

A 3D architectural rendering of a city, featuring numerous white, blocky buildings of varying heights and shapes. The buildings are arranged in a dense urban layout, with some taller structures and many smaller ones. The sky is a clear, light blue. The overall aesthetic is clean and modern.

Nederlandse samenvatting

Aanleiding

Iedereen die ooit is verdwaald, weet dat dit een frustrerende en stressvolle ervaring kan zijn. Voor sommige mensen is verdwalen, of de angst om te verdwalen, een dagelijkse realiteit. Een aanzienlijk deel van mensen met niet-aangeboren hersenletsel (NAH) rapporteert navigatieproblemen. Deze klachten hebben een grote impact op het dagelijks leven van deze patiënten. Navigatieproblemen houden verband met een verminderde kwaliteit van leven, sociale isolatie, het verlies van autonomie en verminderde mobiliteit.

Vanuit een neuropsychologisch perspectief typeren navigatieproblemen zich doordat deze zich op uiteenlopende manieren manifesteren. In de literatuur worden patiënten beschreven die moeite hebben met het herkennen en het onthouden van belangrijke punten in de omgeving (zoals kruispunten, gebouwen of monumenten). Anderen zijn niet in staat een volgorde van herkenningspunten langs een route te onthouden, terwijl een ander juist wel een volgorde kan onthouden, maar geen afslag kan koppelen aan een herkenningspunt. Ook zijn er patiënten beschreven die bijzonder veel moeite hebben met het gebruik van landkaarten. Zo kunnen zij hun eigen locatie op een landkaart niet bepalen.

De complexiteit van navigatieproblemen heeft ertoe geleid dat er lange tijd geen instrumenten beschikbaar waren om navigatieproblemen te diagnosticeren of tot een behandeling te komen. De afgelopen jaren is er meer aandacht voor dit onderwerp. Casestudies, neuroimaging studies en experimenten binnen de cognitieve neurowetenschap hebben geleid tot een beter begrip van neuropsychologische mechanismen onderliggend aan het navigatievermogen. Deze inzichten zijn vastgelegd in nieuwe modellen van navigatieproblematiek. Op zijn beurt leidde dit tot inspiratie voor het ontwikkelen van nieuwe diagnostische instrumenten en behandelingen.

In 2016 hebben Claessen en collega's een voorstel gedaan voor een revalidatie aanpak voor navigatieproblemen. Zij stelden een aanpak voor waarin mensen met navigatiebeperkingen een alternatieve navigatiestrategie aanleren die in lijn was met intacte navigatievaardigheden: een compensatiestrategie. Om de navigatievaardigheden van patiënten in kaart te brengen werd een neuropsychologische test afgenomen in een virtuele stad. Naar aanleiding van het navigatieprofiel dat hieruit volgde, werd in samenspraak met de patiënt een navigatiestrategie uitgewerkt, waarna er hiermee geoefend werd in de virtuele stad. De resultaten van deze pilot waren veelbelovend. Deze holistische aanpak maakt het mogelijk deze training in te zetten voor een breed scala aan navigatieproblemen. Hiernaast

leent deze behandeling zich ervoor om doorontwikkeld te worden als blended care interventie.

In dit proefschrift is de pilot van Claessen en collega's als uitgangspunt genomen om tot een gestandaardiseerde behandeling te komen voor navigatieproblemen als gevolg van NAH. In de ontwikkeling van deze behandeling zijn vier uitgangspunten vastgesteld.

Ten eerste moet de werking van de therapie gebaseerd zijn op het compensatieprincipe. Kennis van navigatiestrategieën, ruimtelijke referentiekaders en de onderliggende neuronale netwerken staan aan de basis van de oefeningen die onderdeel zijn van de behandeling.

Een tweede uitgangspunt was dat de behandeling generaliseerbaar moet zijn naar een brede patiëntenpopulatie. Hieronder wordt verstaan dat de therapie geschikt moet zijn voor verschillende navigatieproblemen en bruikbaar is voor patiënten met uiteenlopende cognitieve vaardigheden.

Het derde uitgangspunt was dat de behandeling als blended-care therapie ontwikkeld werd. Waar mogelijk worden oefeningen door patiënten thuis uitgevoerd. Het reizen van patiënten naar revalidatiecentra wordt hiermee tot een minimum beperkt en de behandelintensiteit kan door patiënten zelf bepaald worden.

Het laatste uitgangspunt was de inzet van moderne digitale technieken in de behandeling. Verkend wordt in hoeverre virtuele omgevingen en serious game elementen gebruikt kunnen worden om een effectieve cognitieve revalidatie therapie te ontwikkelen.

Opbouw

Dit proefschrift is opgebouwd uit drie onderdelen. In het eerste deel van het proefschrift onderzochten wij het voorkomen van navigatieproblemen in de Nederlandse populatie van mensen met NAH. In dit onderdeel is getracht antwoord te geven op de vraag: hoe prevalent zijn navigatieproblemen en welk type navigatieproblemen zijn het meest voorkomend?

In het tweede deel van het proefschrift wordt de ontwikkeling van de therapie beschreven. Om de uitgangspunten van de therapie te waarborgen zijn studies uitgevoerd naar de theoretische validiteit van de behandeling, de vormgeving van de trainingscomponenten, de gebruiksvriendelijkheid van de software voor NAH-patiënten en de bereidheid van behandelaars om digitale behandelingen in te zetten voor cognitieve revalidatie.

In het derde deel van het proefschrift werd de effectiviteit van de behandeling onderzocht. Uit eerder onderzoek was bekend dat mensen flexibel zijn in het gebruik van navigatiestrategieën. De selectie van een strategie heeft te maken met de voorkeur van de persoon, de omgeving en de navigatietask (bijvoorbeeld verkenning of het terugkeren naar een locatie). In dit onderdeel is onderzocht of een geprefereerde navigatiestrategie te beïnvloeden is door gebruik te maken van een *externe* interventie: een training die niet gerelateerd is aan de omgeving en taak. Tot slot werd de effectiviteit van de behandeling bepaald in een klinisch onderzoek onder mensen met navigatieproblemen als gevolg van NAH. Onderzocht werd of de behandeling leidde tot een verbetering van het subjectieve navigatievermogen, objectieve navigatievermogen en de mate van sociale participatie.

Belangrijkste bevindingen

In **hoofdstuk 2** van dit proefschrift wordt een landelijk online navigatieonderzoek besproken dat uitgevoerd was als onderdeel van de Week van de Wetenschap in 2018. In deze studie werd een navigatietask uitgevoerd waarin participanten een route door een omgeving moesten leren. De route slingerde door een onbekende omgeving en op belangrijke punten werden markante herkenningspunten geplaatst. Na afloop werden vragen gesteld die betrekking hadden op de vijf domeinen van navigatie volgens het model van Claessen en van der Ham: geheugen voor herkenningspunten, allocentrische¹ en egocentrische² locatiekennis, kennis van de route en kennis van de configuratie van de omgeving. Daarnaast werd de Wayfinding questionnaire afgenomen, een vragenlijst waarmee het subjectief navigatievermogen werd beoordeeld. In deze studie namen 7474 gezonde deelnemers en 435 deelnemers met NAH deel. De resultaten toonden aan dat zelf gerapporteerde navigatieproblemen nog meer voorkomen (39%) in de NAH-populatie dan eerder was vastgesteld (29%). Bovendien werd aangetoond dat navigatieproblemen prominent zijn in alle typen NAH, niet enkel na een beroerte of traumatisch hersenletsel, zoals in veel casestudies wordt beschreven. Prestatiescore op de objectieve navigatiematen

¹ Allocentrische kennis van een omgeving omvat het begrip van de ruimtelijke relaties in een omgeving los van het eigen perspectief. Voorbeelden hiervan zijn afstanden tussen objecten en de hoeken die zij vormen in de omgeving. Allocentrische kennis kan gezien worden als mentale landkaart.

² Egocentrische kennis omvat het begrip van een omgeving wanneer het gezichtspunt van de persoon centraal staat. Het gaat hierbij om de afstanden en richtingen tussen een object en de persoon in de omgeving. Ook categorische elementen van een omgeving vallen hieronder: 'links van mij', 'achter het huis'.

suggereert dat met name het geheugen voor herkenningspunten, route kennis en allocentrische locatie kennis kwetsbaar zijn bij NAH. De studie benadrukt het belang om aandacht te hebben voor en te screenen op navigatieklachten bij mensen met NAH door revalidatiespecialisten. Hiernaast wordt duidelijk dat er voor deze groep patiënten adequate diagnose-instrumenten en behandelingen van belang zijn.

In **hoofdstuk 3** werd onderzocht in hoeverre het perspectief waarop ruimtelijke informatie opgedaan wordt invloed heeft op de mentale representatie van deze omgeving. Kennis van een omgeving kan opgedaan worden vanuit een ik-perspectief (first-person), door bijvoorbeeld een route te bewandelen. Anderzijds kunnen wij een beeld van de omgeving vormen door een landkaart te bestuderen: een vogelperspectief (birds-eye perspective). Binnen de literatuur bestaan twee modellen die de invloed van het leerperspectief op ruimtelijke kennis beschrijven. Het eerste model stelt dat alle ruimtelijke kennis, ongeacht het leerperspectief, in eenzelfde vorm gerepresenteerd wordt. Het tweede model stelt dat ruimtelijke kennis, ten minste gedeeltelijk, afhankelijk is van het perspectief waarop het geleerd wordt.

In deze studie hebben we onderzocht welke cognitieve mechanismen onderliggend zijn aan het vormen van deze mentale representaties en in hoeverre deze mechanismen afhangen van het leerperspectief. Wanneer dezelfde cognitieve mechanismen bijdragen aan het vormen van ruimtelijke kennis, ongeacht het leerperspectief, is dit een argument voor het eerste model. Wanneer ruimtelijke kennis opgedaan in het ik-perspectief rust op andere cognitieve mechanismen dan de kennis opgedaan in het vogelperspectief, is het aannemelijk dat mentale representaties gebonden zijn aan het leerperspectief.

In deze studie hebben participanten twee delen van een virtuele stad bezocht. Een deel werd verkend door hierdoor heen te lopen terwijl een ander deel middels een dynamische landkaart (gps-visualisatie) verkend werd. Vervolgens is getoetst hoe goed de ruimtelijke kennis van deze omgevingen was. Tevens werden cognitieve vaardigheden van deze participanten in kaart gebracht (o.a. visueel-ruimtelijk werkgeheugen, mentale rotatie en transformatie). Er is onderzocht welke cognitieve vaardigheden de opgedane ruimtelijke kennis voorspelden en of dit afhing van het leerperspectief.

Onze resultaten suggereren dat configuratie kennis (survey knowledge) niet afhankelijk is van het leerperspectief. Kennis van de genomen paden in de omgeving (route knowledge) lijkt daarentegen wél afhankelijk te zijn van het perspectief waarop het geleerd is. Hiermee

ondersteunen de resultaten het model dat stelt dat ruimtelijke kennis gedeeltelijk afhankelijk is van het perspectief waarop het geleerd is.

Deze inzichten zijn gebruikt bij het vormgeven van de oefeningen van de revalidatietherapie. Patiënten die beperkingen hebben in het egocentrische domein en moeite hebben met het vergaren van kennis vanuit het ik-perspectief zullen trainen in het gebruik van landkaarten en gps-navigatie. Belangrijk is dat het uitstippelen van routes door een omgeving zeker zinvol kan zijn, maar deze routes moeten middels een vogelperspectief aangeleerd worden. Patiënten met beperkingen in het allocentrisch domein (vogelperspectief) en moeite hebben met het begrip van een configuratie van de omgeving, zullen zich moeten richten op het aanleren van de routes, vergezichten en volgorden geleerd vanuit het ik-perspectief. Ook metrische eigenschappen van een omgeving zoals afstanden en richtingen zullen vanuit dit perspectief aangeleerd moeten worden. Het trainen met abstracte representaties van omgevingen (landkaarten en gps-navigatie) zal naar verwachting veel minder effectief zijn.

Deze inzichten zijn gebruikt om zes oefenmodules te ontwikkelen die beschikbaar zijn binnen de training software. Voor mensen met beperkingen op het gebied van allocentrische navigatie zijn de modules *egocentrisch updaten*, *herkenningspunt-actie associaties* en *spatio-temporele volgorde reeksen* ontwikkeld. Voor patiënten met beperkingen op het gebied van egocentrische navigatie zijn de modules *landkaart gebruik*, *plaatsbepaling* en *landkaarten en volgorden* ontwikkeld. In **hoofdstuk 4** wordt de theoretische achtergrond van deze modules verder beschreven.

In **hoofdstuk 5** is de gebruiksvriendelijkheid van de interventie onderzocht om richting te geven aan praktische ontwerpbeslissingen. In deze studie is onderzocht op welke manier patiënten het beste om kunnen gaan met beweging (rondlopen) in virtuele omgevingen. Ook is onderzocht wat voor deze patiëntenpopulatie het beste medium is om relatief complexe informatie op een beknopte manier over te brengen. Er is onderzocht hoeverre de timing van feedback over prestaties tijdens het uitvoeren van oefeningen een rol speelt. Hierin is directe feedback vergeleken met uitgestelde feedback (aan het einde van een oefening). Tot slot zijn er in deze studie vragen gesteld over de algemene indruk van de training. Onze resultaten tonen aan dat patiënten het effectiefst door de omgeving bewegen gebruikmakend van de muis. Patiënten hadden een sterke voorkeur voor een video uitleg,

maar scoorden niet beter op het begrip van de tekst vergeleken met een conditie waarin enkel tekst aangeboden werd. Tot slot werd geen invloed van de feedback timing gevonden op prestatie en motivatie.

In **hoofdstuk 6** is de houding van zorgmedewerkers ten aanzien van digitale hulpmiddelen in cognitieve revalidatie onderzocht. Voor dit onderzoek is een vragenlijst uitgezet onder een brede groep zorgmedewerkers werkzaam op het gebied van revalidatie: o.a. ergotherapeuten, (gezondheids-) psychologen, cognitieve behandelaars. Over het algemeen waren zorgmedewerkers positief over de toepassing van digitale interventies in de cognitieve revalidatiezorg. Zorgmedewerkers gaven aan dat dergelijke interventies zinvol geacht worden, makkelijk te gebruiken zijn en men staat open voor het gebruik hiervan. De scores op de subjectieve norm sub schaal waren neutraal. Dit suggereert dat zorgmedewerkers niet het gevoel hebben dat collega's, die zij hoog hebben zitten, vinden dat digitale interventies gebruikt moeten worden. De relatief lage score op de subjectieve norm is een potentieel obstakel voor de implementatie van digitale interventies in cognitieve revalidatie. Tijdens implementatieprocessen kan hier rekening mee gehouden te worden door kartrekkers en enthousiaste medewerkers te betrekken bij de adoptie van nieuwe technologieën. Positieve ervaringen van deze groep kunnen de subjectieve norm van andere medewerkers positief beïnvloeden.

In het derde deel van dit proefschrift beschrijf ik twee studies die zijn uitgevoerd om de validiteit en de effectiviteit van de behandeling te toetsen. In **hoofdstuk 7** is middels een pre-post studie onderzocht of het gebruik van de interventie bij gezonde participanten leidt tot een verandering in navigatiegedrag. In deze studie zijn de preferenties voor navigatiestrategieën (egocentrisch, allocentrisch of een mix hiervan) bepaald tijdens de voormeting. Een groep participanten trainde 4 weken met de interventie, terwijl de controlegroep dit niet deed. Tijdens de nameting is voor participanten van beide groepen opnieuw bepaald welke navigatiestrategie ze prefereerden. Uit de resultaten bleek dat 50% van de participanten die de egocentrische navigatietraining volgden, een alternatieve navigatiestrategie vertoonde tijdens de nameting. In de controlegroep liet 19% van de participanten een spontane verandering van de navigatiestrategie zien. Ook liet 19% van de participanten die de allocentrische training gebruikt hadden een andere navigatiestrategie zien in de nameting. De belangrijkste bevinding van deze studie was dat het mogelijk was

om middels een externe training de geprefereerde navigatiestrategie van participanten te beïnvloeden. Deze bevinding suggereert dat het concept van de training, het aanpassen van strategieën door de interventie te gebruiken, theoretisch haalbaar is. Opvallend is echter dat dit alleen geobserveerd werd bij participanten die begonnen met een allocentrische strategie en getraind waren om een egocentrische strategie te gebruiken. In context van gezonde participanten kan dit verklaard worden door dat het gebruik van de allocentrische strategie tijdens de voormeting, cognitief intensiever was dan egocentrische strategie die getraind werd met de software. Overstappen naar een minder belastende strategie is aantrekkelijk in een situatie waarin het gebruik van beide strategieën mogelijk is.

In **hoofdstuk 8** van dit proefschrift werd de effectiviteit van de training onderzocht bij een groep patiënten doormiddel van een klinisch onderzoek. Ons onderzoek toonde een significante verbetering aan op zelf gerapporteerd navigatievermogen en het behalen van persoonlijk gestelde revalidatiedoelen binnen de experimentele groep. Er werd geen effect van de interventie gevonden op objectieve navigatie vaardigheden en sociale participatie. De studie toont aan dat de behandeling effectief is in het verbeteren van het navigatievermogen zoals ervaren door patiënten. In deze context was de behandeling geschikt voor alle patiënten, ongeacht het type navigatieprobleem. De blended-care aanpak was geschikt voor de patiëntenpopulatie en de software werd correct gebruikt. Toch is het mogelijk de behandeling verder te verbeteren. Zo wordt aangeraden een specifiek therapieonderdeel toe te voegen aan de behandeling voor patiënten die hoge mate van "spatial anxiety" ervaren. De begeleiding van patiënten door de behandelaar was in deze studie minimaal. Mogelijk kan er verdere winst geboekt worden door meer contact momenten op te nemen in de behandeling. We concluderen dat de compensatieaanpak in cognitieve revalidatie van navigatieproblemen effectief is. Een volgende stap is de validatie van de therapie in de praktijk.

Conclusie

In dit proefschrift is een behandeling voor navigatieproblemen als gevolg van NAH ontwikkeld en getoetst. Het resultaat van dit project is een blended-care therapie, die met enkele kleine aanpassingen ingezet kan worden in de revalidatiezorg. Dit proefschrift heeft geleid tot verschillende nieuwe inzichten.

Allereerst wordt geconstateerd dat compensatie een effectieve aanpak is voor de revalidatie van navigatieproblemen bij mensen met niet-aangeboren hersenletsel. Patiënten kunnen zich alternatieve navigatiestrategieën aanleren die aansluiten bij hun intacte cognitieve vaardigheden. De therapie die in dit proefschrift ontwikkeld is leidt tot een verbetering op het gebied van zelf gerapporteerd navigatievermogen en het behalen van revalidatiedoelen. De therapie is geschikt voor patiënten met een breed scala aan navigatieproblemen en cognitieve vaardigheden. De therapie kan hierdoor gestandaardiseerd aangeboden worden. Echter, een zekere mate van inzicht in iemands eigen kunnen en beperkingen, alsmede de capaciteit om meta-cognitieve concepten te kunnen leren is een vereiste om effectief met de behandeling om te gaan.

In de genomen aanpak is gebruik gemaakt van virtuele omgevingen en serious gaming elementen. Virtuele omgevingen bieden bijzonder veel flexibiliteit voor het ontwikkelen van oefeningen en het vormgeven van leerprocessen. Omgevingen kunnen weergegeven worden met een hoge ecologische validiteit, maar kunnen tegelijkertijd simpel gehouden worden door afleidende elementen te verwijderen. Dit maakt de technologie veelbelovend voor revalidatie van complexe cognitieve vaardigheden waarin de context of omgeving een belangrijke rol speelt (navigatie, sociale interactie, executieve functies). Hiernaast is het mogelijk om mechanismen te introduceren waarmee patiënten op een gepaste moeilijkheidsgraad kunnen oefenen. In de virtuele omgevingen kunnen patiënten op een veilige manier, zelfstandig experimenteren met nieuwe strategieën.

Gerelateerd hieraan is de inzet van blended-care. Gezien de toenemende druk op de zorg in vele westerse landen zal er in de toekomst meer zorg op afstand gegeven moeten worden. In dit proefschrift laten wij zien dat revalidatiebehandelingen voor complexe cognitieve functies, zoals het navigatievermogen, aangeboden kunnen worden middels een blended-care aanpak. Belangrijk hierbij is dat deze behandeling aansluit bij de doelgroep. Hiertoe is het belangrijk om de doelgroep bij de ontwikkeling van de software te betrekken. Een combinatie van kwalitatieve en kwantitatieve onderzoeksmethoden kan ingezet worden om te bepalen of de interactie met de software toereikend is, of de presentatie van de leerdoelen helder is en of de oefeningen van geschikt niveau zijn.

Zorgmedewerkers die werkzaam zijn binnen de cognitieve revalidatiezorg staan open om met digitale interventies te werken. Zij zien het nut van deze behandelingen en verwachten dat het werken met deze technologie makkelijk te integreren is. Er heerst echter

nog geen sociale norm waardoor zorgmedewerkers op het werk niet aangemoedigd worden om dergelijke interventies in te zetten.

In dit proefschrift wordt aangetoond dat de navigatietraining veelbelovende effecten heeft voor de revalidatie van navigatieproblemen bij mensen met NAH. Dit onderzoek werd echter uitgevoerd in een experimentele context, door onderzoekers met een achtergrond in ruimtelijke cognitie. Onderzocht moet worden of de behandeling ook effectief blijkt in een klinische context, wanneer deze gegeven wordt door zorgprofessionals.

Voor de adoptie van de training in de zorg plaatsvindt doen wij enkele suggesties voor de doorontwikkeling van de behandeling. Ten eerste is het aan te raden om een 'dagboek' systeem te integreren in de software, waarin patiënten hun ideeën, aantekeningen en leermomenten kunnen opschrijven (ter vervanging van een papieren dagboek). Hiernaast raden wij de toevoeging van een oefenomgeving (sandbox) in de software aan. Deze omgeving kan een virtuele stad zijn, waarin geen oefeningen of opdrachten gegeven worden. Patiënten zijn vrij te experimenteren met nieuw aangeleerde navigatie strategieën. Hiernaast moet er een portal ontwikkeld worden waarin behandelaars op een gebruiksvriendelijke manier inzicht krijgen in de voortgang van de patiënten met de software en idealiter, ook het dagboek in kunnen zien. Tot slot moet er lesmateriaal ontwikkeld worden voor zorgprofessionals die willen werken met deze behandeling, zodat zij genoeg kennis van ruimtelijke cognitie en navigatie hebben om de psycho-educatie te kunnen verzorgen.

Veel patiënten met niet-aangeboren hersenletsel bevinden zich na het incident in een andere wereld waarin zij opnieuw een weg moeten vinden. Mijn hoop is dat de revalidatietherapie die ontwikkeld is tijdens dit promotietraject hen zal helpen om zelfstandigheid, zelfsturing en mobiliteit terug te krijgen en hun persoonlijke doelen te behalen.

