

# **Het effect van Virtual Reality training op de loopvaardigheden en balans van Parkinson patiënten tijdens ADL activiteiten**

Afstudeeropdracht 2015, literatuurstudie

Lizzy Bouwman (1605959)

[lizzy.bouwman@student.hu.nl](mailto:lizzy.bouwman@student.hu.nl)

10 juli 2015

Tutor: Annemarie van Ulsen

Opleiding Fysiotherapie aan de Hogeschool Utrecht

## **SAMENVATTING**

*Achtergrond:* Wereldwijd zijn er zeven tot tien miljoen mensen met de ziekte van Parkinson gediagnosticeerd. Het belangrijkste kenmerk van Parkinson is akinesie, dit gaat minimaal gepaard met een tremor, rigiditeit of balansproblemen. Deze symptomen, in combinatie met dubbeltaken, zorgen voor een beperking in ADL activiteiten als lopen en transfers. Een redelijk nieuwe interventie in de neurorevalidatie is Virtual-Reality training. Het doel van dit literatuuronderzoek is inventariseren wat de mogelijkheden zijn voor het gebruik van VR in het behandeltraject bij PD patiënten. Dit wordt gedaan middels de volgende vraagstelling: 'Wat is het effect van Virtual-Reality training, waarbij dubbeltaken een rol spelen, op de loopvaardigheden en de balans van Parkinson patiënten tijdens ADL activiteiten als lopen en transfers?'

*Methode:* Binnen de databanken Pubmed, PEDro, Cochrane en Cinahl is gezocht naar literatuur. Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende combinaties van zoektermen. Tevens werd de literatuur beoordeeld op methodologische kwaliteit middels de PEDro schaal en STROBE Statement. Daarnaast is de best evidence synthese toegepast.

*Resultaten:* Zeven artikelen zijn in deze studie geïnccludeerd. Waarvan twee RCT's, drie CCT's, één pilot studies en één cohortstudie. Vijf hiervan gebruikten de Nintendo Wii <sup>™</sup> als interventie, één een loopbandtraining met virtuele omgeving en één een speciaal ontwikkeld balance board. Bij vijf van de zeven studies was een controlegroep aanwezig. Hiervan bestonden twee controlegroepen uit gezonde proefpersonen. In geen van de studies is een significant verschil tussen de groepen gevonden. Vijf studies hadden naast een begin- en eindmeting een follow-up meting. Zeven studies toonden post-interventie een significant verschil aan in loopvaardigheden en balans. Bij de follow-up meting werd voor zowel loopvaardigheden als balans een significante verbetering aangetoond ten opzichte van de beginwaarde.

*Conclusie:* Gering bewijs werd gevonden met betrekking tot verbetering van balans en aanwijzingen werden gevonden met betrekking tot loopvaardigheden middels VR training.

*Trefwoorden:* Virtual Reality, ziekte van Parkinson, balans, loopvaardigheden

## **ABSTRACT**

*Background:* There are seven to ten million people who are diagnosed with Parkinson's Disease worldwide. The main feature of PD is akinesia, which goes hand in hand with at least a tremor, rigidity or balance problems. These symptoms, combined with dual tasks, creates a limitation of ADL activities like walking and transfers. A new intervention in neuro-rehabilitation is Virtual Reality(VR) training. The aim of this article is to look at the effect of VR therapy on gait skills and balance during ADL activities as walking or transfer.

*Methods:* The databases Pubmed, PEDro, Cochrane and Cinahl were used for his research. During the search different combinations of the search terms were used. Literature was also assessed for methodological quality using the PEDro scale and STROBE statement. In addition, the best evidence synthesis was applied.

*Results:* Seven items were included in this study. Five of them used the Nintendo Wii <sup>™</sup> as intervention. The studies that were used for this research included two RCT's, three CCT's, one pilot studies and one cohort study. One of the studies used treadmill training with a virtual environment and another one used a specially designed balanceboard. Five out of the seven studies had a control group. Two of them used healthy people as control group. There wasn't a significant difference between the groups. Five studies had a follow-up measurement. Seven studies showed a significant difference in walking skills and balance post-intervention. The follow-up measurement demonstrated significant improvements for both walking and balance.

*Conclusion:* Moderate evidence was found regarding improving balance and indication was found regarding walking skills by VR training.

*Keywords:* Virtual Reality, Parkinson's disease, balance, walking skills

## **INLEIDING**

De ziekte van Parkinson is een veel voorkomende ziekte. De Parkinson's Disease Foundation(2014) schat dat er wereldwijd ongeveer 7 tot 10 miljoen mensen zijn die de diagnose Parkinson's Disease(PD) ofwel ziekte van Parkinson hebben. Hierbij is niet gesproken over de gevallen die nog niet gediagnosticeerd zijn.

PD is een progressieve neurologische aandoening waarbij degeneratie van dopamine producerende cellen in de substantia nigra optreedt. Dit leidt tot een verminderde dopamineproductie wat verscheidene problemen oplevert. In de KNGF richtlijn Parkinson(2006) wordt aknesie als belangrijkste kenmerk genoemd. Dit gaat minimaal gepaard met een tremor, rigiditeit of balansproblemen zonder primair visuele, vestibulaire, cerebellaire of proprioceptieve disfunctie.

De KNGF richtlijn Parkinson(2006) beschrijft dat één van de grote gevolgen van PD een beperking in activiteiten in het Algemeen Dagelijks Leven (ADL), zoals transfers en lopen is. Onderzoek van Latt et al. (2009) wees uit dat bij 80% van de PD patiënten in dit onderzoek het valmoment tijdens het lopen was. Uit meerdere studies (Knutsson, 1972; Murray, 1978; Morris, 1996; Bond, 2000; Vieregge, 1997 & Morris, 1994) blijkt dat het gangpatroon (paslengte, pashoogte, snelheid, romprotatie, armzwaai, stapfrequentie) van PD patiënten afwijkend is ten opzichte van dat van leeftijdsgenoten. Dit afwijkende gangpatroon zorgt voor houding- en balansproblemen. Uit onderzoek blijkt dat houding- en balansproblemen de grootste oorzaak zijn van valincidenten(Bloem, 2001; Michalowska, 2002 & Hiorth, 2014). Indien de bovengenoemde ADL activiteiten plaatsvinden in een prikkelrijke omgeving, bijvoorbeeld op straat, ontstaan complexe dubbeltaken (meerdere motorische taken of een cognitieve en motorische taak tegelijk). Door degeneratie van dopamine producerende cellen gaat het automatisch bewegen steeds minder makkelijk. Om deze reden zorgen dubbeltaken ervoor dat het bewegen nog moeilijker wordt. Deze dubbeltaken vergroten dan ook het afwijkende gangpatroon(O'Shea, 2002) en hiermee de kans op vallen.

De KNGF richtlijn Parkinson (2006) beveelt aan om met betrekking tot problemen met de balans en het lopen de focus te leggen op de volgende vlakken: bevordering van activiteiten, conditietraining, krachtraining, cueingstrategieën, gecoördineerd bewegen, balanstraining en het vermijden van dubbeltaken. Dubbeltaken moeten vermeden worden aangezien dit tot onveilige situaties kan leiden. Het is echter onmogelijk om dubbeltaken te vermijden tijdens het lopen in openbare ruimten. Tevens zijn er ondanks therapie gericht op bovengenoemde aspecten nog veel PD patiënten die vallen.

Om PD patiënten toch op een veilige manier bloot te stellen aan dubbeltaken tijdens ADL activiteiten als lopen en transfers, kan gebruik gemaakt worden van Virtual-Reality (VR) training. Onder VR training vallen computergames, zoals de Nintendo Wii, die gespeeld kunnen worden door de speler grove fysieke bewegingen te laten maken. Deze bewegingen worden omgezet naar bewegingen in de computergame middels een bewegingsdetector. De speler krijgt zowel auditieve als visuele feedback tijdens het spelen. Hierdoor ontstaat een training waarbij naast balans, conditie, gecoördineerd bewegen en krachtraining ook dubbeltaken getraind worden. VR training als therapeutisch hulpmiddel bevat functionele, doelgerichte, interessante oefeningen en is binnen de fysiotherapie een relatief goedkoop middel als ondersteuning van de behandeling van PD patiënten (Barry et al., 2014). Voordelen van VR training zijn aangetoond binnen andere patiëntencategorieën, waaronder bij revalidatie na traumatisch hersenletsel(Gil-Gomez, 2012), waarbij een significante verbetering is opgetreden in statische en dynamische balans na een revalidatie ondersteund door de Nintendo Wii™. Bij cerebrale parese is een significante verbetering in posturale controle en functionele mobiliteit opgetreden naar aanleiding van het gebruik van de Nintendo Wii™ voor de revalidatie (Deutsch, 2008). Bij beroerte is een significante verbetering gevonden tussen revalidatie met behulp van een Virtual Reality loopband training ten opzichte van de controlegroep die conventionele fysiotherapie kreeg (Kim, 2014). Hoewel deze onderzoeken veelbelovend zijn, is er voor VR training bij PD nog geen groot bewijs.

Het doel van dit literatuuronderzoek is inventariseren wat de mogelijkheden zijn voor het gebruik van VR in het behandeltraject bij PD patiënten. Met de blik op wat er al mogelijk is op het gebied van VR en de toekomst van de groep PD patiënten ontstaat de vraagstelling: Wat is het effect van Virtual-Reality training, waarbij dubbeltaken een rol spelen, op de loopvaardigheden en de balans van Parkinson patiënten tijdens ADL activiteiten als lopen en transfers?

## METHODE

### Databanken en zoekstrategie

Met betrekking tot deze literatuurstudie zijn artikelen gezocht binnen de databanken PubMed, Cinahl, PEDro en Cochrane. In deze databanken zijn er verscheidene combinaties gemaakt van zoektermen. Er is gezocht met de volgende zoektermen: Parkinson's disease, fall risk, falls, balance, posturale control, gait disorder, virtual reality, video games, computer game, Wii en Virtual Reality Exposure Therapy. Deze zoektermen zijn terug te vinden in tabel 1. In alle databanken is gezocht met dezelfde zoektermen, echter zijn bij Cochrane en PEDro geen aanvullende artikelen gevonden. Met behulp van inclusie- en exclusiecriteria is een selectie gemaakt van bruikbare literatuur voor deze studie (tabel 2). Er is gekozen om tevens cohortonderzoeken mee te nemen in de zoekstrategie om een grotere uitkomst van literatuur te genereren. In figuur 1 is weergegeven hoe de screening er uit zag.

Tabel 1: PubMed zoekstrategie

|              |   | Zoektermen                                                                               | Title/abstract of MeSH |
|--------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Population   | 1 | "Parkinson's disease"                                                                    | Title/abstract         |
|              | 2 | "Parkinson's Disease"                                                                    | MeSH                   |
|              | 3 | 1 OR 2                                                                                   |                        |
| Intervention | 4 | "Virtual reality" OR "video games" OR "computer game" OR "Wii"                           | Title/abstract         |
|              | 5 | "Virtual Reality Exposure Therapy"                                                       | MeSH                   |
|              | 6 | 4 OR 5                                                                                   |                        |
| Outcome      | 7 | "fall risk" OR "falls" OR "balance" OR "posturale control" OR "gait disorders" OR "gait" | Title/abstract         |
|              | 8 | 3 AND 6 AND 7                                                                            |                        |
|              |   |                                                                                          |                        |
| Filter       |   | RCT, CCT, CT, Systematic Review, Cohortonderzoek                                         |                        |

Tabel 2: Inclusie- en exclusiecriteria

### **Inclusiecriteria**

- Onderzoekspopulatie: Parkinson patiënten in vroege fase (Hoehn en Yahr 1-2,5) en midden fase (Hoehn en Yahr (2-4) met angst voor/kans op vallen tijdens ADL activiteiten, zoals transfers of lopen, ten gevolge van zowel motorische als niet motorische problemen.
- Virtual reality training waarbij de patiënt visuele en/of auditieve feedback krijgt
- Uitkomstmaat is loopvaardigheden en balans in ADL activiteiten
- Randomized Controlled Trials, Controlled Clinical Trials, Clinical Trials, Pilot studies, Cohort studies Engelstalige en Nederlandstalige artikelen.

### **Exclusiecriteria**

- Study designs
- Protocollen

### Data-extractie

Voor het verwerken van gegevens uit de literatuur worden twee tabellen gemaakt. De eerste tabel betreft een data-extractietabel gericht op kenmerken van de geïncludeerde studies. Hierin zijn auteur, gegevens participanten, gegevens met betrekking tot PD diagnose, het studiedesign en -doel, het systeem en spel, de interventie, de setting waarin de interventie heeft plaatsgevonden en de uitkomstmaten van het onderzoek opgenomen. De tweede tabel betreft een data-extractietabel gericht op resultaten. Hierin zijn de onderdelen interventie, relevante meetinstrumenten, meetmomenten en resultaat opgenomen. Op basis van deze gegevens worden de resultaten beschreven.

### Verwerking resultaten

Het onderdeel resultaten wordt verwerkt aan de hand van de volgende drie uitkomstmaten:

- Loopvaardigheden
- Balans

Per studie wordt gekeken welke van deze uitkomstmaten er worden beschreven. Daarna worden de studies met dezelfde uitkomstmaten met elkaar vergeleken. Op basis van methodologische kwaliteit en resultaten wordt de best evidence synthese gemaakt.

### Beoordeling van kwaliteit

De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde (Randomized of Controlled) Clinical Trials((R/C)CT) wordt bepaald met behulp van de Physiotherapy Evidence Database schaal, ofwel de PEDro-schaal (bijlage A). Deze schaal is een betrouwbaar meetinstrument om de methodologische kwaliteit van (R/C)CT's te beoordelen. (Maher et al., 2003) Dit gebeurt aan de hand van elf inhoudelijke vragen, waarvan er bij tien vragen punten gescoord kunnen worden (bijlage A). Indien een (R/C)CT op de PEDro-schaal  $\geq 4$  scoort kan men stellen dat deze van goede kwaliteit is (Van Tulder et al., 2003). Bij een score  $\leq 3$  is de kwaliteit matig tot slecht.

Naast de PEDro-schaal is gebruik gemaakt van het STROBE-statement voor cohort, case-control en cross-sectional studies. Dit is een checklist met 22 punten die in een artikel zouden moeten worden opgenomen om de rapportage van dergelijk onderzoek te beschrijven. Het aantal punten vertelt de mate van transparantie van de verslaglegging en de mate van methodologische achtergrond van het onderzoek. Voor verdere toelichting zie bijlage C.

### Best evidence synthese

Om de mate van bewijskracht te bepalen bij een interventie met een bepaalde uitkomstmaat, wordt gebruik gemaakt van de best evidence synthese om te bepalen hoe sterk het bewijs is dat de interventie een positieve invloed heeft op de uitkomstmaat. (Van Tulder et al., 2003) In bijlage B is te zien aan de hand waarvan deze bewijskracht bepaald wordt.

## **RESULTATEN**

### Resultaten zoekstrategie

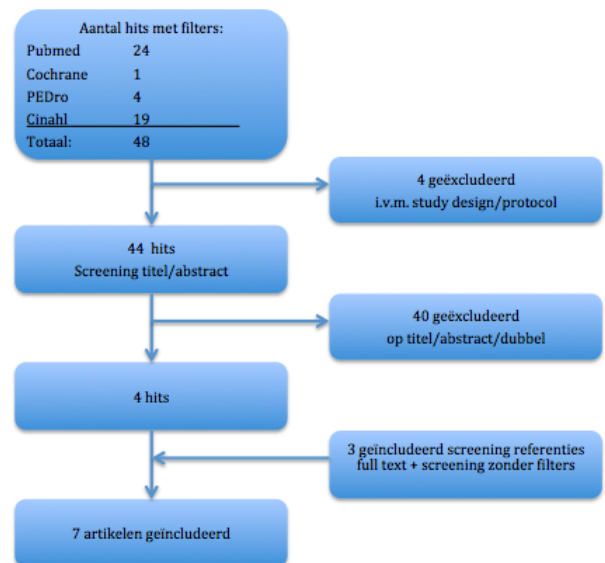
In figuur 1 zijn de resultaten te zien van de gebruikte zoekstrategie. Uiteindelijk zijn er zeven studies geïnccludeerd, twee RCT's, drie CCT's, één pilot studies en één cohortstudie, die voldeden aan de opgestelde in- en exclusiecriteria.

### Methodologische kwaliteit

De methodologische kwaliteit is zelfstandig beoordeeld met behulp van de PEDro-schaal volgens van Tulder et al., 2003. De PEDro-schaal kan gebruikt worden voor vijf van de zeven studies. Hier komen drie CCT's uit met een redelijke kwaliteit (score 5), één RCT's met een goede kwaliteit (score 8) en één RCT met een zeer goede kwaliteit (score 9). In tabel 3 is de scoring per item per studie te zien. Tevens is de classificatie en het studiedesign erbij vermeld. Uitsluitend bij de RCT's zijn alle patiënten random toegewezen aan de groepen.

Geen van de studies heeft de patiënten en therapeuten geblindeerd. Bij drie van de zeven studies (Mirelman et al., 2011; Pompeu et al., 2012 & Yen et al., 2011) zijn de beoordelaars geblindeerd voor tenminste één primaire uitkomstmaat. Alle studies hebben tenminste één primaire uitkomstmaat die gemeten is bij meer dan 85% van de geïnccludeerde patiënten. Alle patiënten ontvingen de toegewezen of controle behandeling. De betekenis van de items is tevens in bijlage A te zien.

Voor de overige drie studies wordt gebruik gemaakt van de STROBE-statement (bijlage C). Twee studies (Herz et al. 2013 & Mhatre et al. 2013) behaalde een hoge score van achttien punten van de 22. In tabel 4 is de scoring per item per studie te zien.



Figuur 1: Flowchart van gebruikte zoekstrategie

Tabel 3: score methodologische kwaliteit studies met PEDro schaal

| Item            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Score | Classificatie & studie design |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|-------------------------------|
| <b>Auteur</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |                               |
| Mendes et al.   | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 5     | Redelijke kwaliteit CCT       |
| Esculier et al. | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 5     | Redelijke kwaliteit CCT       |
| Mirelman et al. | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 0  | 5     | Goede kwaliteit CCT           |
| Pompeu et al.   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 8     | Goede kwaliteit RCT           |
| Yen et al.      | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 9     | Zeer goede kwaliteit RCT      |

Tabel 4: score methodologische kwaliteit studies met STROBE Statement

| Item                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | Score |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| <b>Auteur + studie design</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |
| Herz et al.<br>Pilot study    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 18/22 |
| Mhatre et al.<br>Cohort study | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 18/22 |

#### Meetinstrumenten

In de zeven studies worden in totaal veertien meetinstrumenten gebruikt met betrekking tot loopvaardigheden en balans. Zie onderstaande meetinstrumenten, voor uitgebreidere toelichting zie bijlage IV.

**Balans:** Berg Balance Scale (BBS), Community Balance and Mobility assessment (CBM), Four Square Step Test (FSST), Functional Reach Test (FRT), Sharpened Romberg Test (SRT), Sensory Organization Test (SOT), Sit To Stand Test (STST) en de Unipodal Stance Duration (USD).

**Loopvaardigheden:** Dynamic Gait Index (DGI), Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment (POMA), Timed Up and Go (TUG), Unified Parkinson's Disease Rating Scale II (UPDRS-II) en 10 meter Walk-Test (10mWT).

#### Beschrijving kenmerken en resultaten

##### Loopvaardigheden

Vijf studies (Esculier et al., 2012; Herz et al., 2013; Mhatre et al., 2013; Mirelman et al., 2011 & Pompeu et al., 2012) hebben onderzoek gedaan met betrekking tot loopvaardigheden. Bij vier van deze studies (Esculier, 2012; Herz, 2013; Mhatre, 2013 & Pompeu, 2012) werd een geselecteerd programma op de Nintendo Wii™ als interventie gebruikt. Bij één studie werd een andere interventie gebruikt, een VR loopbandtraining (Mirelman et al., 2011). Al deze studies toonden post-interventie een significante verbetering aan. In bijlage E staan de interventies uitgebreider beschreven.

Esculier et al. (2012) onderzochten middels een CCT het effect van een zes weken durend oefenprogramma op functionele vaardigheden. Hierbij werd door elf PD patiënten en negen gezonde personen thuis drie keer per week 40 minuten een geselecteerd oefenprogramma op de Nintendo Wii™ uitgevoerd. Dit resulteerde na zes weken in een significante verbetering op de TUG ( $P < 0.004$ ), 10mWT ( $P < 0.004$ ) en Tinetti POMA ( $P < 0.05$ ).

De TUG verschoof van gemiddeld 8,5 seconden pre-interventie naar 6,5 seconden post-interventie, dit betekent dat het opstaan uit een stoel en weglopen met twee seconden verbeterd is. Deze uitkomst is met een Minimal clinical important difference (MCID) van twee seconden klinisch relevant (Steffen et al., 2008). Bij de gezonde populatie ging dit van 7,5 seconden naar 6,9 seconden.

De 10mWT veranderde van 6,2 seconden pre-interventie naar 5,2 post-interventie. Tien meter lopen gaat 1 seconde sneller dan voorheen. Deze uitkomst is, met een MCID van 0,05 m/s, klinisch relevant (Steffen et al., 2008). Bij de gezonde populatie verschoof dit van vijf seconden naar 4,5 (niet significant).

De Tinetti POMA ging van gemiddeld score 22 naar score 27. Deze uitkomst is met een Minimal detectable change (MDC) van vier punten klinisch relevant (Faber et al., 2006). De interventie groep ging

daarmee van verhoogd valrisico naar een laag valrisico. De gezonde populatie had zowel pre- als post-interventie de maximale score van 28 punten. Er werd bij geen van de meetinstrumenten een significant verschil gevonden tussen de groepen.

Esculier et al. (2012) concludeerden dat een home-based balans programma met behulp van Wii Fit met Balance Board mobiliteit en functionele capaciteiten van mensen met de ziekte van Parkinson zou kunnen verbeteren.

Herz et al. (2013) onderzochten middels een pilot study de invloed van de Nintendo Wii™ als aanvullende therapie voor motorische en niet-motorische vaardigheden bij PD patiënten. Vier weken werd er door de patiënten drie keer per week 60 minuten op de Nintendo Wii™ een geselecteerd programma afgewerkt.

Aan het einde van de interventie bleek er een significante verbetering te zijn op de TUG ( $P < 0.001$ ). Deze veranderde positief van gemiddeld 9,1 seconde naar 8,4 seconden in de follow-up meting. Dit betekent dat het opstaan uit een stoel en weglopen met 0,7 seconden verbeterd is. Met een MCID van twee seconden is deze uitkomst niet klinisch relevant (Steffen et al., 2008).

Herz et al. (2013) concludeerden dat het Nintendo Wii gaming systeem een effectieve behandelmethodes kan zijn voor patiënten met de ziekte van Parkinson. De Nintendo Wii toont grote belofte als behandeling voor motorische revalidatie, functionele activiteiten en vrijetijdsactiviteiten.

Mhatre et al. (2013) onderzochten middels een cohortstudie het effect van training met behulp van de Nintendo Wii™ om een programma te ontwikkelen voor verbetering van onder andere loopvaardigheden. Acht weken werd er door PD patiënten drie keer per week 30 minuten op de Nintendo Wii™ een geselecteerd programma afgewerkt.

Aan het eind van de interventie bleek de DGI ( $P < 0.004$ ) significant verbeterd te zijn. De DGI score verbeterde van een gemiddelde score van 17,6 pre-interventie naar een score van 20,4 post-interventie. Met een MCID van +1,8 is deze uitkomst klinisch relevant (Pardasaney et al., 2012). Dit betekent dat de score is veranderd van verhoogd valrisico naar geen verhoogd valrisico.

Mhatre et al. (2013) concludeerden dat een 8-weekse training met behulp van de Wii Fit Balance Board een verbetering geeft van manier van lopen bij patiënten met de ziekte van Parkinson.

Pompeu et al. (2012) onderzochten middels een RCT onder andere ADL vaardigheden na het uitvoeren van een zeven weken durend Nintendo Wii™ trainingsprogramma tegenover conventionele balanstraining, waarbij twee keer per week 30 minuten getraind werd.

De follow-up na 60 dagen wees uit dat bij de UPDRS-II ( $P < 0.001$ ) een significante verbetering is gevonden voor zowel de VR-groep als de CB-groep. De UPDRS-II score bij de VR-groep verbeterde van 10,1 punten pre-interventie naar 8,3 punten in de follow-up. Met een MDC van min vier is deze uitkomst niet klinisch relevant (Steffen et al., 2008). Er werd geen significant verschil gevonden tussen de groepen.

Pompeu et al. (2012) concludeerden dat beide soorten training een verbetering geven van ADL activiteiten bij patiënten met de ziekte van Parkinson.

Mirelman et al. (2011) onderzochten middels een CCT het effect van VR in combinatie met loopbandtraining. In de follow-up na vier weken bleken snelheid, pasduur en paslengte significant verbeterd te zijn bij een normale gang ( $P < 0.05$ ) en een gang met dubbeltaken ( $P < 0.05$ ). Met betrekking tot het uithoudingsvermogen is de snelheid ( $P = 0.04$ ) significant verbeterd en bij de obstakels ( $P < 0.05$ ) de snelheid en paslengte. Er werd voor geen van bovenstaande metingen een significant verschil gevonden tussen de groepen.

Mirelman et al. (2011) concludeerden dat er aanzienlijk verbetering kan plaatsvinden van fysieke prestaties, lichaamshouding bij complexe uitdagende omstandigheden en zelfs bepaalde aspecten van de cognitieve functies.

### *Balans*

Zes studies (Mendes et al., 2012; Esculier et al., 2012; Mhatre et al., 2013; Pompeu et al., 2012; Mirelman et al. 2011 & Yen et al. 2011) hebben onderzoek gedaan met betrekking tot balans. Vijf hiervan vonden een significante verbetering aan. Bij vier van deze studies (Mendes et al., 2012; Esculier et al., 2012; Mhatre et al., 2013 & Pompeu et al., 2012) werd een geselecteerd programma op de Nintendo Wii™ als interventie gebruikt. Bij één studie werd loopbandtraining in combinatie met VR (Mirelman et al., 2011) gebruikt en bij één studie werd een met VR versterkte balanstraining (Yen et al., 2011) gebruikt. Deze programma's staan per studie beschreven in bijlage E. Zowel statische als dynamische balans werden

getest. Statisch werd getest met behulp van de SOT, FRT, USD, SRT en de BBS. Dynamische balans werd getest middels de SOT, CBM, FSST, en BBS.

Mendes et al. (2012) concludeerden middels een RCT dat de FRT bij PD patiënten na een Nintendo Wii™ trainingsprogramma bestaande uit 14 sessies van een uur in zeven weken zowel post-interventie ( $P = 0.003$ ), als in de follow-up na 60 dagen ( $P = 0.02$ ) significant verbeterd is. Het verschil pre- en post-interventie is elf centimeter. Met een MDC van plus negen centimeter is deze uitkomst klinisch relevant (Steffen et al. 2008). Er werd geen significant verschil gevonden tussen de groepen.

In de CCT van Esculier et al. (2012) werd zowel statische als dynamische balans getest. Na een geselecteerd Nintendo Wii™ trainingsprogramma van zes weken met drie sessies van 40 minuten per week werd een significant verschil gevonden in de USD ( $P < 0.001$ ), CBM ( $P < 0.001$ ) en STST ( $P < 0.01$ ).

De USD verschoof van gemiddeld negen naar vijftien seconden. Het verschil tussen de PD patiënten en de gezonde populatie was pre-interventie gemiddeld acht seconden en post-interventie elf seconden in het voordeel van de PD groep. Met een cutoff score van  $>10$  seconden is deze uitkomst klinisch relevant (Goldberg, 2010). Het risico op vallen is bij deze score verminderd.

De CBM veranderde positief bij de PD patiënten met gemiddeld veertien punten en bij de gezonde patiënten slechts met vier punten. Met een MDC van plus 9,4 punten is deze uitkomst klinisch relevant.

De STST verschoof van gemiddeld negen maal opstaan pre-interventie naar veertien maal opstaan post-interventie. Met een MCID van plus vijf is deze uitkomstmaat klinisch relevant (Wright et al. 2011). Bij de gezonde populatie verschoof dit van dertien naar vijftien keer opstaan. Er werd voor geen van bovenstaande meetinstrumenten een significant verschil gevonden tussen de groepen.

Esculier et al. (2012) concludeerden dat een home-based balans programma met behulp van Wii Fit met Balance Board statische en dynamische balans van mensen met de ziekte van Parkinson zou kunnen verbeteren.

Mhatre et al. (2013) onderzochten middels een cohortstudie zowel statische als dynamische balans. Na een acht weken durende trainingsperiode waarbij drie sessies van 30 minuten per week een geselecteerd programma op de Nintendo Wii™ werd uitgevoerd werd een significante verbetering aangetoond bij de BBS ( $P = 0.004$ ). Echter gold deze significante verbetering niet bij de SRT ( $P_{\text{ogen open}} = 0.188$  en  $P_{\text{ogen gesloten}} = 0.07$ ).

De BBS verbeterde van een gemiddelde score van 44,8 punten pre-interventie naar 52,1 punten post-interventie. Met een MDC van plus vijf punten is deze uitkomst niet klinisch relevant (Steffen et al. 2008).

De SRT met ogen open veranderde van 19,5 seconden naar 22,8 seconden en met ogen dicht van 10,7 seconden naar 27,6 seconden. Met een MDC van 39 seconden met ogen open en 19 seconden met ogen dicht zijn deze uitkomsten beide niet klinisch relevant.

Mhatre et al. (2013) concludeerden dat een 8-weekse training met behulp van het Wii Fit Balance Board een verbetering geeft van de balans bij patiënten met de ziekte van Parkinson. Echter werd geen significante veranderingen gezien in het vertrouwen ten aanzien van balans.

Pompeu et al. (2012) onderzochten middels een RCT de statische en dynamische balans na het uitvoeren van een zeven weken durend Nintendo Wii™ trainingsprogramma tegenover conventionele balustraining, waarbij twee keer 30 minuten per week getraind werd. De follow-up na 60 dagen wees uit dat de USD ( $P < 0.05$ ) en de BBS ( $P < 0.005$ ) beide significant verbeterd zijn.

De USD veranderde van 23,4 seconden pre-interventie naar 31,2 seconden in de follow-up. Met een cutoff score van  $>10$  seconden is deze uitkomst klinisch relevant (Goldberg, 2010). Het risico op vallen is bij deze score verminderd.

De BBS veranderde van 52,9 punten pre-interventie naar 54,1 punten in de follow-up. Deze significante verbetering geldt zowel voor de VR-groep als de CB-groep. Met een MDC van plus vijf punten is deze uitkomst niet klinisch relevant (Steffen et al. 2008). Er werd voor geen van bovenstaande meetinstrumenten een significant verschil gevonden tussen de groepen.

Pompeu et al. (2012) concludeerden dat beide soorten training een verbetering geven van evenwicht en cognitie bij patiënten met de ziekte van Parkinson. De Wii-gebaseerde motorische en cognitieve training kan goed gebruikt worden als ondersteuning van balans oefentherapie.

Mirelman et al. (2011) onderzochten middels een CCT met de FSST voor dynamische balans. De FSST verbeterde van gemiddeld 13,3 seconden pre-interventie naar 11,9 seconden in de follow-up. Dit is een significante verbetering op de FSST, namelijk  $P = 0.009$ . Er werd geen significant verschil gevonden tussen de groepen. Met een MDC van 4,6 seconden is deze uitkomst niet klinisch relevant (Wagner et al. 2013).



Yen et al. (2011) onderzochten middels een RCT het effect van VR balanstraining tegenover conventionele balanstraining (CB) en tegenover geen fysiotherapeutische behandeling op de sensorische integratie van de posturale controle tijdens enkel- en dubbeltaken bij patiënten met PD. Beide trainingsvormen verbeterden. De reactie tijd (VRT) van zowel de VR-groep als de CB-groep verbeterde post-interventie significant ( $P < 0.001$ ) op de SOT-6. Echter heeft de balans van de VR groep aanzienlijk toegenomen ten opzichte de controle groep. In de follow-up was dit niet significant. De VR groep had post-interventie bij SOT-6 een score van 54,3 en de controlegroep had een score van 42,1. Dit is met een  $P < 0.05$  een significant verschil in het voordeel van de VR groep.

Yen et al. (2011) concludeerden dat houding zowel bij de VR als CB groep aanzienlijk verbeterd was na 6 weken. In vergelijking met de controlegroep, werd gevonden dat de VR training vooral de mogelijkheid om vestibulaire informatie te gebruiken voor posturale controle versterkt wordt. Zowel VR als CB training kunnen worden beschouwd als methoden om sensorische integratieve mogelijkheid voor de posturale stabiliteit bij mensen met PD te verbeteren.

#### *Best evidence synthese*

Er is gering bewijs gevonden voor een positief effect van VR training op de balans van Parkinson patiënten. Dit bewijs is gevonden op basis een significante verbetering van de VR groepen van één RCT (Pompeu et al. 2012) van hoge kwaliteit ( $\geq 4$  punten), drie CCT's (Mirelman et al. 2011, Mendes et al. 2012 & Esculier et al. 2012) van hoge kwaliteit en één cohortstudie (Mhatre et al. 2013) met voldoende kwaliteit (score van 18 punten op een 22-puntenschaal).

Aanwijzingen zijn gevonden voor een positief effect van VR training op de loopvaardigheden van Parkinson patiënten. Dit bewijs is op basis van één RCT's (Pompeu et al. 2012) van hoge kwaliteit, één CCT (Esculier et al. 2012) van hoge kwaliteit en twee pilotstudies (Herz et al. 2013 & Mhatre et al. 2013) met voldoende kwaliteit (score van 18 punten op een 22-puntenschaal).

In geen van de RCT's of CCT's is een significant verschil gevonden tussen de verschillende groepen.

Tabel 5: Kenmerken geïnccludeerde studies

| Auteur                      | Participanten                                                              | PD diagnose                                                | Design & doel                                                                                                                                                                                                                                   | Systeem & Spel                                                                                                                                                                   | Interventie                                 | Setting & controle groep                                                                       | Uitkomstmaten                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mendes et al. 2012</b>   | N=27;<br>16 PD<br>68.6 jaar $\pm$ 8.0<br>11 gezond<br>68.7 jaar $\pm$ 4.1  | 4.7 jaar $\pm$ 5.4                                         | <b>Controlled clinical trial</b><br><br>Onderzoek naar leren, behoud en overdracht van leren bij PD pt,                                                                                                                                         | Nintendo Wii <sup>TM</sup><br><br>- Table Tilt, Tilt City, Penguin Slide, Soccer Heading,<br>- Obstacle Course, Rhythm parade, Basic Run Plus, Basic Step & Single Leg Extension | 2 sessies p/w,<br>60 min sessie,<br>7 weken | Kliniek<br><br>Gezonde personen;<br>Nintendo Wii <sup>TM</sup>                                 | FRT                                                                                        |
| <b>Esculier et al. 2012</b> | N=20<br>11 PD<br>61.9 jaar, $\pm$ 11.0<br>9 gezond<br>64.5 jaar $\pm$ 12.0 | 8.5 jaar $\pm$ 3.6<br><br>UPDRS motor score 18.4 $\pm$ 5.4 | <b>Controlled clinical trial</b><br><br>Effecten van een 6-weken home-based balanstaining programma op balans en functionele vaardigheden bij PD patiënten evalueren en vergelijken aan de hand van een gepaarde steekproef bij gezonde ouderen | Nintendo Wii <sup>TM</sup><br><br>- Table Tilt, Ski Slalom, Balance Bubble, Ski Jump & Penguin Slide                                                                             | 3 sessies p/w,<br>40 min sessie,<br>6 weken | Thuis<br><br>Gezonde personen;<br>Nintendo Wii <sup>TM</sup>                                   | STST<br>TUG<br>Tinetti POMA<br>10m WT<br>CBM<br>USD                                        |
| <b>Herz et al. 2013</b>     | N=20<br>7 vrouwen, 13 mannen<br>66.7 jaar $\pm$ 7.2                        | 5.5 jaar $\pm$ 4.3                                         | <b>Pilot study</b><br><br>Aantonen dat de Wii een nuttige aanvullende therapie is voor zowel motorische als niet-motorische symptomen bij PD patiënten.                                                                                         | Nintendo Wii <sup>TM</sup><br><br>- Tennis, Boxing & Bowling                                                                                                                     | 3 sessies p/w,<br>60 min sessie,<br>4 weken | Kliniek<br><br>Controle groep afwezig                                                          | TUG                                                                                        |
| <b>Mhatre et al. 2013</b>   | N=10<br>6 vrouwen, 4 mannen<br>67.1 jaar                                   | H&Y 2.5-3.0                                                | <b>Cohort study</b><br><br>Het effect beoordelen van training bij PD patiënten m.b.v. de Wii Fit, met als doel het ontwikkelen van een programma om balans en lopen bij deze patiënten te verbeteren.                                           | Nintendo Wii <sup>TM</sup><br><br>- Marble Tracking, Skiing, Bubble Rafting                                                                                                      | 3 sessie p/w,<br>30 min sessie,<br>8 weken  | Kliniek<br><br>Controle groep afwezig                                                          | BBS<br>DGI<br>Postural sway<br>Romberg                                                     |
| <b>Mirelman et al. 2011</b> | N=20<br>6 vrouwen, 14 mannen<br>67.1 jaar $\pm$ 6.5                        | 9.8 jaar $\pm$ 5.6<br><br>H&Y 2.2 $\pm$ 0.4                | <b>Controlled clinical trial</b><br><br>Het aantonen van de mogelijkheid van het effect van virtual-reality training i.c.m. loopbandtraining op het verbeteren van lopen, dubbeltaken, nemen van obstakels en valrisico.                        | Virtual Reality systeem ontwikkeld voor studie<br><br>- Continue loopband oefening met obstakels en dubbeltaken                                                                  | 3 sessies p/w,<br>50 min sessie,<br>6 weken | Kliniek<br><br>PD patiënten;<br>Loopband-<br>Training + VR<br><br>Controle groep;<br>Loopband- | Snelheid, pasduur, paslengte bij normale gang, dubbeltaken, uithouding & obstakels<br>FSST |

|                           |                                            |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                  |                                                                          |
|---------------------------|--------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                           |                                            |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             | training                                                         |                                                                          |
| <b>Pompeu et al. 2012</b> | N=32<br>60-85 jaar                         | H&Y 1-2 | <b>Randomized controlled trial</b><br><br>Onderzoeken of PD patiënten hun prestaties op de Wii kunnen verbeteren en het vergelijken van de effecten van de Wii op motorisch en cognitieve training t.o.v. balanstraining                                                                                      | Nintendo Wii <sup>TM</sup><br><br>- Table Tilt, Ski Slalom, Balance Bubble, Ski Jump & Penguin Slide<br>- Torso Twist, Leg Extension                                                                                                               | 2 sessies p/w,<br>60 min sessie<br>7 weken  | Kliniek<br><br>PD patiënten;<br>Balanstraining                   | UPDRS<br>USD<br>BBS                                                      |
| <b>Yen et al. 2011</b>    | N=42<br>9 vrouwen, 33 mannen<br>55-85 jaar | H&Y 2-3 | <b>Randomized controlled trial</b><br><br>Het effect onderzoeken van met virtual-reality aangevulde balanstraining op houdingsregulatie onder invloed van verschillende dubbeltaken en het vergelijken van de resultaten met die van een conventionele balanstraining groep en een ongetrainde controlegroep. | Dynamic balance board designed by Cycling & Healthcenter Taichung in Taiwan. Ondersteund door outdoor en indoor virtuele omgeving.<br><br>- Bang Bang Ball (gewichtverplaatsing)<br>- Simulated Board Driving (controle over gewichtsverplaatsing) | 2 sessies p/w,<br>30 min sessie,<br>6 weken | Kliniek<br><br>PD patiënten;<br>Balanstraining;<br>Geen training | SOT (1-6)<br>Sensory ratios (gemeten met de SMART Balance Master)<br>VRT |

H&Y = Hoehn & Yahr stage

BBS = Berg Balance Scale; CBM = Community Balance and Mobility assessment; DGI = Dynamic Gait Index; FRT = Functional Reach Test; FSST = Four Square Step Test; SOT = Sensory Organization Test; STST = Sit To Stand Test; SRT = Sharpened Romberg Test; Tinetti POMA = Performance Oriented Mobility Assessment; TUG = Timed Up and Go; UPDRS = Unified Parkinson's Disease Rating Scale; USD = Unipedal Stance Duration; VRT = Verbal Reaction Time; 10m WT = 10 meter Walking test

Voor verdere toelichting meetinstrumenten zie kopje meetinstrumenten.

Tabel 6: Resultatentabel

| Auteur                      | Interventie                                                                    | Meetinstrument                                                                                                       | Meetmoment                                                    | Resultaat (absoluut) & conclusie auteurs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mendes et al. 2012</b>   | 2 sessies p/w 60 min p/s<br>7 weken<br>geselecteerd programma<br>Nintendo Wii™ | <i>Stabiliteit/balans:</i><br>Functional reach test                                                                  | Baseline<br>1 week post-interventie<br>Follow-up na 60 dagen  | <i>FRT</i> : 1 week post-interventie $P = 0.003$ ; Follow-up $P = 0.02$<br>Het effect van een geselecteerd Nintendo Wii™ programma op balans is zowel op korte als lange termijn positief.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Esculier et al. 2014</b> | 3 sessies p/w 40 min p/s<br>6 weken<br>geselecteerd programma<br>Nintendo Wii™ | <i>Statische balans:</i><br>USD<br><br><i>Dynamische balans/functioneel:</i><br>CBM, STST, TUG, 10m WT, Tinetti POMA | Baseline<br>3 weken gedurende interventie<br>Post-interventie | <i>USD</i> : 3 weken $P = <0.02$ ; post-interventie $P < 0.001$ (9-15sec)<br><i>CBM</i> : 3 weken $P < 0.01$ ; post-interventie $P < 0.001$ (58-72 pnt)<br><i>STST</i> : 3 weken $P < 0.05$ ; post-interventie $P < 0.01$ (9-14 keer)<br><i>TUG</i> : 3 weken $P < 0.03$ ; post-interventie $P < 0.004$ (8,5-6,5 sec)<br><i>10m WT</i> : 3 weken $P < 0.002$ ; post-interventie $P < 0.001$ (6,2-5,2 sec)<br><i>Tinetti POMA</i> : 3 weken $P < 0.04$ ; post-interventie $P < 0.05$ (22-27 pnt)<br>Het effect van een geselecteerd Nintendo Wii™ programma op zowel statische als dynamische balans, mobiliteit en functionaliteit is positief.<br><br><i>Esculier et al. (2014) concludeerden dat</i> een home-based balans programma met behulp van Wii Fit met Balance Board statische en dynamische balans, mobiliteit en functionele capaciteiten van mensen met de ziekte van Parkinson zou kunnen verbeteren. |
| <b>Herz et al. 2013</b>     | 3 sessies p/w 60 min p/s<br>4 weken<br>geselecteerd programma<br>Nintendo Wii™ | <i>Functioneel:</i><br>TUG                                                                                           | Baseline<br>Post-interventie<br>Follow-up na 4 weken          | <i>TUG</i> : Post-interventie $P < 0.001$ ; Follow-up $P = 0.030$ (9,1-8,4 sec)<br>Het effect van een geselecteerd Nintendo Wii™ programma kan op korte termijn een effectieve behandelmogelijkheid zijn op motorisch gebied.<br><br><i>Herz et al. (2013) concludeerden dat</i> het Nintendo Wii gaming systeem een effectieve behandelmethode kan zijn voor patiënten met de ziekte van Parkinson. De Nintendo Wii toont grote belofte als behandeling voor motorische revalidatie, functionele activiteiten en vrijetijdsactiviteiten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Mhatre et al. 2013</b>   | 3 sessie p/w 30 min p/s<br>8 weken<br>geselecteerd programma<br>Nintendo Wii™  | <i>Balans:</i><br>BBS, SRT<br><br><i>Functioneel:</i><br>DGI                                                         | Baseline<br>Post-interventie                                  | <i>BBS</i> : Post-interventie $P = 0.016$ (48,8-52,1 pnt)<br><i>SRT</i> : Post-interventie Pogen open = 0.188; Pogen gesloten = 0.07 (19,5-22,8 sec)<br><i>DGI</i> : Post-interventie $P = 0.004$ (17,6-20,4 pnt)<br>Het effect van een geselecteerd Nintendo Wii™ programma op zowel statische als dynamische balans en valrisico is positief. Echter is er geen significantie aangetoond bij de SRT.<br><br><i>Mhatre et al. (2013) concludeerden dat</i> een 8-weekse training met behulp van de Wii Fit Balance Board een verbetering geeft van de balans en manier van lopen bij patiënten met de ziekte van Parkinson. Echter werden geen significante veranderingen werden gezien in stemming of het vertrouwen ten aanzien van balans.                                                                                                                                                                       |

|                             |                                                                                                      |                                                                           |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mirelman et al. 2011</b> | 3 sessies p/w 50 min p/s<br>6 weken<br>looptraining d.m.v.<br>speciaal ontwikkeld VR<br>systeem      | <i>Functioneel:</i><br>Ganganalyse<br>FSST                                | Baseline<br>Post-interventie<br>Follow-up na 4 weken  | <u>Ganganalyse</u><br><i>Normaal (snelheid/pasduur/paslengte):</i> Follow-up P<0.05<br><i>Dubbeltaak(snelheid/pasduur/paslengte):</i> Follow-up P<0.05<br><i>Uithoudingsvermogen (snelheid):</i> Follow-up P = 0.004<br><i>Obstakels (snelheid/paslengte):</i> Follow-up P<0.05<br><br>FSST: Follow-up P = 0.009 (13,3-11,9 sec)<br>Het effect van een geavanceerd VR-loopprogramma op zowel statische als dynamische balans en loopvaardigheden is positief op langere termijn.<br><br><i>Mirelman et al. (2011) concludeerden dat TT + VR haalbaar is bij patiënten met de ziekte van Parkinson. Er kan aanzienlijk verbetering plaatsvinden van fysieke prestaties, lichaamshouding bij complexe uitdagende omstandigheden en zelfs bepaalde aspecten van de cognitieve functies. Deze bevindingen hebben belangrijke implicaties voor het begrijpen van motorisch leren in de aanwezigheid van de PD en voor de behandeling van valrisico bij de ziekte van Parkinson.</i> |
| <b>Pompeu et al. 2012</b>   | 2 sessies p/w 60 min p/s<br>7 weken<br>geselecteerd programma<br>Nintendo Wii™                       | <i>Functioneel:</i><br>UPDRS-II (ADL)<br><br><i>Balans:</i><br>USD<br>BBS | Baseline<br>Post-interventie<br>Follow-up na 60 dagen | <i>UPDRS-II:</i> Follow-up P<0.001 (10,1-8,3 pnt)<br><i>USD:</i> Follow-up P<0.05 (23,4-31,2 sec)<br><i>BBS:</i> Follow-up P<0.005 (52,9-54,1 pnt)<br>Het effect van een geselecteerd Nintendo Wii™ programma op zowel statische als dynamische balans en functionaliteit in ADL is positief op langere termijn.<br><br><i>Pompeu et al (2012). concludeerden dat beide soorten training een verbetering geven van ADL activiteiten, evenwicht en cognitie bij patiënten met de ziekte van Parkinson. De Wii-gebaseerde motorische en cognitieve training kan goed gebruikt worden als ondersteuning van balans oefentherapie.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Yen et al. 2011</b>      | 2 sessies p/w 30 min p/s<br>6 weken<br>balanstraining d.m.v.<br>speciaal ontwikkeld<br>balance board | SOT (1-6)<br>VRT                                                          | Baseline<br>Post-interventie<br>Follow-up na 4 weken  | <i>VRT:</i> P>0.05<br><i>SOT-1:</i> post-interventie n/s; Follow-up n/s<br><i>SOT-2:</i> post-interventie n/s; Follow-up n/s<br><i>SOT-3:</i> post-interventie n/s; Follow-up n/s<br><i>SOT-4:</i> post-interventie n/s; Follow-up n/s<br><i>SOT-5:</i> post-interventie n/s; Follow-up n/s<br><i>SOT-6:</i> post-interventie P<0.001; Follow-up n/s<br><br>Stabiliteit in stand verbetert bij zowel Virtual reality training als conventionele balance training. Virtual reality training versterkt het vermogen om vestibulaire informatie te gebruiken voor posturale controle. De training heeft geen positief effect op reactie tijd en aandacht voor posturale controle.<br><br><i>Yen et al. (2011) concludeerden dat stabiele houding bij zowel VR als CB aanzienlijk verbeterd na 6 weken was. In vergelijking met de controlegroep, werd gevonden dat</i>                                                                                                            |

de VR training vooral de mogelijkheid versterkt om vestibulaire informatie te gebruiken voor posturale controle. Zowel VR als CB training kunnen worden beschouwd als methoden om sensorische integratieve mogelijkheid voor de posturale stabiliteit bij mensen met PD te verbeteren.

---

H&Y = Hoehn & Yahr stage

BBS = Berg Balance Scale; CBM = Community Balance and Mobility assessment; DGI = Dynamic Gait Index; FRT = Functional Reach Test; FSST = Four Square Step Test; SOT = Sensory Organization Test; STST = Sit To Stand Test; SRT = Sharpened Romberg Test; Tinetti POMA = Performance Oriented Mobility Assessment; TUG = Timed Up and Go; UPDRS = Unified Parkinson's Disease Rating Scale; USD = Unipedal Stance Duration; VRT = Verbal Reaction Time; 10m WT = 10 meter Walking test

Voor verdere toelichting meetinstrumenten zie kopje meetinstrumenten.

n/s = niet significant

## **DISCUSSIE**

Het doel van deze literatuurstudie is inventariseren wat de mogelijkheden zijn voor het gebruik van VR in het behandeltraject bij PD patiënten. Dit wordt gedaan middels de vraag: 'Wat is het effect van Virtual-Reality training, waarbij dubbeltaken een rol spelen, op de loopvaardigheden en balans van Parkinson patiënten tijdens ADL activiteiten als lopen en transfers?' Uit dit onderzoek blijkt dat VR training een positief effect heeft op balans en loopvaardigheden in combinatie met dubbeltaken binnen de groep Parkinson patiënten. Echter, voor geen van de gebruikte studies is een significant verschil gevonden tussen de interventie- en controlegroep. Om deze reden kan er geen meerwaarde voor een bepaald type interventie worden bepaald.

Indien de best evidence synthese voor de uitkomstmaat balans gemaakt wordt op basis van klinische relevantie komt hier ook een gering bewijs naar voren. Dit is gevonden op basis van klinisch relevante uitslagen van de VR groepen van twee CCT's (Mendes et al. 2012 & Esculier et al. 2012).

Indien de best evidence synthese voor loopvaardigheden gemaakt wordt op basis van klinische relevantie, komen hier aanwijzingen voor naar voren. Deze aanwijzingen zijn gevonden op basis van klinisch relevante uitslagen van de VR groepen van één CCT (Esculier et al. 2012) en één cohortonderzoek (Mhatre et al 2013). Dit houdt in dat er ook op de meetinstrumenten een klinisch relevant positief effect wordt gevonden.

De resultaten van deze studie komen niet overeen met een vergelijkbare studie voor de aandoening beroerte. In de studie van Kim et al. (2014) werd een significante verbetering gevonden tussen revalidatie na beroerte met behulp van een Virtual Reality loopband training ten opzichte van de controlegroep die conventionele fysiotherapie kreeg. Dit was in het voordeel van de interventiegroep. Het verschil in uitkomsten tussen deze studie en het huidige onderzoek is mogelijk te wijten aan het verschil in pathofysiologie. De resultaten van huidig onderzoek komen grotendeels wel overeen met vergelijkbare studies voor de aandoeningen traumatisch hersenletsel en cerebrale parese. In de studie van Gil-Gomez et al. (2012) zijn voordelen van VR training aangetoond bij revalidatie na traumatisch hersenletsel op statische en dynamische balans. Deutsch et al. (2008) vonden een positief effect op posturale controle en functionele mobiliteit voor de revalidatie bij cerebrale parese.

VR training bij de revalidatie van PD patiënten is gezien de geringe hoeveelheid literatuur nog erg nieuw. Deze literatuurstudie bevat zeven artikelen waarvan twee RCT's, drie CCT's, één pilot studies en één cohortstudie. De kwaliteit van de RCT's en CCT's is redelijk tot zeer goed. De pilotstudie (Herz et al., 2013) en cohortstudie (Mhatre et al., 2013) scoorden achttien punten op de STROBE Statement, dit betekent dat de mate van transparantie van de verslaglegging en de mate van methodologische achtergrond van het onderzoek goed zijn. De kwaliteit van de gebruikte onderzoeken is goed, echter zal de kwaliteit van dit onderzoek stijgen als er meer RCT's gebruikt zouden worden.

Naast de geringe hoeveelheid literatuur met betrekking tot dit onderwerp is ook de onderzoekspopulatie in de gevonden studies klein. De grootste onderzoekspopulatie bestaat uit 42 participanten. Als er significante verschillen zijn, zouden deze eerder te vinden zijn met grotere onderzoekspopulaties. Met een grotere populatie zullen individuele resultaten minder zwaar wegen in de uitkomst van het onderzoek. Het is mogelijk dat individuele resultaten bijdragen aan een vertekend beeld van de onderzoeksresultaten, waardoor deze niet representatief zijn voor het effect van VR training op Parkinson patiënten. De geïncludeerde studies vonden geen significante verschillen tussen de groepen, wellicht hadden deze er wel geweest als de onderzoekspopulaties groter waren geweest.

In twee van de zeven studies is geen controlegroep aanwezig. Mendes et al. (2012), Esculier et al. (2012), Mirelman et al. (2011), Pompeu et al. (2012) en Yen et al. (2011) hebben wel gebruik gemaakt van een controlegroep. Echter hebben Mendes et al. (2012) en Esculier et al. (2012) gebruik gemaakt van een controlegroep bestaande uit gezonde personen. In deze studies is gekeken naar het effect van de interventie tussen twee verschillende populaties en niet naar het effect tussen verschillende interventies binnen de groep Parkinson patiënten. Tevens zou de betrouwbaarheid van het onderzoek vergroot kunnen worden door aanwezigheid van een controlegroep bestaande uit Parkinsonpatiënten die geen interventie krijgen. Alleen Yen et al. 2011 heeft hier gebruik van gemaakt. Bij het gebruik van een dergelijke controlegroep kan bepaald worden of het natuurlijk beloop invloed heeft gehad op de onderzoeksresultaten. Het resultaat van de overige zes studies is mogelijk beïnvloed door het natuurlijk beloop van de ziekte van Parkinson.

Twee van de zeven studies (Esculier et al., 2012 & Mhatre et al., 2013) hadden geen follow-up meting. Doordat deze meting ontbreekt kan het effect op de langere termijn niet bepaald worden. Om deze reden is het niet duidelijk of Parkinson patiënten op lange termijn baat hebben bij het effect van VR training. Dit kan een tekortkoming zijn in het onderzoek naar het effect van VR training op PD patiënten.

De intensiteit van de interventies is zeer divers. Twee van de zeven studies (Mendes et al., 2011 & Pompeu et al., 2012) hebben dezelfde intensiteit gebruikt. De overige zes studies hebben allemaal een andere intensiteit gebruikt. Dit varieert van vier weken, drie keer per week een uur trainen tot acht weken, 3 keer per week 30 minuten trainen. Verschillen in intensiteit kunnen invloed hebben op het resultaat. Dit kan zowel post-interventie als in de follow-up, zoals te zien is in de follow-up van Herz et al. (2013) met drie sessies van zestig minuten gedurende vier weken. Naast de intensiteit is ook het type interventie bepalend voor het resultaat. Geen van de studies die gebruik maakten van de Nintendo Wii™ hebben exact dezelfde spellen gebruikt. Het is niet duidelijk welke spellen het meest geschikt zijn als interventie.

Naast de kritiek op de gebruikte studies zijn er ook kritiepunten op dit onderzoek. Er had in de onderzoeksopzet wellicht beter gekozen kunnen worden voor één uitkomstmaat, zodat er dieper op deze uitkomstmaat kon worden in gegaan. Tevens zou door het gebruik van één uitkomstmaat sprake zijn van minder meetinstrumenten, waardoor het vergelijken van de studies makkelijker zou zijn. Daarnaast had beter gekozen kunnen worden voor één type VR systeem. De Nintendo Wii™ is het meest toegankelijke systeem voor eerste- en tweedelijns fysiotherapie.

Voor toekomstig onderzoek op het gebied van VR training bij Parkinson patiënten is het van belang om een grotere onderzoekspopulatie te gebruiken. Dit zal leiden tot meer kans op significante resultaten door het verkleinen van individuele invloeden en een betere mogelijkheid tot generaliseren van resultaten.

Tevens is het met een grotere onderzoekspopulatie mogelijk om een controle groep te creëren en de groepen *at random* in te delen, waardoor het onderzoek een RCT wordt. Dit komt de kwaliteit van het onderzoek ten goede. Daarnaast is er de noodzaak om een aantal follow-up metingen te doen, om te laten zien wat het effect van de interventie op de lange termijn is. Deze metingen moeten zowel relatief kort ( $\pm 1$  maand) na de interventie als lang (>3 maanden) na de interventie plaatsvinden. Naast bovenstaande zaken moet gefocust worden op één uitkomstmaat bijvoorbeeld balans, daarbij moet dieper ingegaan worden op de effectgrootte.

Voor toekomstig onderzoek is de Nintendo Wii™ een aan te raden systeem. De reden hiervan is dat de toepasbaarheid van VR training toegankelijk is met behulp van de Nintendo Wii™. Dit systeem is relatief goedkoop en makkelijk in het gebruik. Uit de systematische review van Barry et al. (2014) blijkt daarnaast dat VR training middels de Nintendo Wii™ kan helpen bij het verbeteren van trainingsplezier, -motivatie en -effectiviteit.

Uit het huidige onderzoek blijkt dat het trainen van balans en loopvaardigheden in combinatie met dubbeltaken een positief effect heeft. Echter is er op dit moment nog onvoldoende bewijs om VR training in te zetten als op zichzelf staande behandeling bij problemen met betrekking tot balans en loopvaardigheid. VR training zou wel als aanvulling op de huidige behandelvormen gebruikt kunnen worden.

## **CONCLUSIE**

Er is gering bewijs gevonden voor een positief effect van VR training op de balans van Parkinson patiënten. Daarnaast zijn voor de loopvaardigheden aanwijzingen gevonden voor een positief effect van VR training. Algeheel genomen zijn er aanwijzingen dat VR een positief effect heeft op de loopvaardigheden en de balans van Parkinson patiënten tijdens ADL activiteiten als lopen en transfers. Echter is niet aangetoond dat VR training beter is dan bestaande interventies. Tevens is er meer onderzoek nodig naar de invloed van het natuurlijk beloop en het korte en lange termijn effect van VR training op de uitkomstmaten.



## **LITERATUURLIJST**

- Barry, G., Brook, G., Rochester, L. (2014). The role of exergaming in Parkinson's disease rehabilitation: a systematic review of the evidence. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11, 33-43.
- Beninato, M., Gill-Body, K. M., et al. (2006). "Determination of the minimal clinically important difference in the FIM instrument in patients with stroke." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(1): 32-39.
- Berg, K.O., Wood-Dauphinee, S.L., Williams, J.I., Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian journal of public health*, 83, 7-11.
- Bloem, B.R., Grimbergen, Y.A., Cramer, M., Willemsen, M., Zwinderman, A.H. (2001). Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 248(11), 950-958.
- Bond, J.M., Morris, M. (2000). Goal-directed secondary motor tasks: their effects on gait in subjects with Parkinson disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(1), 110-116.
- Daly, J. J., Roenigk, K., et al. (2006). A randomized controlled trial of functional neuromuscular stimulation in chronic stroke subjects. *Stroke*, 37(1): 172-178.
- Deutsch, J.E., Borbely, M., Filler, J., Huhn, K., Guarrera-Bowlby, P. (2008). Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *American Physical Therapy Association*, 88, 1196-1207.
- Dite, W., Temple, V.A. (2002). A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 83:1566-1571.
- Duncan P.W., Weiner D.K., Chandler J, Studenski S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 45: M192-M197.
- Esculier, J.F., Vaudrin, J., Beriault, P., Gagnon, K., Tremblay, L.E. (2012). Home-based balance training programme using Wii Fit with balance board for Parkinson's disease: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 144-150.
- Faber, M. J., Bosscher, R. J., et al. (2006). "Clinimetric properties of the performance-oriented mobility assessment." *Physical Therapy*, 86(7): 944-954.
- Franchignoni, F., Tesio, L., et al. (1998). "Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females." *Aging (Milano)*, 10(1), 26-31.
- Gil-Gomez, J.A., Llorens, R., Alcaniz, M., Colomer, C. (2011). Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8(30).
- Goetz, C. G., Gallagher, D. A., Stebbins G., Lees A.J., Schrag A., (2012). "Validation of the MDS-UPDRS Part I for nonmotor symptoms in Parkinson's disease." *Mov Disord* 27(1): 79-83.
- Goldberg, A., Casby, A., Wasielewski M. (2011) Minimum detectable change for single-leg-stance-time in older adults. *Gait & Posture*, 33, 737-739.
- Herz, N.B., Mehta, S.H., Sethi, K.D., Jackson, P., Hall, P. & Morgan, J.C. (2013). Nintendo Wii rehabilitation ("Wii-hab") provides benefits in Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*, 19(11), 1039-1042.

- Hiorth, Y. H., Larsen, J.P., Lode, K. & Pedersen K.F., (2014). Natural history of falls in a population-based cohort of patients with Parkinson's disease: An 8-year prospective study. *Parkinsonism & related disorders*, 20(10), 1059-1064.
- Hobart, J. C., Lamping, D. L., et al. (2001). Evidence-based measurement: which disability scale for neurologic rehabilitation? *Neurology*, 57; 639-644.
- Howe, J., Inness, E., Venturini, A., Williams, J.I., Verrier, M.C. (2006). The Community Balance and Mobility Scale: A balance measure for individuals with traumatic brain injury. *Clinical Rehabilitation*, 20, 885-95.
- Jones, C. & Rikli, R. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(2): 113.
- Jonsdottir J., Cattaneo D., (2007). Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88(11):1410-1415.
- Kerr, G., Worringham, C., et al. (2010). "Predictors of future falls in Parkinson disease." *Neurology* 75(2): 116-124.
- Kim, N., Park Y.H., Lee B.H., (2014). Effects of community-based virtual reality treadmill training on balance ability in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), 655-658.
- Knutsson, E. (1972). An analysis of parkinsonian gait. *Brain*, 95, 475-486.
- Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie(KNGF)(2006). KNGF-richtlijn Ziekte van Parkinson verantwoording en toelichting. Gedownload op 10 september, 2014, via [https://www.fysionet-evidencebased.nl/images/pdfs/richtlijnen/parkinson\\_2006/parkinson\\_verantwoording\\_en\\_toelichting.pdf](https://www.fysionet-evidencebased.nl/images/pdfs/richtlijnen/parkinson_2006/parkinson_verantwoording_en_toelichting.pdf)
- Latt M.D., Lord S.R., Morris J.G. & Fung V.S. (2009). Clinical and physiological assessments for elucidating falls risk in Parkinson's disease. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 24(9), 1280-1289.
- Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for rating quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713-721.
- Mendes, dos Santos F.A. et al. (2012). Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease-effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. *Physiotherapy*, 98(3), 217-223.
- Mhatre, P.V., Vilares, I., Stibb, S.M., Albert, M.V., Pickering, L., Marciniak, C.M., Kording, K., Toledo, S. (2013). Wii Fit balance board playing improves balance and gait in Parkinson disease. *PM&R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, 5(9), 769-777.
- Michalowska, M., Krygowska-Wajs, A., Jedynecka, U., Sobieszek, A., Fiszer, U. (2002) Analysis of causes for falls in people with Parkinson's disease. *Neurologia i neurochirurgia polska*, 36(1), 57-68.
- Mirelman, A., Maidan, I., Herman, T., Deutsch, J.E., Giladi, N. & Hausdorff, J.M. (2011). Virtual reality for gait training: can it induce motor learning to enhance complex walking and reduce fall risk in patients with Parkinson's disease? *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 66(2), 234-240.

- Morris, M.E., Iansek, R., Matyas, T.A., Summers, J.J. (1994). The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. *Brain*, 117(5), 1169-1181.
- Morris, M.E., Iansek, R., Matyas, T.A., Summers, J.J. (1996). Stride length regulation in Parkinson's disease. Normalization strategies and underlying mechanisms. *Brain*, 119(2), 551-568.
- Murray, M.P., Sepic, S.B., Gardner, G.M., Downs, W.J. (1978). Walking patterns of men with parkinsonism. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 57, 278-294.
- O'Shea, S., Morris, M.E., Iansek, R. (2002). Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Physical Therapy*, 82, 888-897.
- Pardasaney, P. K., Latham, N. K., et al. (2012). "Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community-dwelling older adults." *Physical therapy*, 92(3): 388-397.
- Parkinson's Disease Foundation(2014). Statistics on Parkinson's. Verkregen op 10 september, 2014, via [http://www.pdf.org/en/parkinson\\_statistics](http://www.pdf.org/en/parkinson_statistics)
- Peto, V., Jenkinson, C., Fitzpatrick, R., Greenhall, R. (1995). The development and validation of a short measure of functioning and well being for individuals with Parkinson's disease. *Quality of life research*, 4: 241-248.
- Pompeu, J.E. et al. (2012). Effect of Nintendo Wii™-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomised clinical trial. *Physiotherapy*, 98(3), 196-204.
- Siderowf, A., McDermott, M., et al. (2002). Test-retest reliability of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale in patients with early Parkinson's disease: Results from a multicenter clinical trial. *Movement Disorders*, 17(4), 758-763.
- Springer, B.A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., Gill, N.W. (2007). Normative values for the Unipedal Stance Test with eyes open and closed. *Journal of geriatric physical therapy*, 30, 8-15.
- Steffen, T., Seney, M. (2008). Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism. *Physical Therapy*, 88(6), 733-746.
- Steffen T., Hacker T.A., Mollinger L. (2002) Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical therapy*, 82(2):128-137
- Takacs, J.S., Garland J., Carpenter M.G., Hunt M.A. (2014) Validity and Reliability of the Community Balance and Mobility Scale in Individuals With Knee Osteoarthritis. *physical therapy*, 94:866-874.
- van Tulder, M., Furlan, A., Bombardier, C., Bouter, L., & the Editorial Board of the Cochrane Collaboration Back Review Group. (2003). Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane collaboration back review group. *Spine*, 28(12), 1290-1299.
- Vieregge, P., Stolze, H., Klein, C., Heberlein, I. (1997). Gait quantitation in Parkinson's disease - locomotor disability and correlation to clinical rating scales. *Journal of Neural Transmission*, 104, 237-248.
- Wagner, J.M., Norris, R.A., Van Dillen, L.R., Thomas, F.P., Naismith, R.T. (2013) Four Square Step Test in ambulant persons with multiple sclerosis: validity, reliability, and responsiveness. *International Journal of Rehabilitation Research*, 36, 253-259.

Yen, C., Lin, K., Hu, M., Wu, R., Lu, T. & Lin, C. (2011). Effects of Virtual Reality–augmented balance Training on sensory organization and attentional demand for postural control in People with Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*, 91(6), 962-974.

### **INTERNETBRONNEN**

Berg Balance Scale , 7 februari 2013, verkregen op 28 april 2015, via  
[http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/2\\_1\\_N.pdf](http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/2_1_N.pdf)

Community Balance and Mobility assessment, 2006, verkregen op 28 april 2015 via [http://www.uhn.ca/TorontoRehab/Health\\_Professionals/Documents/TR\\_HCP\\_SUPP\\_CBMScale.pdf](http://www.uhn.ca/TorontoRehab/Health_Professionals/Documents/TR_HCP_SUPP_CBMScale.pdf)

Dynamic Gait Index (DGI), 26 juni 2011, verkregen op 28 april 2015, via  
[http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/5\\_1\\_N.pdf](http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/5_1_N.pdf)

Four Square Step test, 2002, verkregen op 28 april 2015, via <http://www.rehabmeasures.org/PDF%20Library/Four%20Step%20Square%20Test%20Instructions.pdf>

Four Square Step test, 2002, verkregen op 28 april 2015, via [http://www.aic-learn.sg/uploadedFiles/Training\\_Grants/HDMP-ILTC/A.Assessment%20Protocols%20for%20Standardized%20Balance%20Tests%20Modified.pdf](http://www.aic-learn.sg/uploadedFiles/Training_Grants/HDMP-ILTC/A.Assessment%20Protocols%20for%20Standardized%20Balance%20Tests%20Modified.pdf)

Functional Reach Test, 13 april 2011, verkregen op 28 april 2015, via  
[http://meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/366\\_1\\_N.pdf](http://meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/366_1_N.pdf)

CBMParkinson's disease questionnaire-39, maart 2014, verkregen op 28 april 2015, via  
[http://meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/404\\_1\\_N.pdf](http://meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/404_1_N.pdf)

Sensory Organization Test, 2012, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://www.resourcesonbalance.com/neurocom/protocols/sensoryImpairment/SOT.aspx>

Sensory Organization Test, 1995, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://blogs.elon.edu/ptkids/2015/03/12/sensory-organization-test/>

Sharpened Romberg , 2013, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=1160>

30 second sit to stand test, 2013, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=1122>

STROBE Statement checklist of items that should be included in reports of observational studies, 2007, verkregen op 14 juni 2015, via <http://strobe-statement.org/index.php?id=available-checklists>

Timed Up&Go-test, oktober 2014, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=903>

Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment, 23 september 2009, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=1039>

Unified Parkinson's Disease Rating Scale, november 2014, verkregen op 28 april 2015 via  
[http://meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/173\\_1\\_N.pdf](http://meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/173_1_N.pdf)

10-meter walk test, 8 oktober 2014, verkregen op 28 april 2015, via  
[http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/72\\_1\\_N.pdf](http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/72_1_N.pdf)

10 meter walk test, augustus 2014, verkregen op 28 april 2015, via  
<http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=901>

## **BIJLAGE A: PEDro-schaal en classificatie**

PEDro-schaal, tool voor beoordelen methodologische kwaliteit volgens van Tulder et al., 2003.

|     |                                                                                                                                              |       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.  | Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven? Ja/nee <sup>1</sup>                                                                    |       |
| 2.  | Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?                                                                                          | 0 / 1 |
| 3.  | Is de blinderingsprocedure van de randomisatie gewaarborgd (concealed allocation)?                                                           | 0 / 1 |
| 4.  | Zijn de groepen wat betreft de belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?                                                        | 0 / 1 |
| 5.  | Zijn de patiënten geblindeerd?                                                                                                               | 0 / 1 |
| 6.  | Zijn de therapeuten geblindeerd?                                                                                                             | 0 / 1 |
| 7.  | Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?                                                                    | 0 / 1 |
| 8.  | Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij >85% van de geïncludeerde patiënten?                                                 | 0 / 1 |
| 9.  | Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention to treat analyse <sup>2</sup> uitgevoerd? | 0 / 1 |
| 10. | Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijkbaarheid tussen de groepen gerapporteerd?                                 | 0 / 1 |
| 11. | Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?                                           | 0 / 1 |
|     | Somscore                                                                                                                                     |       |

PEDro classificatie, tool voor beoordelen methodologische kwaliteit volgens van Tulder et al., 2003.

| <b>PEDro-score Classificatie</b> |
|----------------------------------|
| 9-10 punten Zeer goed            |
| 6-8 punten Goed                  |
| 4-5 punten Redelijk              |
| 0-3 punten Slecht                |

<sup>1</sup> NB: Dit item telt niet mee voor de totaal score

<sup>2</sup> Volgens het intention to treat principe worden na toewijzing de behandelingsgroepen niet meer gewijzigd. Dit betekent dat alle patiënten die aan een groep zijn toegewezen worden betrokken in de analyse, ongeacht of zij de toegewezen behandeling gevolgd of voltooid hebben. Op deze wijze wordt de kans op vertekening van de resultaten verkleind.

## **BIJLAGE B: Best Evidence Synthese**

Best Evidence Synthese, tool om bewijskracht van relatie tussen interventie en uitkomstmaat te beschrijven volgens van Tulder et al., 2003

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sterk bewijs               | Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in $\geq 4$ RCT's van hoge kwaliteit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Matig bewijs               | Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in $\geq 2$ RCT's van hoge kwaliteit en $\geq 1$ RCT van lage kwaliteit of $\geq 1$ CCT van hoge kwaliteit                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Gering bewijs              | Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in $\geq 1$ RCT van hoge kwaliteit of $\geq 2$ CCT's van hoge kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit)                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Aanwijzingen               | Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in $\geq 1$ CCT van hoge kwaliteit of RCT van lage kwaliteit of $\geq 2$ studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Geen of onvoldoende bewijs | In die gevallen waarin de resultaten van de geïnccludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in die gevallen waarin conflicterende resultaten aanwezig zijn tussen RCT's en CCT's, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïnccludeerd kon worden                                                                                                                                                                        |
|                            | <p>Aan de hand van de PEDRO-schaal kun je RCT's en CCT's classificeren als hoge kwaliteit (<math>\geq 4</math> punten) en als lage kwaliteit (<math>\leq 3</math> punten).</p> <p>Indien het aantal studies dat bewijs aantoont minder dan 50% bedraagt van het totale aantal gevonden studies in dezelfde categorie van methodologische kwaliteit en studiedesign (RCT, CCT of pre-experimentele studie) wordt het resultaat als 'geen bewijs' geclassificeerd.</p> |

## BIJLAGE C: STROBE statement

STROBE Statement, tool voor beoordelen mate van transparantie van de verslaglegging en van methodologische achtergrond artikel verkregen via <http://strobe-statement.org/>.

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

|                           | Item No | Recommendation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title and abstract</b> | 1       | (a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract<br>(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Introduction</b>       |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Background/rationale      | 2       | Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Objectives                | 3       | State specific objectives, including any prespecified hypotheses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Methods</b>            |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Study design              | 4       | Present key elements of study design early in the paper                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Setting                   | 5       | Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Participants              | 6       | (a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up<br><i>Case-control study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls<br><i>Cross-sectional study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants<br>(b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed<br><i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case |
| Variables                 | 7       | Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Data sources/measurement  | 8*      | For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Bias                      | 9       | Describe any efforts to address potential sources of bias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Study size                | 10      | Explain how the study size was arrived at                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Quantitative variables    | 11      | Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Statistical methods       | 12      | (a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding<br>(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions<br>(c) Explain how missing data were addressed<br>(d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed<br><i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed<br><i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy<br>(e) Describe any sensitivity analyses                                                                                                                                |

Continued on next page



|                          |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Results</b>           |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Participants             | 13* | (a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed<br>(b) Give reasons for non-participation at each stage<br>(c) Consider use of a flow diagram                                                                                                               |
| Descriptive data         | 14* | (a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders<br>(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest<br>(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)                                                                                           |
| Outcome data             | 15* | <i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time<br><i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure<br><i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures                                                                                                                             |
| Main results             | 16  | (a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included<br>(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized<br>(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period |
| Other analyses           | 17  | Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Discussion</b>        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Key results              | 18  | Summarise key results with reference to study objectives                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Limitations              | 19  | Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Interpretation           | 20  | Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence                                                                                                                                                                                                                                    |
| Generalisability         | 21  | Discuss the generalisability (external validity) of the study results                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Other information</b> |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Funding                  | 22  | Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based                                                                                                                                                                                                                                                 |

\*Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies.

**Note:** An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at [www.strobe-statement.org](http://www.strobe-statement.org).



## **BIJLAGE D: Meetinstrumenten**

### **Balans**

#### *Berg Balance Scale (BBS)*

De Berg Balance Scale is een test bestaande uit 14 items die het evenwicht tijdens sta- en transfervaarigheden meten. In totaal zijn 56 punten te behalen. Bij minder dan 45 punten is de kans op vallen bij ouderen vergroot. De betrouwbaarheid van deze vragenlijst is ICC = 0.98. De sensitiviteit = 0.64, de specificiteit = 0.90 en de MDC = +5 punten volgens Steffen et al. (2002).

#### *Community Balance and Mobility assessment (CBM)*

De Community Balance and Mobility assessment is een test bestaande uit 13 items die evenwicht en mobiliteit tijdens sta- en loopvaardigheden meten. In totaal zijn 96 punten te behalen. Bij een gezonde patiënt tussen de 50 en 59 jaar moet de score tussen de 75 en 80 punten zijn. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.997 volgens Howe et al. (2006). MDC = +9,4 punten volgens Tarkacs et al. (2014).

#### *Functional Reach Test (FRT)*

De Functional Reach Test is een performance test waarbij een indruk verkregen wordt met betrekking tot de mate van stabiliteit en valrisico bij ouderen. De test bestaat uit het meten van de maximale afstand die een persoon in stand naar voren kan reiken. Een functioneel bereik van minder dan 15cm is voorspellend voor een hoger valrisico. Voor een man van 41-69 jaar geldt een indicatiewaarde van 38cm. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.98. De validiteit is  $r = 0.71$  volgens Duncan et al. (1990). MDC = +9 centimeter volgens Steffen et al. (2008).

#### *Four Square Step Test (FSST)*

De Four Square Step Test is een test waarbij dynamische balans wordt gemeten. De tijd waarin een standaard volgorde van stappen uitgevoerd wordt is de score. Bij een score van >15 sec is er een verhoogde val kans aanwezig. De betrouwbaarheid van deze test bij PD patiënten met medicatie is ICC = 0.78 en zonder medicatie is ICC = 0.90 volgens Ditte et al. (2002). MDC = -4,6 seconde volgens Wagner et al. (2013).

#### *Sharpened Romberg Test (SRT)*

De Sharpened Romberg Test is een performancetest waarbij statische balans wordt gemeten. De test bestaat uit staan in tandemstand op twee benen met ogen open en daarna met ogen dicht gedurende 30 seconden. Bij een score <30 seconden is de statische balans verminderd. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.90-0.91, ogen gesloten is ICC = 0.76-0.77 volgens Franchignoni et al. (1998).  $MDC_{\text{ogen open}} = +39$  seconden  $MDC_{\text{ogen dicht}} = +19$  seconden volgens Steffen et al. (2008).

#### *Sensory Organization Test (SOT)*

De Sensory Organization Test is een performancetest bestaande uit zes onderdelen die middels een speciaal ontworpen balance board objectief afwijkingen identificeert van de drie sensorische systemen (somasensorisch, visueel en vestibulair) die bijdragen aan houdingsregulatie van de patiënt. Deze geautomatiseerde posturografie wordt uitgevoerd met zes testen waarbij enkel- en dubbeltaken een rol spelen. Dit meetinstrument is evaluatief en moet minimaal twee keer afgenomen worden om eventuele verandering te zien. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.67.

#### *Sit To Stand Test (STST)*

De Sit To Stand Test is een performancetest waarbij dynamische balans wordt getest. De test bestaat uit zo vaak mogelijk opstaan van de stoel en weer gaan te zitten in 30 seconden. Bij een score van <15 keer per 30 seconden is het valrisico verhoogd. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.89 volgens Jones et al. (1999). MDC = + 5 keer volgens Wright et al. (2011).

#### *Unipodal Stance Duration (USD)*

De Unipodal Stance Duration is een performancetest waarbij statische balans wordt gemeten. De test bestaat uit staan op een been met ogen open en daarna met ogen dicht gedurende 60 seconden. Bij een score <30 seconden met ogen open is de statische balans verminderd. De vragenlijst is evaluatief en moet minimaal twee keer afgenomen worden om eventuele verandering te zien. De betrouwbaarheid van deze test is ICC=0.951 met ogen open en ICC=0.832 met ogen dicht volgens Springer et al. (2007). Cut-off score = 10 seconden, bij meer dan 10 seconden toename is risico op vallen minder volgens Goldberg et al. (2010).

### Loopvaardigheden

#### *Dynamic Gait Index (DGI)*

De Dynamic Gait Index is een test bestaande uit 8 items die het valrisico en de loopfunctie meten. In totaal zijn 24 punten te behalen. Bij minder dan 19 punten is er een verhoogde val kans aanwezig. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.84. De validiteit verschilt van 0.68 tot 0.83 bij CVA patiënten volgens Jonsdottir et al. (2007). MCID = +1,8 punten volgens Pardasany et al. (2012).

#### *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment (POMA)*

De Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment is een performancetest die balans en gangpatroon meten. In totaal zijn er 16 items waarbij maximaal 28 punten te behalen zijn. Een score <25 wijst op een verhoogde valkans, een score <19 wijst op een vijfvoudig risico op vallen. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.91 volgens Daly et al. (2006). MDC = +4 punten volgens Faber et al. (2006).

#### *Timed Up and Go (TUG)*

De Timed Up & Go test is een performancetest waarbij de tijd die de patiënt nodig heeft om op te staan uit een stoel, 3 meter te lopen, om te keren, weer terug te lopen en te gaan zittengemeten wordt. Bij een tijd van >30 seconden is hulp bij het lopen noodzakelijk. Indien <20 seconden is zelfstandig lopen veilig. De betrouwbaarheid van deze test is ICC = 0.85. De sensitiviteit = 0.69 en de specificiteit = 0.62 voor valrisico bij Parkinson patiënten volgens Kerr et al. (2010). MCID = -2-5 seconden volgens Steffen et al. (2008).

#### *Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS-II)*

De Unified Parkinson's Disease Rating Scale is een vragenlijst om motorische en gedragsmatige aspecten van de ziekte van Parkinson in kaart te brengen. Het meetinstrument bestaat uit 42 items onderverdeeld in 4 subcategorieën: I: mentale functie, gedrag en stemming; II: ADL; III: motorisch onderzoek; IV: complicaties van de therapie. De vragenlijst is evaluatief en moet minimaal twee keer afgenomen worden om eventuele verandering te zien. Subcategorie II: ADL bevat onder andere vragen over het opstaan, gaan en freezing. De betrouwbaarheid van deze vragenlijst is ICC = 0.90. De validiteit van de UPDRS r = 0.96 volgens Goetz et al. (2008).

#### *10 meter Walk-Test (10mWT)*

De 10 meter Walking Test is een performancetest waarbij de snelheid van het comfortabel lopen en de maximale loopsnelheid wordt gemeten over een afstand van 10 meter. Met behulp van deze test kunnen uitspraken gedaan worden over de fysieke mogelijkheden tot lopen, de loopsnelheid en het uithoudingsvermogen. Bij een tijd van 17,2 sec over 10m is binnenshuis zelfstandig functioneren waarschijnlijk. Indien de tijd 13 sec over 10m is, is buitenshuis lopen mogelijk. De betrouwbaarheid van deze test bij PD patiënten is bij normale loopsnelheid ICC = 0.96 en bij maximale loopsnelheid ICC = 0.97 en MCID = -0,05m/s volgens Steffen et al. (2008).

## **BIJLAGE E: Beschrijving interventie**

Drie verschillende VR systemen zijn gebruikt in de zeven studies, waaronder de Nintendo Wii™, een loopbandtraining en een balance board training. Laatst genoemden beide ondersteund door middel van VR.

Vijf studies (Esculier et al., 2012; Herz et al., 2013; Mhatre et al., 2013; Pompeu et al., 2012 & Mendes et al., 2012) hebben gebruik gemaakt van de Nintendo Wii™. Voornamelijk zijn de spellen 'table tilt', 'penguin slide', 'soccer heading', 'leg extension' en 'skiing' gebruikt. Feedback wordt gegeven middels aanwijzingen op het scherm en geluiden.

Esculier et al. (2012) maakten gebruik van de spellen 'Table Tilt', 'Ski Slalom', 'Balance Bubble', 'Ski Jump' en 'Penguin Slide'. Dit programma werd gedurende zes weken drie keer per week in 40 minuten afgewerkt.

Herz et al. (2013) maakten gebruik van de spellen 'Tennis', 'Boxing' en 'Bowling'. Dit programma werd gedurende vier weken drie keer per week in 60 minuten afgewerkt.

Mhatre et al. (2013) maakten gebruik van de spellen 'Marble Tracking', 'Skiing' en 'Bubble Rafting'. Dit programma werd gedurende acht weken drie keer per week in 30 minuten afgewerkt.

Pompeu et al. (2012) maakten gebruik van de spellen 'Table Tilt', 'Ski Slalom', 'Balance Bubble', 'Ski Jump', 'Penguin Slide', 'Torso Twist' en 'Leg Extension'. Dit programma werd gedurende zeven weken twee keer per week in 30 minuten afgewerkt.

Mendes et al. (2012) maakten gebruik van de spellen 'Table Tilt', 'Tilt City', 'Penguin Slide', 'Soccer Heading', 'Obstacle Course', 'Rhythm parade', 'Basic Run Plus', 'Basic Step' en 'Single Leg Extension'. Dit programma werd gedurende zeven weken twee keer per week in 60 minuten afgewerkt.

Yen et al. (2011) maakten gebruik van een dynamisch balance board. Spelletjes worden gespeeld door het gewicht van de speler te verplaatsen op het balance board. Hierbij wordt feedback gegeven op het scherm en middels geluiden. Dit programma werd gedurende zes weken twee keer per week in 30 minuten afgewerkt.

Mirelman et al. (2011) maakten gebruik van een loopband training waarbij op een scherm een virtuele wereld werd gesimuleerd. Op dit scherm komen onder andere obstakels tevoorschijn en verandert de helderheid van het beeld. Door middel van twee LED lampjes op de schoen van de patiënt kon een ganganalyse gemaakt worden. Middels aanwijzingen op het scherm en geluiden wordt feedback gegeven. Dit programma werd gedurende zes weken drie keer per week in 50 minuten afgewerkt.