

(On)mogelijkheden van Mixed Reality in de vroege fase na beroerte

Neglect interactief in kaart brengen tijdens opname op de stroke unit

Auteurs: Tjamke Strikwerda, Eileen Bousche, Hanne Huygelier, Anne Visser-Meily en Tanja Nijboer

Samenvatting

Cognitieve diagnostiek en behandeling kunnen baat hebben bij het inzetten van Mixed Reality (MR), omdat die technologie door de meer dynamische en interactieve mogelijkheden dicht in de buurt komt bij het dagelijks handelen. Uit meerdere studies blijkt dat het haalbaar is om MR in te zetten bij (poli)klinische revalidatie, maar over de inzetbaarheid tijdens de ziekenhuisopname is nog weinig bekend. Het doel van het huidige onderzoek was de haalbaarheid van het inzetten van een Augmented Reality (AR) Serious Game bij patiënten met visuospatiëel neglect, opgenomen op de stroke unit. De meeste patiënten (4 van de 5) bleken nog niet belastbaar genoeg om de Serious Game te spelen. Slechts 1 patiënt voldeed aan de inclusiecriteria én was belastbaar genoeg. Zij kon de Serious Game spelen, maar was daarna te vermoeid om het interview volledig af te maken. Onze voorzichtige conclusie op basis van observaties en resultaten is dat trainen met Mixed Reality voor patiënten met neglect in de acute fase niet geschikt is.

Engelstalig abstract

Cognitive assessment and treatment could potentially benefit from embedding Mixed Reality (MR) technology, as these applications usually are dynamic and interactive in nature and as such resemble daily life situation. Multiple studies indicated that it is feasible and potentially useful to embed MR during (inpatient) rehabilitation, but less is known about the early phase post-stroke: admission to a stroke unit in a hospital. The overarching aim of the study was to investigate feasibility, usability, and user experience of an Augmented Reality (AR) Serious Game for visuospatial neglect treatment (i.e. visual scan training), during admission to the stroke unit. Most patients could not be included in the study, due to post-stroke fatigue and other comorbidity. One single patient could be included for game play, yet this person was too fatigued afterwards to participate in the short interview. We therefore cautiously conclude that MR is not so suitable for patients with visuospatial neglect in the acute phase post-stroke onset.

Inleiding

De afgelopen jaren is er veel aandacht voor en interesse in technologie binnen de revalidatie. Technologische vooruitgang gaat snel; er komen in hoog tempo allerlei mogelijkheden op de markt – denk aan Virtual (VR) en Augmented Reality (AR) – die hun weg vinden naar de cognitieve diagnostiek en behandeling. Hardware die nodig is om nieuwe applicaties aan te bieden aan patiënten wordt ook steeds betaalbaarder. Daarbij wordt de zorg telkens duurder en wordt de roep om efficiëntere zorg en de potentie van alternatieven groter en urgenter (zie ook Integraal Zorgakkoord).¹

Het is interessant om de mogelijkheden van technologie bij cognitieve diagnostiek en behandeling te bestuderen. Op dit moment worden binnen de diagnostiek op functieniveau nog altijd de conventionele neuropsychologische pen-en-papier tests afgenomen als gouden standaard voor neuropsychologisch onderzoek (NPO). Dit NPO wordt afgenomen in een ruimte met minimale afleiding, geen tijdsdruk, weinig complexe taken, weinig (sociale) interactie en lage informatievluchtigheid. Het doel van een NPO is dan ook de maximale cognitieve capaciteit van een patiënt in kaart te brengen. Om meer duidelijkheid te krijgen over het cognitief functioneren van mensen in het dagelijks leven

is het van belang om niet enkel de cognitieve capaciteit te weten, maar juist te focussen op het cognitief functioneren waarbij afleiding, tijdsdruk, multitasking en interactieve activiteiten aanwezig zijn. In het algemeen kunnen de ergotherapeutische observaties die gedaan worden, al een stuk dichterbij deze situaties van het dagelijks leven komen. Zo kan de ergotherapeut in de acute fase in het ziekenhuis al heel praktisch met de patiënt meekijken naar het dagelijks handelen en de zogenaamde cognitieve vaardigheden (i.e. combinatie van cognitieve functies die noodzakelijk zijn om (goed) te kunnen functioneren in het dagelijks leven). Kan iemand zichzelf aankleden of de eigen lunch bereiden? Kan iemand de weg naar de eigen kamer terugvinden? Kan iemand een kleine keukentaak, zoals koffie- of thee zetten volbrengen? Bij al deze dagelijkse handelingen is een goede – en liefst systematische – observatie nodig om uitspraken te kunnen doen over de cognitie. Ook in een later stadium van de revalidatie kan de ergotherapeut de cognitie in deze dagelijkse situaties blijven observeren. De focus zal dan meer verschuiven naar taken in het huishouden, het re-integreren in werk en het oppakken van hobby's. Een samenwerking tussen ergotherapeut en neuropsycholoog voor wat betreft de diagnostiek heeft een grote meerwaarde, omdat de testsituatie dan verbonden kan worden aan het dagelijkse handelen.

Technologie kan ons nog een stap verder brengen dan de methoden die momenteel klinisch worden toegepast: met Mixed Reality (MR) kunnen we in een interactieve virtuele omgeving opdrachten laten uitvoeren onder omstandigheden die de dynamiek van het dagelijks leven simuleren, op een veilige manier.² Zowel Virtual Reality (VR) als Augmented Reality (AR) zijn de meeste bekende vormen van MR.

MR biedt de mogelijkheid om cognitieve vaardigheden te testen met controle over factoren als afleiding en tijdsdruk.³ Op die manier kan specifiekere worden nagegaan onder welke omstandigheden bepaalde cognitieve vaardigheden wel en niet meer goed gaan.^{4,5,6} Voor training is dit net zo belangrijk. Technologie zou ook kunnen bijdragen aan intensievere training die meer zelfstandig en/of op eigen niveau uitgevoerd kan worden. Recent verscheen een aantal studies over cognitieve diagnostiek en behandeling waarbij MR centraal stond (zie bijvoorbeeld een recente scoping review⁷). Onlangs onderzochten wij de perspectieven (met betrekking tot haalbaarheid in de Medisch Specialistische Revalidatie) en gebruikerservaringen van behandelaars met

MR bij neglectbehandeling tijdens klinische revalidatie.⁸ Daarbij stond ook de vertaalslag naar de klinische populatie centraal. Behandelaars speelden een VR Serious Game⁹ en twee AR Serious Games^{8,10}, waarna zij een aantal vragen beantwoordden over hun ervaring, de mogelijkheden voor inzetten bij klinische behandeling en punten ter verbetering. De gebruikte games waren gericht op het aanleren, versterken en automatiseren van een visuele scanstrategie. Visuele scantraining is de huidige behandeling volgens de richtlijn Neuropsychologische Revalidatie.¹¹ De resultaten lieten zien dat de therapeuten in het algemeen de drie Serious Games passend vonden als aanvulling op de huidige therapie voor visuospatieel neglect; face validity werd goed beoordeeld, het zou motiverend kunnen zijn voor patiënten en extra inzichten kunnen opleveren in kwaliteit van aangeleerde strategieën voor behandelaars. De belangrijkste punten voor verbetering waren het meer op maat maken van de inhoud voor de individuele patiënt (denk aan thema's, maar ook prikkelgevoeligheid) en duidelijke instructies voor zowel patiënten als behandelaars.

De meeste studies op gebied van VR en AR – of dat nu gaat om motoriek, cognitie of communicatie – zijn uitgevoerd in de revalidatiefase, waarbij patiënten opgenomen zijn in een revalidatiecentrum of dagbehandeling krijgen, of in de chronische fase, waarbij patiënten op dat moment geen behandeling meer krijgen vanuit een revalidatiecentrum. In beide fasen staan dan vaak haalbaarheid en gebruikerservaring centraal.⁸ Op basis van die studies lijkt het heel haalbaar om MR in de subacute fase in te zetten – de meeste patiënten kunnen goed (onder begeleiding) met de hardware en software aan de slag – en patiënten opgenomen voor klinische behandeling vinden het vaak leuk, interessant en motiverend om aan de slag te gaan met dit soort Serious Games of simulaties.

De inzet van MR tijdens de opname in een ziekenhuis is echter nog nauwelijks onderzocht. Het doel van de huidige studie is de haalbaarheid en gebruikerservaring van een AR Serious Game te onderzoeken bij patiënten met visuospatieel neglect, opgenomen op de stroke unit van het UMC Utrecht (UMCU). De wens – en noodzaak – om zo vroeg mogelijk met motorische en cognitieve training te beginnen is groot. Voor neglect geldt dat helemaal, omdat deze cognitieve stoornis in grote mate het herstel, andere behandelingen en mate van zelfstandigheid tijdens ADL negatief beïnvloedt.^{12,13,14,15,16,17,18} Omdat de setting van het ziekenhuis en de belastbaarheid van de patiënt erg verschilt van de setting en belastbaarheid

in een revalidatiecentrum, is het van belang om ook inzicht te krijgen in de haalbaarheid en gebruikerservaring in de ziekenhuissetting. De meeste patiënten met een beroerte die wat langer in het ziekenhuis verblijven, zijn nog weinig mobiel, erg moe, vaak duizelig en soms ook ziek (koorts, benauwd).

Methode

Patiënten

Van patiënten die een beroerte hadden doorgemaakt, visuospatiëel neglect hadden en opgenomen waren op de stroke unit tussen 1 oktober 2022 en 1 april 2023, werd door de ergotherapeut ingeschat of zij belastbaar genoeg waren om aan het onderzoek deel te nemen door middel van de convenience sampling methode. Als dat het geval was, werd hen de studie uitgelegd en gevraagd of zij wilden meedoen. Het belangrijkste exclusiecriteria was epilepsie. Inclusiecriteria waren (1) een beroerte, (2) visuospatiëel neglect, (3) voldoende belastbaar om deel te nemen, (4) voldoende begrip om de studiedoelen te snappen, informed consent te kunnen geven en de opdrachten te begrijpen, en (5) daadwerkelijk getekend informed consent. Er waren geen leeftijdsriteria. De kwaliteitscontroleur van UMCU beoordeelde dit zorgverbeterproject als niet-Wmo-plichtig.

Procedure, taken, en uitkomstmaten

Het onderzoek vond plaats in de kamer van de patiënt op de stroke unit. Ergotherapeut en auteur TS legde uit wat het doel van de Serious Game was, hoe het spel werkte, beantwoordde alle vragen die de patiënt had en hielp met het opzetten van de AR-bril. De patiënt speelde vervolgens de AR Serious Game vanuit liggende, zittende of lopende uitgangspositie. Tijdens het spelen werd het gedrag van de patiënt geobserveerd door middel van een observatielijst. Na afloop van het spel werd er een interview afgenomen over de gebruikerservaring, de mening over het spel en de gebruikte techniek. In totaal duurde de sessie ongeveer 20 minuten.

AR Serious Game

De AR Serious Game "Balloon Popping" is ontworpen door Holomoves. Voor het aanbieden werd een Hololens 2 (Microsoft) gebruikt. Behandelaars hebben de face validity van de Serious Game als goed beoordeeld. Er zijn nog geen effectiviteitsstudies naar deze Serious Game gedaan. Het doel van het spel was de visuele zoekfunctie te trainen door het aanbieden van ballonnen in het gehele visuele veld van de patient.⁸ In het spel werden digitale ballonnen geprojecteerd in de omgeving van de patiënt. De opdracht

was om de ballonnen te zoeken en lek te prikken met een vinger. Het maakte daarbij niet uit of de linker- of rechterhand werd gebruikt. Tijdens het spelen werden er aanwijzingen gegeven voor de zoektocht naar de ballonnen. Tevens waren er visuele aanwijzingen in de vorm van een groene pijl om de zoekrichting aan te geven. Zodra er een ballon werd lekgeprik, verscheen er confetti en was er een plopgeluid te horen. De totale speeltijd was maximaal ongeveer 15 minuten.

Interview

Het semi-gestructureerde interview werd ontworpen door de auteurs^{8,10} en bestond uit een selectie aan kwalitatieve en kwantitatieve vragen, met als doel de gebruikerservaring en mening van de patiënt te evalueren. Vragen werden gecategoriseerd in drie gebieden: gebruikerservaring, inzetbaarheid en voorkeur.^{8,10} De interviewgide is te vinden aan het einde van dit artikel. Het interview duurde ongeveer 5 minuten.

Observatielijst

De observatielijst^{8,10} bestond uit (1) het begrip van de spelregels, (2) de zoekstrategie, (3) het verplaatsen door de ruimte, (4) het uitvoeren van het spel, (5) de uiting van emotie en (6) het behandelen van het materiaal. Het geobserveerde gedrag werd genoteerd op een formulier.

Resultaten

Vijf patiënten voldeden bij screening aan de inclusiecriteria (beroerte, neglect, voldoende belastbaar en begrip). Twee patiënten konden niet deelnemen door aanwezigheid van epilepsie. Daarnaast wilde één andere patiënt niet deelnemen aan de studie en één patiënt maakte op dat moment een delier door, waardoor deelname niet haalbaar was. Er bleef één patiënt over die heeft deelgenomen aan de studie. We beschrijven hieronder de casus.

Casusbeschrijving

Een 40-jarige vrouw met herseninfarct in het stroomgebied van ACM en ACA-stroomgebied rechts op basis van carotis dissectie. Ze werd aanvankelijk opgenomen op de Intensive Care, waarna ze werd overgeplaatst naar de Medium Care en vervolgens naar de verpleegafdeling. Vanwege enkele complicaties was mevrouw nog laag belastbaar, waardoor er weinig ingang was voor therapie. In de loop van de opname knapte mevrouw voldoende op, zodat fysiotherapie en ergotherapie mogelijk werden en zodat ook de AR Serious Game gespeeld kon worden.

Topic	Observatie
Begrip Begrijpt iemand de instructie, is extra feedback/uitleg nodig tijdens het spel?	Ja, de instructie wordt goed begrepen. In het gedrag is te zien dat het spel op de juiste wijze gespeeld wordt. Er is extra instructie/aanmoediging nodig om links te kijken.
Zoekstrategie Linksom/rechtsom, tempo, etc. Kijkrichting vooral bij bedpositie Oogbeweging richting en frequentie (ongeveer)	De zoekstrategie is alleen gericht op rechts. Er is continue instructie nodig om naar links te kijken. Benoemd: alles staat zeker links? Maar compenseert hier niet voor. Zittend op de bedrand gespeeld. Fysiotherapeut zit voor de veiligheid naast haar. Patiënt kijkt recht vooruit.
Verplaatsen Hoe? Welk hulpmiddel? In bed? Begeleiding nodig bij verplaatsen	Met hulp van de fysiotherapeut op de bedrand gezeten. Komt normaal gesproken met Sara Stedy in de rolstoel. Tijdens spel heeft patiënt zich niet verplaatst.
Spel Lukt het prikken met de vinger? Kan iemand de ballonnen überhaupt zien (ipsilateraal)? Klikk iemand zelf door naar het volgende spelonderdeel? Is het spelonderdeel voltooid? Zijn er veel ballonnen over?	Ja. Aan de rechterzijde goed, links met instructie/aanmoediging, maar niet allemaal. Niet aan toe gekomen. Kan laatste ballon niet vinden, kost veel energie. Heeft 1 level gespeeld. Nee. 3 van de 4 ballonnen gevonden.
Mimiek/emotie Bijv. lachen/apathisch/frustratie Geluid Bijv. praten, zuchten	Vlak. In ieder geval geen frustratie. Geen.
Materiaal Wordt de bril vaak aangeraakt/verschoven? Kijkt iemand langs de bril?	Helemaal niet. Nee.

Interview

Na het spelen van de game werden mevrouw verschillende vragen gesteld, gecategoriseerd in drie gebieden: gebruikerservaring, inzetbaarheid en voorkeur.

Mevrouw gaf aan dat ze het spel leuk vond om te spelen. Zij begreep goed hoe het werkte en kon aangeven 3 van de 4 ballonnen te hebben gevonden. Zij kon er geen oordeel aan geven of dit een goed resultaat was, of benoemen wat er minder goed ging. Ondanks dat deze patiënte een gipshelm droeg, kon de Hololens goed op het hoofd gepositioneerd worden. Zij gaf aan dat de bril goed zat. Het bewegen in de omgeving was grotendeels gericht op rechts. Zij gaf aan

1 ballon niet te kunnen vinden en vroeg of deze expres links geplaatst was.

Mevrouw was na het spelen van het spel (ongeveer 15 minuten) zo vermoeid, dat de vragen gericht op inzetbaarheid en voorkeur niet meer gesteld konden worden. Daarmee hebben we geen inzicht gekregen op deze aspecten vanuit patiëntperspectief.

Observaties

Tijdens het spelen heeft de ergotherapeut een observatielijst ingevuld. Deze lijst is zichtbaar in bovenstaande kader.

Discussie en Conclusie

Het doel van de huidige studie was het onderzoeken van de haalbaarheid en gebruikerservaring van een AR Serious Game bij patiënten met visuospatiëel neglect, opgenomen op de stroke unit van het UMCU. Uiteindelijk bleek maar één patiënte (van de 5 patiënten die benaderd konden worden) geïnteresseerd in deelname aan de studie én belastbaar genoeg. Zij kon het spel uitspelen en haar ervaring was positief; het spel was leuk en ze had geen last gehad van de hardware. Volgens de ergotherapeut werden instructies goed begrepen en werd de Serious Game gespeeld zoals bedoeld. Er kon slechts één level worden gespeeld (het makkelijkste), daarna was de patiënte te vermoeid om verder te gaan. Ook het interview kon niet volledig worden afgenomen.

Face validity van de Serious Game lijkt wel in orde; de discrepantie tussen het bewust worden van de ballonnen links versus rechts in de ruimte rondom de patiënte laat de aanwezigheid van neglect zien. Datzelfde geldt voor de verschillen in zoekstrategie (bijvoorbeeld rechts beginnen, meer aandacht voor rechts, verder naar rechts gekeken vergeleken met links). Met deze Serious Game zou dus wel de aanwezigheid van neglect kunnen worden vastgesteld en wellicht ook spelenderwijs kunnen worden getraind. Wel is de vraag of deze fase na beroerte daar al geschikt voor is. Ten eerste was de professionele inschatting dat de meeste patiënten met neglect opgenomen op de stroke unit niet belastbaar genoeg waren om rechttop zittend deze interactieve game te spelen. Daarbij bleek de patiënte die wel meedeed al na 1 spelronde erg vermoeid te zijn en niet door te kunnen (en willen) spelen.

Dit is een contrast met onze ervaringen met patiënten die opgenomen zijn in de Medisch Specialistische Revalidatie en Geriatrie Revalidatie. In de fase na het ziekenhuis (MSR, GR), blijkt de haalbaarheid van het inzetten van dit soort technologie over het algemeen goed, zeker ook bij patiënten met neglect.^{10,12} Triageren naar de MSR gebeurt alleen als de inschatting is dat de intensievere revalidatie haalbaar is voor de patiënt. Ook bij verwijzing naar de GR moet een bepaalde hoeveelheid prikkels of behandeling per dag aangekund worden, ook al ligt het tempo wellicht lager dan in de MSR. Zeker potentiële sensorische overprikkeling door de lichtheid van de virtuele objecten, in combinatie met de interactieve opdrachten met wat tijdsdruk, lijken bij patiënten opgenomen op de stroke unit nog wat te veel van het goede te zijn.

Een kanttekening die geplaatst moet worden, is dat dit een kortdurende pilotstudie was waarbij maar een klein aantal patiënten in aanmerking kon komen voor deelname aan de studie. Daarbij lag de focus nu op visuospatiëel neglect, wat vaak al een wat complexere populatie is. Een grotere studie met meer patiënten, wellicht juist patiënten zonder neglect en misschien gericht op verschillende MR Serious Games (zowel AR als VR) met verschillende levels (van heel simpel tot eventueel iets complexer) zou zeker meer inzicht kunnen geven in de mogelijk bredere toepassingen van deze technologie op de stroke unit. Daarnaast is deze pilotstudie slechts uitgevoerd in één ziekenhuis, namelijk in UMC Utrecht, waardoor generalisatie naar andere ziekenhuizen niet zomaar gedaan kan worden. De populatie op de stroke unit in UMC Utrecht is zeker wel een representatieve afspiegeling van mensen in de subacute fase na beroerte, nog ernstig aangedaan en bij wie intensievere zorg van een ziekenhuissetting nodig is. Het zou kunnen zijn dat mensen met minder complexe beelden, minder ernstige beroerte, minder comorbiditeit wel in staat zijn om deze technologie te gebruiken in de subacute fase na beroerte. Vervolgonderzoek zou dit kunnen nagaan.

Onze voorzichtige conclusie met betrekking tot dit onderzoek is dat trainen met MR voor patiënten met neglect in een acute fase niet haalbaar zou zijn, in tegenstelling tot resultaten van studies bij patiënten tijdens klinische revalidatie.

Over de auteurs

Tjamke Strikwerda is werkzaam als ergotherapeut bij de afdeling Revalidatiegeneeskunde, Fysiotherapiewetenschap en Sportgeneeskunde in UMC Utrecht.

Eileen Bousché is promovendus bij het SMARTneurolab aan Universiteit Utrecht, Faculteit Sociale Wetenschappen, Experimentele Psychologie.

Hanne Huygelier is postdoctoraal onderzoeker bij het Neuropsychologielab Leuven, aan de KU Leuven en tevens geaffilieerd aan het SMARTneurolab aan de Universiteit Utrecht.

Anne Visser-Meily is hoogleraar Revalidatiegeneeskunde bij de afdeling Revalidatiegeneeskunde, Fysiotherapiewetenschap en Sportgeneeskunde in UMC Utrecht.

Tanja Nijboer is PI van het SMARTneurolab en aangesteld als Universitair Hoofddocent aan Universiteit Utrecht, Faculteit Sociale Wetenschappen, Experimentele Psychologie.

Referenties

1. Integraal Zorgakkoord: "Samen werken aan gezonde zorg" [Internet]. Rijksoverheid.nl. 2022 [cited 2024 Jan 17]. Beschikbaar op: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/09/16/integraal-zorgakkoord-samen-werken-aan-gezonde-zorg>
2. Parsons TD. Neuropsychological assessment using virtual environments: Enhanced assessment technology for improved ecological validity. In: Studies in computational intelligence [Internet]. 2011. p. 271–89. Beschikbaar op: https://doi.org/10.1007/978-3-642-17824-5_13
3. Parsey C, Schmitter-Edgecombe M. Applications of Technology in Neuropsychological assessment. Clinical Neuropsychologist [Internet]. 1 november 2013;27(8):1328–61. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1080/13854046.2013.834971>
4. Schultheis MT, Himelstein J, Rizzo A. Virtual reality and neuropsychology. Journal of Head Trauma Rehabilitation [Internet]. 1 oktober 2002;17(5):378–94. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1097/00001199-200210000-00002>
5. Neguț A, Matu SA, Sava FA, David D. Virtual Reality Measures in Neuropsychological Assessment: A Meta-analytic review. The Clinical Neuropsychologist [Internet]. 17 februari 2016;30(2):165–84. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1144793>
6. Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Bowerly, T., Van Rooyen, A., McGee, J. S., Van der Zaag, C., Neumann U, Thieboux M, Kim L, Chua, C. Virtual reality applications for the assessment and rehabilitation of attention and visuospatial cognitive processes: an update. In Proceedings of the third international conference on acquired brain injury, virtual reality and associated technologies, Alghero, Italy (pp. 197-207). [Internet] 2000, Beschikbaar op: https://www.researchgate.net/profile/J-Buckwalter/publication/228600193_Virtual_reality_applications_for_the_assessment_and_rehabilitation_of_attention_and_visuospatial_cognitive_processes_an_update/links/0912f50eef506bdf15000000/Virtual-reality-applications-for-the-assessment-and-rehabilitation-of-attention-and-visuospatial-cognitive-processes-an-update.pdf
7. Figeys M, Koubasi F, Hwang D, Hunder A, Miguel-Cruz A, Rincón AR. Challenges and Promises of mixed-reality Interventions in Acquired Brain Injury Rehabilitation: A scoping review. International Journal of Medical Informatics [Internet]. 1 november 2023;179:105235. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105235>
8. Bousché E., Bakker, M.D.J., Holstege, M.S., Huygelier, H. Nijboer, T.C.W., Knowledge Broker Neglect Study Group (in druk). *Virtual and Augmented Reality Gamification of Visuospatial Neglect Treatment: Therapists' User Experience*. 2023
9. Huygelier H, Gillebert CR, Van Ee R, Vanden Abeele V. The Design of a Virtual Reality Game for Stroke-Induced Attention Deficits. Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play [Internet]. 15 oktober 2017; Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1145/3130859.3131308>
10. Bakker MDJ, Boonstra N, Nijboer TCW, Holstege MS, Achterberg WP, Chavannes NH. The design choices for the development of an augmented reality game for people with visuospatial neglect. Clinical eHealth [Internet]. 1 januari 2020;3:82–8. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2020.11.003>
11. Caroline van Heugten Dirk Bertens Joke Spikman (redactie) [Internet]. Kennisnetwerkcva.nl. [cited 2024 Jan 17]. Beschikbaar op: <https://www.kennisnetwerkcva.nl/wp-content/uploads/2018/08/Richtlijn-Neuropsychologische-Revalidatie-2017.pdf>
12. Bosma MS, Nijboer TCW, Caljouw MAA, Achterberg WP. Impact of visuospatial neglect post-stroke on daily activities, participation and informal caregiver burden: a Systematic review. Annals of physical and rehabilitation medicine [Internet]. 1 juli 2020;63(4):344–58. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.05.006>
13. Bosma MS, Caljouw MAA, Achterberg WP, Nijboer TCW. Prevalence, Severity and Impact of visuospatial Neglect in Geriatric Stroke Rehabilitation, a Cross-Sectional Study. Journal of the American Medical Directors Association [Internet]. 1 augustus 2023; Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2023.06.038>
14. Embrechts E, Van Der Waal C, Anseeuw D, Van Buijnderen J, Leroij A, Lafosse C, e.a. Association between spatial Neglect and Impaired Verticality Perception after Stroke: A Systematic review. Annals of physical and rehabilitation medicine [Internet]. 1 april 2023;66(3):101700. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101700>
15. Embrechts E, Van Crieckinge T, Schröder J, Nijboer TCW, Lafosse C, Truijten S, e.a. The Association between visuospatial Neglect and Balance and Mobility Post-stroke Onset: A Systematic review. Annals of physical and rehabilitation medicine [Internet]. 1 juli 2021;64(4):101449. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.10.003>
16. Nijboer TCW, Winters C, Kollen BJ, Kwakkel G. Impact of clinical severity of stroke on the severity and recovery of visuospatial neglect. PLOS ONE [Internet]. 2 juli 2018;13(7):e0198755. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198755>
17. Nijboer TCW, Kollen BJ, Kwakkel G. The impact of recovery of Visuo-Spatial neglect on motor recovery of the upper paretic limb after stroke. PLOS ONE [Internet]. 20 juni 2014;9(6):e100584. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100584>
18. Nijboer TCW, Van De Port I, Schepers VPM, Post MWM, Visser-Meily A. Predicting functional outcome after stroke: The influence of neglect on basic activities in daily living. Frontiers in Human Neuroscience [Internet]. 1 januari 2013;7. Beschikbaar op: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00182>