukt, ook zonder handsteun maar niet zonder enige moeite, 4 – lukt zonder moeite).
13. Op voetenbankje stappen. Een bij leeftijd/lengte passend voetenbankje (sokhoogte) wordt gebruikt (0 – lukt niet, 1 – lukt met één hand steunend op onderzoeksbank of onderzoeker, 2 = lukt maar steun van één of beide handen op dij of knie is nodig, 3 = lukt zonder enige steun).
14. Oprapen van een ballpoint (0 = vooroverbuigen en oprapen lukken niet, 1 = lukt met steun van één of beide handen op dijen of knieën, 2 = lukt, maar geringe handsteun is nodig, 3 = lukt zonder moeite of steun).

Bijlage B – Wervingsmail

Beste medestudenten,

Wij zijn Quincy Abbing, Rick Quaaden en Roger Willems, derdejaarsstudenten fysiotherapie. Wij zijn bezig aan onze afstudeerscriptie en hiervoor zoeken wij studenten die ons willen helpen met ons bewegingsonderzoek.

Ons onderzoek staat in het teken van de interactive Digital Body Posture Scan (iDBPS). Dit is een camerasysteem dat bewegingen kan registreren en interpreteren. Het doel van de iDBPS is het op afstand kunnen afnemen van de Childhood Myositis Assesment Scale (CMAS). De CMAS is een meetinstrument die spierzwakte meet bij kinderen met Juveniele Dermatomyositis (JDM), een zeldzame auto-immuunziekte die de huid en de spieren aantast.

Wij doen onderzoek naar de validiteit van de iDBPS. Wij gaan dit doen door de bewegingsregistratie van de iDBPS te vergelijken met de gouden standaard voor bewegingsregistratie, het Vicon Nexus systeem. De bewegingsregistraties zullen in februari-maart 2021 plaatsvinden in het MotionLab van Zuyd Hogeschool te Heerlen. Voor het onderzoek worden er markers op je lichaam geplakt en geven wij jou vervolgens verschillende korte beweegopdrachten. De iDBPS en het Vicon Nexus systeem zullen gelijktijdig jouw bewegingen registreren. De opnames van deze bewegingsregistratie zijn vertrouwelijk, worden niet gedeeld met derden en worden na afloop van het onderzoek verwijderd. Het onderzoek duurt ongeveer 1 tot 2 uur.

Ben jij 18 jaar of ouder en heb je geen lichamelijk letsel die je beperkt in het bewegen, dan kun jij ons helpen! Je kunt je heel eenvoudig aanmelden door een mailtje te sturen naar 1853090abbing@zuyd.nl.

Wanneer je vragen hebt of aanvullende informatie wenst te verkrijgen, kun je altijd contact met ons opnemen via 1853090abbing@zuyd.nl.

Alvast bedankt voor het lezen van deze mail en we hopen op jouw hulp!

Met vriendelijke groet
Quincy Abbing, Rick Quaaden en Roger Willems

Bijlage C – Informatiebrief

Beste …

Hartelijk bedankt dat jij wilt deelnemen aan ons onderzoek. Op (datum & tijd) kom jij ons helpen. Het onderzoek gaat plaatsvinden in het MotionLab op Zuyd hogeschool te Heerlen. Het MotionLab is te vinden in lokaal A1.106. Belangrijk in het MotionLab is dat je nergens aan mag komen. Hier staat kost- en kwetsbare apparatuur.

Wanneer je het MotionLab binnenkomt noteren we een aantal gegevens van je waaronder gewicht en lengte. Hierna zullen wij 35 markers op je lichaam plakken en krijg je een hoofdband om waar nog eens 4 markers op zijn geplaatst. Hierna word je voor de camera-opstelling geplaatst en krijg je instructies van ons. Dit behoort allemaal tot de voorbereiding van het onderzoek. Als deze voorbereiding achter de rug is, gaan we meten. Jij voert vervolgens 3 verschillende bewegingen uit, namelijk het oprapen van een voorwerp, van zit naar stand komen en de armen heffen. Voor elke beweging bestaan er 5 varianten die je via instructies dient uit te voeren. Als de meting achter de rug is, halen wij de markers weg en is jouw rol als deelnemer vervult.

In de bijlage vind je een informed consent. Lees dit door en onderteken dit.

Een aantal belangrijke zaken die je dient mee te nemen of te doen vooraf:

- Neem het ondertekende informed consent mee.
- Indien je niet in ondergoed wilt deelnemen, neem dan strak zittende kleding mee die niet reflecteert.
- Meet je lengte en gewicht.
- Steek je haren zo goed mogelijk omhoog (knot), indien je lange haren hebt.
- Smeer ‘s ochtends geen bodylotion of crème op je lichaam om te zorgen dat de markers goed blijven plakken.
- Neem de corona-maatregelen tijdens je hele bezoek aan Zuyd Hogeschool in acht. Draag een mondkapje en houd anderhalve meter afstand van elkaar.

Bij eventuele vragen kun je altijd contact opnemen met ons via 1853090abbing@zuyd.nl.

Graag tot dan!

Bijlage D – Informed consent

Geachte student,

Wij bedanken u op voorhand voor uw overweging om deel te nemen aan ons onderzoek. Voordat u besluit om deel te nemen, willen wij u graag meer informatie geven over het onderzoek. Wij vragen u om deze informatiebrief goed door te lezen.

Naam van het onderzoek	De iDPBS: meten vanuit de woonkamer Een onderzoek naar de validiteit van de bewegingsregsitratie middels de iDBPS.
Doel van het onderzoek	Dit onderzoek wordt geleid door Rick Quaaden, Quincy Abbing en Roger Willems. Het doel van dit onderzoek is de criteriumvaliditeit van de interactive Digital Body Posture Scan (iDBPS) in kaart te brengen. De iDBPS is een camerasysteem dat bewegingen kan registreren en interpreteren. De criteriumvaliditeit wordt onderzocht door de bewegingsregistratie van de iDBPS te vergelijken met de bewegingsregistratie van de gouden standaard, het Vicon Nexus systeem.
Gang van zaken tijdens het onderzoek	U neemt deel aan een onderzoek waar u een aantal bewegingen moet uitvoeren. Om deel te nemen aan dit onderzoek dient u tenminste 18 jaar te zijn en fysiotherapie te studeren aan Zuyd Hogeschool. U heeft geen lichamelijke beperking die u belemmerd in uw dagelijks functioneren. Tijdens het onderzoek worden markers aangebracht op uw lichaam. Dit gebeurt het liefst op de blote huid, d.w.z. dat deelname in ondergoed de voorkeur geniet. Indien dit niet mogelijk is of u voelt zich hier niet prettig bij, dan is strak zittende kleding toegestaan. Deze markers zijn de referentiepunten voor de bewegingsregistratie met het Vicon Nexus systeem. Vervolgens dient u 3 verschillende bewegingen uit te voeren, namelijk het oprapen van een voorwerp, van zit naar stand komen en de armen heffen. Voor elke beweging bestaan er 5 varianten die u dient uit te voeren. Uw bewegingen worden met de iDPBS en het Vicon Nexus systeem op hetzelfde moment geregistreerd. De opnames van deze bewegingsregistratie zijn vertrouwelijk, worden niet gedeeld met derden en worden na afloop van het onderzoek verwijderd. Het onderzoek zal ongeveer 1 tot 2 uur duren. Later in het onderzoek worden de bewegingsregistraties en de verkregen data gebruikt om de mate van overeenkomst tussen de iDBPS en het Vicon Nexus systeem te analyseren.

Vertrouwelijkheid van gegevens	Uw privacy is en blijft maximaal beschermd. Er wordt op geen enkele wijze vertrouwelijke informatie of persoonsgegevens van of over u naar buiten gebracht.
Vrijwilligheid	Deelname aan dit onderzoek is geheel vrijwillig. U kunt als deelnemer uw medewerking aan het onderzoek te allen tijde stoppen, of weigeren dat uw gegevens voor het onderzoek mogen worden gebruikt, zonder opgaaf van redenen. U kunt ons voor eventuele vragen of bijzonderheden op elk moment bereiken via 1853090abbing@zuyd.nl.

Toestemmingsverklaring

Met uw ondertekening van dit document geeft aan dat u goed bent geïnformeerd over het onderzoek, de manier waarop de onderzoeksgegevens worden verzameld, gebruikt en behandeld.

Ik ga akkoord met deelname aan een onderzoeksproject geleid door Rick Quaaden, Quincy Abbing en Roger Willems. Het doel van dit document is om de voorwaarden van mijn deelname aan het project vast te leggen.
Het onderzoek zal ongeveer 1 tot 2 uur duren. Ik geef de onderzoekers toestemming om tijdens het onderzoek video-opnames te maken en de beelden inclusief verkregen data te gebruiken.
Ik neem vrijwillig deel aan dit onderzoek. Het is mij duidelijk dat, als ik toch bezwaar heb met een of meer punten zoals hierboven benoemd, ik op elk moment mijn deelname, zonder opgaaf van reden, kan stoppen.
Ik heb dit formulier gelezen en begrepen. Al mijn vragen zijn naar mijn tevredenheid beantwoord en ik ben vrijwillig akkoord met deelname aan dit onderzoek.

Handtekening en datum:

Naam deelnemer	Naam onderzoeksleider
Handtekening	Handtekening
Datum	Datum

Bijlage E – Tabellen correlatiecoëfficiënten

Beweging “Zit 3”

Zit 3	D	E	F	G	H	I	J
Nose & LFHD	0.992	0.786	0.977	0.954	0.991	0.992	0.961
Nose & RFHD	0.991	0.786	0.977	0.951	0.987	0.992	0.961
Left eye & LFHD	0.992	0.797	0.873	0.952	0.993	0.998	0.964
Right eye & RFHD	0.993	0.756	0.873	0.951	0.989	0.991	0.958
Left ear & LBHD	0.995	0.463	0.863	0.951	0.993	0.996	0.944
Right ear & RBHD	0.992	0.466	0.873	0.953	0.992	0.996	0.944
Left shoulder & LSHO	0.946	0.345	0.975	0.976	0.979	0.961	0.935
Right shoulder & RSHO	0.964	0.522	0.883	0.971	0.975	0.963	0.993
Left elbow & LELB	0.872	0.133	0.836	0.970	0.908	0.936	0.923
Right elbow & RELB	0.709	0.229	0.585	0.928	0.880	0.732	0.969
Left wrist & LWRA	0.753	0.322	0.958	0.908	0.932	0.566	0.789
Left wrist & LWRB	0.687	0.194	0.947	0.920	0.860	0.566	0.799
Right wrist & RWRA	0.827	0.259	0.845	0.950	0.578	0.880	0.655
right wrist & RWRB	0.802	0.237	0.822	0.948	0.574	0.863	0.394
Left hip & LASI	0.483	0.039	0.754	0.392	0.382	0.292	0.922
Right hip & RASI	0.941	0.345	0.800	0.000	0.850	0.655	0.976
Left knee & LKNE	0.559	0.042	0.009	0.689	0.994	0.761	0.747
Right knee & RKNE	0.984	0.253	0.226	0.140	0.993	0.301	0.993
Left ankle & LANK	0.614	0.823	0.793	0.644	0.114	0.013	0.675
Right ankle & RANK	0.510	0.389	0.839	0.967	0.923	0.625	0.988

Beweging “Raap 1”

Raap 1	D	E	F	G	H	I	J
Nose & LFHD	0.894	0.977	0.660	0.479	0.721	0.686	0.334
Nose & RFHD	0.891	0.980	0.694	0.486	0.693	0.670	0.359
Left eye & LFHD	0.843	0.975	0.759	0.333	0.754	0.672	0.319
Right eye & RFHD	0.678	0.978	0.775	0.566	0.699	0.702	0.446
Left ear & LBHD	0.826	0.996	0.732	0.751	0.642	0.698	0.340
Right ear & RBHD	0.808	0.997	0.829	0.768	0.662	0.687	0.442
Left shoulder & LSHO	0.518	0.941	0.696	0.792	0.714	0.714	0.602
Right shoulder & RSHO	0.981	0.915	0.523	0.630	0.579	0.508	0.318
Left elbow & LELB	0.585	0.778	0.814	0.454	0.019	0.181	0.069
Right elbow & RELB	0.554	0.373	0.467	0.717	0.535	0.608	0.357
Left wrist & LWRA	0.195	0.364	0.832	0.654	0.919	0.391	0.098
Left wrist & LWRB	0.213	0.219	0.800	0.635	0.923	0.652	0.317
Right wrist & RWRA	0.150	0.763	0.886	0.662	0.821	0.691	0.265
right wrist & RWRB	0.163	0.781	0.875	0.611	0.655	0.661	0.224
Left hip & LASI	0.977	0.957	0.088	0.534	0.532	0.688	0.287
Right hip & RASI	0.235	0.389	0.339	0.475	0.751	0.695	0.158
Left knee & LKNE	0.998	0.554	0.308	0.383	0.499	0.389	0.295
Right knee & RKNE	0.619	0.956	0.480	0.370	0.265	0.546	0.114
Left ankle & LANK	0.235	0.160	0.209	0.882	0.455	0.444	0.161
Right ankle & RANK	0.777	0.501	0.282	0.423	0.371	0.402	0.790

Beweging “Arm 1”

ARM 1	D	E	F	G	H	I	J
Nose & LFHD	0.633	0.926	0.772	0.479	0.789	0.358	0.969
Nose & RFHD	0.648	0.971	0.759	0.486	0.789	0.318	0.964
Left eye & LFHD	0.651	0.835	0.897	0.333	0.816	0.569	0.590
Right eye & RFHD	0.704	0.788	0.969	0.566	0.753	0.721	0.799
Left ear & LBHD	0.636	0.786	0.326	0.651	0.164	0.420	0.827
Right ear & RBHD	0.715	0.939	0.997	0.768	0.779	0.050	0.845
Left shoulder & LSHO	0.948	1.00	0.989	0.792	0.970	0.989	0.993
Right shoulder & RSHO	0.927	0.923	0.922	0.630	0.965	0.203	0.986
Left elbow & LELB	0.123	0.668	0.732	0.454	0.875	0.173	0.969
Right elbow & RELB	0.268	0.762	0.772	0.717	0.819	0.526	0.993
Left wrist & LWRA	0.321	0.840	0.058	0.654	0.062	0.781	0.010
Left wrist & LWRB	0.196	0.394	0.643	0.635	0.676	0.552	0.000
Right wrist & RWRA	0.150	0.940	0.730	0.662	0.003	0.934	0.449
right wrist & RWRB	0.339	0.600	0.202	0.611	0.647	0.764	0.690
Left hip & LASI	0.911	0.044	0.359	0.534	0.763	0.925	0.890
Right hip & RASI	0.936	0.294	0.664	0.475	0.692	0.904	0.173
Left knee & LKNE	0.254	0.589	0.545	0.383	0.700	0.857	0.582
Right knee & RKNE	0.466	1.000	0.612	0.370	0.090	0.854	0.092
Left ankle & LANK	0.716	0.236	0.273	0.882	0.618	0.828	0.237
Right ankle & RANK	0.154	0.749	0.666	0.423	0.937	0.599	0.336