

'Het effect van Virtual Reality op de posturale controle'

Scriptieverslag

Lennart Driece



Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven
Opleiding tot Fysiotherapeut

Versie 2.0

7 juni 2016

Auteur: Lennart Driece

Scriptiebegeleider: Sil Kloppenburg

Inhoudsopgave

1. Personalia	Blz. 4
2. Voorwoord.....	Blz. 5
3. Samenvatting / Abstract.....	Blz. 6
4. Inleiding	Blz. 8
5. Methode	Blz. 10
5.1 Onderzoeksonderwerp	Blz. 10
5.2 Selectieproces van de deelnemers	Blz. 10
In- en exclusiecriteria	Blz. 10
5.3 Meetinstrumenten.....	Blz. 11
5.4 Ethische paragraaf	Blz. 11
5.5 Meetprotocol	Blz. 11
5.6 Analysemethode SPSS.....	Blz. 12
6. Resultaten.....	Blz. 13
6.1 Populatie	Blz. 13
6.2 Normale verdeling	Blz. 13
6.3 Medio-laterale richting	Blz. 13
6.4 Anterior-posterior richting.....	Blz. 13
6.5 Hoofdbewegingen.....	Blz. 14
7. Discussie	Blz. 15
7.1 Onderzoeksbependingen	Blz. 15
7.2 Klinische relevantie	Blz. 16
8. Conclusie	Blz. 16
9. Bibliografie.....	Blz. 17
10. Bijlagen	Blz. 20
Bijlage 1: Krachtenplatform	Blz. 20
Bijlage 2: Informatiebrief	Blz. 21
Bijlage 3: Vragenlijst / questionnaire.....	Blz. 23
Bijlage 4: Homido Virtual Reality Headset	Blz. 24
Bijlage 5: 'Lanterns' Applicatie.....	Blz. 25
Bijlage 6: 'A time in Space' Applicatie	Blz. 26
Bijlage 7: LG G3 D855.....	Blz. 27
Bijlage 8: Accelerometers	Blz. 28
Bijlage 9: Consent Form	Blz. 29
Bijlage 10: Geheimhoudingsverklaring	Blz. 30
Bijlage 11: Patiëntinstructies	Blz. 31
Bijlage 12: Stroomschema meetprotocol	Blz. 32

1. Personalia

Auteur:

Lennart Driece

PCN: 2207696

E-mail: l.driece@student.fontys.nl

Scriptiebegeleider:

Sil Kloppenburg

E-mail: s.kloppenburg@fontys.nl

School:

Fontys Paramedische Hogeschool

Afdeling Fysiotherapie

Ds. Theodor Fliednerstraat 2

5631 BN Eindhoven

2. Voorwoord

Hier ligt het dan, mijn scriptieverslag. Het was veel werk en soms was er veel doorzettingsvermogen nodig om weer aan de slag te gaan. Gelukkig ken ik mezelf en weet ik dat ik soms gewoon moet beginnen en later een hele pagina tekst weer moet verwijderen om tot een product te komen. Het uitvoeren van het experiment was een leuke en uitdagende klus. De uitdaging lag hem vooral in het ordenen van alle verzamelde data en het uitwerken van deze data in Excel, zodat we er mee aan de slag konden in SPSS.

I would like to say thanks to Marianna and Majid, for helping each other out, no matter which situation we were in. Always ready to explain stuff, discuss things about the thesis and having meetings to improve the execution of the experiment. Also thanks for your help during the execution of the experiment. Without each other it would have been impossible to do such a big experiment. Good luck in your career guys, keep up the good work!

Ook wil ik mijn scriptiebegeleider Sil Kloppenburg bedanken. Hij was degene die me motiveerde om nog eens naar een stuk tekst te kijken door positieve feedback te geven. Zijn aanstekelijke enthousiasme over het experiment en de uitkomsten hebben me geholpen altijd positief te blijven en weer achter mijn laptop te gaan zitten om de tekst te herzien en waar nodig aan te passen. Sil, ik hoop dat je nog veel onderzoek kan doen naar het toepassen van Virtual Reality in de fysiotherapeutische setting en wie weet zien we nog eens een artikel van je verschijnen!

Natuurlijk wil ik ook alle participanten danken voor de vrijwillige deelname aan dit onderzoek. Soms duurde het wat lang voor jullie aan de beurt waren, maar ik had dit onderzoek natuurlijk niet zonder jullie kunnen uitvoeren!

Lisa, dankjewel voor alle steun en je luisterende oor! Je steunt me altijd en je vroeg altijd na een dagje 'Scriptieën' weer of ik al een beetje opgeschoten was, al wist je dat ik er weer klaar mee was voor die dag. Je motiverende invloed heeft zeker zijn effect op me gehad en je hebt ervoor gezorgd dat dit verslag mooi op tijd klaar was.

3. Samenvatting

Onderzoeksvraag: Wat is het verschil in posturale controle bij gezonde volwassenen in een situatie zonder VR en in een situatie waarin een statische VR-omgeving wordt getoond?

Onderzoeksdesign: Cross-over kwantitatief onderzoek. **Participanten:** Gezonde volwassenen.

Achtergrond: Traditionele manieren van balansoefeningen zijn bewezen effectief, maar vaak worden ze door deelnemers beschreven als saai en oninteressant. Door moderne technieken toe te passen kan de motivatie van de deelnemers verhoogd worden, waardoor de effectiviteit toeneemt. Ook kan de deelnemer op deze manier in een betekenisvolle omgeving geplaatst worden, zodat er op een functionele manier getraind kan worden. **Methode:** Gemeten is de posturale controle tijdens 3 verschillende condities van visuele informatie, namelijk Eyes open, Eyes Closed en Virtual Reality. De Virtual Reality omgeving werd getoond door het plaatsen van een Head Mounted Device VR-bril. In deze bril werd een VR-omgeving getoond op het beeldscherm van een mobiele telefoon.

Uitkomstmaat: Standaarddeviatie van de veranderingen van het Center of Pressure, in zowel medio-laterale- als anterior-posterior richting. **Resultaten:** In totaal hebben 30 participanten deelgenomen aan dit onderzoek. Er was een significant verschil zichtbaar in verandering van het CoP in medio-laterale richting tijdens de drie verschillende condities van visuele informatie, $F(1.73, 58) = 17.00, p < .001$. De condities Eyes open (.749 N, +/- .228) en Eyes Closed (1.005 N, +/- .425) zijn significant verschillend ($p < .001$). Ook de condities Eyes open (.749 N, +/- .228) en Virtual Reality (.898 N, +/- .300) zijn significant verschillend ($p < .001$). Het verschil tussen Eyes Closed (1.005 N, +/- .425) en Virtual Reality (.898 N, +/- .300) is niet significant ($p = .084$). De veranderingen van het CoP in anterior-posterior richting tijdens drie verschillende condities van visuele informatie verschillen significant, $X^2(2) = 8.600, p = .014$. De condities Eyes Open (.912 N, +/- .292) en Eyes Closed (1.113 N, +/- .540) zijn significant verschillend ($Z = -3.589, p < .001$). De condities Eyes Closed (1.113 N, +/- .540) en Virtual Reality (1.010 N, +/- .368) zijn niet significant verschillend ($Z = -2.273, p = .023$). Ook de condities Eyes Open (.912 N, +/- .292) en Virtual Reality (1.010 N, +/- .368) zijn niet significant verschillend ($Z = -1.450, p = .147$).

Conclusie: Uit de resultaten kan worden opgemaakt dat de veranderingen van het CoP in stand tijdens het zien van een statische VR-applicatie niet significant verschillen van de veranderingen van het CoP tijdens het staan met de ogen dicht. Dit zou kunnen betekenen dat het trainen van de balans met behulp van Virtual Reality in een meer betekenisvolle omgeving plaats kan vinden, zodat op deze manier de functionaliteit van de trainingen verhoogd zou kunnen worden. Ook kan de motivatie van de deelnemers op deze manier toenemen en kunnen de resultaten verbeterd worden.

Abstract

Research question: What is the difference in postural control in healthy adults in a situation without VR and in a situation where a static VR environment is shown? **Design:** Cross-over quantitative research. **Participants:** Healthy adults. **Background:** Traditional ways of balance exercises have been proven effective, but often they are described by participants as dull and uninteresting. By applying modern techniques, the motivation of the participants can be increased, thereby increasing the effectiveness. Also, in this way the participant can be placed in a meaningful environment, so that they can be trained in a more functional way.

Method: Measured is the postural control during three different conditions of visual information, namely Eyes open, Eyes closed and Virtual Reality. The virtual reality environment was shown by placing a head-mounted device VR-goggle. In this goggle a VR

environment was displayed on the display screen of a mobile phone. **Outcome:** Standard deviation of the changes of the Center of Pressure, both in medio-lateral- as anterior-posterior direction. **Results:** A total of 30 participants took part in this study. There was a significant different change of the CoP in the medio-lateral direction during the three different conditions of visual information, $F(1.73, 58) = 17.00$, $p < .001$. The conditions Eyes Open (.749 N, +/- .228) and Eyes Closed (1.005 N +/- .425) are significantly different ($p < .001$). The conditions Eyes open (.749 N, +/- .228) and Virtual Reality (.898 N, +/- .300) are also significantly different ($p < .001$). The difference between Eyes Closed (1.005 N, +/- .425) and Virtual Reality (N .898, .300 +/-) is not significant ($p = .084$). The changes of the COP in anterior-posterior direction during three different conditions of visual information are significantly different, $\chi^2(2) = 8.600$, $p = .014$. A significant difference between Eyes Open (.912 N, +/- .292) and Eyes Closed (1.113 N +/- .540) is found ($Z = -3.589$, $p < .001$). The conditions Eyes Closed (1.113 N +/- .540) and Virtual Reality (1.010 N +/- .368) are not significantly different ($Z = -2.273$, $p = .023$). The conditions Eyes Open (.912 N, +/- .292) and Virtual Reality (1.010 N +/- .368) are also not significantly different ($Z = -1.450$, $p = .147$).

Conclusion: The results show that the changes of the CoP in stance while seeing a static VR application don't significantly differ from the changes of the CoP while standing with eyes closed. This could mean training the balance using Virtual Reality can take place in a more meaningful environment. This could increase the functionality of the training. The motivation of participants could increase in this way and the results can be improved.

4. Inleiding

Een Cerebraal Vasculair Accident (CVA) is een van de meest voorkomende oorzaken van sterfte. Op dit moment staat een CVA op de derde plaats op de lijst van meest voorkomende doodsoorzaken wereldwijd (Pompili et al., 2015). Wereldwijd staat het CVA op de derde plaats in de top tien van ziekten met de grootste ziektelast. 35% van de patiënten die een CVA overleeft is een jaar na het CVA afhankelijk van anderen in het dagelijks leven. Deze afhankelijkheid strekt zich uit van het omdraaien in bed tot aankleden, werken in de tuin en het communiceren met andere personen. Dit maakt het CVA de grootste oorzaak van invaliditeit onder volwassenen (Wolfe, 2000). De directe en indirecte kosten als gevolg van een CVA worden geschat op ca. 64,1 miljard euro in Europa. (Pompili et al., 2015). In ca. 80% van de gevallen heeft een patiënt problemen met de balans (Tyson, Hanley, Chillala, Selley & Tallis, 2006). Uit gegevens van revalidatiecentra blijkt een zeer hoge kans op vallen te bestaan voor CVA-patiënten; 15,9/1000 patiënten per dag. (Ugur, Gücüyener, Uzuner, Ozkan & Ozdemir, 2000)

Om te voorkomen dat een persoon valt is een goede posturale controle vereist. Posturale controle wordt gedefinieerd als het vermogen om de posturale stabiliteit te behouden, bereiken of hervinden tijdens een willekeurige houding of activiteit (Pollock, Durward, Rowe & Paul, 2000, p. 402). Posturale stabiliteit wordt hierbij gedefinieerd als het vermogen het lichaamszwaartepunt boven het draagvlak te houden terwijl dit draagvlak stil staat of beweegt (Vsetecková & Drey, 2013). Indien het lichaamszwaartepunt buiten dit draagvlak valt, verliest een object de posturale stabiliteit en moet het de positie aanpassen om de posturale stabiliteit te hervinden. Sensorische informatie vanuit het visuele, het vestibulaire en het somatosensorische systeem wordt gebruikt om deze posturale controle te waarborgen (Lott, Bisson, Lajoie, McComas & Sveistrup, 2003).

Om de posturale controle te trainen worden vaak traditionele methodes gebruikt zoals het gooien en vangen van een bal tijdens het staan op 1 of 2 benen op stabiele of instabiele ondergronden (Vernadakis, Giftoisidou, Antoniou, Ioannidis & Giannousi, 2012). Deze traditionele vormen van training zijn bewezen effectief. De balans van de deelnemers verbetert en de kans op vallen verminderd (Gyeong Hee et al., 2014). De trainingen zijn echter weinig functioneel. De patiënt wordt op deze manier onvoldoende getraind in een betekenisvolle omgeving. Ook worden de trainingen vaak omschreven als saai en oninteressant. Hoewel de effectiviteit bewezen is, kan de verminderde motivatie van de deelnemers het positieve resultaat beperken. (Vernadakis et al., 2012).

Een nieuw fenomeen dat zijn intrede doet in de gezondheidszorg is Virtual Reality. Deze moderne techniek wordt reeds op diverse manieren gebruikt, bijvoorbeeld voor het opleiden van nieuwe chirurgen, bij het oefenen met Parkinson-patiënten en voor het oefenen van het looppatroon bij CVA-patiënten (Wright, 2014, Kim et al. 2015). Deze vorm van Virtual Reality vindt plaats door het toepassen van 'Full immersive' virtual reality. In een 'Full immersive' VR-omgeving lijkt het alsof de drager van de VR-bril zich daadwerkelijk in de virtuele omgeving bevindt en hij of zij invloed kan uitoefenen op deze omgeving (Chiarovano et al., 2015). Op deze manier kan de patiënt in een betekenisvollere omgeving geplaatst worden zodat er op een meer functionele manier getraind kan worden (Corbetta et al., 2015). Ook kunnen de oefeningen op deze manier minder saai en meer uitdagend gemaakt worden (Vernadakis et al., 2012). Eerdere onderzoeken hebben reeds uitgewezen dat VR-training een positief effect heeft op de balans (Chiarovano et al., 2015, Cho, Lee & Song, 2012, Corbetta, Imeri & Gatti, 2015). Uit onderzoek naar de invloed van VR-training op de balans bij patiënten met een CVA blijkt bovendien dat de balanstraining door het toevoegen van Virtual Reality training aan de

conventionele balanstraining bij deze patiënten effectiever is dan wanneer deze VR training niet wordt toegevoegd (Park, Lee & Lee, 2013).

De VR-beleving vindt plaats door bepaalde visuele informatie aan te bieden aan de gebruiker. Met name wanneer de vestibulaire en somatosensorische informatie ontoereikend is speelt de visuele informatie een belangrijke rol in het handhaven van de posturale controle (Horlings, Carpenter, Küng, Honegger, Wiederhold & Allum, 2009). Uit onderzoek blijkt dat er een vergrote postural sway aanwezig is wanneer personen wordt gevraagd de ogen te sluiten, vergeleken met het staan met de ogen open. Indien de verschuivingen van de beelden in een VR-omgeving niet overeenkomen met de werkelijk bewegingen van het hoofd, kan verlies van posturale stabiliteit en een gevoel van wagenziekte ontstaan. (Horlings et al., 2009). Dit staat bekend als een visueel – vestibulair conflict. Het lijkt dus voor de hand liggend dat posturale stabiliteit negatief beïnvloed kan worden door een VR-omgeving als de visuele informatie niet overeenkomt met de bewegingen van het hoofd (Horlings et al., 2009). Diverse studies hebben gekeken naar het effect van VR op de posturale stabiliteit, deze studies richtten zich echter vooral op situaties met een visueel – vestibulair conflict en niet op een normale VR-omgeving. Uit onderzoek van Tossavainen et al. blijkt tevens dat het effect van VR op de posturale stabiliteit afhangt van de complexiteit van de scene die wordt getoond (Tossavainen, Juhola, Pyykkö, Aalto & Toppila, 2003).

In veel onderzoeken wordt gebruik gemaakt van een voortbewegend beeld in de VR-omgeving, oftewel een beeld met een hoge optische flow. Optische flow is een patroon dat wordt gegenereerd op de retina van het oog dat informatie verstrekt omtrent snelheid en richting waarin de persoon zich beweegt in relatie tot de omgeving (Lamontagne, Fung, McFadyen & Faubert, 2007). Dijkstra et al. ontdekte dat in een voortbewegende VR-omgeving met hoge optische flow de dynamische koppeling van visuele informatie met het posturale controlesysteem benodigd is (Dijkstra, Schöner, Gielen, 1994). Raffi ontdekte dat de optische flow diverse houdingsspieren activeert om de posturale controle te behouden (Raffi, Piras, Persiani & Squatrito, 2014). Er is echter nog maar weinig onderzoek gedaan naar de invloed van een statische VR-omgeving op de posturale stabiliteit. Tevens is er nog weinig onderzoek verricht naar de invloed van VR op de posturale stabiliteit in een setting zonder visueel – vestibulair conflict. Om onderzoek te doen naar de invloed van Virtual Reality met een lage optische flow op de posturale stabiliteit zijn we tot de volgende onderzoeksvraag gekomen:

Wat is het verschil in posturale controle bij gezonde volwassenen in een situatie zonder VR en in een situatie waarin een statische VR-omgeving wordt getoond?

5. Methode

5.1 Onderzoeksontwerp

Dit onderzoek is een cross-over kwantitatief onderzoek. Onderzocht is de posturale controle tijdens 3 verschillende condities van visuele informatie; Eyes open, Eyes closed en Virtual Reality. De posturale controle is gemeten door de grootte van de veranderingen van het Center of Pressure.

5.2 Selectieproces deelnemers

Om te onderzoeken wat het verschil in posturale controle is in een situatie met en zonder VR hebben 30 participanten deelgenomen aan het experiment. Deze participanten waren afkomstig uit de eigen kennissenkring, deze bestond grotendeels uit studenten van de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven. Er is een e-mail verstuurd met daarin de bijgevoegde informatiebrief (bijlage 2) en de door ons opgestelde vragenlijst (bijlage 3). De vragenlijst is opgesteld om belemmerende factoren voor de balans en de visus te inventariseren en participanten op grond daarvan te kunnen excluderen. Onderstaande deze in- en exclusiecriteria.

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
Leeftijd 18 jaar of ouder	Neurologische aandoening
Man of vrouw	Vestibulaire aandoening
	Zichtsverlies
	Recente problemen aan enkel, voet, knie of heup. (<6 maanden) → Invloed op de balans.
	BMI > 30
	Balansproblemen
	Bril dragend (i.v.m. compatibiliteit Oculus)

Tabel 1: In- en exclusiecriteria participanten.

Inclusiecriteria

Leeftijd 18 jaar of ouder: dit is de minimale leeftijd voor proefpersonen. Tevens blijkt uit onderzoek dat de body sway na het 16^e jaar niet significant meer verandert ten opzichte van het 25^e levensjaar (Greffou, Bertone, Hanssens & Faubert, 2008).

Exclusiecriteria

Neurologische aandoening: Indien er aandoeningen op het neurologische vlak aanwezig zijn, kan dit invloed hebben op de geleiding van informatie vanuit visuele, proprioceptieve en vestibulaire informatie naar de hersenen. Dit kan resulteren in een verminderde balans (Joshua et al., 2014).

Vestibulaire aandoening: Indien de vestibulaire sensorische informatievoorziening verstoord is, kan dit invloed hebben op de balans (Joshua et al., 2014).

Zichtsverlies: In dit onderzoek is het van belang dat iedere participant een helder beeld krijgt van de voorgespiegelde Virtual Reality omgeving.

Recente problemen aan enkel, voet, knie, heup of lage rug: Uit onderzoek blijkt dat de posturale stabiliteit beïnvloed kan worden door links-rechts verschillen in kracht van de heupflexoren en enkel dorsaalflexoren (Kim & Kim, 2015). Ook is reeds aangetoond dat pijn

een significante invloed heeft op het functioneren van spieren (Henriksen, Rosager, Aaboe, Graven-Nielsen & Bliddal, 2011).

BMI > 30: In het onderzoek van Ku et al. laten mensen met obesitas, BMI > 30, een grotere postural sway tijdens stand zien (Ku, Abu Osman, Yusof & Wan Abas, 2012).

Balansproblemen: Wanneer participanten op voorhand al aangeven balansproblemen te ondervinden, kunnen deze balansproblemen van invloed zijn op de meetresultaten.

Brildragend: In verband met de compatibiliteit van de VR-headset worden brildragende personen geëxcludeerd.

5.3 Meetinstrumenten

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een 'Homido' Virtual Reality headset (bijlage 4) waarin een applicatie getoond werd met een statische weergave, 'Lanterns for Google Cardboard' van Oleksandr Popov, verkregen via Google Play (bijlage 5). Tijdens de oefensessie is de applicatie 'A time in space VR Cardboard' van Creanet 3D (bijlage 6) getoond. Deze applicaties werden weergegeven op het scherm van een LG G3 D855 smartphone (bijlage 7). De veranderingen van het Center of Pressure zijn gemeten middels een krachtenplatform type AMTI OR6-7-1000 (bijlage 1). De bewegingen van het hoofd zijn tijdens de metingen vastgelegd middels een accelerometer type Trigno Wireless EMG System (bijlage 8) die bevestigd was op de VR-headset tijdens de metingen en op het voorhoofd tijdens de metingen met ogen open. Tijdens de metingen en de pauzes is de tijd geregistreerd middels een stopwatch. Om de invloed van geluid zo klein mogelijk te maken werd aan iedere participant een set oordopjes verschaft (Park, Lee, Lockhart & Kim, 2011).

5.4 Ethische paragraaf

De participanten in dit onderzoek hebben allen deelgenomen op vrijwillige basis. Dit is vastgelegd in de door de participanten ondertekende consent form (bijlage 10). Als eerste is er een informatiebrief (bijlage 2) verzonden, hierin is de opzet van het onderzoek uitgelegd en werd informatie verstrekt omtrent de werkwijze en risico's van het onderzoek. De participanten dienden vooraf een vragenlijst in te vullen op grond waarvan ze al dan niet geïnccludeerd werden in het onderzoek. De uitkomst van deze vragenlijst is, evenals de meetgegevens, enkel voor dit onderzoek gebruikt. De gegevens zijn enkel toegankelijk voor de onderzoekers en de scriptiebegeleider. Tevens is een geheimhoudingsverklaring bijgevoegd (bijlage 11).

5.5 Meetprotocol

De metingen hebben plaatsgevonden in het MartLab op de Fontys Hogeschool te Eindhoven. Drie studenten fysiotherapie waren verantwoordelijk voor de datacollectie. Voorafgaand aan het experiment is met de participant de informatiebrief doorgenomen. Indien er geen vragen waren of eventuele vragen beantwoord zijn werd de consent form (bijlage 10) ondertekend, waarmee de participant aangeeft vrijwillige aan het onderzoek deel te nemen. Vervolgens is de vragenlijst ingevuld. Indien hieruit geen beperkingen bleken om deel te kunnen nemen aan het onderzoek werd overgegaan tot het uitvoeren van het experiment. Als eerste volgde een zogenaamde 'practice session', deze was bedoeld om de participant te laten wennen aan het zien van de VR-beelden. Hiervoor werd de app 'A time in space VR Cardboard' (bijlage 6) gebruikt. Deze sessie duurde 1 minuut, hierna had de participant een pauze van 10 minuten om gewenning aan VR-beelden te voorkomen (Valerie, Cobb & Nichols, 1999). Na deze pauze werd de participant gevraagd de schoenen en sokken uit te doen. De participant werd gevraagd plaats te nemen op het krachtenplatform. Het middelpunt van het platform werd

aangegeven met een streep witte tape. De participant plaatste de voeten met de mediale malleoli tegen elkaar met de witte streep in het midden van de voeten. Tijdens alle metingen werden de armen gekruist voor de borst gehouden om compensatie te voorkomen. De metingen vonden plaats in willekeurige volgorde, door de participant een 3-tal briefjes te laten kiezen. Er zijn metingen afgenomen tijdens 3 verschillende vormen van visuele informatie: Eyes open, Eyes Closed en Virtual Reality. Tijdens de Eyes open meting werd de accelerometer (bijlage 9) op het voorhoofd geplaatst om de bewegingen van het hoofd vast te leggen. Om te garanderen dat de participant geen visuele informatie ontvangt tijdens de Eyes closed meting is de VR-headset met uitgeschakeld display geplaatst. Het krachtenplatform meet de veranderingen van het Center of Pressure en registreerde deze via de computer. De accelerometer heeft de bewegingen van het hoofd tijdens de metingen vastgelegd. Een stroomschema van het meetprotocol is te vinden in bijlage 12.

Enkel de meetgegevens tussen de 20 seconden en 50 seconden zijn geïncludeerd in de analyse. Op deze manier hebben we meetfouten door het plaatsnemen op het platform en het stoppen van de meting uitgesloten. De participant had op deze manier een ogenblik de tijd om te wennen aan het staan met de bril op zonder VR beelden en met VR-beelden.

3.6 Data-analyse

Alle meetgegevens zijn vanuit de registratie-computer geëxporteerd naar Excel. Enkel de gegevens tussen 20 en 50 seconden werden geïncludeerd. Van de veranderingen in medio-laterale- en anterior-posterior richting zijn van iedere participant de SD's berekend met behulp van Excel. De gegevens van alle participanten zijn samengevoegd in SPSS Statistics. In dit onderzoek is de onafhankelijke variabele de conditie, dus Eyes open, Eyes Closed en Virtual Reality. De afhankelijke variabele is de standaarddeviatie van de veranderingen van het CoP. Om uit te sluiten dat de uitkomsten van de toetsende statistiek op toeval berusten, wordt een P-waarde van $P < 0.05$ aangenomen. Als eerste is alle data door middel van de Shapiro-Wilk test beoordeeld op normale verdeeldheid. De beschrijvende statistiek is vervolgens opgesteld om de participanten-populatie te beschrijven. Indien er sprake was van een normale verdeling, is er getoetst op verschil in SD's door middel van een Repeated Measures ANOVA test. Indien de verdeling niet normaal bleek, gebeurde dit door middel van een Related-Samples Friedman's Two-Way Analysis of Variance by Ranks test. Post-hoc test in geval van een ANOVA was een Bonferroni test. In geval van een Friedman's test werden de onderlinge verschillen getoetst door onderlinge Wilcoxon signed-rank-tests.

6. Resultaten

6.1 Populatie

De leeftijd van de participanten was niet normaal verdeeld. Lengte, gewicht en BMI waren wel normaal verdeeld. Aan dit onderzoek namen 15 mannen en 15 vrouwen deel in de leeftijd van 20 tot 28 jaar (mediaan = 23 jaar; IQR = 2). Alle participanten voldeden aan de gestelde inclusiecriteria en hebben het informed consent getekend. De gemiddelde lengte van de participanten was 172 cm. (+/- 7.9 SD). Het gemiddelde gewicht was 67.2 kg. (+/- 9.9 SD). Het gemiddelde BMI van de participanten was 22.8 (+/- 2.2 SD). Alle participanten waren in staat tijdens de uitvoering van het experiment de posturale controle te behouden zonder de voeten te verzetten. In figuur 1 is te zien hoe de veranderingen van het CoP hebben plaatsgevonden tijdens 3 verschillende condities van visuele informatie.

6.2 Normale verdeling

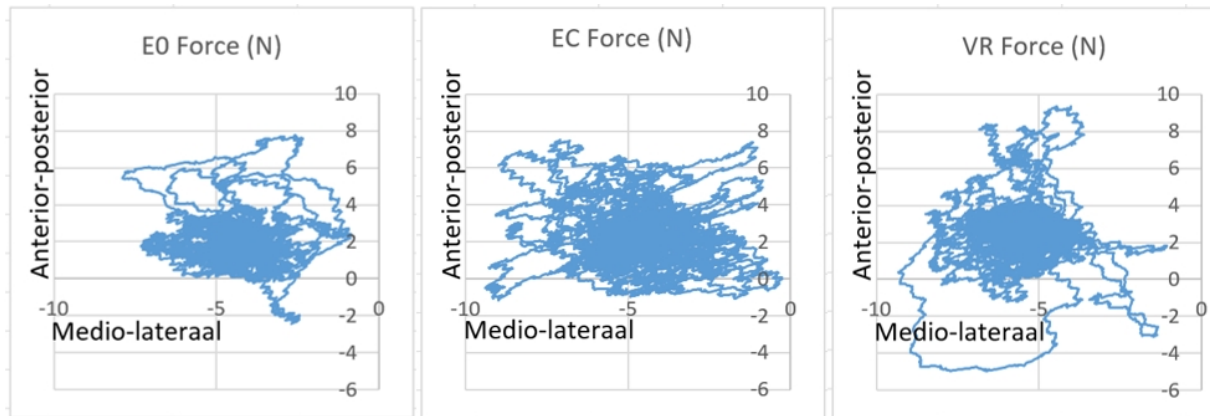
De data omtrent de veranderingen van het CoP is met elkaar vergeleken. De data van alle drie de condities in medio-laterale richting was normaal verdeeld; Eyes Open $p = .693$, Eyes Closed $p = .111$, Virtual Reality $p = .645$. Van de EO- en VR-conditie in anterior-posterior richting was de data eveneens normaal verdeeld, Eyes Open $p = .485$, Virtual Reality $p = .632$. De data van de EC-conditie in anterior-posterior richting is niet normaal verdeeld, $p = .001$.

6.3 Medio-laterale richting

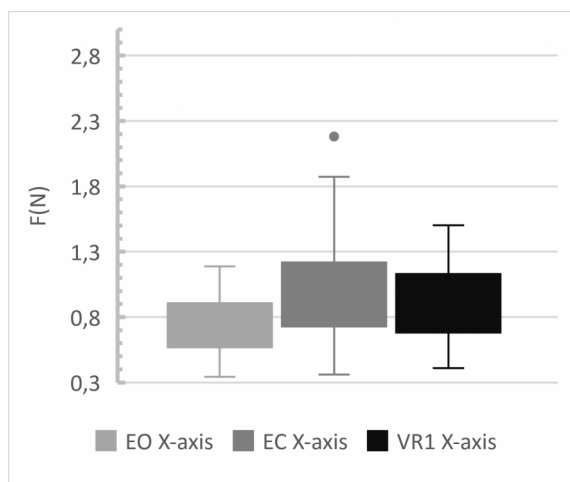
Er was een significant verschil tussen de drie verschillende condities van visuele informatie, $F(1.73, 58) = 17.00$, $p < .001$ (zie figuur 2). Uit de Bonferroni Post-hoc test volgt een significant verschil tussen condities Eyes open (.749 N, +/- .228) en Eyes Closed (1.005 N, +/- .425) ($p < .001$). Ook de condities Eyes open (.749 N, +/- .228) en Virtual Reality (.898 N, +/- .300) zijn significant verschillend ($p < .001$). Het verschil tussen Eyes Closed (1.005 N, +/- .425) en Virtual Reality (.898 N, +/- .300) is niet significant ($p = .084$).

6.4 Anterior-posterior richting

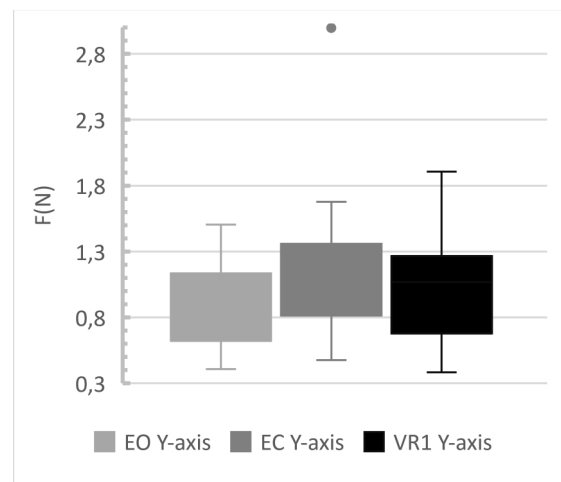
De veranderingen van het CoP in anterior-posterior richting tijdens drie verschillende condities van visuele informatie verschillen significant, $\chi^2(2) = 8.600$, $p = .014$ (zie figuur 3). Er is een significant verschil tussen Eyes Open (.912 N, +/- .292) en Eyes Closed (1.113 N, +/- .540) gevonden ($Z = -3.589$, $p < .001$). De condities Eyes Closed (1.113 N, +/- .540) en Virtual Reality (1.010 N, +/- .368) zijn niet significant verschillend ($Z = -2.273$, $p = .023$). Ook de condities Eyes Open (.912 N, +/- .292) en Virtual Reality (1.010 N, +/- .368) zijn niet significant verschillend ($Z = -1.450$, $p = .147$).



Figuur 1: Data report van één experiment bij een gezonde 28-jarige man. **Linker grafiek:** veranderingen van het CoP in de conditie Eyes Open. **Middelste grafiek:** veranderingen van het CoP in de conditie Eyes Closed. **Rechter grafiek:** veranderingen van het CoP in de conditie Virtual Reality.



Figuur 2: Het gemiddelde en de standaarddeviatie van de veranderingen van het CoP in medio-laterale richting tijdens drie verschillende condities van visuele informatie; **EO** ($G = 0.7491$, $SD = 0.2280$), **EC** ($G = 1.005$, $SD = 0.4246$) en **VR** ($G = 0.8982$, $SD = 0.2995$). De stip in de figuur toont de outlier zoals genoemd in de discussie.



Figuur 3: Het gemiddelde en de standaarddeviatie van de veranderingen van het CoP in anterior-posterior richting tijdens drie verschillende condities van visuele informatie, **EO** ($G = 0.9121$, $SD = 0.2915$), **EC** ($M = 1.113$, $IQR = 0.540$) en **VR** ($G = 1.0101$, $SD = 0.3682$). De stip in de figuur toont de outlier zoals genoemd in de discussie.

6.5 Hoofdbewegingen

De individuele SD's van de hoofdbewegingen in de drie verschillende condities zijn niet normaal verdeeld. Dat deze waarden significant verschillen volgt uit de Related-Samples Friedman's Two-Way Analysis of Variance by Ranks test, $\chi^2(2) = 30.583$, $p = .014$. Uit onderlinge Wilcoxon signed-rank-tests is een significant verschil tussen de hoofdbewegingen tijdens Eyes Open (.0057 g, +/- .00) en Eyes Closed (.0086 g, +/- .00) gevonden ($Z = -3.771$, $p < .001$). Ook de condities Eyes Open (.0057 g, +/- .00) en Virtual Reality (.0080 g, +/- .00) zijn significant verschillend ($Z = -4.257$, $p < .001$). De hoofdbewegingen tijdens de condities Eyes Closed (.0086 g, +/- .00) en Virtual Reality (.0080 g, +/- .00) zijn niet significant verschillend ($Z = -.200$, $p = .841$).

7. Discussie

Het doel van dit onderzoek was het onderzoeken van de invloed van het zien van een Virtual Reality applicatie met een lage optische flow op de posturale stabiliteit. Om dit te onderzoeken is een cross-over kwantitatief onderzoek uitgevoerd onder 30 gezonde participanten. Van deze participanten zijn de veranderingen van het CoP over de tijd in mediaal – laterale richting en anterior – posterieure richting gemeten met behulp van een krachtenplatform. De participanten hebben op het krachtenplatform gestaan tijdens drie verschillende condities van visuele informatie, namelijk Eyes Open, Eyes Closed en Virtual Reality.

De belangrijkste uitkomst uit dit onderzoek is dat er een verschil gevonden is in veranderingen van het CoP in medio-laterale richting tussen de condities Virtual Reality & Eyes-open ($p < .001$). Ook de condities Eyes-Closed & Eyes-Open zijn significant verschillend ($p < .001$). De condities Virtual Reality & Eyes closed zijn niet significant verschillend ($p = .084$). Dit komt overeen met de uitkomst van eerder uitgevoerd onderzoek (Horlings et al., 2009). Uit dit onderzoek bleek dat tijdens staan met de ogen dicht een vergrote postural sway aanwezig is vergeleken met het staan met de ogen open. Tijdens het zien van een VR-omgeving lieten de deelnemers eenzelfde vergrote postural sway zien. De postural sway werd in het onderzoek van Horlings et al. echter gemeten met behulp van gyroscopen, bevestigd tussen de schouderbladen.

In de anterior-posterior richting is enkel een significant verschil zichtbaar tussen de condities Eyes-Open & Eyes-Closed ($p < .001$). De condities Eyes-open & Virtual Reality ($p = .147$) en Eyes Closed & Virtual Reality ($p = .023$) zijn niet significant verschillend. Dit zou verklaard kunnen worden door eerdere bevindingen uit andere onderzoeken (Bronstein, 1986). Uit deze onderzoeken blijkt dat wanneer de hersenen de informatie uit het visuele systeem als ongeschikt of onbetrouwbaar beoordelen, het visuele systeem direct ondergeschikt raakt aan het somatosensorische en vestibulaire systeem (Bronstein, 1986). Dit onderzoek ging echter niet uit van informatie uit een VR-omgeving, maar van een omgeving welke los van de ondergrond bewoog. Dit is dus wel vergelijkbaar met een VR-omgeving, welke ook beweegt los van de ondergrond waar de persoon op staat. Daarom zou dit toch een verklaring kunnen zijn, omdat de hersenen de informatie uit de VR-omgeving als onbetrouwbaar kunnen beoordelen.

Het verschil in uitkomst tussen de medio-laterale richting en de anterior-posterieure richting is opvallend. Eerder onderzoek van McClenaghan et al. laat namelijk zien dat de veranderingen van het CoP groter waren in de anterior-posterior richting bij jongeren en volwassenen. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de veranderingen in CoP in de anterior-posterior richting worden gecontroleerd door bewegingen in de enkel en in medio-laterale richting door bewegingen ter hoogte van de heupen. Omdat er een grotere bewegingsvrijheid in de enkel is, zouden de verstoringen van de posturale controle gemakkelijker opgevangen kunnen worden in anterior-posterior richting (McClenaghan et al., 1995).

7.1 Onderzoeksbependingen

Er zijn echter ook beperkingen in dit onderzoek. De grootste beperking is de beweging van het hoofd. Deze zijn tijdens de verschillende condities van visuele informatie verschillend. Dit kan deels verklaard worden door het feit dat ook de veranderingen van het CoP verschillend waren. Door de zogenaamde 'body sway' beweegt ook het hoofd. Echter ook tijdens condities die niet significant verschillend waren in veranderingen van het CoP waren de hoofdbewegingen wel significant verschillend. Omdat de bewegingen van het hoofd invloed

hebben op het vestibulaire systeem, is dit ook van invloed op de posturale controle en dus de veranderingen van het CoP. Een andere beperking was het feit dat de in dit onderzoek toegepaste oordoppen niet alle geluid tegenhielden. Een meerderheid van de deelnemers gaf aan toch nog geluiden te horen, ondanks het gebruik van oordoppen. Dit kan van invloed zijn op de posturale controle (Park, Lee, Lockhart & Kim, 2011). Kanttekening hierbij is echter dat de oordopjes in alle condities gelijk waren. Een derde beperking is de aanwezigheid van zogenaamde 'outliers'. De score van 1 participant was zo afwijkend, dat het de normaliteit van de groep schond. Dit kan van invloed zijn geweest op de resultaten. Om de resultaten echter niet te beïnvloeden, zijn de waardes van deze participant wel meegenomen in de berekeningen, omdat de outliers niet veroorzaakt zijn door meetfouten.

7.2 Klinische relevantie

Het blijkt dus dat de veranderingen van het CoP in de medio-laterale richting tijdens het zien van een VR-omgeving gelijk zijn aan de veranderingen tijdens het staan met de ogen dicht. Dit betekent dat wanneer men de balans van een patiënt willen trainen, het effect van het laten zien van een VR-omgeving op de veranderingen in medio-laterale richting net zo groot is als het sluiten van de ogen. Hieruit zou opgemaakt kunnen worden dat Virtual Reality gebruikt kan worden om het trainen van de posturale controle in een meer betekenisvolle omgeving te laten plaatsvinden, zoals genoemd in eerder onderzoek (Vernandakis et al., 2012). Dit kan de betrokkenheid bij de training verhogen en op deze manier wordt het verkregen resultaat vergroot (Vernandakis et al., 2012). In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een betaalbare, 'off-the-shelf' methode voor Virtual Reality. Op deze manier wordt de drempel om deze vorm van Virtual Reality te gebruiken in de revalidatie - praktijk verlaagd (Weiss & Katz, 2004).

Voor zover bekend is dit onderzoek het enige onderzoek waarin er een applicatie wordt gebruikt waarin de gebruiker een statische positie inneemt in de VR-omgeving. Aan dit onderzoek hebben 30 participanten deelgenomen, met een gemiddelde leeftijd van 23 jaar. Om de uitkomst van het onderzoek meer generaliseerbaar te maken naar de gehele bevolking, dient er aanvullend onderzoek plaats te vinden met een meer representatieve participantengroep. Om te kunnen onderbouwen dat het toepassen van een statische Virtual Reality applicatie bij het trainen van de posturale controle bij mensen met een beroerte zinvol is, is ook aanvullend onderzoek met een representatieve patiëntengroep nodig.

8. Conclusie

De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidde: Wat is het verschil in posturale controle bij gezonde volwassenen in een situatie zonder VR en in een situatie waarin een statische VR-omgeving wordt getoond? De uitkomsten uit dit onderzoek laten zien dat in een situatie waarin een persoon in een statische VR-omgeving geplaatst wordt, de veranderingen van het CoP in medio-laterale richting significant verschillen van de conditie Eyes-Open. Er is echter geen significant verschil in veranderingen van het CoP met de conditie Eyes-Closed. In de anterior-posterior richting is geen significant verschil tussen de condities VR & Eyes-Closed en tussen de condities VR & Eyes-Open. Uit deze gegevens zou opgemaakt kunnen worden dat de training van de posturale controle met behulp van Virtual Reality in een meer betekenisvolle omgeving plaats kan vinden, zodat de motivatie van deelnemers toe kan nemen en de resultaten verbeterd kunnen worden.

9. Bibliografie

- Androidplanet.com (2016). *LG G3*. Geraadpleegd op 12 april, van <https://www.androidplanet.nl/lg/g3/>
- AMC Clinical Research Unit (2016). *KEUZE TOETS*. Geraadpleegd op 17 maart, van https://wikistatistiek.amc.nl/index.php/KEUZE_TOETS
- AMTI Force and Motion (z.d.) *OR6 – 7 – 1000 Specifications*. Geraadpleegd op 12 april, van <http://www.amti.biz/AMTIpibrowser.aspx>
- Benda, B. J., Riley, P. O., & Krebs, D. E. (1994). Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 2(1), 3-10.
- Biochemiamedica (2012). *Statistical test selection when comparing groups*. Geraadpleegd op 28 maart, van http://www.biochemiamedica.com/system/files/Marusteri_M_Statistical_test_selection_when_comparing_groups_Fig_4.jpg
- Bronstein, A. M. (1986). Suppression of visually evoked postural responses. *Experimental Brain Research*, 63(3), 655.
- Chiarovano, E., de Waele, C., MacDougall, H. G., Rogers, S. J., Burgess, A. M., & Curthoys, I. S. (2015). Maintaining balance when looking at a virtual reality three-dimensional display of a field of moving dots or at a virtual reality scene. *Frontiers in Neurology*, 6, 164.
- Cho, K. H., Lee, K. J., & Song, C. H. (2012). Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 228(1), 69-74.
- Corbetta, D., Imeri, F., & Gatti, R. (2015). Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 61(3), 117-124.
- Delsys (2013). *Trigno Wireless System User's Guide*. Geraadpleegd op 10 april 2016, van https://www.delsys.com/Attachments_pdf/Trigno%20%20Wireless%20System%20Users%20Guide%20%28MAN-012-2-6%29.pdf
- Dijkstra, T. M., Schöner, G., & Gielen, C. C. (1994). Temporal stability of the action-perception cycle for postural control in a moving visual environment. *Experimental Brain Research*, 97(3), 477-485.
- Gyeong Hee, C., Hwangbo, G., Hyung Soo, S., Cho, G. H., Hwangbo, G., & Shin, H. S. (2014). The Effects of Virtual Reality-based Balance Training on Balance of the Elderly. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(4), 615–617.
- Greffou, S., Bertone, A., Hanssens, J. M., & Faubert, J. (2008). Development of visually driven postural reactivity: A fully immersive virtual reality study. *Journal of Vision*, 8(11), 15-15.
- Henriksen, M., Rosager, S., Aaboe, J., Graven-Nielsen, T., & Bliddal, H. (2011). Experimental knee pain reduces muscle strength. *Journal of Pain*, 12(4), 460-467.

- Hersenstichting (z.d.). *Beroerte*. Geraadpleegd op 29 februari 2016, van <https://www.hersenstichting.nl/alles-over-hersenen/hersenaandoeningen/beroerte/>
- Horlings, C. G. C., Carpenter, M. G., Küng, U. M., Honegger, F., Wiederhold, B., & Allum, J. H. J. (2009). Influence of virtual reality on postural stability during movements of quiet stance. *Neuroscience Letters*, 451(3), 227-231.
- Homido (2014). *Homido Virtual Reality Headset*. Geraadpleegd op 11 april 2016, van <http://www.homido.com/en/shop/products/homido-hmd>
- Joshua, A. M., D'Souza, V., Unnikrishnan, B., Mithra, P., Kamath, A., Acharya, V., & Venugopal, A. (2014). Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly - a randomised controlled trial. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(3), 98-102.
- Kim, M., & Kim, S. (2015). Analysis of the correlation between the differences in muscle strengths between the bilateral lower extremities and postural stability in healthy adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3103.
- Ku, P. X., Abu Osman, N. A., Yusof, A., & Wan Abas, W. A. B. (2012). Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *Journal of Biomechanics*, 45(9) 1638-1642.
- Laerd Statistics (2013). *Friedman test in SPSS Statistics*. Geraadpleegd op 22 maart 2016, van <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/friedman-test-using-spss-statistics.php>
- Lamontagne, A., Fung, J., McFadyen, B. J., & Faubert, J. (2007). Modulation of walking speed by changing optic flow in persons with stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 4(1), 22-22.
- Lott, A., Bisson, E., Lajoie, Y., McComas, J., & Sveistrup, H. (2003). The effect of two types of virtual reality on voluntary center of pressure displacement. *Cyberpsychology & Behavior : The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 6(5), 477-485.
- McClenaghan, B., Williams, H., Dickerson, J., Dowda, M., Thombs, L., & Eleazer, P. (1995). Spectral characteristics of ageing postural control. *Gait & Posture*, 3(3), 123-131.
- Park, Y., Lee, C., & Lee, B. (2013). Clinical usefulness of the virtual reality-based postural control training on the gait ability in patients with stroke. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 9(5), 489-494.
- Park, S. H., Lee, K., Lockhart, T., & Kim, S. (2011). Effects of sound on postural stability during quiet standing. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 8(1), 67-67.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402-406.
- Pompili, M., Venturini, P., Lamis, D. A., Giordano, G., Serafini, G., Belvederi Murri, M., Girardi, P. (2015). Suicide in stroke survivors: Epidemiology and prevention. *Drugs & Aging*, 32(1), 21-29.

- Raffi, M., Piras, A., Persiani, M., & Squatrito, S. (2014;2013;). Importance of optic flow for postural stability of male and female young adults. *European Journal of Applied Physiology*, 114(1), 71-83.
- SPSS Handboek (z.d.). *Voorbeeld One-Way Anova (F-test)*. Geraadpleegd op 8 maart 2016, van http://www.spsshandboek.nl/one_way_anova_f-test_output
- Tyson, S. F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A., & Tallis, R. C. (2006). Balance disability after stroke. *Physical Therapy*, 86(1), 30.
- Ugur, C., Gücüyener, D., Uzuner, N., Ozkan, S., & Ozdemir, G. (2000). Characteristics of falling in patients with stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 69(5), 649-651.
- Valerie, S., Cobb, G., & Nichols, S. C. (1999). Static posture tests for the assessment of postural instability after virtual environment use, *Brain Research Bulletin* 47(5), 459–464.
- Vaartjes, I., O'Flaherty, M., Capewell, S., Kappelle, J. L., & Bots, M. L. (2013). Trends in incidentie en mortaliteit van het herseninfarct. *Nederland Tijdschrift voor Geneeskunde*, 157:A6402.
- Vernadakis, N., Gioftsidou, A., Antoniou, P., Ioannidis, D., & Giannousi, M. (2012). The impact of Nintendo wii to physical education students' balance compared to the traditional approaches. *Computers & Education*, 59(2), 196-205.
- Vsetecková, J. J., & Drey, N. (2013). What is the role body sway deviation and body sway velocity play in postural stability in older adults? *Acta Medica (Hradec Králové) / Universitas Carolina, Facultas Medica Hradec Králové*, 56(3), 117-123.
- Weiss, P. L. T., & Katz, N. (2004). The potential of virtual reality for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(5), 7.
- Wolfe, C. D. (2000). The impact of stroke. *British Medical Bulletin*, 56(2), 275-286.
- Wright, W. G. (2014). Using virtual reality to augment perception, enhance sensorimotor adaptation, and change our minds. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8(56).

10. Bijlagen

Bijlage 1: Krachtenplatform

Type: OR6-7-1000, fabrikant AMTI force and Motion.

Een krachtenplatform is een meetinstrument welke de grondreactiekrachten meet die op het platform werken. Deze grondreactiekrachten ontstaan door het object dat zich op dit platform bevindt. Deze krachten worden gemeten in X-, Y- en Z-richting, waarin X- en Y-richting horizontale krachten zijn en de Z-richting de verticale kracht is. In dit onderzoek worden enkel de krachten in X- en Y-richting gemeten, hieruit kan de verandering van het Center of Pressure zichtbaar worden gemaakt.

In tabel 2 zijn de specificaties van het krachtenplatform opgenomen.

Dimensions (WxLxH)	464 x 508 x 82.55 mm			Mounting hardware	Recommended			
Weight	28.18 Kg.			Sensing elements	Strain gage bridge			
Channels	Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz			Amplifier	Required			
Top plate material	Aluminum			Analog outputs	6 Channels			
Temperature range	-17.78 to 51.67°C			Digital outputs	None			
Excitation	10V maximum			Crosstalk	< 2% on all channels			
Fx, Fy, Fz hysteresis	± 0.2% full scale output			Fx, Fy, Fz non-linearity	± 0.2% full scale output			
Channel	Fx	Fy	Fz	Units	Mx	My	Mz	Units
Capacity	2224	2224	4448	N	1129	1129	565	N-m
Sensitivity	0.674	0.674	0.169	μv/v-N	1.59	1.59	3.37	μv/v-N-m
Natural frequency	280	280	460	Hz	-	-	-	Hz

Tabel 2: Specificaties van het OR6-7-1000 krachtenplatform.

Bron: AMTI Force and Motion

Bijlage 2: Informatiebrief

Information Letter

Dear Sir/Madam,

We are graduate students of physical therapy on the Fontys University of Applied Sciences, Eindhoven, The Netherlands. We would like to invite you to participate in our research experiment, which will take place between the 11th and 15th of April 2016. Before deciding whether you would like to participate or not, we advise you to read carefully the information sheet provided to you in order to have a better view of our experiment.

Goal of the research:

A great number of people suffer from postural instability. Physical therapists are able to help those people using therapeutic interventions that aim to enhance their balance. Technology is evolving rapidly and as health professionals it can be really helpful to induce it in our practice. The past few years virtual reality technology is being tested to examine whether the field of rehabilitation can benefit from it.

The aim of this research is to investigate whether people with postural control problems can benefit from a virtual reality training program.

Are you eligible for this experiment?

In order to participate in the experiment you have fit in the following criteria:

- Age 18+
- You don't have a recent (<6 months) foot, ankle, knee or hip problem
- You don't have any neurological or vestibular problems
- You don't have any eyesight loss.
- If you wear prescription glasses they should be replaced with eye contact lenses.
- You don't have a BMI >30

Measurements for this experiment

- Changes in balance will be measured with a force platform
- Body and head movements will be measured with kinematic acceleration sensors

Experiment procedure:

You are going to be asked to remove your shoes, socks and shirt prior to the measurements. We will place a sensor between your shoulder blades and on your lower back that will record the acceleration of any upper body movements. A sensor will also be placed on top of your head, which will record any head movements. Then you will be placed on a force plate, which will record the forces applied on your body at that time. You will be asked to stand on the force plate with your ankles touching together, first with your eyes open for 1 minute, then with your eyes closed for 1 minute. Each participant will have 2 minutes of break between each measurement. After that you will wear a Virtual Reality headset in two different conditions while standing on the platform. Each Virtual Reality display will last 1 minute and you will have 10 minutes of break between each VR film. The order of the tasks will be randomly presented to you, by blindly selecting sequence papers. The experiment is then finished.

What are the risks of participating in this research?

There is a possibility that you lose your balance while trying to stand on the force plate, therefore a researcher will always stand next to you to avoid possible falls.

What happens if you do not wish to participate in the study?

Participation in this study is voluntary; therefore you are free to decide whether you wish to take part in this experiment. If at any time you are not willing to continue with this experiment, you are allowed to cancel your participation.

What is expected from you?

If you are interested in participating in our study you should arrange an appointment with one of the researchers through email or orally. You are expected to show up on the day of the experiment in MART-lab 0.410. The procedure of the experiment will last 40-50 minutes.

In case you need to cancel the appointment, we would appreciate if one of the researchers is informed about it on time (24-hours before the appointment) in order to arrange for a replacement.

Ethics

All your personal data will be kept confidential and anonymous. Your data will only be collected for the purposes of this research. Note that your name will not be linked to your personal data.

Questions?

In case you have any questions about the experiment please contact any of the researchers in the contact information below.

After you have read all the information provided to you, you may review the given questionnaire. A consent form will have to be signed prior to any measurements.

Yours sincerely,

The researchers

Students of Physical Therapy: Majid Krim, Lennart Driece, Marianna Veriki

Marianna Veriki

m.veriki@student.fontys.nl

Majid Krim

m.krim@student.fontys.nl

Lennart Driece

l.driece@student.fontys.nl

Bijlage 3: Vragenlijst / Questionnaire

Questionnaire

Dear participant,

Please answer the following questions. We would like to gather some of your personal and background information that are of high importance for the experiment. Confidentiality will be taken into account and all your information will be kept anonymous.

Personal Information

1. Name:
2. Age:
3. Gender: M F
4. Weight:
5. Height:

Background Information

	<u>YES (if yes please Describe)</u>	<u>NO</u>
Do you experience any difficulties with your balance?		
Do you have any vision problems?		
Do you wear glasses?		
Do you wear eye contact lenses?		
Have you experienced any recent (less than six months) problems with your hip, knee, ankle or foot?		
Do you experience any symptoms of dizziness?		
Do you have any health problems?		

Thank you for answering the questionnaire.

Bijlage 4: Homido Virtual Reality Headset

De Homido Virtual Reality Headset is een VR-Headset voor gebruik met mobiele telefoons (Android & iOS). In deze headset wordt een mobiele telefoon geplaatst die vervolgens dienst doet als display. De VR-applicaties op deze mobiele telefoon worden door de specifieke lenzen in de Homido VR Headset weergegeven als een VR-omgeving.

Kenmerken

- Speciaal ontworpen Virtual Reality lenzen: 100° gezichtsveld
- Afstand van mobiele telefoon tot de ogen instelbaar
- Te gebruiken met de meest recente mobiele telefoons (Android & iOS)
- Afstand tussen de pupillen instelbaar
- Verwisselbaar foam aan de gezichtszijde
- Draadloos



Figuur 4: Homido VR Headset
Bron: Homido

Bijlage 5: Lanterns Applicatie

Deze Virtual Reality applicatie weergeeft een typisch nachtsceen van de viering van het Lantaarn Festival. Bergen die verlicht worden door de maan die reflecteert in de rivier en flikkerende lantaarns in de lucht en op het wateroppervlak.

Kenmerken

- Volgt de bewegingen van het hoofd door gebruik te maken van de gyroscoop
- Aantal lantaarns is aan te passen
- Volledige dag-nacht cyclus
- Fish-eye weergave voor de lenzen van de VR-Headset



Figuur 5: Lanterns for Google Cardboard
Bron: Google Play

Bijlage 6: A time in Space applicatie

Beschrijving

Do you want to live a little trip in space? A TIME IN SPACE VR is for you! To celebrate launch of ATIS PART 2 we offer you the biggest update since the beginning! Hope you will like it!

Deze applicatie wordt in ons onderzoek gebruikt als test-applicatie, om de participant te laten wennen aan het zien van Virtual Reality beelden. In de applicatie ervaart de gebruiker een wandeling door de ruimte, waarin snelle en langzame beelden elkaar afwisselen.

Compatibel met:

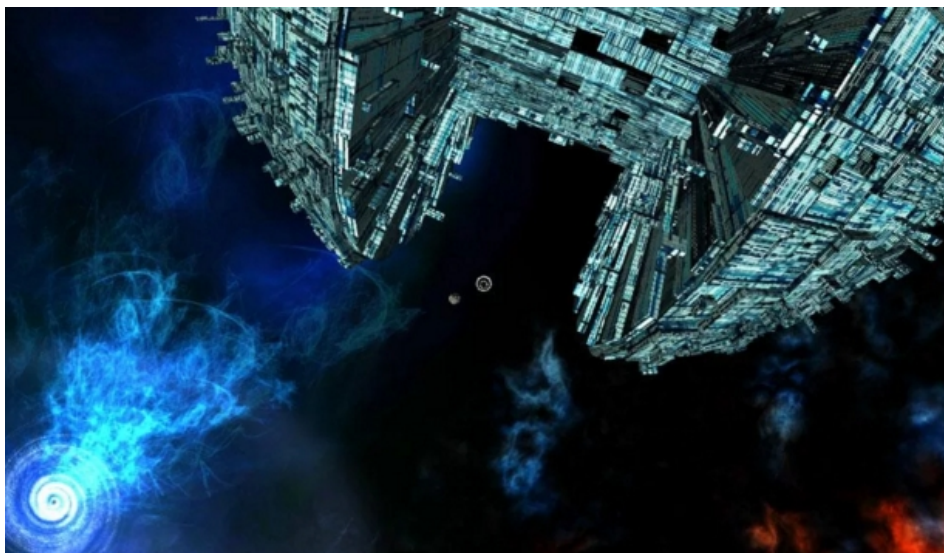
Homido VR

Archos VR

Dive VR

FreeFly VR

Cardboard



Figuur 6: A time in Space

Bron: Google Play

Bijlage 7: LG G3 D855

‘De LG G3 is de opvolger van de LG G2 die door de Zuid-Koreaanse fabrikant is voorzien van een QHD-scherm (quad-hd) met een resolutie van 2560 bij 1440 pixels. Dit is hoger dan de full-hd-schermen waarover de meeste moderne smartphones beschikken. De schermgrootte van het toestel bedraagt 5,5 inch, waarmee het iets groter is dan dat van de LG G2 (5,2 inch). Verder heeft de smartphone een supersnelle Snapdragon 801-processor met vier cores en 2GB of 3GB aan werkgeheugen. Ook is er 16GB of 32GB aan uitbreidbare opslagruimte (uitbreidbaar) aan boord en standaard een recente Android-versie met handige softwarematige toevoegingen als Knock Code en een geheel vernieuwde interface’ (Android Planet).



Figuur 7: LG G3 D855 Smartphone
Bron: PhoneArena.com

Algemeen	
Besturingssysteem	Android
Laatste OS	Android 6.0
Gewicht	149 g
Display	
Schermgrootte	5,5 inch
Resolutie	2560 × 1440 pixels
Type scherm	LCD
Touchscreentechniek	Capacitief
Hardware en geheugen	
Chipset	Snapdragon 801
Aantal Cores	Quad Core
Processor-snelheid	2 GHz
Werkgeheugen	2 GB

Tabel 3: Specificaties van de LG G3 D855 Smartphone
Bron: Phonearena.com

Bijlage 8: Accelerometers

'The Trigno™ Wireless EMG System is a high-performing device designed to make EMG signal detection reliable and easy. Each EMG sensor has a built-in triaxial accelerometer, a transmission range of 20 m and a rechargeable battery lasting a minimum of 7 hours. The system is capable of streaming data to EMGworks Acquisition and Analysis software, and of generating 16 EMG and 48 accelerometer analog channels for integration with motion capture and other 3rd party data acquisition systems. Full triggering features further expand the possibility for integration with additional measurement technologies. Wireless EMG Sensor Each Trigno Sensor is equipped with the following features:'

- transmission range of 20m
- inter-sensor latency < 500us (< 1 sample period)
- self-contained rechargeable battery
- EMG signal bandwidth 20- 450 Hz
- EMG signal sampling rate of 2000 samples/sec
- EMG baseline noise of 80dB
- 16-bit EMG signal resolution
- integrated triaxial accelerometer
- software selectable accelerometer sensitivity of $\pm 1.5g$ or $\pm 6g$
- LED User feedback
- battery charge monitoring and status indicator
- environmentally sealed device
- proven parallel bar electrode technology
- contoured sensor-skin interface for maximum signal stability
- auto shutoff

(Delsys, 2013)

Base Station



Each Base Station is equipped with the following features:

- recharging cradle for 16 sensors
- high speed USB communication with PC
- 64-channel analog output connector (16 EMG, 48 ACC)
- $\pm 5V$ analog output range
- detachable antenna
- full trigger capability (Start/Stop, Input/Output)
- communication & power feedback LEDs
- convenient carry case design

1 Wireless Sensor	5 Analog Output Connectors
2 Base Station	6 Trigger Port
3 USB Port	7 Antenna
4 Power Jack/Power Supply	8 EMGworks Software

Figuur 8: Trigno Draadloos Accelerometer system

Bron: Delsys

Bijlage 9: Consent Form

VR Thesis (Majid Krim, Marianna Veriki, Lennart Driece)

Certificate of consent

I have read the foregoing information, or it has been read to me. I have had the opportunity to ask questions about it and any questions that I have asked have been answered to my satisfaction. I consent voluntarily to participate as a participant in this research.

Print Name of Participant _____

Signature of Participant _____

Date _____

Day/month/year

If illiterate

A literate witness must sign (if possible, this person should be selected by the participant and should have no connection to the research team).

I have witnessed the accurate reading of the consent form to the potential participant, and the individual has had the opportunity to ask questions. I confirm that the individual has given consent freely.

Print Name of Witness _____

Signature of Witness _____

Date _____

Day/month/year

Bijlage 10: Geheimhoudingsverklaring

Geheimhoudingsverklaring

Naam: Lennart Driece

Studentnr°: 2207696

Titel:

‘ De invloed van VR op de posturale controle ‘

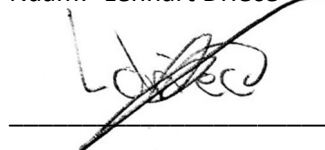
Inhoud (omschrijving):

Een onderzoek naar de invloed van een statische VR-applicatie op de posturale controle. 30 gezonde participanten worden onderzocht in dit onderzoek.

1. Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven verbindt zich door ondertekening van deze verklaring, informatie met betrekking tot de verstrekte gegevens en uit onderzoek verkregen resultaten waarvan in het kader van bovengenoemd project praktijkgericht onderzoek kennis wordt genomen en waarvan bekend is of redelijkerwijs begrepen kan worden dat dit als geheim of vertrouwelijk wordt beschouwd, strikt geheim te houden.
2. Tevens geldt deze geheimhoudingsverplichting voor de werknemers van Fontys Paramedische Hogeschool, evenals voor anderen die op enigerlei wijze uit hoofde van hun functie toegang hebben of kennis nemen van bedoelde informatie.
3. Bovenstaande laat onverlet dat de student het project praktijkgericht onderzoek kan uitvoeren volgens geldende voorschriften en regels.

Student:

Naam: Lennart Driece

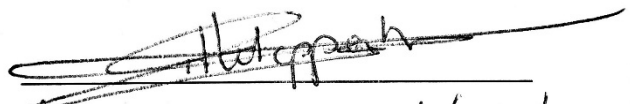


(handtekening)

Datum: 6/6/2016

Begeleider:

Naam: Sil Kloppenburg



(handtekening)

Datum: 1/6/2016

PGO-coördinator: voor ontvangst

Naam: _____

(handtekening)

Datum: __/__/____

Bijlage 11: Patiënt instructies

Patiënt instructions:

- Welcome to our experiment. We are students of Fontys Physiotherapy of Applied Sciences
- Have you read information letter? Do you have any questions concerning the experiment?
- Please fill in the questionnaire about your personal data.
- Please sign the consent form
- Please wear the goggles in order to adjust them. You will now experience a virtual reality film.
- Now you will have a break for 10 minutes before the initiation of the measurements.
- Please remove your shoes, socks and shirt to proceed to the measurements.
- We are now starting with the experiment
- We are going to start with the first task. Try to keep the red dot between your feet. Make sure the ankles are touching each other. Keep your eyes open and look straight. You will stay in this position for 60 seconds.
- You may wear the earplugs and we will start with the measurements.
- You can step off now.
- You will now have 2 minutes of break before the next task
- Please step on the force plate again. Try to keep the red dot between your feet. Make sure the ankles are touching each other. For this task you will have to close your eyes. You will stay in this position for 60 seconds.
- You may wear the earplugs and we will start with the measurements.
- You can step off now.
- You will now have 2 minutes of break before the next task
- The last 2 tasks will now start.
- Please put on the virtual reality glasses. Do they fit well?
- Please step on the force plate again. Try to keep the red dot between your feet. Make sure the ankles are touching each other. You will stay in this position for 60 seconds.
- We will place the phone on the goggles and will start with the Virtual Reality scene. While you experience the VR film you are going to wear the earplugs again.
- You can step off now.
- You will now have 10 minutes of break before the next task.
- Please step on the force plate again. Try to keep the red dot between your feet. Make sure the ankles are touching each other. You will stay in this position for 60 seconds.
- We will place the phone on the goggles and will start with the Virtual Reality scene. While you experience the VR film you are going to wear the earplugs again.
- The experiment is now over.

Bijlage 12: Stroomschema meetprotocol

