

# De effecten van virtual reality games bij patiënten met een cerebrovasculair accident

Anouk Stuivenberg  
Afstudeeropdracht opleiding fysiotherapie, Hogeschool Utrecht, Mei 2011

## Samenvatting

**Achtergrond:** Virtual reality (VR) maakt zijn opkomst binnen de revalidatie bij patiënten met een cerebrovasculair accident (CVA). Het gebruik van VR wordt steeds populairder omdat het door de patiënten thuis kan worden gebruikt. Het zou een goede aanvulling zijn op conventionele fysiotherapie en het is over het algemeen goedkoop. Verder zou VR als motiverend worden ervaren.

**Doel:** In dit artikel wordt gekeken naar het effect van VR op functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een CVA.

**Materiaal en methoden:** Voor de literatuurstudie werd er gezocht in de volgende databanken: CINAHL, PUBMED en PEDro. Om studies te includeren werd er gekeken of de onderzoekspopulatie bestond uit patiënten waarbij de diagnose CVA was gesteld. Er werd gekeken of er gebruik is gemaakt van VR in vergelijking tot een controlegroep. De behandeling wordt toegepast op bovenste of onderste extremiteit en er was een minimale score van vier op de PEDro lijst. Studies waren in de Nederlandse of Engelse taal gepubliceerd en er moest een uitspraak worden gedaan over loopsnelheid, loopafstand en/of functionele activiteiten zoals reiken, grijpen en verplaatsen van voorwerpen met bovenste extremiteit.

**Resultaten:** Zes studies werden geïncludeerd middels de eerder vastgestelde inclusiecriteria. Drie studies over onderste extremiteit en drie studies over bovenste extremiteit. De studies maakten gebruik van verschillende interventies in combinatie met VR, te denken aan playstation eyetoy, computer met muis, loopband in VR omgeving en robotondersteuning. De resultaten van VR zijn over het algemeen gunstiger dan voor overige gebruikte therapievormen.

**Conclusie:** Alle therapieën bleken effectief. In de meeste gevallen was er een significant verschil te zien bij de interventiegroep in vergelijking met een controlegroep. Meer studies in een grotere onderzoekspopulatie met gebruik van een eenduidige interventie zullen nodig zijn om meer inzicht te kunnen krijgen in het effect van VR op functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een CVA.

**Trefwoorden:** Stroke, Virtual reality, Video games, Upper extremity, Robotica, Rehabilitation, Nintendo wii.

## Inleiding

Een cerebrovasculaire accident (CVA) is een aandoening die vooral voorkomt bij mensen met een hogere leeftijd. De risicofactoren voor het krijgen van een (recidief) CVA zijn onder andere hypertensie, cardiaal lijden, diabetes, hyperlipidemie, roken en overgewicht. Tegenwoordig wordt weinig lichaamsbeweging ook als een risicofactor beschouwd.<sup>1</sup>

Jaarlijks worden er in Nederland ongeveer 35.000 patiënten in een ziekenhuis opgenomen met een CVA. In 2007 leefden er ruim 191.000 patiënten in Nederland met de gevolgen van een CVA.<sup>2</sup>

Patiënten die het CVA overleven, ervaren in verreweg de meeste gevallen een verminderde kwaliteit van leven op basis van aanwezige stoornissen en beperkingen (lichamelijk en psychosociaal).<sup>2</sup>

Gevolgen van een CVA kunnen zijn:

- (Hemi)parese
- Neglect
- Hemianopsie
- Afasie
- Agnosie
- Apraxie
- Stoornis in ruimtelijk inzicht
- Stoornissen in denkvermogen
- Slikproblemen
- Incontinentie<sup>2,3</sup>

Naast conventionele fysiotherapie kan men gebruik maken van virtual reality (VR). VR maakt zijn opkomst binnen de revalidatie bij patiënten met een CVA.<sup>4,5</sup> Het gebruik van VR wordt steeds populairder omdat het door de patiënten thuis kan worden gebruikt.<sup>6,7</sup> Het zou een goede aanvulling zijn op conventionele fysiotherapie en het is over het algemeen goedkoop.<sup>8</sup> Verder zou VR als motiverend worden ervaren.<sup>4</sup>

Binnen dit review wordt VR gedefinieerd als alle therapie waarbij een virtuele omgeving wordt gebruikt. Dit kan zijn een computerscherm met joystick, een computerscherm met andere middelen zoals balance bord of een aangesloten robot arm. Enkele voorbeelden zijn de Nintendo Wii, playstation eyetoy en therapie met robotica arm en computerscherm. De playstation eyetoy is een aansluitbare camera vergelijkbaar met een webcam. De playstation eyetoy kan worden aangesloten op de playstation 2. Deze technologie laat de patiënt in het spel zelf meespelen en volgt de bewegingen van de controller.

Hoewel VR steeds meer wordt ingezet binnen de revalidatie is er nog weinig bekend over het effect van deze interventievorm. Om hier meer

inzicht in te kunnen krijgen is de volgende vraagstelling geformuleerd: Wat is het effect van VR games op functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een cerebrovasculair accident?

## Materiaal en methode

### *Design*

Voor de beantwoording van de vraagstelling werd gebruik gemaakt van een literatuuronderzoek naar de effecten van VR games bij patiënten met een CVA.

### *Literatuurverzameling/zoekstrategie*

De zoekstrategie werd uitgevoerd in de elektronische databanken CINAHL, PUBMED en PEDro. Hierbij werden de volgende trefwoorden in verschillende samenstellingen gebruikt: Stroke, Virtual reality, Video games, Upper extremity, Lower extremity, Robotica, Rehabilitation en Nintendo wii. In PUBMED werd ook gebruikgemaakt van de MeSH-termen (Medical Subject Headings) stroke, rehabilitation en video games.

### *Inclusiecriteria*

Om de studies te includeren werden de volgende inclusiecriteria toegepast:

1. De onderzoekspopulatie bestond uit patiënten waarbij de diagnose CVA was gesteld.
2. In de studies werd gebruik gemaakt van VR of VR in combinatie met andere therapievormen in vergelijking tot een controlegroep.
3. De behandeling wordt toegepast op bovenste of onderste extremiteit.
4. De studies hadden een minimale score van 4 op de Physiotherapy Evidence Database (PEDro) lijst. Een score van 4 betekent dat het artikel van redelijke kwaliteit is.<sup>21</sup>
5. De studie moet in de Nederlandse of Engelse taal zijn gepubliceerd.
6. Er moest een uitspraak kunnen worden gedaan over loopsnelheid, loopafstand en/of functionele activiteit van bovenste extremiteit te denken aan reiken, grijpen en verplaatsen van voorwerpen.

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

Tabel 1. Scorelijst PEDro<sup>9</sup>. (Maher et al. 2003)

### Beoordeling van de kwaliteit

Voor het beoordelen van de kwaliteit van de individuele studies werd gebruik gemaakt van de scorelijst volgens de PEDro (tabel 1). De PEDro lijst is ontwikkeld om RCT's te beoordelen op kwaliteit.

De PEDro lijst bestaat uit 11 items. Van de 11 items van de PEDro lijst beoordelen tien items de interne en/of statische validiteit. Van deze tien items wordt een somscore vastgesteld door het aantal positief scorende items bij elkaar op te tellen.

De studies worden beoordeeld op wat in het artikel beschreven staat. Een item dat in een studie niet wordt gerapporteerd, krijgt score 0. Het item krijgt 1 punt als de vraag met 'ja' kan worden beantwoord. De range van de score loopt daarmee uiteen van 0-10 punten. Een score van 10/10 is de score van de maximale kwaliteit. De externe validiteit (item 1) wordt niet in de somscore meegenomen. Dit item wordt als positief beoordeeld indien een opsomming van de in- en exclusiecriteria en de herkomst van de deelnemende patiënten zijn omschreven.

De beoordeling van de kwaliteit van de studies werd uitgevoerd door de auteur.

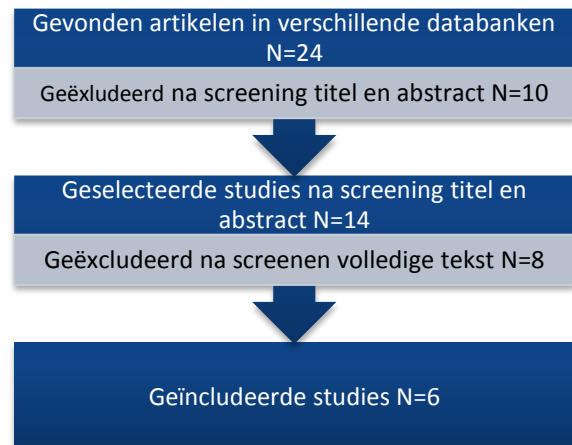
In de vraagstelling "Wat is het effect van VR games op functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een cerebrovasculair accident?" wordt gesproken over functie van bovenste en onderste extremiteit. In dit review wordt functie van bovenste extremiteit gedefinieerd met de activiteiten reiken, grijpen en het verplaatsen van voorwerpen. De functie van onderste extremiteit wordt gedefinieerd met de activiteit lopen, er wordt dan gekeken naar loopsnelheid en loopafstand.

### Resultaten

Een overzicht van de resultaten van de studies is te vinden in bijlage 1.

#### Literatuurverzameling

De zoekactie naar studies leverde in eerste instantie 24 verschillende studies op. Na het lezen van de samenvatting werden er tien studies geëxcludeerd. De overige 14 studies werden geselecteerd. Na het lezen van de volledige tekst van de 14 studies werden acht studies geëxcludeerd en zes studies geïncludeerd middels de eerder vastgestelde inclusiecriteria (figuur 1).



Figuur 1. Stroomdiagram van zoekstrategie.

Studies	Items											Score
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Yvuzer et al. (2008)	Ja	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
Piron et al. (2009)	Ja	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/10
Mirelman et al. (2009)	Nee	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5/10
Yang et al. (2008)	Ja	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6/10
Fischer et al. (2009)	Nee	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Saposnik et al. (2010)	ja	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5/10

Tabel 2. Resultaten PEDro op geïnccludeerde studies.

### Beoordeling van de kwaliteit

De kwaliteit van de studies is beoordeeld middels de PEDro lijst. De zes studies die zijn geïnccludeerd hebben een score van vier (redelijke kwaliteit) tot zeven (goede kwaliteit) op de PEDro lijst (tabel 2).

### Effect van virtual reality

Zes studies hebben het effect van VR op functie van bovenste of onderste extremiteit bij patiënten met een CVA onderzocht.

Alle zes de studies hebben gebruikt gemaakt van VR met of zonder aanvullende therapie.

Yvuzer et al. onderzochten het effect van playstation eyetoy games op functie van bovenste extremiteit in vergelijking met conventionele fysiotherapie bij patiënten met een CVA binnen 12 maanden post stroke.<sup>10</sup>

De totale patiëntengroep bestond uit 20 personen. De therapie van de interventiegroep bestond uit conventionele fysiotherapie met playstation eyetoy games. De controlegroep volgde therapie in de vorm van conventionele fysiotherapie met placebo therapie (kijken naar spel playstation eyetoy games). De groepen werden één tot drie dagen voor de therapie en één tot drie dagen na de therapie getest. Voor de evaluatie werden de Functional Independence Measurements (FIM) en de Brunnstrom Fugl-Meyer (BFM) test hand en onderste extremiteit gebruikt.

De FIM bestaat uit 18 items die de zelfstandigheid van zelfverzorging, ontlasting, transfers, lopen, communicatie en cognitieve scores. Voor ieder item kan er gescoord worden van één t/m zeven punten. Totaal zijn er 126 punten te behalen, een score van zeven geeft aan dat iemand volledig zelfstandig is op dat onderdeel. In dit artikel werden in plaats van 18 maar zes items gescoord.

Na vier weken was de zelfstandigheid van beide groepen toegenomen. De zelfstandigheid gemeten met de FIM was in de interventiegroep significant meer vooruitgegaan in vergelijking met de controlegroep ( $P=0,001$ ).

De BFM hand bestaat uit zeven items, dit zijn items zoals extensie van de vingers en vasthouden van voorwerpen zoals een beker en een tennisbal. De BFM bovenste extremiteit bestaat uit een totaal van 33 items. Voorbeelden van deze items zijn: reflexactiviteit, willekeurige bewegingen binnen flexie en extensiesynergie, combinatie van flexie en extensiesynergie en volledige dissociatie van de synergieën.

Voor ieder item kan worden gescoord van nul t/m twee. Hoe hoger de score op de BFM hoe beter het motorisch herstel.

Er was geen significant verschil tussen beide groepen op handfunctie na vier weken therapie ( $P=0,09$ ) en bij de follow-up ( $P=0,450$ ). De handfunctie werd gemeten met de BFM hand. Wel was er een significante verbetering te zien in de interventiegroep op functie van bovenste extremiteit in vergelijking met de controlegroep na therapie ( $P=0,012$ ), gemeten met de BFM bovenste extremiteit.

Piron et al. hebben onderzoek gedaan naar revalidatie van functie van bovenste extremiteit bij patiënten met een CVA middels een remote controle programma in vergelijking met conventionele fysiotherapie.<sup>6</sup>

De totale patiëntengroep in deze studie bestond uit 36 personen. De interventiegroep volgde de behandelingen thuis achter een computer. Het programma bestond uit het volgen van een object in een 3D omgeving op de computer door een computermuis te bewegen. De controlegroep volgde conventionele fysiotherapie die bestond uit oefeningen voor bovenste extremiteit met een steeds meer toenemende complexiteit (passief, geleid actief, actief).

De groepen werden een maand voor, bij start, aan het eind en een maand follow-up getest. Voor de evaluatie werd gebruik gemaakt van de BFM test bovenste extremiteit en de ABILHAND (abilityhand) schaal.

De ABILHAND schaal bestaat uit een 23 tal vragen over ADL taken van bovenste extremiteit. Deze kunnen worden beantwoord met onmogelijk, moeilijk en makkelijk.<sup>11</sup>

Aan het eind van de therapie werd er een significant verschil gezien op functie van bovenste extremiteit in de interventiegroep gemeten met de BFM bovenste extremiteit in vergelijking met de controlegroep ( $P < 0,05$ ).

Ook op handfunctie gemeten met de ABILHAND schaal was er een significante verbetering te zien na therapie bij de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep ( $P = 0,01048$ ).

Mirelman et al. onderzochten het effect van training met een robot VR systeem op functie van onderste extremiteit in vergelijking met alleen een robot bij patiënten met een CVA.<sup>8</sup>

De totale patiëntengroep bestond uit 18 personen, deze werden verdeeld in twee groepen. Beide groepen maakten gebruik van een robot, de Rutgers ankle rehabilitation system (afbeelding 1).<sup>12</sup>

De interventiegroep gebruikte de robot in een virtuele omgeving als joystick om een vliegtuig of boot te besturen. De controlegroep gebruikte de robot zonder virtuele omgeving maar kregen opdrachten van de therapeut om bewegingen uit te voeren. Er was een meetmoment voor, na en drie maanden follow-up. Voor de evaluatie werd gebruikgemaakt van de zeven meter wandel test voor loopsnelheid en de zes minuten wandel test voor loopafstand.

Bij de follow-up was de loopsnelheid significant verbeterd in de VR groep in vergelijking met de controlegroep ( $P = 0,004$ ). Ook bij de loopafstand was er een significant verschil te zien in de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep ( $P = 0,044$ ).



Afbeelding 1

Yang et al. deden onderzoek naar het effect van VR op het loopvermogen van mensen met een CVA in vergelijking met conventionele fysiotherapie.<sup>5</sup>

De patiëntengroep in dit onderzoek bestond uit 24 personen waarvan er 20 het onderzoek ook

werkelijk volledig afmaakten. De interventiegroep volgde therapie op de loopband in een virtuele omgeving. De therapie bestond uit lange wandelingen, oversteken op straat, obstakels ontwijken en wandelen in een park. De controlegroep volgde therapie op een loopband zonder virtuele omgeving. Deze therapie bestond uit bergop en bergaf lopen, lopen op verschillende snelheden en het optillen van de benen alsof je ergens overheen moest stappen.

De groepen werden getest voor, na en een maand follow-up. De evaluatie bestond uit de tien meter wandeltest (10 MWT), de omgeving looptest en de walking ability questionnaire (WAQ). De loopsnelheid werd gemeten door de 10 MWT. De omgeving looptest bestond uit een 400 meter looptest in de omgeving van het gebouw waar de therapie plaatsvond. De route bestond uit oversteken, helling op en af lopen en stappen over obstakels. De tijd werd opgenomen en er werd rekening gehouden met loophulpmiddelen zoals een enkel voet orthese. De WAQ is een vragenlijst van 19 vragen die betrekking hebben op activiteiten in huis en in de omgeving. Er kunnen maximaal 76 punten worden behaald waarbij 76 punten staat voor een uitstekend loopvermogen.

Na de therapie was de loopsnelheid significant verbeterd in de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep ( $P = 0,03$ ). Ook de looptijd van de omgeving looptest was significant vooruitgegaan in de interventiegroepen in vergelijking met de controlegroep ( $P = 0,04$ ). Het loopvermogen gemeten met de WAQ was significant verbeterd in de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep bij follow-up ( $P = 0,03$ ).

Fischer et al. onderzochten het effect van ondersteunde motorische training in een virtuele omgeving op handfunctie bij patiënten met een CVA.<sup>3</sup>

De patiëntengroep bestond uit 15 personen waarbij het CVA meer dan één jaar geleden is geconstateerd. De patiënten werden verdeeld in drie groepen, groep één de kabel orthosis (CO), groep twee pneumatic orthosis (PO) en groep drie de controlegroep. De CO bestond uit een handschoen met vijf kabels voor iedere vinger, deze komen samen bij de pols en gaan via de arm naar een schouderharnas. Deze ondersteunen de bewegingen van extensie van de vingers.

De PO bestond uit een handschoen met luchttoevoer voor het ondersteunen van de extensie van de vingers. De controlegroep maakte geen gebruik van een hulpmiddel. De therapie van alle drie de groepen bestond uit het pakken en loslaten van virtuele objecten op een computerscherm en echte voorwerpen. De

groepen werden voor, na en een maand follow-up na een therapie van zes weken getest. De evaluatie vond plaats middels de wolf motor function test (WMFT), de BFM bovenste extremiteit, de rancho los amigos functional (RLA) test en de Box en Block (BB) test. De WMFT bestaat uit reiken en optillen van de bovenste extremiteit. De RLA test is een meetinstrument die bestaat uit ADL taken. En de BB test is een meetinstrument die bestaat uit het vastpakken en loslaten van voorwerpen. Er is bij geen van de evaluaties een significant verschil gevonden tussen de groepen voor functie van bovenste extremiteit.

Saposnik et al. onderzochten het effect van VR met wii gaming bij patiënten met een CVA binnen twee maanden post stroke.<sup>13</sup> De patiëntengroep bestond uit 22 personen. De interventiegroep volgde therapie middels VR en de controlegroep volgde therapie middels recreatieve spelen. De VR therapie bestond uit wii games voor bovenste extremiteit. De controlegroep ondervond als therapie verschillende recreatieve spelen. De groepen werden getest voor, na en vier weken follow-up. De evaluatie vond plaats middels de WMFT, de BB test en de stroke impact scale.

Er was een significant verschil gevonden in de VR groep na therapie op functie van bovenste extremiteit gemeten met de WMFT in vergelijking met de controlegroep -7,4 seconde (CI=95%).

Er werd geen significant verschil gevonden in de rest van de evaluaties tussen de groepen voor functie van bovenste extremiteit en de impact van het CVA.

## Discussie

Bovenstaande resultaten geven slechts een globaal beeld van de behaalde resultaten met VR. Dit omdat het review maar een paar studies heeft omschreven over het effect van VR.

Het doel van dit review was om een uitspraak te kunnen doen over de effecten van VR op functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een CVA. De vraag is echter wel hoe betrouwbaar deze resultaten zijn en wat men hier mee kan. Dit komt door de kleine onderzoekspopulatie in de studies, de verschillende vormen van VR en de verschillende meetinstrumenten.

VR maakt niet alleen zijn opkomst bij patiënten met een CVA. Ook zijn er onderzoeken omschreven met positieve resultaten van het gebruik van VR op sensomotorische vaardigheden en interactief vermogen bij kinderen met het down syndroom.<sup>17</sup>

Significante vermindering van pijn is gevonden bij patiënten met fibromyalgie en chronische pijn.<sup>18</sup> Ook worden er onderzoeken beschreven over het positieve effect van VR bij ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) en obesitas.<sup>19,20</sup>

Wat opvalt in de beoordeling van de gebruikte artikelen is dat er geen punten worden gescoord op punt 5 en 6 van de PEDro lijst. Blindering van de patiënt en de therapeut is namelijk niet mogelijk door de aangeboden interventie.

Er zijn verschillende positieve effecten beschreven van VR. Vaak was er sprake van slechts kleine onderzoekspopulaties, de onderzoekspopulatie bestond gemiddeld uit 22 personen. Dit maakt het doen van een concrete uitspraak van het effect van VR dan ook lastig. In vervolgonderzoeken naar de effecten van VR zal gebruik gemaakt moeten worden van grotere onderzoekspopulaties.

Een ander punt van discussie is het verschil in interventies en meetinstrumenten. Iedere studie maakt gebruik van VR maar in een andere vorm, het is dan ook moeilijk om een concrete uitspraak te doen over VR omdat er in dit review geen onderscheid wordt gemaakt in de verschillende vormen van VR.

In de studies werden verschillende meetinstrumenten gebruikt. Zo werd er gebruik gemaakt van de BFM, de FIM, de zes minuten wandeltest, de 10 MWT, de BB test, de ABILHAND schaal, de WMFT en de WAQ. Het verschil aan meetinstrumenten heeft grotendeels te maken met het feit dat er in dit review werd gekeken naar bovenste en onderste extremiteit. Hierdoor zijn er dan ook meetinstrumenten voor bovenste en onderste extremiteit waardoor resultaten soms niet met elkaar vergeleken konden worden.

De 10 MWT zegt bijvoorbeeld iets over de loopsnelheid en de ABILHAND schaal doet een uitspraak over de functie van de hand. Bij deze twee meetinstrumenten is het dan ook een onmogelijke vergelijking.

Door derden kan de vraagstelling als een zwak punt van dit review worden gezien. "Wat is het effect van VR games op functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een cerebrovasculair accident?". Er is in de vraagstelling niet gekozen voor alleen onderste of alleen bovenste extremiteit omdat er op dit moment nog niet voldoende studies zijn beschreven over alleen functie van bovenste of onderste extremiteit. Ook de interventievorm van VR staat niet beschreven in de vraagstelling. Deze twee punten maken de

vraagstelling erg breed waardoor er geen concreet antwoord kan worden gegeven op de vraagstelling.

## Conclusie

De therapieën met playstation eyetoy games, het remote control programma, de kabel orthosis met VR, de pneumatic orthosis met VR en de wii, beschreven in de studies bleken effectief op functie van bovenste extremiteit. De therapieën met het robot VR systeem en de loopband in een VR omgeving hadden een positief effect op functie van onderste extremiteit. In de meeste gevallen was er een significant verschil te zien in de interventiegroep ten opzichte van een controlegroep. VR lijkt dus een positief effect te hebben op de functie van bovenste en onderste extremiteit bij patiënten met een CVA.

Wat nodig zal zijn om een uitspraak te kunnen doen over VR in zijn verschillende vormen is het doen van meer studies in grotere onderzoekspopulaties. Ook moet er gebruik worden gemaakt van een eenduidige interventie en eenduidige meetinstrumenten.

## Bronnen

1. Vogels, E.M.H.M., Hendriks, H.J.M., Baar van, M.E., Dekker, J., Hopman-Rock, M., Oostendorp, R.A.B., Hullegie, W.A.M.M., Bloo, H., Hilberdink, W.K.H.A., Munneke, M., Verhoef, J., 2004. KNGF-richtlijn Beroerte.
2. Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Gezondheid en ziekte, Ziekten en aandoeningen, Hartvaatstelsel, Beroerte Bilthoven: RIVM, versie 4.3, april 2011
3. Fischer, H.C., Stubblefield, K., Kline, T., Luo, X., Kenyon, R.V., Kamper, D.G., 2007. Hand rehabilitation following stroke: a pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment. *Top stroke rehabil* 14(1) pp.1-12
4. Joo, L.Y., Yin, T.S., Xu, D., Thai, E., Chai, P.F., Kuah, C.W.K., He, K.K., 2010. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *Foundation of rehabilitation* (42) pp. 437-441.
5. Yang, Y.R., Tsai, M.P., Chuang, T.Y., Sung, W.H., Wang, R.Y., 2007. Virtual reality-based training improves community abulation in individuals with stroke: a randomized control trail. *Gait & Posture* (28) pp. 201-206
6. Piron, L., Turolla, A., Agostini, M., Zucconi, C., Cortese, F., Zampolini, M., Zannini, M., Dam, M., Ventura, L., Battauz, M., Tonin, P., 2009. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *Foundation of rehabilitation* (41) pp. 1016-1020
7. Riva, G., Gamberini, L., 2000. Virtual rehabilitation. *Telemed J E health* (6) pp. 327-340
8. Mirelman, A., Bonato, P., 2008. Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Deutsch Stroke* (40) pp. 169-174
9. 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)
10. Yavuzer, G., Senel, A., Atay, M.B., Stam, H.J., 2008. "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized control clinical trail. *Eur J phys rehabil med* 44 (3) pp. 237-244
11. Penta, M., Tesio, L., Arnould, C., Zancan, A., Thonnard, J.L., 2001. The ABILHAND Questionnaire as a measure of manual ability in chronic stroke patients. Rasch-based validation and relationship to upper limb impairment. *American heart association* (32) 1627
12. Girone, M., Burdea, G., Bouzit, M., Popescu, V., Deutsch, J.E., 2000. Orthopedic rehabilitation using the "Rutgers ankle" interface. *Stud health technol inform* (70) 89-95
13. Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., MacLory, W., Cheung, D., Thorpe, K.E., Cohen, L.G., Bayley, M., 2010. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in stroke rehabilitation a pilot randomized clinical trail and proof of principle. *Stroke* (41) pp. 1477-1484
14. Qui, Q., Ramirez, D.A., Saleh, S., Fluet, G.G., Parikh, H.D., Kelly, D., 2009. Adamovich S.V. The new jersey institute of technology robot-assisted virtual rehabilitation (NJIT-RAVR) system for children with cerebral palsy: a feasibility study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (6) 40
15. Viau, A., Feldman, A.G., MacFadyen, B.J., Levin, M.F., 2004. Reaching in



- reality and virtual reality: a comparison of movement kinematics in healthy subjects and in adults with hemiparesis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (1) 11
16. Piron, L., Tonin, P., Atzori, A., Trivello, E., Dam, M., 2003. A virtual-reality based motor tele-rehabilitation system. In proceeding of second international workshop on virtual rehab pp. 21-26
  17. Wuang, Y.P., Chiang, C.S., Su, C.Y., Wang, C.C., 2010. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 32(1) pp. 312-321
  18. Ramachandran, V.S., Seckel, E.L., 2010. Using mirror visual feedback and virtual reality to treat fibromyalgia. *Med Hypotheses* 75(6) pp. 495-6
  19. Adamo, K.B., Rutherford, J.A., Goldfield, G.S., 2010. Effects of interactive video game cycling on overweight and obese adolescent health. *Appl Physiol Nutr Metab* 35(6) pp. 805-15
  20. Shih, C.H., Yeh, J.C., Shih, C.T., Chang, M.L., 2011. Assisting children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder actively reduces limb hyperactive behavior with a Nintendo Wii Remote Controller through controlling environmental stimulation. *Res Dev Disabil.*
  21. Steultjes, E.M.J., Dekker, J., Bouter, L.M., Nes, J.C.M., van de, Cup, E.H.C., Ende C.H.M., van den, 2003. Occupational therapy for stroke patients: A systematic review. *Stroke.* 34(2) pp. 676-687



Bijlage 1.

Auteurs	Soort artikel	Patiënten en aantal	Doel	Resultaten tussen de groepen	conclusie	Pedro
Yvuzer et al. (2008)	RCT	<p>Patiënten met een subacute CVA . Binnen 12 maanden post stroke: N=20</p> <p>Conventionele fysiotherapie met 20 sessies VR: N=10</p> <p>Conventionele fysiotherapie met 20 sessie placebo therapie (kijken naar het spel): N=10</p>	Effect van palystation eyetoy games op functie van bovenste extremiteit in vergelijking tot conventionele fysiotherapie	<p>FIM na therapie: P 0,001</p> <p>FIM follow-up: P 0,018</p> <p>De zelfstandigheid gemeten met de FIM was in de interventiegroep significant meer vooruitgegaan in vergelijken met de controlegroep</p> <p>BFM (hand) na therapie: P 0,09</p> <p>BFM (hand) follow-up: P 0,450</p> <p>Er was geen significant verschil tussen beide groepen op handfunctie.</p> <p>BFM(BE) na therapie: P 0,012</p> <p>BFM(BE) follow-up: P 0,280</p> <p>Een significante verbetering is zichtbaar voor functiescore niet alleen na therapie maar ook bij follow-up.</p>	Playstation eyetoy games in combinatie met conventionele fysiotherapie hebben een positief effect op de motorische functie van bovenste extremiteit.	7/10
Piron et al. (2009)	RCT	<p>Patiënten Met een ischemisch CVA. 7-32 maanden post stroke N=36</p> <p>VR :N=18</p> <p>Conventionele fysiotherapie: N=18</p>	Effect van VR op bovenste extremiteit in vergelijking tot conventionele fysiotherapie	<p>BFM na therapie: P&lt;0,05</p> <p>Aan het eind van de therapie werd er een significant verschil gezien op functie van bovenste extremiteit in de interventiegroep gemeten met de BFM bovenste extremiteit in vergelijking met de controlegroep</p>	Beide therapieën zijn effectief, alleen de interventiegroep gaf betere resultaten op motorische herstel.	7/10

				<p>ABILHAND een maand voor therapie: P 0,04003</p> <p>ABILHAND bij start: P 0,01059</p> <p>ABILHAND na therapie: P 0,01048.</p> <p>ABILHAND een maand follow-up: P 0,1810</p> <p>Ook op handfunctie gemeten met de ABILHAND schaal was er een significante verbetering te zien na therapie bij de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep.</p>		
Mirelman et al. (2009)	RCT	<p>Patiënten met een CVA in de chronische fase: N=18</p> <p>Robot en VR: N=9</p> <p>Robot:N=9</p>	Effect van motorische training van onderste extremiteit met alleen een robot ondersteuning of met robotondersteuning en een virtuele omgeving	<p>Zeven meter wandeltest drie maanden follow-up: P 0,004</p> <p>Een significant verschil is gevonden drie maanden follow-up voor loopsnelheid.</p> <p>6 min wandeltest drie maanden follow-up: P 0,044</p> <p>Een significant verschil in loopafstand na 3 maanden follow-up.</p>	De combinatie van robot en VR heeft een groter positief effect op het loopvermogen dan alleen trainen met een robot	5/10
Yang et al. (2008)	RCT	<p>Patiënten met een CVA minstens 6 maanden post stroke: N=20</p> <p>Virtuele therapie op loopband:N=11</p> <p>Conventionele fysiotherapie op loopband:N=9</p>	Effect van VR op loopvermogen in vergelijking tot conventionele fysiotherapie	<p>10 MWT na therapie: P 0,03</p> <p>10 MWT een maand follow-up: P 0,17</p> <p>Na de therapie was de loopsnelheid significant verbeterd in de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep.</p>	Virtual reality is zinvol gebleken op het loopvermogen van patiënten met een CVA in vergelijking tot conventionele fysiotherapie.	6/10

				<p>Omgeving looptest na therapie: P 0,04</p> <p>Omgeving looptest een maand follow-up: P 0,06</p> <p>De looptijd van de omgeving looptest was significant vooruitgegaan in de interventiegroepen in vergelijking met de controlegroep.</p> <p>WAQ score na therapie: P 0,19</p> <p>WAQ score een maand follow-up: P 0,03</p> <p>Het loopvermogen gemeten met de WAQ was significant verbeterd in de interventiegroep in vergelijking met de controlegroepverschil bij follow-up.</p>		
Fischer et al. (2009)	RCT	<p>Patiënten met een CVA 1-32 jaar post stroke: N=15</p> <p>Kabel orthese (KO): N=5</p> <p>Pneumatische orthese (PO): N=5</p> <p>Zonder orthese: N=5</p>	Effect van ondersteunde motorische training op de handfunctie in een virtuele omgeving	<p>Geen significante verschillen tussen de groepen.</p> <p>Uitslagen staan niet beschreven in de studie</p>	Alle groepen zijn vooruitgegaan, het is dus niet aangetoond of trainen met een orthese verschil maakt in vergelijking tot trainen zonder orthese in een virtuele omgeving.	4/10
Saposnik et al. (2010)	RCT	<p>Patiënten met een CVA - 2 maanden post stroke: N=22</p> <p>Nintendo Wii: N=11</p> <p>Recreatieve therapie: N=11</p>	Effect van VR op motorisch herstel van bovenste extremiteit bij patiënten met een CVA. Veilig en bruikbaar?	<p>WMFT na therapie: -7.4 seconde;95% CI</p> <p>Er was een significant verschil gevonden in de VR groep na therapie op functie van bovenste extremiteit gemeten met de WMFT in vergelijking met de controlegroep</p>	VR Wii gaming-technologie is een veilige, haalbaar, en potentieel effectief alternatief ter vergemakkelijken revalidatietherapie en het bevorderen van motorisch herstel na een CVA.	5/10

RCT= randomized controlled trail; N= aantal; VR= virtual reality; FIM= Functional Independence Measurements; BFM= Brunnstrom Fugl-Meyer; ABILHAND= ability hand; 10 MWT= tien meter wandeltest; WAQ= walking ability questionnaire; WFMT= wolf motor function test