

Fontys Paramedische Hogeschool

Afstudeerscriptie Bachelor Fysiotherapie



<http://www.izovator.nl/nieuws/cross-care-car%C3%A9-deelsessies-applied-health-gaming>

Virtuele training bij een beroerte

Literatuurstudie

Claire Logister

Begeleider Dhr. Marc Schmitz

Februari 2013

Personalia

Student	Claire Logister
Studentnummer	2146210
Contactgegevens	Vonderstraat 13 6125 AZ Obbicht Tel: 046 4858776 06 22943056 E-mail: c.logister@student.fontys.nl c.logister91@gmail.com
Hogeschoolopdrachtgever	Fontys Hogeschool te Eindhoven
Begeleider	Marc Schmitz
Begeleider	Marc Schmitz
E-mail	m.schmitz@fontys.nl
Kantoor	TF 0.209
Telefoon	0885083625
Functie	Medewerker/docent
Afdeling	Fysiotherapie
Bedrijf	Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven
Hogeschoolopdrachtgever	Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven
Afdeling	Opleiding fysiotherapie
Adres	Ds. Th. Fliednerstraat 2
Postcode en plaats	5631 BN Eindhoven
Telefoon	0877 877011

Voorwoord

Voor u ligt mijn onderzoeksverslag als onderdeel van mijn afstuderen aan de opleiding fysiotherapie van de Fontys paramedische hogeschool te Eindhoven. Dit onderzoeksverslag gaat over een innovatieve vorm van therapie waarbij cliënten kunnen trainen in een virtuele wereld. Dit onderzoek is specifiek gericht op mensen met een beroerte. Middels een literatuurstudie is gekeken naar wat er al bekend is over dit onderwerp en in welke mate deze vorm van therapie effectief is bij motorisch leren.

De keuze voor dit onderwerp komt voort uit mijn persoonlijke interesses en een van mijn voorbereidende stages waar veel gewerkt werd met cliënten met een neurologische aandoening. Door onderzoek naar therapievormen bij mensen met een beroerte is het onderwerp virtuele training naar voren gekomen. Tijdens de minor kinderfysiotherapie is mijn interesse gewekt voor het overkoepelende thema 'motorisch leren'.

Het tot stand brengen van deze literatuurstudie heb ik ervaren als een groot leerproces. Ik heb kennis opgedaan over het onderwerp maar ook over het doen van een literatuuronderzoek. Ik heb geleerd tegen welke beperkingen je aanloopt bij het maken van een review of reviews. Deze ervaringen en leermomenten zal ik meenemen bij een volgend onderzoek. Een volgende keer zal ik bijvoorbeeld kiezen voor een andere onderzoeksvorm met een minder breed onderzoeksdomein.

Bij het tot stand brengen van dit onderzoeksverslag heb ik hulp gekregen van een aantal personen die hun kennis, vaardigheden en ervaring met mij hebben willen delen. Ik breng graag een woord van dank uit aan Marc Schmitz, docent van de opleiding, voor de begeleiding tijdens dit afstudeerproject. Richard Mennen, Lianne Wilting en Ivan van den Berg, mijn medestudenten en groepsgenoten voor de feedback, tips en adviezen. Edwin Thissen, voor het delen van zijn statistische kennis. Andrea Dinse en Nan Logister voor de controle op spelling en leesbaarheid van dit verslag. En tot slotte familie en vrienden die mij, ieder op zijn eigen manier, gesteund hebben en vertrouwen hebben gegeven.

Claire Logister

Obbicht, februari 2013

Samenvatting

Achtergrond. Het aantal mensen dat met de gevolgen van een Cerebro Vasculair Accident (CVA) moet leven neemt steeds verder toe. Huidige interventies bieden nog te weinig perspectief voor de problemen waar voornamelijk in een latere fase van herstel tegen aan wordt gelopen. Virtual Reality (VR) is een innovatieve therapievorm in de revalidatie van CVA-patiënten. In deze literatuurstudie is onderzocht in hoeverre motorisch leren middels virtuele training bij CVA-patiënten als therapie gericht op het verbeteren van functies en activiteiten effectief is.

Methode. Er is gezocht naar systematische reviews die een vergelijking maken tussen VR training en een reguliere vorm van therapie of geen therapie. De databanken PubMed, de Cochrane database of systematic reviews, PEDro en referentielijsten zijn doorzocht. Daarnaast is gebruik gemaakt van de zoekmachines Biep.nu en Google Scholar. De artikelen zijn vervolgens gescreend middels in- en exclusiecriteria en beoordeeld op kwaliteit.

Resultaten. Na screening en beoordeling zijn vier systematische reviews geïnccludeerd. Betreffende revalidatie van de bovenste extremiteit en ADL zou VR een significant beter effect hebben dan conventionele therapie. Er zijn geen statistisch significante effecten gevonden bij het verbeteren van de loopsnelheid.

Conclusie. Er is nog te veel onduidelijkheid over de effecten van VR training. Het is niet duidelijk welke karakteristieken van VR training belangrijk zijn, door wie het programma gebruikt moet worden, voor welk doeleinde en op welk moment in het revalidatieproces. Het bewijs is vooralsnog beperkt, maar is een aanmoediging voor meer onderzoek.

Zoektermen. 'Virtual reality', 'rehabilitation' en 'stroke'

Abstract

Background. The number of people who are forced to live with the consequences of a stroke continues to increase, whilst current interventions offer insufficient positive results for the problems that occur especially during the later phases of rehabilitation. An innovative form of therapy for revalidation of stroke patients is Virtual Reality (VR). Virtual reality training can be used as a therapy aimed at the improvement of functions and activities in stroke patients. This literature review examines the extent to which motor learning through virtual therapy is effective.

Method. Databanks PubMed, the Cochrane database of systematic reviews, PEDro and reference lists were searched for systematic reviews that compare VR training and alternative forms of therapy. In addition the search engines Biep.nu and Google Scholar were utilized for this literature review. Subsequently, the articles were screened by means of inclusive and exclusive criteria and their quality was evaluated.

Results. After screening and evaluation, four systemic reviews were included. VR has a significantly better effect than conventional therapy concerning revalidation of the upper extremity and ADL. No statically significant effects were found in regards to improving walking speed.

Conclusion. Too much ambiguity still exists regarding the effects of VR. Many things are still unclear, such as which characteristics of VR training are important, who should use the programme, for what purposes it should be used and at what time during the revalidation process it should be used. Proof is yet limited, but it encourages more research.

Key Words. Virtual reality, rehabilitation and stroke.

Inhoudsopgave

Personalia	pagina 1
Voorwoord	pagina 2
Samenvatting	pagina 3
Abstract	pagina 4
1. Inleiding	pagina 6
2. Methode	pagina 8
2.1 Zoekstrategie	pagina 8
2.2 In- en exclusiecriteria	pagina 8
2.3 Selectieprocedure en data-extractie	pagina 9
2.4 Beoordeling methodologische kwaliteit en/of klinische relevantie	pagina 9
3. Resultaten	pagina 10
3.1 Selectieprocedure	pagina 10
3.2 Beoordeling methodologische kwaliteit	pagina 11
3.3 Data extractie	pagina 11
4. Discussie	pagina 18
4.1 VR training bij revalidatie arm en handvaardigheid	pagina 18
4.2 VR training bij revalidatie van loopvaardigheid	pagina 19
4.3 VR training bij revalidatie van ADL vaardigheden	pagina 19
4.4 Tekortkomingen van de gebruikte reviews	pagina 19
4.5 Tekortkomingen van dit literatuuronderzoek	pagina 20
4.6 Mogelijke voordelen van VR	pagina 21
5. Conclusie en aanbevelingen	pagina 23
6. Literatuur	pagina 24
Bijlagen	pagina I
A. Meetinstrumenten	pagina I
B. Gegevens studies uit systematische reviews	pagina II
C. Sackett's levels of evidence	pagina VIII
D. AACPD Levels of evidence	pagina VIII
E. Goedkeuring projectplan	pagina IX

1. Inleiding

Nederlands epidemiologisch onderzoek¹ heeft aangetoond dat jaarlijks ongeveer 30.000 patiënten in een ziekenhuis worden opgenomen met een Cerebro Vasculair Accident (CVA). Van deze patiënten overlijden tussen de 20 en 25% binnen vier weken. Doorgaans is een hersenbloeding omvangrijk en catastrofaal. Dit is een verklaring voor het hoge sterftecijfer. In 2004 bedroeg de sterfte aan een CVA ongeveer 11.000 personen². Tussen de 55 en 75% procent van de overlevenden blijven motorisch, neurologisch, neuropsychologisch en psychologisch gebreken ondervinden die geassocieerd worden met een verlaagde kwaliteit van leven³⁻⁴. Momenteel leven er 120.000 Nederlandse patiënten met die gevolgen¹. Het risico op een CVA neemt sterk toe naarmate men ouder wordt. Door de vergrijzing zal het aantal CVA's dus toenemen³⁻⁴. De prognose is dat in 2015 dit aantal is toegenomen met 30 tot 45% tot ongeveer 165.000 patiënten. De zorgverlening aan deze patiëntengroep zal de samenleving ongeveer 1 miljard euro per jaar kosten¹.

Het opnieuw leren van bewegingen helpt mee om de zelfstandigheid, de zelfredzaamheid en de autonomie te vergroten om op die manier de kwaliteit van leven van CVA-patiënten te verbeteren (Proot)⁵. Frequent is de autonomie van de patiënt geringer geworden ten opzichte van de situatie voor het CVA. De toekomstplannen van de patiënt zijn plotseling doorkruist door het optreden van het CVA⁵. Revalidatie vanuit fysiotherapie speelt hierbij een wezenlijke rol. De behandeling is gericht op het herwinnen van aangedane motorische functies en het trainen op activiteiten en participatieniveau volgens het International Classification of Functioning Disability and Health (ICF) model. Wanneer herwinnen van die functies niet mogelijk is zal de therapie gericht zijn op compenseren. De patiënt leert nieuwe oplossingen toe te passen voor de betreffende motorische problemen.

Beek & Roerdink⁶ geven aan dat in de afgelopen twee decennia nieuwe inzichten zijn ontwikkeld ten aanzien van motorisch leren die goed toepasbaar lijken te zijn in de fysiotherapie en revalidatie. Bij het toepassen van deze nieuwe inzichten zijn ondermeer de intensiteit van de revalidatie en de omgeving van de therapie van belang, evenals de kosten van die therapie.

Saposnik & Levin⁷ zeggen dat tegenwoordige klinische richtlijnen voor revalidatie bij een CVA zijn gebaseerd op groeiend bewijs vanuit eenvoudige wetenschap en klinische studies over het merkwaardige potentieel van de hersenen om te veranderen door neuroplasticiteit bij motorisch leren na neurologische schade. Vooral recente studies, Kleim & Jones en Kwakkel⁸⁻⁹, stellen dat de training uitdagend, gericht op een taak, motiverend, betekenisvol en intensief moet zijn om te zorgen dat neuroplasticiteit plaatsvindt⁷.

Neurale plasticiteit kan optreden als onderdeel van leerprocessen van motorisch leren bij mensen na hersenletsel. Dit houdt in dat het brein de mogelijkheid heeft tot reorganisatie door het vormen van nieuwe neurale verbindingen. De zenuwcellen in het brein wordt door neuroplasticiteit de mogelijkheid geboden om te compenseren voor aandoeningen en ziektes en hun activiteit aan te passen als respons op nieuwe situaties of veranderingen in de omgeving¹⁰. Huidige middelen zijn echter niet in staat om aan de intensieve eisen (bijvoorbeeld herhaling, intensiteit en taak georiënteerd zijn) voor het optimaliseren van de neuroplasticiteit in een latere fase tegemoet te komen.

Virtual Reality (VR) revalidatie is mogelijk een passende oplossing voor dit probleem en kan waarschijnlijk voldoen aan de gestelde eisen van de latere fase van herstel bij CVA patiënten. Volgens Langhorne, Coupar & Pollock¹¹ hebben VR oefeningen namelijk het potentieel om relevante concepten van neuroplasticiteit toe te passen. Voorbeelden van deze concepten zijn: repetitie, taakgeoriënteerde training van de paretische zijde en intensiteit bij het trainen van de patiënt⁷.

VR of virtuele werkelijkheid is een ICT toepassing waarmee een kunstmatige omgeving wordt gesimuleerd. Laver, George, Thomas, Deutsch & Crotty¹² zeggen dat door te oefenen in deze virtuele omgeving de patiënt gelijk visuele en auditieve feedback krijgt en zo functioneel kan oefenen in een veilige en vertrouwde omgeving¹². Spelcomputers als de Wii en de X-box kinect zijn voorbeelden die al worden gebruikt in de thuissituatie, zorginstellingen en praktijken. Door de grote sprongen die de computertechnologie de laatste jaren heeft gemaakt komen er steeds meer mogelijkheden in het creëren van een realistische virtuele omgeving die toegepast kunnen worden in ziekenhuizen, revalidatiecentra alsook in de eerstelijns praktijk.

VR toepassingen bestaan uit 'non-immersive' of geheel 'immersive' afhankelijk van de mate waarin de gebruiker geïsoleerd is van de fysieke omgeving wanneer hij interactie heeft met de virtuele omgeving¹³. Bij 'non-immersive' VR systemen is de gebruiker in mindere mate deel van de virtuele wereld en wordt gebruik gemaakt van bijvoorbeeld spelconsoles, een computerscherm of een televisiescherm (zoals bijvoorbeeld bij de Wii). Een ander voorbeeld dat wellicht ook al meer bekendheid heeft is SilverFit. De SilverFit traint de motoriek middels computerspellen waarbij bewegingen door een 3D camera worden geregistreerd⁴⁶.

Om een gevoel van 'immersion' te scheppen geven Henderson, Korner-Bitensky & Levin¹³ aan dat geheel immersive VR gebruik kan maken van grote schermprojecties (LSP), hoofdgemonteerde displays (HMD) of een grot (BNAVE) systeem, waar de omgeving geprojecteerd wordt op een hol oppervlak.¹³ Henderson et al.¹³ zeggen dat 'immersive' systemen ook gebruik kunnen maken van omgevingen waar de gebruiker zichzelf of een avatar (representatie van de lichaamsdelen) kan zien in een scene op het computerscherm alsof hij televisie aan het kijken is zoals bij het 'video capture' systeem (zoals IREX, PHANTOM)¹³⁻¹⁴. Gebruikers kunnen in een 'non-immersive' VR systeem tot op verschillende hoogtes interactie hebben met de omgeving. Deze kan weergegeven worden op een computerscherm, met of zonder interfacetoestellen zoals een computermuis of haptische apparaten zoals cyberhandschoenen/cybergrepen, joysticks of krachtsensoren¹³. Met betrekking tot de betekenis van de virtuele taak voor de gebruiker is de prestatie van verschillende niveaus van 'virtuele aanwezigheid' afhankelijk van de mate van 'immersion'¹⁵.

Om het meest geschikte programma voor een individu te kunnen realiseren, moet het mogelijk zijn veranderingen door te voeren en zo de lengte, de intensiteit en de feedback te kunnen manipuleren en vergroten. Dit is de wetenschappelijke reden achter het gebruik van robots en virtuele omgevingen. Deutsch & Mirelman¹⁶ zeggen dat zodoende een motiverende, motorisch aanlerende ervaring gecreëerd wordt doordat met het gebruik van VR de deelnemer meerdere repetities kan bereiken die verbonden zijn aan een taak of doel¹⁷⁻¹⁸.

Virtuele training zou daarmee een aanvulling op de reguliere therapie zijn. Voordeel is dat de kosten laag liggen en dat daarmee de mogelijkheid ontstaat om een cliënt een hogere intensiteit van behandelen te bieden, zoals die ook in de multidisciplinaire richtlijn beroerte wordt voorgesteld¹⁹.

Tot op heden blijven er onduidelijkheden bestaan over de vraag welke fysiotherapeutische interventies de effectiviteit van het motorisch leren vergroten en wat een passende oplossing is voor de problematiek bij het herstel van CVA patiënten in een latere fase van herstel. Volgens de richtlijn van het Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie [KNGF] (2006) moet een interventie voldoen aan een aantal algemene eigenschappen¹. Maar de vraag is wat de meerwaarde van VR training is op het motorisch leren. Hiermee is verder onderzoek gelegitimeerd.

In dit onderzoek wordt gekeken naar de mogelijke uitkomsten van virtuele training bij cliënten met een CVA. Hiervoor is de volgende vraagstelling gebruikt: *In hoeverre werkt motorisch leren middels virtuele training bij CVA patiënten als therapie gericht op het verbeteren van functies en activiteiten?* Gebruik zal worden gemaakt van meerdere reviews met een groot onderzoeksdomein en meerdere uitkomstmaten.

2. Methode

2.1 Zoekstrategie

De volgende databanken zijn doorzocht op zoek naar relevante artikelen: PubMed/MEDLINE, de Cochrane Database of Systematic Reviews, PEDro en referentielijsten (sneeuwbal effect). Daarnaast is gebruik gemaakt van de zoekmachines Biep.nu en Google Scholar. Op deze manier is gezocht naar systematische reviews waarin VR training vergeleken wordt met een alternatieve interventie of geen interventie. De databanken zijn doorzocht gebruik makend van de volgende zoektermen: "virtual reality", "rehabilitation" en de Mesh-term "stroke". Dit in combinatie met de operatoren AND en OR om zo de zoekopdracht specifiek te maken. De zoekstring, met de voor dit onderzoek meest relevante hits, is terug te vinden in *tabel 1*.

Tabel 1. Zoekstring.

Databank	Pubmed (9 hits)
Filters	Article type ✓ Systematic reviews
Display settings	Text availability ✓ Full text available Format ✓ Summary Sort by ✓ Title
Combinatie zoektermen	"Virtual reality" OR "VR" AND "rehabilitation" AND "stroke"[Mesh]
Zoekmachine	Biep.nu
Soort artikel	Systematic review
Combinatie zoektermen	Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real

2.2 In- en exclusiecriteria

De in- en exclusiecriteria staan kort weergegeven in *tabel 2*. Artikelen werden geïncludeerd wanneer ze aan de volgende 5 criteria voldeden: (I) de onderzoeksvorm is een systematische review geschreven in de Engelse taal bestaande uit Randomized Controlled Trials (RCT's), non-controlled studies of single subject studies. (II) Het artikel geeft antwoord op de gestelde onderzoeksvraag en bevat een methode zodat het artikel op kwaliteit beoordeeld kan worden. De methode geeft informatie over de zoekstrategie, in- en exclusiecriteria, selectie, data-extractie en beoordeling van de kwaliteit van de gebruikte onderzoeken. (III) De specifieke patiëntengroep bestaat uit CVA patiënten in de postacute of chronische fase. De groepen komen overeen wat betreft leeftijd en geslacht. (IV) Als interventie wordt gebruik gemaakt van VR training. Deze wordt vergeleken met een alternatieve interventie zonder het gebruik van VR of met geen enkele vorm van therapie. (V) Als uitkomstmaat is gekeken naar loopvaardigheid, waaronder loopsnelheid en mobiliteitsgerelateerde vaardigheden, arm en handvaardigheid of vaardigheden van activiteiten uit het dagelijks leven (ADL). Hierbij is gebruik gemaakt van een van de volgende meetinstrumenten: gemodificeerde Ashworth Scale (MAS), Wolf Motor Function Test (WMFT), Functional Ambulation Categories (FAC), Timed up-and-go (TUG), Fugl Meyer Scale (FMS), Berg Balance Scale (BBS) of de zes minuten wandel test (6MWT). Vanwege het grote onderzoeksdomein is gekozen voor een breed scala aan meetinstrumenten die metingen verrichten op functie- en activiteitsniveau. Een korte uitleg van de meetinstrumenten en gebruikte afkortingen is terug te vinden in *tabel 5* in de bijlagen.

Artikelen werden geëxcludeerd wanneer (I) deze niet als 'full text' beschikbaar waren. (II) Studies die de effecten van VR alleen op stoornis niveau beoordelen. (III) Studies die het effect van revalidatie robots op de onderste extremiteit onderzoeken.

Tabel 2. In- en exclusiecriteria.

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
Systematische review	Volledige tekst niet beschikbaar
Bevat methode	Beoordeling VR alleen op functieniveau
Onderzoeksgroep bestaat uit CVA patiënten	Onderzoek effect revalidatie robots
VR als interventie	
Vergeleken met alternatieve- of geen therapie	
Loopvaardigheid, arm- en handvaardigheid en/of ADL als uitkomstmaat	

De onderzoeksvorm van deze literatuurstudie is een review of reviews. De opdracht hierbij was om van een zo breed mogelijk onderzoeksdomein gebruik te maken. Er is een review of reviews gemaakt omdat er in 2011 nog een review van RCT's is verschenen. Deze review of reviews is een bundeling van systematische reviews om zo een compleet verslag te krijgen van alle huidige bevindingen betreffende VR training en die zo ook een toegevoegde waarde heeft ten opzichte van de review uit 2011.

2.3 Selectieprocedure en data-extractie

De gevonden artikelen zijn vervolgens gescreend middels een selectieprocedure. Hierbij is achtereenvolgens gescreend op titel, abstract en de volledige tekst. In de 'flow chart', is per fase van de selectieprocedure het aantal overgebleven artikelen genoteerd. Deze 'flow chart' is weergegeven in het hoofdstuk resultaten, *figuur 1*.

De uit de screening en kwaliteitsbeoordeling overgebleven artikelen zijn ten slotte verwerkt in een data-extractie tabel zodat deze makkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden. Ook deze tabel is terug te vinden in het hoofdstuk resultaten, *tabel 4*.

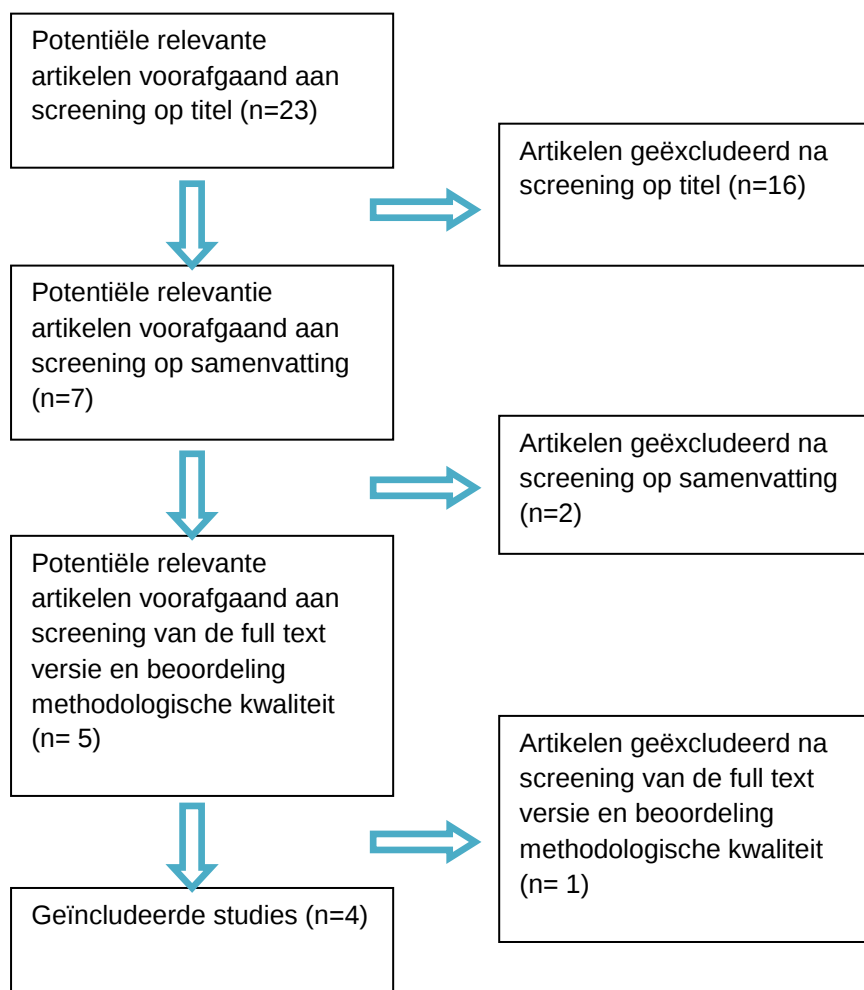
2.4 Beoordeling methodologische kwaliteit en/of klinische relevantie

De overgebleven artikelen zijn beoordeeld op kwaliteit aan de hand van de Cochrane checklist van het Centraal Begeleidings Orgaan (CBO)²⁰. Aan de hand van de score is het bewijsniveau ofwel het 'level of evidence' van de uitkomsten bepaald. De reviews waarvan de resultaten valide en toepasbaar waren, zijn opgenomen in het onderzoek. Zie tabellen in het hoofdstuk resultaten voor de gescreende reviews, de kwaliteitsbeoordeling en hun level of evidence.

3. Resultaten

3.1 Selectieprocedure

De resultaten van de selectieprocedure na screening zijn weergegeven in een stroomdiagram in *figuur 1*. Er is gescreend op titel, abstract, full text versie van het artikel en beoordeling van methodologische kwaliteit. Uit de zoekstrategie zijn 23 artikelen naar voren gekomen. Na screening op titel waren er nog zeven potentiële bruikbare artikelen over. Bij de 16 artikelen die niet zijn meegenomen kwam uit de titel naar voren dat er onderzoek was gedaan met een andere patiëntengroep dan CVA-patiënten of dat er gebruik was gemaakt van revalidatierobots. Gezien de in- en exclusiecriteria zijn deze artikelen dus niet meegenomen in dit onderzoek. Vervolgens zijn de samenvattingen van de overgebleven artikelen bestudeerd waarna er nog vijf potentiële artikelen overbleven. Van vier van de vijf artikelen was de full text via Pubmed beschikbaar. Van één artikel is de volledige tekst via Biep.nu gevonden. Na bestudering van de full text versies waren er nog steeds vijf potentiële artikelen over. Deze artikelen zijn ten slotte beoordeeld op methodologische kwaliteit. Één artikel bevatte geen methode waardoor, gezien de inclusiecriteria, besloten is dit niet mee te nemen in het onderzoek. Uiteindelijk zijn er na de screening vier artikelen over gebleven die voldoende valide en toepasbaar waren voor dit literatuuronderzoek.



Figuur 1. Stroomdiagram selectieprocedure. N = aantal.

3.2 Beoordeling methodologische kwaliteit

De systematische reviews zijn beoordeeld aan de hand van het CBO beoordelingsformulier 'systematische review van RCT's', zie tabel 3. Dit formulier is ontwikkeld door vertegenwoordigers uit de werkgroep. Deze vertegenwoordigers zijn van het Dutch Cochrane Centre, het Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO, het Nederlands Huisartsen Genootschap, het institute for Medical Technology Assessment, de Werkgroep Onderzoek Kwaliteit, het College voor Zorgverzekeringen, Zorgonderzoek Nederland (ZonMw) en de Orde van Medisch Specialisten. De werkgroep wordt ondersteund door het Nederlands Paramedisch Instituut, de Vereniging voor Integrale Kankercentra en de Werkgroep Infectieziektenpreventie²⁰.

Twee artikelen hebben een maximale score van negen punten gekregen, twee artikelen een score van acht en één artikel een score van vier punten. Het artikel met een kwaliteitsscore van vier bevatte geen methode waardoor er geen informatie bekend was betreft de zoekactie, selectie, kwaliteitsbeoordeling en data-extractie. Door deze lage kwaliteitsbeoordeling en het niet voldoen aan de inclusiecriteria is het artikel niet meegenomen in dit onderzoek.

Vier artikelen hebben een score van acht of negen. Dit wil zeggen dat de systematische reviews uitgaan van een expliciete klinische vraagstelling die de volgende aspecten bevat: aandoening, de interventie, de controlebehandeling en de uitkomstmaat²⁰. Daarnaast zijn de zoektermen duidelijk omschreven en wordt verwacht dat met deze zoektermen nagenoeg alle relevante literatuur is gevonden. Er is gebruik gemaakt van de database Medline. De zoekactie sluit aan op de vraagstelling. De selectie heeft plaats gevonden door twee onafhankelijke reviewers aan de hand van in- en exclusiecriteria. De opgenomen onderzoeken zijn beoordeeld op kwaliteit en deze resultaten zijn terug te vinden in het onderzoek. Er is sprake van een verzameling van de resultaten uit de oorspronkelijke onderzoeken (data-extractie). Daarnaast staan de belangrijkste gegevens uit de oorspronkelijke onderzoeken beschreven. Een hogere score geeft aan dat de systematische reviews meer valide en toepasbaar zijn dan reviews met een lage score²⁰.

Tabel 3 – Methodologische kwaliteitsbeoordeling systematische reviews volgens beoordelingsformulier 'systematische review van Randomised Controlled Trials'.

Auteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totaal Max. 9	Geïnccludeerd
Laver K.E.	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja*	ja*	V	9	Ja
Crosbie J.H.	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja*	?*	V	8	Ja
Henderson A.	ja	ja	ja	ja	ja	ja	?*	?*	V	9	Ja
Sapoznik G.	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja*	ja*	V	8	Ja
Deutsch J.E.	ja	nee	nee	nee	nee	ja	?*	?*	T	4	Nee

Criteria: 1. Vraagstelling, 2. Zoekactie, 3. Selectie, 4. Kwaliteitsbeoordeling, 5. Data-extractie, 6. Beschrijving oorspronkelijke onderzoeken, 7. Adequate omgang met heterogeniteit, 8. Statistische pooling.

Verklaring gebruikte afkortingen: V. Voldoende valide en toepasbaar, T. Twijfelachtig.

* Vraag 7 en 8 van deze lijst worden buiten beschouwing gelaten omdat dit een grote statistische kennis vraagt waarover niet beschikt wordt.

3.3 Data extractie

De uit de screening en kwaliteitsbeoordeling overgebleven artikelen zijn ten slotte verwerkt in een data-extractie tabel zodat deze makkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden, zie tabel 4.

Genoteerd zijn de auteur, het jaartal, de kwaliteitsscore van de review, de deelnemers, de interventie, controlegroep, de meetmethode, resultaten en de conclusie/synthese.

In de tabel is af te lezen dat het aantal deelnemers per studie, zowel mannen als vrouwen, varieert van 1 tot 83 met een leeftijd tussen de 25 en 88 jaar. Deelnemers bevinden zich in de acute, subacute of chronische fase. De deelnemers namen deel aan VR training als interventie vergeleken met een alternatieve interventie waarbij in ieder geval géén gebruik werd gemaakt van VR of geen enkele vorm van interventie. De meest gebruikte meetmethodes zijn de Box and Blocks test (BBT), Jebson-Taylor Hand Function Test (JTHFT), Berg balance scale (BBS) en de FMS.

Vier systematische reviews hebben onderzoek gedaan naar het effect van VR op functies en activiteiten met betrekking tot de bovenste extremiteit⁷⁻¹²⁻¹³⁻²¹. Van deze vier studies laten twee studies een significant verschil zien tussen training met en zonder VR, waarbij trainen middels VR een voordeel zou hebben ten opzichte van trainen zonder het gebruik van VR.

Twee systematische reviews deden onderzoek naar de effecten van VR op loopvaardigheid waaronder loopsnelheid¹²⁻²¹. Beide geven aan dat er onvoldoende bewijs is om conclusies te kunnen trekken. Slechts één systematische review heeft gekeken naar de effecten van VR op ADL

vaardigheden¹². Ook hierbij zou VR significant meer effect hebben dan training zonder VR, het bewijs is echter beperkt.

Een overzicht van de gegevens van de studies in de gebruikte reviews is terug te vinden in *bijlage B*.

Arm- en handvaardigheid:

Zeven studies²²⁻²³⁻²⁴⁻²⁵⁻²⁶⁻²⁷⁻²⁸ (205 participanten) uit de systematische review van Laver et al.¹² tonen de effecten van VR op de bovenste extremiteit. Deze studies laten een significant effect zien van VR training (zie tabel 4)¹². Vijf van deze studies²³⁻²⁴⁻²⁵⁻²⁶⁻²⁸ maakten gebruik van de FMS als uitkomstmaat. De impact van VR gemeten met de FMS laat een significant effect zien (tabel 4)¹². De overige twee studies hebben gebruik gemaakt van de Action research Arm Test (ARAT)²² en de WMFT²⁷ als meetinstrument voor arm functie en activiteit.

Twee studies²³⁻²⁷ hebben het effect van VR versus alternatieve therapie gemeten op knijpkracht(kg). Het effect op knijpkracht werd als niet significant beoordeeld (tabel 4).

Volgens Laver et al.¹² is slechts bij één studie²³ het lange termijn effect van VR bij armfunctie gemeten. Deze studie toont aan dat patiënten in de VR groep een significant grotere vooruitgang hadden, gemeten met de FMS 6 maanden na de beginmeting vergeleken met de groep die een alternatieve therapie onderging. Terwijl de groep die een alternatieve behandeling kreeg een verbetering had van 1.5 punten (zie tabel 4) had de VR groep een verbetering van 3.6 punten. Er werd echter geen significant verschil gevonden bij overige uitkomstmaten (Rancho Functional Test (RFT), grip strength and Motor Activity Log (MAL)) bij de meting na zes maanden¹².

Uit de gebruikte RCT's uit de systematische review van Saposnik & Levin⁷ komen de volgende resultaten naar voren. Gericht op functieniveau (volgens het ICF) zijn metingen gedaan naar snelheid, ROM en kracht en is gebruik gemaakt van de FMS. In vergelijking met de controlegroep zijn op dit niveau significante verbeteringen zichtbaar (tabel 4). Middels de meetinstrumenten WMFT, de JTHFT en de BBT die meten op activiteiten niveau volgens het ICF, is een significante verbetering te zien bij VR training vergeleken met de controle groep (tabel 4). Na statische pooling was het effect van VR op het motorisch functioneren significant (tabel 4). Bij de BBT en de WMFT was geen significant effect zichtbaar (tabel 4).

Bij de studies gebruik makend van observaties was het effect van VR bij motorisch functioneren (percentage verbetering na de beginmeting), bij elke vorm van VR training, 14.7%. Het effect op het motorisch functioneren, gemeten met de JTHFT, WMFT en MAS, was 20.1% (zie ook tabel 4)⁷.

Henderson et al.¹³ hebben de level of evidence van de studies beoordeeld aan de hand van het Sackett systeem, zie *tabel 10 bijlage*. Uit de systematische review van Henderson et al.¹³ komen de volgende resultaten naar voren. Henderson et al.¹³ zeggen dat er één RCT²⁹ en één 'single-subject' studie³⁰ van goede kwaliteit aangeven dat 'immersive' VR een groot significant voordeel heeft ten opzichte van geen therapeutische interventie bij revalidatie van de bovenste extremiteit. De RCT²⁹ laat een significant verschil zien in het voordeel van de VR groep vergeleken met de controle groep bij de scores gericht op het motorisch functioneren gemeten met de FMS, BBT en MFT (zie tabel 4). De 'single-subject study'³⁰ geeft aan dat door 'immersive' VR training de unilaterale en bilaterale behendigheid en grijpkracht significant verbetert¹³.

Henderson et al.¹³ vermelden dat bij het onderzoeken van het effect van 'nonimmersive' VR op het verbeteren van het motorisch functioneren van de bovenste extremiteit gebruik is gemaakt van vier studies waarvan één RCT³¹ met een lage kwaliteit en drie 'pre-post design (non-controlled) studies'³²⁻³³⁻³⁴. Er is één RCT³¹ met lage kwaliteit die beweert dat training middels 'nonimmersive' VR niet effectief is vergeleken met conventionele therapie. Het verschil bij de meting na de interventie tussen de groepen is namelijk niet significant. Drie 'pre-post design' studies³²⁻³³⁻³⁴ van level 4 kwaliteit verschaffen tegenstrijdige resultaten door training middels 'nonimmersive' VR vergeleken met geen therapeutische interventie¹³.

Crosbie, Lennon, Basford & McDonough²¹ hebben gebruik gemaakt van 11 studies die aan de gestelde inclusiecriteria voldeden. Vijf artikelen hiervan hadden betrekking op de revalidatie van de bovenste extremiteit bij CVA patiënten. Één studie heeft onderzoek gedaan naar revalidatie middels VR van zowel de bovenste als de onderste extremiteit. Crosbie et al.²¹ hebben de studies beoordeeld

op kwaliteit aan de hand van het American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine systeem (AACPDM), zie *tabel 11 bijlagen*.

Één studie³⁰ werd middels de AACPDM beoordeeld met level III/zwak. Drie studies^{33,35,36} werden beoordeeld met level IV/zwak. Één van de studies met level IV/zwak kwaliteit³³ laat een significante verbetering zien bij de meetinstrumenten FMS, WMFT en de kracht test²¹.

Een andere studie³⁵ van level IV/zwak kwaliteit laat significante vooruitgang zien bij de JTHFT, FMS, en grijpkracht. Ook subjectieve patiënten data en computer gebaseerde metingen laten positieve vooruitgang zien²¹. Twee van de drie patiënten uit dit onderzoek lieten ook een verbetering zien in range of motion (ROM) van de vingers en één van de patiënten liet een verbetering zien van 13% bij grijpkracht van de aangedane hand²¹.

Twee studies zijn beoordeeld met level V/zwak. Één van deze studies³⁷ onderzocht het effect VR revalidatie op zowel de bovenste als onderste extremiteit. Bij beide werden verbeteringen aangetoond. Met betrekking tot de bovenste extremiteit werden verbeteringen getoond middels de JTHFT en de gemeten grijpkracht²¹.

De andere studie³² onderzocht alleen de effecten van VR training op de bovenste extremiteit. Er werden verbeteringen getoond bij de voor- en nameting bij de FMS²¹. Er was ook zichtbaar dat de effecten zich vertaalden naar de uitvoering van taken in de echte wereld. Voor zowel de getrainde als ongetrainde onderdelen was een vermindering van fouten tijdens reiken zichtbaar²¹.

Loopvaardigheid en mobiliteitsgerelateerde vaardigheden:

Drie studies³⁸⁻³⁹⁻⁴⁰ uit de systematische review van Laver et al.¹² onderzochten het effect van VR op loopsnelheid. Dit effect bleek niet significant te zijn (zie tabel 4)¹². Laver et al.¹² geven aan dat het niet mogelijk was het effect op het globale motorisch functioneren verder te onderzoeken gezien het feit dat de uitkomstmaten van de studies niet vergelijkbaar waren. Er werden ook geen significante verschillen aangetoond betreffende de hoeveelheid VR therapie die werd aangeboden¹².

Twee studies³⁸⁻⁴¹ uit de systematische review van Crosbie et al.²¹ zijn beoordeeld met level I/zwak middels de AACPDM, zie *tabel 11 bijlagen*. Één studie laat zien dat de groep die VR training kreeg grotere significante verbeteringen bereikte vergeleken met de controle groep bij het meten van de loopsnelheid (tabel 4). Daarnaast liet de VR groep ook een significante verbetering zien in paslengte. Deelnemers maakten na de training grotere passen dan de controlegroep. Bij zeven van de tien gebruikte uitkomstmaten liet de VR groep grotere significante verbeteringen zien. Er was meer dan 95% behoud van de behaalde effecten van VR in de twee weken nazorg²¹. Kijkend naar de paslengtes gemaakt met het niet-paretische been was er een voortzettende significante verbetering zichtbaar²¹. Wat betreft cadans was er geen significant effect.

De andere level I/zwak studie⁴¹, waar alleen een samenvatting van beschikbaar was, geeft ook significante verbeteringen aan²¹. Na VR training was de deelnemer in staat meer gewicht naar het aangedane been te verplaatsen waardoor een meer symmetrische houding mogelijk was tijdens verplaatsing van zit naar stand. Tijdens het lopen verminderde de standfase van het niet-paretische been met 30% (van 90% naar 60%) in vergelijking met een normaal looppatroon²¹.

Één studie³⁷ uit de review van Crosbie et al.²¹ met betrekking tot de onderste extremiteit werd beoordeeld met level V/zwak. De VR groep liet verbeteringen zien bij krachtmetingen van de enkel en in de ROM²¹. Daarnaast gaven de deelnemers zelf aan dat ze een verbetering ervoeren betreffende het loopgemak vergeleken met de situatie voor het starten van de VR training en maakten ze geen gebruik meer van een wandelstok²¹.

Vaardigheden van ADL:

Drie²⁴⁻²⁶⁻⁴² van de gebruikte studies uit de systematische review van Laver et al.¹² zeggen wat over het effect van VR training op activiteiten niveau. Hoewel er in eerste instantie geen specifiek onderzoek naar is gedaan, kwam er tijdens de metingen als neveneffect een groot significant effect naar voren op functioneren tijdens ADL (tabel 4)¹².

Tabel 4 Data-extractie.

Auteur, jaartal, aantal studies & level of evidence	Deelnemers	Interventie & controlegroep	Meetmethode	Resultaten armfunctie	Resultaten loopvaardigheid	Resultaten ADL vaardigheden	Conclusie & synthese
Laver, 2011 19 studies Level A1	-19 studies met een totaal van 557 CVA patiënten -per studie 10-83 deelnemers -31 tot 81% mannen -leeftijd 51-73 jaar. -ernst CVA matig -verschil in locatie van de laesie -subacute en chronische fase -deelnemers hadden geen cognitieve, communicatie of visuele beperkingen.	-Therapie middels 'immersive' en 'non-immersive' VR en interactieve video spellen. -De controle groep onderging een alternatieve interventie of geen interventie waarbij dus geen gebruik is gemaakt van VR.	BE: - the Motor Assessment Scale - Action Research Arm Test, -Wolf Motor Function Test; -the Nine Hole Peg Test, -Box and Block Test. LV: -walking distance -walking speed -Community Walk Test -functional ambulation -Timed Up and Go Test -Berg Balance Scale and laboratory-based force plate measures. AMF: -the Motor Assessment Scale.	Er is beperkt bewijs gevonden over het effect van VR en interactieve video spellen op het verbeteren van de arm functie en ADL vergeleken met eenzelfde dosis conventionele therapie ¹² . -SE van VR op de BE ²²⁻²⁸ : SMD 0.53, 95% CI 0.25 naar 0.81 -SE van VR gemeten met de FMS ^{23-26,28} : MD 4.43, 95% CI 1.98 naar 6.88 -Geen SE op KK(kg) ^{23,27} MD 3.55, 95% CI -0.20 naar 7.30 -SE van VR op lange termijn gemeten met FMS ²³ (P=0.045). VR groep 3.6 punten (SD 3.9), controlegroep 1.5 (SD 2.7). Geen SE bij andere uitkomstmaten (RFT, GK, MAL)	Er is onvoldoende bewijs om conclusies te kunnen trekken betreffende het effect van VR en interactieve video spellen op grijpkracht of loopsnelheid ¹² . -Geen SE van VR op loopsnelheid ³⁸⁻⁴⁰ MD 0.07, 95% CI - 0.09 naar 0.23.	Er is beperkt bewijs gevonden over het effect van VR en interactieve video spellen bij het verbeteren van ADL vergeleken met eenzelfde dosis conventionele therapie ¹² . -Groot SE van VR op het functioneren tijdens ADL ^{24,26,42} SMD 0.81, 95% CI 0.39 naar 1.22	VR training lijkt een veelbelovende aanpak te zijn, maar er is meer onderzoek nodig om dit gegeven te bevestigen. Het is momenteel onduidelijk welke karakteristieken van VR het meest belangrijk zijn en ook is het lange termijn effect vooralsnog onbekend ¹² .

Henderson, 2007 6 studies Level A1	-deelnemers per studie 1-50 - deelnemers zitten in de acute of chronische fase.	-Virtual reality, gebruik makend van 'immersive' of 'nonimmersive' technologie. -Conventionele therapie of geen therapie	BE: -Fugl Meyer Arm Scale -Box and Blocks Test -Manual Function Test -Wilcoxon signed-rank test (om de verandering in de uitkomsten van de gebruikte testen tussen de begin- en eindmeting te vergelijken tussen de groepen)	'Immersive' VR training heeft een significant voordeel vergeleken met geen therapie bij revalidatie van de BE. Hiervoor is level 1b bewijs. Vergeleken met conventionele therapie is er level 5 bewijs voor training middels 'immersive' VR en level 2b bewijs voor het trainen middels 'nonimmersive' VR ¹³ . Er is een SE gemeten met de FM, BBT en MFT (P< 0.05)	n.v.t.	n.v.t.	Het voor nu beperkte bewijs lijkt een aanmoediging voor meer onderzoek bij CVA-patiënten naar het effect van VR bij revalidatie van de bovenste extremiteit ¹³ .
Crosbie, 2007 11 studies Level A1	-Leeftijd 25-85 jaar -deelnemers zitten in de acute, subacute of chronische fase -verschil in locatie van de laesie -bloeding of infarct	-Elke vorm van VR als revalidatie interventie -Alternatieve interventie zonder het gebruik van VR	Motorisch functioneren, ROM en snelheid van de bovenste extremiteit of het gaan. Daarnaast zijn er metingen gedaan naar de kracht. -Wolf Motor Function -Jebson Taylor Hand Function Test -Fugl Meyer assessment Scale	Er is een SE te zien bij de Fugl Meyer en de Wolf Motor Function en kracht test bij VR training. Er worden ook positieve resultaten getoond middels de Jebson Taylor hand Function Test en een verbetering in de ROM van de vingers ²¹ .	Vergeleken met de controlegroep was bij 7 van de 10 meetinstrumenten een grote verbetering zichtbaar door de VR training. Er wordt een SE en verschil in loopsnelheid en stapgrootte aangetoond. Bij het verplaatsen van zit naar stand is er ook een SE te zien in de symmetrische houding van het lichaam.	n.v.t.	Het bewijs is nog te beperkt voor een goede evaluatie van de waarde van VR training ook al zijn de bevindingen van de review over het algemeen positief ²¹ .

					-Vergeleken met de controlegroep behaalde de VR groep grotere verbeteringen in loopsnelheid 20,5 % versus 12,2 %, (p<0,01) gemeten met een snelle looptest ²¹ .		
Saposnik, 2011 12 studies Level A1	-Per studie 4-50 deelnemers -leeftijd 26-88 jaar -subacute en chronische fase -deelnemers met milde tot matige gevolgen van het CVA	-VR en videospel applicaties -Conventionele therapie	De primaire uitkomstmaat was verbetering van -de Fugl-Meyer score, gericht op het motorisch functioneren. Secundaire uitkomstmaten bevatten de -Wolf Motor Function Test (WMFT) -Box and Block Test -Jebson-Taylor Hand Function Test.	De meetinstrumenten FMS, WMFT en Functional Independence Measure laten bij 11 van de 12 studies een SE zien van VR training ⁷ . -resultaten functie niveau gemeten met FMS, snelheid, ROM en F: VR groep 13.7 naar 20%, controlegroep 3.8 naar 12.2%. -activiteiten niveau WMFT, JTHFT en BBT: een verbetering van 14 naar 35.5%, controlegroep 0 naar 49%. - Na SP was het effect van VR op het MF OR=4.89 (95% CI, 1.31 naar 18.3; P<0.02). -Geen SE zichtbaar bij de BBT (OR, 0.49; 95% CI, 0.09	n.v.t.	n.v.t.	In combinatie met conventionele therapie is VR training een potentieel bruikbare revalidatietechnologie bij het verbeteren van functies van de BE na een CVA ⁷ .

				naar 2.65; P=0.41) en bij de WMFT (OR, 1.29; 95% CI, 0.28 naar 5.90; P=0.74). -Bij observatie studies was het effect van VR bij MF (percentage verbetering na de beginmeting) 14.7% (95% CI, 8.7% naar 23.6%; P<0.001) bij elke vorm van VR training. -Het effect op motoriek (JTHFT, WMFT, MAS) was 20.1% (95% CI, 11.0% naar 33.8%; P<0.001).			
--	--	--	--	--	--	--	--

BE = bovenste extremiteit, LV= loopvaardigheid, AMF= algeheel motorisch functioneren, SMD= Standardised Mean Difference, CI= Confidence Interval, SE= significant effect, FMS= Fugl-Meyer Scale, KK= knijpkracht, GK= grip strength, RFT= Rancho Functional Test, MAL= Motor Activity Log, ROM= range of motion, F= kracht, BBT= Box and Blocks test, SP= statische pooling, WMFT= Wolf Motor Function Test, MF= motorisch functioneren, JTHFT= Jebson Taylor Hand Function Test, MAS= Motor Activity Scale, OR= odds ratio.

4. Discussie

Middels deze literatuurstudie is onderzoek gedaan naar de effecten van VR training vergeleken met een reguliere vorm van therapie of geen therapie om zo een antwoord te geven op de volgende onderzoeksvraag: *in hoeverre werkt motorisch leren middels virtuele training bij CVA patiënten als therapie gericht op het verbeteren van functies en activiteiten?*

Het aantal CVA patiënten zal steeds verder toenemen en daarmee zullen ook de kosten van zorgverlening aan deze patiëntengroep stijgen. De intensiteit van de therapie, de omgeving waarin de therapie plaatsvindt/ de setting en de kosten van de therapie kunnen vaak een probleem vormen in een latere fase van herstel bij een CVA⁴⁶.

Meerwaarde van de uitkomst van dit onderzoek is om meer therapietijd (frequentie en intensiteit) te kunnen realiseren. Meer uren therapie leidt tot grotere behandelresultaten (een sneller en meer volledig herstel)¹. Door met een virtueel systeem te werken kan de cliënt méér oefenen doordat een therapeut de supervisie kan houden over meerdere cliënten tegelijkertijd⁴⁶.

Virtuele training zou daarmee een aanvulling zijn op de reguliere therapie. Een voordeel hiervan is dat de kosten worden verlaagd en dat de cliënt een hogere intensiteit van behandeling kan worden aangeboden, zoals die ook in de multidisciplinaire richtlijn wordt voorgesteld. (Richtlijn diagnostiek, behandeling en zorg voor patiënten met een beroerte, 2008)¹⁹.

Er ontbreekt nog een vorm van training waarin patiënten nog meer activiteiten- en participatiegericht bezig zijn en die uitvoerbaar is in een veilige omgeving (zoals een virtuele wereld).

4.1 VR training bij revalidatie arm- en handvaardigheid

Door de mate van heterogeniteit in de gebruikte studies van alle vier de reviews was het moeilijk de studies met elkaar te vergelijken. Er werd in de onderzoeken van verschillende vormen VR training gebruik gemaakt en daarnaast van een grote verscheidenheid aan meetinstrumenten. Ook de patiënten verschilden onderling vrij veel van elkaar gezien patiënten met alle vormen van een CVA werden geïncludeerd in de onderzoeken. Ook bevonden de patiënten zich in verschillende stadia na het CVA (acuut, subacuut en chronisch). Door de grote verschillen kan men minder krachtige uitspraken doen.

De onderzoeksresultaten in de reviews staan nog ter discussie. In de diverse studies is onderzoek gedaan naar vele vormen van VR training. Door deze verscheidenheid kunnen moeilijk uitspraken worden gedaan over welke vorm van VR nu het meest effectief is in welke situatie. De vormen zullen eerst nog gestandaardiseerd moeten worden.

Van de elf studies in de systematische review van Crosbie et al.²¹ zijn er drie gerandomiseerd met een statistische significantie op relevantie. Dit is echter alleen op onderdelen het geval. Acht studies tonen aan dat VR een toegevoegde waarde heeft, maar niet significant. Er zijn geen studies gevonden met een significant tegengesteld resultaat. Hiermee wordt bedoeld dat er een effect zichtbaar is, maar dat niet kan worden aangetoond dat dit effect niet op toeval berust. Er kan echter wel worden aangetoond dat er geen verslechtering optreedt na het gebruik van VR training. De vraag blijft welke meerwaarde hiermee wordt aangetoond. De gekozen elf onderzoeken zijn heterogeen in ontwerp.

Ook in deze review wordt aangetoond dat het bewijs beperkt is, door de wijze van het ontwerp van de onderzoeken en de kracht en degelijkheid.

In deze review worden ook kritische noten gegeven ten aanzien van de effecten op patiënten door het gebruik van VR. Oudere mensen geven de voorkeur aan 'head mounted displays'²¹. Problemen die kunnen ontstaan bij gebruik zijn hoofdpijn, misselijkheid en zweten. De 'immersion' benadering zorgt voor desoriëntatie bij patiënten die ook een gehoorprobleem hebben. Verbetering van technologie kan deze problemen doen verdwijnen. Bij psychiatrische patiënten is het van belang om te letten op negatieve effecten van VR. Het risico van verslaving aan het gebruik van videospelletjes lijkt beperkt in de therapie van CVA patiënten²¹.

4.2 VR training bij revalidatie van loopvaardigheid en mobiliteitsgerelateerde vaardigheden

De resultaten uit de reviews van Laver et al.¹² en Crosbie et al.²¹ zijn in tegenspraak met elkaar. Laver et al.¹² geven aan géén significante verschillen te hebben gevonden. Crosbie et al.²¹ tonen wel grote verbeteringen aan. Crosbie et al.²¹ geven echter ook aan dat het bewijs beperkt blijft door de kracht en opzet van de onderzoeken.

4.3 VR training bij revalidatie van ADL vaardigheden

Alleen in de systematische review van Laver et al.¹² is gekeken naar de effecten van VR training op ADL vaardigheden. Hierdoor kan er geen vergelijking worden gemaakt met de overige gebruikte reviews. Laver et al.¹² tonen een groot significant effect aan, maar doordat slechts drie studies hier onderzoek naar hebben gedaan blijft de bewijskracht beperkt.

4.4 Tekortkomingen van de gebruikte reviews

In dit onderzoek is alleen gebruik gemaakt van systematische reviews van Level A1 kwaliteit volgens de 'levels of evidence' van het CBO. De gebruikte reviews kregen een score van 8 of 9 gescoord met het beoordelingsformulier van het CBO. Één review kreeg een score van 4 en is hierdoor ook niet meegenomen in dit onderzoek. Hoewel de gebruikte reviews een goede methodologische score hebben, zijn er toch aspecten die de kwaliteit doen verminderen.

Laver et al.¹² en Saposnik et al. zijn in hun review niet gaan zoeken naar homogeniteit binnen de gekozen onderzoeken (is de groep als groep te zien), maar hebben gekeken of de gekozen groep als niet heterogeen te zien is. Wanneer sprake is van heterogeniteit hebben de onderzoeken geen overeenkomsten en kunnen deze dus niet met elkaar vergeleken worden. In de gebruikte reviews is geen sprake van homogeniteit (onderzoeken komen volledig overeen), maar wordt ook aangetoond dat er geen sprake is van heterogeniteit. Dit houdt in dat de groepen niet volledig op alle fronten overeenkomen maar voldoende overeenkomsten hebben om vergelijkingen te kunnen maken. Dit maakt de uitkomst van hun eigen onderzoek al minder sterk. Om het niet heterogeen zijn van de groep aan te tonen is gebruik gemaakt van de Chi-kwadraattoets. In plaats van uitspraken te doen naar significantie is nu gekeken of het binnen de range van 95 % zeker is dat de groep niet heterogeen is. Met een p-waarde van 55 komt men tot de conclusie dat er geen sprake is van heterogeniteit van de groep. Dat wil echter niet zeggen dat er daardoor sprake is van homogeniteit van de groep en dus kunnen er weinig tot geen gefundeerde aanbevelingen gedaan worden. Er is in de gebruikte onderzoeken met verschillende meetinstrumenten gemeten. Om toch vergelijkingen te kunnen trekken hebben de schrijvers van de reviews gebruik gemaakt van de z-score.

Bij niet alle gehanteerde studies in de review is gebruik gemaakt van een controlegroep. Dit leidt tot beperkingen voor meta-analyse en terughoudendheid in uitspraken. Er is niet genoeg bewijs om aan te geven wat de meest effectieve dosering voor de therapie is en te weinig bewijs met betrekking tot VR en conventionele therapie bij het toenemen van snelheid.

De beperkingen van de groepen patiënten kunnen niet duidelijk geduid worden. Er is daarnaast voornamelijk gebruik gemaakt van relatief jonge patiënten.

Er wordt in de reviews ook weinig informatie gegeven over de controlegroepen. In de reviews van Laver et al., Saposnik et al. en Henderson et al. wordt geen verdere informatie gegeven over de therapie die de controlegroep kreeg. Er wordt alleen aangegeven dat er in ieder geval géén gebruik werd gemaakt van VR training en of de controle groep een alternatieve vorm van therapie kreeg of geen enkele vorm van therapie. Er wordt niet altijd weergegeven of er ook een effect zichtbaar is in de controlegroep en of er een significant verschil is tussen beide interventies. Hierdoor is er een te eenzijdige weergave van de resultaten.

Onderzoek dat eerder gedaan is en gehanteerd in de reviews laat een grote diversiteit zien wat betreft onder andere onderzoeksdoelen, onderzoeksmethode, gehanteerde middelen en materialen en gehanteerde steekproeven. Dit gegeven zorgt ervoor dat het trekken van conclusies met grote voorzichtigheid gedaan moet worden. Echter in alle reviews wordt het gebruik van VR gezien als een beloftevolle benadering bij CVA-patiënten.

De huidige analyse wekt de suggestie dat VR en videospelapplicaties beloftevolle manieren zijn voor motorisch herstel na een CVA. Dit is echter niet voor alle patiënten van toepassing. In de onderzoeken zijn alleen patiënten met een lichte of gemiddelde CVA meegenomen.

Een voorbeeld van de verschillen in interventies gegeven door Saposnik et al.⁷ is dat sommige studies VR plus conventionele fysiotherapie vergeleken met alleen conventionele fysiotherapie, dus zonder overige interventie. Hierdoor kreeg de VR groep meer revalidatietijd, omdat zij 2 vormen van therapie kregen. Dit creëert een fout/afwijking ten gunste van de VR groep omdat bekend is dat een hogere intensiteit en frequentie de revalidatie begunstigt en zo de resultaten beïnvloedt⁷.

Crosbie et al.²¹ geven aan dat bij sommige deelnemers ook negatieve effecten van VR training werden geconstateerd. Het gebruik van 'head-mounted displays' veroorzaakte bij sommigen visueel veroorzaakte bewegingsmisselijkheid (cybermisselijkheid), vermoeide ogen en tijdelijk verminderde dieptewaarneming²¹. Daarnaast werd melding gedaan van vestibulair systeem veroorzaakte symptomen zoals zweten, misselijkheid, desoriëntatie en hoofdpijn²¹. Deze symptomen kunnen genoeg reden zijn om sommige mensen van deelname uit te sluiten. Mogelijk spelen nog meer zaken een momenteel onbekende rol. Denk hierbij aan zaken als leeftijd, etniciteit, geslacht en fysieke gesteldheid²¹.

Met name in de review van Crosbie et al.²¹ worden de resultaten niet voldoende weergegeven. Er wordt aangegeven dat er sprake is van verbeteringen maar niet of deze verbeteringen wel of niet significant zijn. De p-waarde ontbreekt ook in de meerderheid van de gevallen. Daarnaast wordt, indien van toepassing, ook niet altijd beschreven wat het effect was in de controlegroep en of er dus een significant verschil was tussen de VR groep en de controle groep.

Conclusies uit huidige studies bieden nog weinig richting aan paramedici die een keuze trachten te maken in het aanbod van interventies en of VR training een onderdeel zou moeten zijn in het behandeltraject.

Volgens het huidige model zou een innovatieve interventie in de revalidatie beoordeeld moeten worden aan de hand van een evaluatie van functie, activiteiten en sociale participatie gezien het feit dat men zich tijdens de training ook dient te richten op deze drie domeinen van de ICF. Evaluaties van activiteiten uit het dagelijks leven of sociale participatie/ kwaliteit van leven zijn in de meeste onderzoeken niet uitgevoerd.

4.5 Tekortkomingen van dit literatuuronderzoek

Dit literatuuronderzoek kent een aantal beperkingen, waaronder het feit dat er alleen naar Nederlands en Engels geschreven artikelen is gezocht. Hierdoor is het mogelijk dat toepasbare en valide onderzoeken in een andere taal niet zijn meegenomen. Ook is alleen gebruik gemaakt van artikelen waarvan de volledige tekst beschikbaar was. Mogelijk dat daardoor ook artikelen niet zijn meegenomen die wel van toepassing waren voor dit onderzoek.

De systematische reviews zijn beoordeeld aan de hand van het CBO beoordelingsformulier van Cochrane. Deze kwaliteitsbeoordeling is uitgevoerd door één persoon. Wellicht had een tweede persoon de artikelen anders beoordeeld en is de waarde van de kwaliteitsbeoordeling hiermee twijfelachtig.

Als onderzoeksvorm is een review of reviews gemaakt. Dit zorgde voor een aantal tekortkomingen en beperkingen die de kwaliteit doen verminderen. Een grote tekortkoming was het gegeven dat in de reviews een overlap was in de gebruikte studies. Dit doet de uitspraken in kracht verminderen. Een andere beperking was de afhankelijkheid van de samenvatting en data-extractie van de reviews, er werden niet altijd voldoende gegevens aangeboden waardoor het maken van vergelijkingen en uitspraken beperkt werd. Door het grote onderzoeksdomein en de ruime inclusiecriteria was er sprake van een grote diversiteit en werd ook de heterogeniteit tussen de verschillende onderzoeken extra vergroot. In een volgende literatuurstudie is het aan te raden een review van RCT's te maken met een kleiner onderzoeksdomein en nauwere inclusiecriteria.

4.6 Mogelijke voordelen van VR

Hoewel de huidige onderzoeken niet in staat zijn voldoende bewijs te leveren over de werking van VR lijkt het gebruik van simulaties volgens de conclusies van dit onderzoek toch veelbelovend voor de toekomst.

VR maakt op technisch gebied een snelle ontwikkeling door. Ontwikkelaars van VR zijn enthousiast. Voor gefundeerde antwoorden zijn echter nog goed ontwikkelde studies van voldoende omvang nodig en samenwerking tussen fysiotherapeuten en technische ontwerpers.

Henderson et al.¹³ zeggen dat recent onderzoek een aantal opvallende zaken heeft vastgesteld over de trainingsomstandigheden die optimaal zijn om motorische vaardigheden terug te winnen. Dit is een hoge intensiteit van herhaling, treffende oefening van de taak (taakgericht, doelgericht en patiëntgericht) en trainen in nieuwe/onbekende omgevingen. Dit zorgt voor een hoge mate van motivatie bij de patiënt en verhoogde feedback (visueel, auditief en haptisch) over de resultaten van de uitvoering. Ook gaat men zo op zoek naar alternatieve motorische strategieën om de taak te kunnen uitvoeren¹³. Om aan deze trainingscriteria te voldoen kunnen onderzoekers en mensen uit de praktijk de VR omgevingen manipuleren¹³.

In de genoemde literatuur komt een aantal mogelijke voordelen naar voren over het gebruik van VR. Zo zou een virtuele omgeving de cliënt stimuleren en motiveren, die daardoor meer en langer geconcentreerd oefent. De virtuele omgeving geeft de cliënt een cognitieve taak, waardoor hij minder geconcentreerd is op de te maken dubbeltaak. Dit leidt tot een meer natuurlijke manier van bewegen en oefenen en komt zo dichterbij de dagelijkse praktijk. De patiënt probeert in het spel zijn doel te bereiken waardoor de het maken van de beweging om dit te bereiken geen doel op zich meer is. De virtuele omgeving kan onverwachte prikkels bieden, zodat de cliënt zich net als in het echte leven voortdurend moet aanpassen. Een gewone oefening is vaak - maar niet altijd - veel beter voorspelbaar. Het virtuele systeem geeft voortdurend feedback, dit versterkt ook weer de motivatie. De patiënt ontvangt zowel directe feedback (wordt de oefening goed of niet goed uitgevoerd) als inzicht in de prestatieverbetering op lange termijn.

Door met een virtueel systeem te werken kan de cliënt méér oefenen met slechts geringe kostentoename. In de praktijk kan een therapeut de supervisie houden over meerdere cliënten tegelijkertijd.

Training op activiteiten, of zelfs participatieniveau heeft meer effect, omdat het veel meer aansluit bij de werkelijke beleavingswereld van de cliënt. Virtuele training zou daarmee geen vervanging van reguliere therapie worden, maar een aanvulling op de bestaande therapie. De oefeningen die worden uitgevoerd zijn vaak repetitief van aard, bijvoorbeeld korte stukjes lopen, oefenen van een grijpbeweging of het zitten en opstaan. Na een op een doorlopen van de oefeningen onder begeleiding van de fysiotherapeut kunnen deze oefeningen individueel worden geoefend met feedback van het VR systeem en kan de fysiotherapeut toezicht houden op meerdere patiënten tegelijk.⁴⁶ Door het gebruik van VR systemen is het daarnaast mogelijk een grotere variatie aan oefeningen aan te bieden en deze volledig aan te passen aan het niveau van de patiënt. De prestaties zullen zichtbaar zijn voor zowel de patiënt als de therapeut⁴⁶.

Volgens Crosbie et al.²¹ schijnt het belangrijk te zijn dat de vorm van VR training past bij de patiënt. De training zou patiëntgericht moeten zijn. Gezien de verscheidenheid aan vormen van VR training gebruikt in de studies is dit nog een onuitgemaakte zaak²¹.

Saposnik et al.⁷ geven aan dat sommige VR systemen de multisensorische ontwikkeling van visus, auditieve functies en tast ondersteunen.

In deze literatuurstudie stond de volgende onderzoeksvraag centraal: *In hoeverre werkt motorisch leren middels virtuele training bij CVA patiënten als therapie gericht op het verbeteren van functies en activiteiten?*

Uit de in dit literatuuronderzoek gehanteerde reviews blijkt dat het gebruik van VR als therapie bij CVA-patiënten aan te bevelen lijkt, maar dat er nog verder en beter onderzoek naar gedaan dient te worden. Veel studies zijn positief, maar de ontwerpen zijn begrensd en de kwaliteit van de onderzoeken is zwak tot gemiddeld. Verder onderzoek moet leiden tot meer eenduidigheid over de effecten van de verschillende types VR; welke types gebruikt zijn, hoe gestandaardiseerd. Er zal gekozen moeten worden voor een methodologie die voldoende groepsgrootte heeft om type two-errors (denken dat er geen effect is, terwijl dat wel het geval is) te voorkomen. Daarnaast is stratificatie van belang zodat personen zo zuiver mogelijk worden ingedeeld in de groepen.

5. Conclusie en aanbevelingen

Betreffende revalidatie van de bovenste extremiteit en verbeteringen in ADL zou VR training een significant beter effect hebben dan conventionele therapie. Er zijn geen statistisch significante effecten gevonden bij het verbeteren van de loopsnelheid. Er blijven nog te veel onduidelijkheden en door de van mate van heterogeniteit in de onderzoeken blijft de bewijskracht vooralsnog beperkt.

Er is nog te veel onduidelijkheid over de effecten van VR training. Het is niet duidelijk welke karakteristieken van VR training belangrijk zijn, voor welke patiëntengroep het programma specifiek gebruikt moet worden, voor welk doeleinde en op welk moment in het revalidatieproces.

Er zijn verdere RCT onderzoeken nodig om de effecten van de verscheidene trainingsvormen van VR te bepalen en de huidige bevindingen te bevestigen. Door onderzoek te doen bij patiënten met verschil in ernst van de beroerte kan worden gekeken welke vorm van VR het meest effectief en toepasbaar is voor de verschillende groepen CVA patiënten. Onderzoekers zouden hierbij gebruik moeten maken van duidelijke richtlijnen om de kans op fouten in het onderzoek zo veel mogelijk te beperken. Huidige onderzoeken naar VR training zijn zeer divers en zonder duidelijke lijn. De wijze van werken met randomiseren en het gebruik van een controlegroep heeft de voorkeur.

Er worden in de literatuur vele mogelijke redenen genoemd waarom VR effectief zou zijn. Één hypothese is dat de therapie motiverend werkt en als plezierig wordt ervaren. Er zou verder onderzoek moeten worden gedaan om te kijken of dit inderdaad het geval is. De motivatie om deel te nemen, de aanhankelijkheid van de therapie en het level van plezier zou meetbaar moeten worden gemaakt. Plezier, motivatie en samenhang met de dagelijkse praktijk zijn van belang tijdens training.

Momenteel wordt veel gebruik gemaakt van commerciële spelcomputers in de praktijk. Hier zou ook zorgvuldig onderzoek naar moeten worden gedaan om deze vorm van training verder te evalueren. Daarnaast zou moeten worden vastgesteld of de combinatie van VR training met fysiotherapie en/of ergotherapie de effectiviteit van revalidatie na een CVA versterkt.

VR training zou verder ontwikkeld moeten worden middels een samenwerking tussen ontwikkelaars van VR spelen en fysiotherapeuten. Het is van belang om de VR training zodanig aan te passen dat er variatie is in het uitvoeren van de taken. Het effect van VR is hoger naarmate de patiënt technisch gezien dicht bij de virtuele wereld staat (niet via een computermuis of spelconsole taken uitvoeren, maar zelf in de virtuele wereld staan). Ontwikkelaars zouden daarom vooral aandacht moeten besteden aan ontwikkeling van 'immersive' VR systemen.

VR training wordt gezien als veelbelovend, maar het bewijs is vooralsnog beperkt. Huidige bevindingen en aanbevelingen zijn echter een aanmoediging voor meer onderzoek om van deze virtualiteit werkelijkheid te maken.

6. Referentielijst

1. Vogels, E.M.H.M., Hendriks, H.J.M., van Baar, M.E., Dekker, J., Hopman-Rock, M., Oostendorp, R.A.B. et al. (2006). KNGF richtlijn beroerte. *Supplement bij het Nederlands Tijdschrift voor fysiotherapie, jaargang 114 nummer 5*.
2. Eyck, A., Peerenboom, P.B. (2006) Revalidatie in Nederland. De grenzen van AWBZ en ZVW. ETC TANGRAM, Leusden.
3. Nichols-Larsen, D.S., Clark, P.C., Zeringue, A., Greenspan, A., Blanton, S. (2005) Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery. *Stroke*. 36:1480 –1484.
4. Duncan, P.W., Zorowitz, R., Bates, B., Choi, J.Y., Glasberg, J.J., Graham, G.D., Katz, R.C., Lamberty, K., Reker, D. (2005). Management of adult stroke rehabilitation care: a clinical practice guideline. *Stroke*. 36:e100 –143.
5. Proot, I.M. (2000) Changing autonomy: new perspectives on the care for stroke patients in nursing homes. Maastricht: Datawyse, Universitaire Pers Maastricht
6. Beek, P.J. & Roerdink, M. (2012). Nieuwe inzichten in motorisch leren voor de fysiotherapeut. *Physios, nummer 2*.
7. Saposnik, G., Levin, M. et al. (2011). Virtual reality in stroke rehabilitation: A meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*. 2011; 42: 1380-1386.
8. Kleim, J.A., Jones, T.A. (2008) Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res*. 51:S225–239.
9. Kwakkel, G.(2006). Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration. *Disabil Rehabil*. 28:823– 830.
10. MedicineNet.com. (2012) *Definition of neuroplasticity*, 14-06-2012, <http://www.medterms.com/script/main/art.asp?articlekey=40362>
11. Langhorne, P., Coupar, F., Pollock, A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8:741–754.
12. Laver, K.E., George, S., Thomas, S., Deutsch, J.E. & Crotty, M. (2011). Virtual reality for stroke rehabilitation. *The Cochrane Library*.
13. Henderson, A., Korner-Bitensky, N., Levin, M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil*. 2007;14:52– 61.
14. SensAble Technologies Inc., 15 Constitution Way, Woburn, MA 01801.
15. Sanchez-Vives, M., Slater, M. From presence to consciousness through virtual reality. *Nat Rev Neurosci*. 2005;(6):332–339.
16. Deutsch, J.E., Mirelman, A. Virtual Reality-Based Approaches to Enable Walking for People Poststroke
17. Sveistrup, H. Motor rehabilitation using virtual reality: review. *J NeuroEng Rehabil*. 2004;1:10–18.
18. Bryanton, C., Bosse, J., Brien, M., McLean, J., McCormick, A., Sveistrup, H. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *CyberPsychol Behav*. 2006;6(2):123–128
19. Limburg, M., Pols, M.A., Tuut, M.K, Berg, I.J., Boerrigter, M.H.R., Boiten, J., Brouwers, P.J.A.M. et al. (2008). Richtlijn diagnostiek, behandeling en zorg voor patiënten met een beroerte. *Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO*.
20. Dutch Cochrane Centre. (2012) *Formulier Va voor het beoordelen van een systematische review van randomized controlled trials*, <http://dcc.cochrane.org/beoordelingsformulieren-en-andere-downloads>
21. Crosbie, J., Lennon, S., Basford, J., McDonough. (2007) Virtual reality in stroke rehabilitation: Still more virtual than real. *Disability and Rehabilitation, July 2007; 29(14): 1139-1146*.
22. Crosbie J. Virtual reality in the rehabilitation of the upper limb following stroke. PhD Thesis, University of Ulster 2008.
23. Housman, S.J., Scott, K.M., Reikensmeyer, DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2009;23(5):505–14.
24. Piron, L., Tombolini, P., Turolla, A., Zucconi, C., Agostini, M., Dam, M., et al. Reinforced feedback in virtual environment facilitates the arm motor recovery in patients after a recent stroke. *International Workshop of Virtual Rehabilitation*. 2007:121–3.
25. Piron, L., Turolla, A., Agostini, M., Zucconi, C., Cortese, F., Zampolini, M., et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2009;41: 1016–20.

26. Piron, L., Turolla, A., Agostini, M., Zucconi, C., Ventura, L., Tonin, P., et al. Motor learning principles for rehabilitation: a pilot randomized controlled study in poststroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2010;24(6):501–8.
27. Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D., Stroke Outcome Research Canada (SORCan) Working Group. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 2010;41:1477–84.
28. Sucar, L.E., Leder, R., Hernandez, J., Sanchez, I., Azcarate, G. Clinical evaluation of a low-cost alternative for stroke rehabilitation. *IEEE 11th International Conference on Rehabilitation Robotics*. 2009:863–6.
29. Jang, S.H., You, S.H., Hallett, M., Cho, Y.W., Park, C.M., Cho, S.H., Lee, H.Y., Kim, T.H. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenterblind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86: 2218–2223.
30. Broeren, J., Rydmark, M., Sunnerhagen, K. Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: a single-case study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:1247–1250.
31. Piron, L., Tonin, P., Atzori, A.M., Zucconi, C., Massaro, C., Trivello, E., Dam, M. The augmented-feedback rehabilitation technique facilitates the arm motor recovery in patients after a recent stroke. *Stud Health Technol Inform*. 2003;94:265–267.
32. Holden, M., Todorov, E., Callahan, J., Bizzi, E. Virtual environment training improves motor performance in two patients with stroke: case report. *Neurol Rep*. 1999;23(2):57–67.
33. Holden, M., Dyar, T. Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation. *Neurol Rep*. 2002;26(2):62–71.
34. Piron, L., Tonin, P., Piccione, F., Iaia, V., Trivello, E., Dam, M. Virtual environment training therapy for arm motor rehabilitation. *Presence*. 2005;14:732–740.
35. Merians, A.S., Jack, D., Boian, R., Tremaine, M., et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Phys Ther* 2002;82:898 – 915.
36. Jack, D., Boian, R., Merians, A.S., Tremaine, M., Burdea, G.C., Adamovich, S.V., Reece, M., Poizner, H. Virtual reality-enhanced stroke rehabilitation. *IEEE Transact Neural Syst Rehabil Engineering* 2001;9:308 – 318.
37. Deutsch, J.E., Merians, A.S., Burdea, G.C., Boian, R., Adamovich, S.V., Poizner, H. Haptics and virtual reality used to increase strength and improve function in chronic individuals post-stroke: two case reports. *Neurol Rep* 2002;26: 79 – 86.
38. Jaffe, D.L., Brown, D.A., Pierson-Carey, C.D., Buckley, E.L., Lew, H.L. Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2004;41(3A): 283–92.
39. Mirelman, A., Bonato, P., Deutsch, J.E. Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Stroke* 2008;40: 169–74.
40. Yang, Y.R., Tsai, M.P., Chuang, T.Y., Sung, W.H., Wang, R.Y. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait and Posture* 2008;28:201–6.
41. Chern, J.S., Yang, S., Huang, W.S., Yan, L.L., Liu, F.K. Improving balance skill of stroke patients by virtual reality treadmill exercise. *IV World Congress of Biomechanics*. 4 – 9 August 2002. Calgary, Canada: Omnipress; 2002.
42. Kang, S.H., Kim, D.K., Seo, K.M., Choi, K.N., Yoo, J.Y., Sung, S.Y., et al. A computerized visual perception rehabilitation programme with interactive computer interface using motion tracking technology - a randomized controlled, single-blinded, pilot clinical trial study. *Clinical Rehabilitation* 2009;23:434–44.
43. Sackett, D.L., Strauss, S.E., Richardson, W.S., et al. *Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach EBM*. Philadelphia, Pa: Churchill-Livingstone; 2000.
44. Butler, C., Darragh, J. Effects of neurodevelopmental treatment (NDT) for cerebral palsy: An AACPD evidence report. *Develop Med Child Neurol* 2001;43:778 – 790
45. Zuyd Hogeschool. (z.j.) Database algemene meetinstrumenten. <http://meetinstrumentenzorg.nl/algemenemeetinstrumenten.aspx>
46. Silverfit. (z.j.) Fysiotherapie met de computer. <http://www.silverfit.nl/index.php>

Bijlagen

A. Meetinstrumenten

Tabel 5 Overzicht meetinstrumenten⁴⁵

Meetinstrument	Afkorting	Korte omschrijving
Modified Ashworth Scale	MAS	Is ontworpen om de mate van spasticiteit te kunnen objecteren. De MAS meet de mate van hypertonie bij 3 arm- en 3 beengewrichten: schouder, elleboog, pols en heup, knie, voet. De therapeut beoordeelt het tonusniveau en scoort de hoogste gevoelde tonus bij 5 herhalingen per onderdeel op een 6-puntsschaal (0= geen verhoogde spiertonus -4 niet te bewegen).
Wolf Motor Function Test	WMFT	Is een meting van tijd en kracht gebaseerde bewegelijkheid en kwaliteit van bewegen (functionele beweeglijkheid).
Functional Ambulation Categories	FAC	Bestaat uit 4 loopopdrachten, waarbij het zelfstandigheidsniveau van lopen met inachtneming van ondergrond en hoogteverschillen wordt beoordeeld. Met behulp van een scoretabel wordt het niveau van de patiënt vastgesteld en wordt rekening gehouden met de mate van hulp die de patiënt tijdens de verschillende testonderdelen nodig heeft (loophulpmiddelen en/of therapeutische hulp).
Timed up-and-go	TUG	Meet de tijd die de patiënt nodig heeft om op te staan uit een stoel, 3 meter comfortabel (energetisch meest efficiënt) te lopen, om te keren, weer terug te lopen en te gaan zitten. De patiënt mag zijn eigen loophulpmiddel en/of orthese gebruiken, maar er mag geen fysieke hulp worden gegeven.
Fugl Meyer Scale	FMS	Is een test waarbij de mate van synergievorming wordt bepaald. De test onderzoekt de onderste- en bovenste extremiteiten. De patiënt kan op 55 test-items en op een ordinale 3-puntsschaal scoren. Bovendien bevat de test ook een evenwichtsgedeelte. Echter zijn er andere meetinstrumenten die in verhouding het evenwicht nauwkeuriger testen.
6 Minuten Wandel Test	6MWT	Wordt gebruikt om het gangpatroon, de loopsnelheid en het uithoudingsvermogen van patiënten te beoordelen. Gemeten wordt de maximale afstand die de patiënt binnen 6 minuten comfortabel kan afleggen.
Box and Blocks test	BBT	Voor het meten van de grove- en fijne handigheid. Bij deze test worden binnen 60 seconden zoveel mogelijk blokjes van het ene naar het andere compartiment geplaatst.
Jebson-Taylor Hand Function Test	JTHFT	Meet de vaardigheid van de handen. De patiënt moet een zevental handelingen uitvoeren, zoals kleine objecten oppakken en in een blik plaatsen, omdraaien van speelkaarten, schrijven van een korte zin, simuleren van eten, stapelen van damstenen, grote lege objecten verplaatsen en grote zware objecten oppakken. De tijdsduur van de verschillende onderdelen wordt gemeten en geregistreerd.
Berg Balance Scale	BBS	Bevat 14 items die het evenwicht tijdens sta- en transfervaardigheden middels een 5-punts schaal meten. De test vereist het handhaven van evenwicht in verschillende uitgangshoudingen (staan, zitten) met verschillende opdrachten, die zowel functies van de onderste extremiteit als ook functies van de bovenste extremiteit testen.
Action research Arm Test	ARAT	Evalueert de handvaardigheid. Het testmateriaal bestaat uit een koffer met daarin 19 voorwerpen. De vaardigheid en de snelheid van het gebruik van elk der voorwerpen wordt gescoord op een 4-puntsschaal (0-3 punten). Een hogere score op de test komt overeen met een goede handvaardigheid.
Rancho Functional Test	RFT	Evalueert functies van de gehele bovenste extremiteit.
Motor Activity Log	MAL	Een meting van hoe goed (quality of movement) en hoe vaak (amount of use) 30 dagelijkse activiteiten worden uitgevoerd.
Motor Assessment Scale	MASS	Een fysieke performance test waarbij de patiënt 8 motorische tests (in lig, zit, zit, stand, lopen en arm- en hand activiteiten) moet uitvoeren. Bovendien wordt de algehele tonus van het lichaam gedurende de hele test door de therapeut geobserveerd en beoordeeld.

B. Gegevens studies uit systematische reviews.

Tabel 6 Gegevens studies review Saposnik et al.⁷

Auteur	Design	Aantal deelnemers	Leeftijd	Stadium CVA	Type VR	Duur interventie
Holden et al 2002	Pre/post	9	26-68	>6 mo	Nonimmersive (virtual teacher)	1 h/d, 3 d a week x20-30 sessions
Boian et al 2002	Pre/post	4	58-72	1-4 y	Nonimmersive (cyberglove and a Rutgers master, immersion Corp, San Jose, CA)	2 h/d, 5 d a week, 3 wk
Piron et al 2003	RCT	VR 12 CR 12	NA	<3 mo	Nonimmersive (VR motion, VRmotion Ltd, Padova, Italy)	1 h/d 5 d a week, 5-7 wk
Piron et al 2006	Pre/post	50	58 (mean)	>6 mo	Nonimmersive (VR motion, VRmotion Ltd, Padova, Italy)	1 h/d 5 d a week, 4 wk
Jang et al 2006	RCT	VR 5 Control 5	43-68	>6 mo	Immersion (IREX, GestureTek technologies, Toronto, Canada)	1 h/d 5 d a week, 4 wk
Merians et al 2006	Pre/post	8	46-81	1-4 y	Nonimmersive (Cyberglove and a Rutgers Master, immersion corp., San Jose, CA)	2-2.5 h/d, 13 d, 3 wk
Broeren et al 2007	Pre/post	5	53-63	>6 mo	Immersion (Reaching APE and Crystal Eyes)	45 min/d, 3 d a week, 5 wk
Fischer et al 2007	RCT	CO 5 PO 5 Control 5	32-88	1-38 y	Immersion (Glasstrom, Sony Electronics, Tokyo/CAVE, VRCO, Virginia Beach)	60 min, 18 sessions, 6 wk
Yavuzer et al 2008	RCT	VR 10 Sham VR 10	61 (mean)	<12 mo	Immersion (playstation EyeToy, Sony Entertainment, Tokyo, Japan)	30 min/d, 5 d a week, 4 wk
Kamper et al 2010	Pre/post	VR + device 7 VR control 7	54 (mean) 57 (mean)	>6 mo	Non-immersion (PneuGlove, Vinyl Technology, Inc, Monrovia, CA)	60 min x 3 d a week, 6 wk
Yong et al 2010	Pre/post	16	65 (mean)	<3 mo	Nonimmersion (Wii, Nintendo, Tokyo, Japan)	30 min x 6 sessions within 4 wk
Saposnik et al 2010	RCT	VR + CR 10 RA + CR 10	41-83	<3 mo	Nonimmersion (Wii, Nintendo, Tokyo, Japan)	60 min x 8 sessions within 2 wk

CR, conventional rehabilitation; CO, cable orthosis; PO, pneumatic orthosis; RA, recreational activities.

Er wordt geen verdere informatie gegeven over de controlegroepen.

Tabel 7 Gegevens studies review Henderson et al.¹³

Auteur	Design	Aantal deelnemers	Leeftijd	Stadium CVA	Type VR	Duur interventie
Jang et al 2005	RCT	10	/	Chronic	Immersive	1 hr/day, 5 days a week, 4 weeks
Broeren et al 2004	Single case study	1	/	Acute	Immersive	12 90-minute sessions, 4 weeks
Piron et al 2003	RCT	24	/	Acute	Nonimmersive	1 hr/day, 5 days a week, 5-7 weeks
Piron et al 2005	Pre-post	50	/	Acute	Nonimmersive	1 hr/day, 5 days a week, 4 weeks
Holden et al 1999	Pre-post	2	/	Chronic	Nonimmersive	16 sessions spaced over 11-13 weeks
Holden et al 2002	Pre-post	9	/	Chronic	Nonimmersive	1 hr/day, 3 days a week, 20-30 sessions in total

De controlegroep kreeg conventionele fysiotherapie of geen therapie.

Tabel 8 Gegevens studies review Crosbie et al.²¹

Auteur	Design	Aantal deelnemers	Leeftijd	Tijd sinds CVA	Type VR	Duur interventie	Controlegroep
Rose et al 1991	RCT	VR 48 Control 48	25-85	/	Active & passive desktop VE to explore virtual bungalow for memory and layout training	1 session	Non-impaired group
Jaffe et al 2004	RCT	VR 20 Control 10	41-79	2.2 years (mean)	Immersive VR system in conjunction with treadmill training	1 h, 6 sessions, 2 weeks	Real training
Chern et al 2002	RCT	VR 14 Control 7	/	/	VR augmented treadmill training, interactive balance training	20 min, 3/7 sessions, 3 weeks	Treadmill training
Broeren et al 2004	ABA	VR 1 9 healthy males as reference group	Late 50s	12 weeks	Non-immersive arm training	1.5 h, 12 sessions, 4 weeks	9 healthy males as reference group
Holden and Dyar 2002	Before and after case series	9	26-72	6-46 months	Augmented VR system with virtual teacher for arm motor tasks	1 h, 3/week (20 sessions), 6-10 weeks	None
Merians et al 2002	Before and after case series	3	54-83	3-6 years	Desktop system for hand function	1-1.5 h, 9 daily, 2 weeks	None
Jack et al 2001	Before and after case series	3	54-83	3-6 years	Desktop system for hand function	1-1.5 h, 9 daily, 2 weeks	None
Weiss et al 2002	Before and after case series with control	6, 4 with spatial neglect and a further 8 participants Control 6	55-75	6 weeks	PC based system to train people with spatial neglect to cross a street safely	30 min, 3/7 = 12 sessions, 4 weeks	Unequal number of age-matched controls
Deutsch et al 2002	Non-empirical study	2	73 and 70	18 months and 2 years	Haptic feedback with glove and ankle VR devices	13-28 min, 6 sessions, 2 weeks 2-2.5 h, 13 daily, 3 weeks	None
Holden et al 1999	Non-empirical study	2	76	1.5 and 3.5 years	Virtual teacher and VE training for upper extremity tasks	1-2 h, 2 sessions, 4 and 11.5 weeks	None
Kizony et al 2003	Nonempirical study	1	72	6 months	Gesture Xtreme projection system for range of sitting and standing balance tasks	Not reported	None

Tabel 9 Gegevens studies review Laver et al.¹²

Auteur	Design	Aantal deelnemers	Leeftijd	Tijd sinds CVA	Type VR	Duur interventie
Akinwuntan 2005	RCT	83	I: 54 C: 54	I: 53 days C: 54 days	Driving simulator in full sized Ford Fiesta car. A variety of 5 km driving scenarios were used.	Sessions were 60 minutes, 3 times a week for 5 weeks (15 hours total)
Crosbie 2008	RCT	18	I: 56 C: 65	I: 10 mo C: 12 mo	Program specifically designed for upper limb rehabilitation. Activities involved reaching and grasping of virtual objects at a variety of heights, speeds and with varied number of targets.	Sessions were 35 to 45 minutes, 3 times a week over 3 weeks (approximately 6 hours total)
Housman 2009	RCT	34	I: 54 C: 56	I: 85 mo C: 112 mo	Program specifically designed for upper limb rehabilitation (Vu therapy). Activities included grocery shopping, cleaning a stove and playing basketball.	Sessions were 60 minutes, approximately 3 times per week for 6 weeks (approximately 24 hours total)
Jaffe 2004	RCT	20	I: 58 C: 63	I: 4 yrs C: 4 yrs	Program specifically designed for mobility retraining. Patients walked on a treadmill and were secured by an overhead harness. The patient was asked to step over virtual objects while viewing real-time video images of their feet walking and the virtual objects.	Sessions were approximately 60 minutes, for 6 sessions over 2 weeks (6 hours total)
Jang 2005	RCT	10	I: 60 C: 54	I: 14 mo C: 13 mo	IREX virtual reality system using a video capture system to capture the patients whole body movement. Games included soccer and moving objects from a conveyor belt and focused on reaching, lifting and grasping.	Sessions for the virtual reality intervention group were 60 minutes, 5 times per week for 4 weeks (20 hours total)
Jannink 2008	RCT	10	I: 62 C: 58	/	Electric scooter with customized interface.	Sessions were 30 minutes, 2 times per week for 5 weeks (5 hours total)
Kang 2009	RCT	16	I: 60 C: 63	I: 64 days C: 58 days	Program specifically designed to retrain visual perceptual function. Patients participated in visual spatial and motor tasks using their unaffected arm.	Sessions were 30 minutes, 3 times per week for 4 weeks (6 hours total)
Kim 2009	RCT	24	I: 52 C: 52	I: 26 mo C: 24 mo	IREX virtual reality system using a video capture system to capture the patients whole body movement. Games included stepping up/down, shark balt (capturing stars while avoiding eels and sharks by weight shift) and snowboarding.	Sessions for virtual reality group: 30 minutes, 4 times a week for 4 weeks (8 hours) of virtual reality plus conventional physiotherapy 40

						minutes, 4 times per week for 4 weeks (approximately 10.5 hours) (approximately 18.5 hours total) Sessions for control group: 40 minutes, 4 times per week for 4 weeks (approximately 10.5 hours total)
Lam 2006	RCT	58	I: 71 C: 73	I: 4 yrs C: 5 yrs	Program specifically designed to retrain skills using the Mass Transit Railway system.	10 sessions of unspecified duration were provided for the participants in the virtual reality and video program group
Mazer 2005	RCT	46	I: 68 C: 69	I: 1.4 yrs C: 1.7 yrs	Driving simulator consisting of a car frame with three large screens providing a large field of view.	Sessions were 60 minutes, 2 times a week for 8 weeks (16 hours total)
Mirelman 2008	RCT	18	I: 62 C: 61	I: 38 mo C: 58 mo	Rutgers ankle rehabilitation system. Participants executed the exercises by using foot movements to navigate a plane or a boat through a virtual environment.	Sessions were 60 minutes, 3 times a week for 4 weeks (12 hours total)
Piron 2007	RCT	38	I: 62 C: 61	I: 62 yrs C: 61 yrs	Program specifically designed for upper limb rehabilitation. Sensors on the arm and software created a virtual environment which displayed virtual handling and target objects, for example an envelope and a mailbox, a hammer and a nail, a glass and a carafe. Participants could see not only their own movement but also the correct trajectory that they had to execute, prerecorded by the therapist.	Sessions were 60 minutes, 5 times a week for 5 to 7 weeks (approximately 25 to 35 hours total)
Piron 2009	RCT	36	I: 66 C: 64	I: 15 mo C: 12 mo	Program specifically designed for upper limb rehabilitation. The telerehabilitation program used 1 computer workstation at the participants home and 1 at the rehabilitation hospital. Five virtual tasks comprising simple arm movements were devised for training.	Sessions were 60 minutes, 5 times per week for 4 weeks (20 hours total)
Piron 2010	RCT	50	I: 59 C: 62	I: 15 mo C: 15 mo	Program specifically designed for upper limb rehabilitation. Participants were asked to	Sessions were 60 minutes, 5 times a week for 4

					perform motor tasks with real objects (for example a glass) which were displayed as tasks within the virtual environment (for example moving a glass over a table). Participants were asked to emulate the tasks as per the therapists pre-recorded movement.	weeks (20 hours total)
Saposnik 2010	RCT	22	I: 55 C: 67	I: 27 days C: 23 days	Participants used the Nintendo Wii gaming console playing Wii sports and Cooking Mama.	Sessions were 60 minutes for 8 sessions (8 hours total)
Sucar 2009	RCT	22	I: 51 C: 52	I: 22 mo C: 26 mo	Participants used a 'Gesture Therapy' program designed by the researchers. Movements of the participants upper limbs are tracked by a camera and the person interacts with on-screen games including shopping in the supermarket, making breakfast and painting.	Sessions were 60 minutes, 3 times a week for 5 weeks (15 hours total)
Yang 2008	RCT	24	I: 55 C: 61	I: 6 yrs C: 6 yrs	Treadmill walking as virtual environments were displayed on a screen in front of the person.	Sessions were 20 minutes, 3 times a week for 3 weeks (3 hours total)
Yavuzer 2008	RCT	20	I: 58 C: 64	I: 3 mo C: 5 mo	Playstation Eye Toy games involving use of the upper limbs.	Sessions were 30 minutes, 5 times a week for 4 weeks (10 hours total)
You 2005	RCT	10	I: 55 C: 55	I: 18 mo C: 19 mo	IREX virtual reality system using a video capture system. Games included stepping up/down, shark bait and snowboarding.	Sessions for the virtual reality group were 60 minutes, 5 times a week for 4 weeks (20 hours total)

De controlegroep kreeg conventionele fysiotherapie in eenzelfde dosis als de VR groep. Bij 4 studies kreeg de controlegroep een passieve behandeling (kijken hoe anderen gebruik maken van VR) of geen behandeling.

C. Sackett's levels of evidence

Tabel 10 Levels of evidence volgens Sackett en collega's⁴³

1A	Systematic Review of Randomized Controlled Trials (RCTs)
1B	RCTs with Narrow Confidence Interval
1C	All or None Case Series
2A	Systematic Review Cohort Studies
2B	Cohort Study/Low Quality RCT
2C	Outcomes Research
3A	Systematic Review of Case-Controlled Studies
3B	Case-controlled Study
4	Case Series, Poor Cohort Case Controlled
5	Expert Opinion

D. AACPDM Levels of evidence

Tabel 11 AACPDM Levels of evidence⁴⁴

Level	Non-empirical	Group research	Outcomes research	Single-participant research
I	-	Randomized controlled trial. All or none case series	-	N-of-1 randomized controlled trial
II	-	Non-randomized controlled trial. Prospective cohort study with concurrent control group	Analytic survey	ABABA design Alternating treatments. Multiple baseline across participants
III	-	Case-control study. Cohort study with historical control group	-	ABA design
IV	-	Before and after case series without control group	-	AB design
V	Descriptive case series Anecdotes Expert opinion Theories Common sense	-	-	-



B4 Beoordelingsformulier projectplan

Naam: CLAIRE LOGISTER

Studentnr:

Datum: 15/11/2012

Titel: ~~the~~ virtual reality

Diversen

- Het projectplan is opgesteld volgens het format ja / ~~nee~~
- Spelling en taalgebruik zijn correct ja / ~~nee~~

Probleemomschrijving en probleemstelling (inleiding)

- De probleemomschrijving is voldoende helder geformuleerd ja / ~~nee~~
- Uit de probleemomschrijving, blijkt de maatschappelijke en paramedische relevantie ja / ~~nee~~
- Op basis van de probleemstelling wordt een concrete en relevante vraagstelling (of meerdere) geformuleerd met eventueel sub vragen ja / ~~nee~~

Doelstelling

De doelstelling is:

- Voldoende helder en concreet geformuleerd ja / ~~nee~~
- Relevant voor een gekozen doelgroep binnen de (paramedische) beroepspraktijk ja / ~~nee~~
- Praktisch uitvoerbaar ja / ~~nee~~
- Haalbaar binnen de tijd ja / ~~nee~~

Projectproduct

Het projectproduct:

- Sluit aan bij de probleemstelling, vraagstelling en doelstelling ja / ~~nee~~
- Is bruikbaar voor de gekozen doelgroep ja / ~~nee~~
- Sluit aan bij de wens van de opdrachtgever ja / ~~nee~~
- De producteisen zijn nauwkeurig omschreven ja / ~~nee~~

Activiteiten/methode

Er wordt voldoende inzicht gegeven in soorten activiteiten en soorten bronnen voor het uitvoeren van het onderzoek en het tot stand komen van het product

ja / ~~nee~~

Tijdpad

- Het tijdpad geeft voor het project als geheel een globale fasering en tijdbesteding en voor de eerstkomende weken een steeds gedetailleerdere invulling

ja / ~~nee~~

- In de tabel zijn belangrijke momenten (typografisch opvallend) vastgelegd, (bv. contactmomenten, inlevermomenten e.d.)

ja / ~~nee~~

- In het tijdpad wordt al een globale invulling gegeven van de taakverdeling bij de geplande activiteiten

ja / ~~nee~~

Begrote kosten

Er wordt een helder inzicht gegeven in:

- De te verwachten soorten kosten qua geld en uren

ja / ~~nee~~

- De verdeling van deze kosten (projectleider, student, opleiding)

ja / ~~nee~~

Literatuur

- Gebruikte en geplande literatuur is specifiek en in voldoende omvang genoemd

ja / ~~nee~~

- Er wordt verwezen naar relevante en recente literatuur

ja / ~~nee~~

- Literatuurverwijzingen, in lopende tekst en in literatuurlijst, worden gegeven volgens de Schrijfwijzer (Wouters 2012)

ja / ~~nee~~

Toelichting:

Alle punten onder B3.1 tot en met B3.8 moeten met 'ja' beantwoord zijn om een GO voor het project te krijgen. De begeleider bespreekt met de student op welke punten wijzigingen nodig zijn.

ALGEMEEN:

GO

/

NO GO

Naam beoordelaar:

M. Jansen

J

Datum + Handtekening

MARC SCHMITZ 15/11/12

Jap Jansen 15-11-12