



Het Gebruik van Virtual Reality bij de Revalidatie van Hemianopsie

Julian Koops

Masterthese – Klinische Neuropsychologie

S2981505

Juni 2022

Afdeling Psychologie

Rijksuniversiteit Groningen

Examinator/Dagelijkse begeleider:

Joost Heutink/Eva Postuma

Samenvatting

Introductie. Homonieme hemianopsie (HH) is een veelvoorkomende gezichtsvelduitval als gevolg van hersenschade en kan mobiliteitstaken als het oversteken van een weg beperken. Ter compensatie kunnen mensen met HH met kijktrainingen leren om kijkstrategieën toe te passen om een completer overzicht van de omgeving te krijgen. Virtual reality (VR) is mogelijk een hulpmiddel voor het aanleren van deze kijkstrategieën. Het doel van het onderzoek is om het kijkgedrag tijdens het oversteken van een weg tussen VR en real life te vergelijken en het kijkgedrag tussen mensen met HH en mensen met een intact gezichtsveld (IG) in VR en real life.

Methode. De saccades en hoofdbewegingen zijn gemeten van mensen met HH ($n = 4$) en mensen met IG ($n = 4$) tijdens het oversteken van een weg in VR en real life. In VR staken de participanten over in vier scenario's met variërende snelheden en afstanden tussen de auto's.

Resultaten. De participanten maakten significant grotere globale saccades in real life dan in VR. De participanten maakten grotere hoofdbewegingen in VR dan in real life. Het resultaat was niet significant, maar de effectgrootte was groot. Er waren geen significante verschillen in kijkgedrag tussen de HH en IG-groep in real life en VR, maar de IG-groep maakte grotere globale saccades in VR en real life waarbij de effectgrootte groot was. In VR maakte de IG-groep grotere algemene saccades dan de HH-groep waarbij de effectgrootte groot was.

Conclusie. Het kijkgedrag tussen VR en real life verschilde waardoor er op basis van dit onderzoek er geen bewijs is dat aangeleerde kijkstrategieën in VR ook kunnen worden toegepast in real life. Er zijn ook aanwijzingen dat de HH-groep niet de aangeleerde kijkstrategieën toepasten in VR en real life. Advies voor vervolgonderzoek is een grotere steekproef te gebruiken omdat mogelijke verschillen niet konden worden aangetoond.

Trefwoorden: homonieme hemianopsie, virtual reality, mobiliteit, saccades, hoofdbewegingen

Abstract

Background. Homonymous hemianopia (HH) is a common visual field loss due to brain damage and can limit mobility tasks such as crossing a road. To compensate, people with HH can use vision training learning to apply scanning strategies to gain a more complete overview of their surroundings. Virtual reality (VR) may be a tool for learning to apply these scanning strategies. The aim of this study is to compare scanning behavior while crossing a road and VR and real life and the scanning behavior between people with HH and people with unaffected vision (IG) in VR and real life.

Method. The saccades and head movements were measured of people with HH ($n = 4$) and people with IG ($n = 4$) while crossing a road in VR and real life. In VR, participants crossed in four scenarios with varying speeds and distances between cars.

Results. The participants displayed significantly larger global saccades in real life compared to VR. The participants displayed larger head movements in VR compared real life. The result was not significant, but the effect size was large. There were no significant differences in scanning behavior between the HH and IG group in real life and VR, but the IG group displayed larger global saccades in VR and real life and the effect size was large. In VR, the IG group made larger general saccades than the HH group and the effect size was large.

Conclusions. Differences were present of scanning behavior between VR and real life. Based on this study, there is no evidence that learned scanning strategies in VR can also be applied in real life. There is also evidence that the HH group did not apply the learned scanning strategies in VR and real life. Future research should use a larger sample size because possible differences could not be demonstrated.

Keywords: homonymous hemianopia, virtual reality, mobility, saccades, head movements

Introductie

Homonieme hemianopsie (HH) is een veelvoorkomende homonieme gezichtsvelduitval als gevolg van hersenschade (Rowe et al., 2016). HH komt voor bij ongeveer 15% van mensen met een ‘Cerebro Vascular Accident’ (CVA) (Rathore et al., 2002). Mensen met HH zijn blind aan de linker of rechterhelft van het gezichtsveld (Gestefeld et al., 2020). De beperkingen door HH kunnen ingrijpende consequenties hebben op het dagelijks functioneren. Mensen met HH rapporteerden moeilijkheden in mobiliteit en oriëntatie waarvan ongeveer 70 procent van de mensen met HH beperkt is in onafhankelijk wandelen en rapporteerde 44 procent zelden het huis te verlaten zonder begeleiding (De Haan et al., 2015). Deze beperkingen van de autonomie kunnen leiden tot gevoelens van frustratie en onzekerheid met als mogelijke gevolgen depressie, sociale isolatie en een afname van de kwaliteit van leven (De Haan et al., 2015; Pollock et al., 2012). Behalve de psychische gevolgen kunnen problemen met mobiliteitstaken bij mensen met HH ook invloed hebben op hun veiligheid in het verkeer. Het maken van een veilige overstek van een weg wordt voornamelijk bepaald op basis van visuele informatie en kijkgedrag (Hassan et al., 2005). Door het gezichtsvelduitval van mensen met HH kunnen ze weggebruikers minder goed waarnemen en kunnen ze dus minder goed kunnen inschatten wanneer het veilig is om de weg over te steken.

Mensen met HH kunnen compensatiestrategieën ontwikkelen om de negatieve gevolgen van HH te verminderen (Bahnemann et al., 2015). Door te compenseren krijgen mensen met HH een beter en sneller overzicht van de omgeving door het maken van meer hoofdbewegingen en grotere saccades richting het blinde gezichtsveld (Wood et al., 2011). Met het toepassen van dit kijkgedrag maakten mensen met HH minder fouten bij het oversteken van een kruispunt in een auto in virtual reality (VR) vergeleken met mensen met HH die dit minder toepasten (Papageorgiou et al., 2012). Het toepassen van compenserende

kijkstrategieën is noodzakelijk om effectief om te gaan met HH. In sommige gevallen kunnen deze kijkstrategieën spontaan ontwikkeld worden (Iorizzo et al., 2011).

Als mensen problemen hebben met het compenseren voor HH kunnen ze kijktrainingen volgen om hun mobiliteit te verbeteren. Een voorbeeld van een kijktraining is de ‘InZicht Hemianopsie-training’ (IH) (De Haan et al., 2015). Het doel van deze training is om mensen met HH inzicht te geven in hun gezichtsvelduitval en om de beperkingen van het blinde gezichtsveld te verminderen door visuele informatie sneller op te merken met behulp van een systematische en anticiperende scanstrategie. Deze strategie bestaat uit een grote saccade richting het blinde gezichtsveld, een grote saccade richting de peri-centrale zijde van het intacte gezichtsveld en vervolgens een kijkbeweging naar het centrale deel van de omgeving. Door het aanleren van dit kijkritme krijgen mensen met HH een completer overzicht van de omgeving en kunnen daardoor beter anticiperen op obstakels en het voorkomen van botsingen en dus hun mobiliteit verbeteren (De Haan et al., 2015).

Ter ondersteuning van de kijktraining kan VR worden gebruikt voor het oversteken van een weg in een gesimuleerde omgeving. Ten eerste creëert VR een veilige omgeving waarbij de verkeersintensiteit en de verkeerssnelheid kan worden aangepast aan het niveau van mensen met HH. Ten tweede kan het aanleren van compenserende kijkstrategieën tijdens mobiliteitsoefeningen in VR de kijktraining ondersteunen als het oversteken in real life nog niet als veilig en verantwoord wordt beoordeeld. Ten derde kunnen mensen met HH in VR kijkstrategieën leren toepassen in herhaalbare verkeerssituaties, in tegenstelling tot real life, waar de verkeerssituaties kunnen variëren. Eerder onderzoek wees uit dat het oversteken in VR het oversteken in real life kan verbeteren bij mensen met neglect (Katz et al., 2005). Sommige VR-brillen beschikken over een ingebouwde eye-tracker waarmee oogbewegingen kunnen worden gemeten en teruggekeken. Het kunnen terugkijken van oogbewegingen werd door mensen met HH en therapeuten opgemerkt als een positief aspect, omdat mensen met

HH meer inzicht krijgen in hun kijkgedrag en de therapeut het belang van kijktrainingen duidelijk kan maken (Gestefeld et al., 2020).

Of een VR-omgeving een goede simulatie is van real life wordt bepaald door de mate waarin de aangeleerde vaardigheden in VR ook kunnen worden toegepast in real life. Als de taak in VR overeenkomt met de taak in real life vergroot de kans dat de aangeleerde vaardigheden in VR kunnen worden overgedragen naar real life (Harris et al., 2021). Als tijdens het oversteken van een weg het kijkgedrag in VR overeenkomt met real life kunnen mensen met HH kijkstrategieën aanleren in VR en deze toepassen in real life, omdat de taak in VR dus overeenkomt met de taak in real life.

Er wordt onderzoek gedaan hoe het kijkgedrag tijdens het oversteken van een weg verschilt in VR en real life om inzicht te krijgen of de VR-omgeving een goede simulatie is van real life. Dit wordt gebruikt om te beoordelen of mensen met HH aangeleerde kijkstrategieën in VR ook kunnen toepassen in real life. Hiernaast wordt onderzoek gedaan hoe het kijkgedrag tussen mensen met HH en mensen met een intact gezichtsveld (IG) verschilt in VR en real life om meer inzicht te krijgen in hoe mensen met HH de aangeleerde kijkstrategieën toepassen. Dit wordt gebruikt om te beoordelen of mensen met HH dezelfde kijkstrategieën toepassen in real life als in VR.

Methode

Participanten

Aan dit onderzoek hebben 8 participanten deelgenomen, waarvan 4 mensen met HH en 4 mensen met IG. De participanten met HH zijn geworven via de Koninklijke Visio en de participanten met IG via advertenties. De participanten moesten minimaal 18 jaar of ouder zijn, een score van 24 of hoger op de Mini-Mental State Examination (MMSE), 50 meter onafhankelijk kunnen lopen, geen ernstige psychiatrische, geen andere visueel-perceptuele of cognitieve aandoeningen hebben, geen gebruik van drugs, alcohol of medicatie, geen

problemen met communicatie door gehoor of het niet begrijpen van gesproken taal, geen problemen met balans of oriëntatie, het hebben van een visus van 0.5 of hoger en de afwezigheid van oog/hoofdbewegingsstoornissen of andere visuele stoornissen. De HH-groep moest minimaal kwadrantanopsie voor minstens drie maanden hebben zonder bijkomende gezichtsvelduitval in het ipsilesionale gezichtsveld met een duidelijke neurologische oorzaak.

De leeftijd in de HH-groep varieerde tussen de 27 en de 66 jaar, twee participanten waren man en twee participanten waren vrouw. Alle participanten met HH hebben de IH-training afgerond. De leeftijd van de IG-groep varieerde tussen de 24 en de 72 jaar, één participant was man en drie participanten waren vrouw. De algemene gegevens per participant van de HH en IG-groep zijn weergegeven in tabel 1. Het onderzoek is goedgekeurd door de Medisch Ethische Commissie van de Rijksuniversiteit Groningen en alle participanten ondertekenden een toestemmingsformulier voorafgaand aan het onderzoek.

Tabel 1 Algemene gegevens van de participanten.

Deelnemer	Geslacht	Leeftijd	Tijd sinds CVA (in maanden)
HH-groep			
1	Vrouw	65	24
2	Vrouw	27	37
3	Man	64	5
4	Man	66	12
IG-groep			
5	Man	72	
6	Vrouw	47	
7	Vrouw	50	
8	Vrouw	24	

Noot: HH = homonieme hemianopsie; IG = intact gezichtsveld; CVA = ‘Cerebro Vascular Accident’.

Materialen

De HTC Vive Pro Eye met ingebouwde eye-tracker (60 Hz) werd gebruikt als VR-bril voor het weergeven van de oversteekomgeving, het opnemen van het oversteken en het meten

van de hoofd- en oogbewegingen en wandelsnelheid. De software Unity werd gebruikt voor het simuleren van de omgeving.

De eye-tracker Pupil Invisible van Pupil Labs (75 Hz) met de software Companion App werd gebruikt voor de oversteek in real life om de hoofd- en oogbewegingen op te nemen (Tonsen et al., 2020).

De Misery Scale toetste op misselijkheid en duizeligheid. De vragenlijst bestaat uit een 10-puntsschaal bestaande uit een reeks symptomen waar '0' staat voor geen problemen en '10' voor overgeven (Wertheim et al., 2001; Bos et al., 2005).

Protocol

De participanten begonnen met het oversteken in real life. Vooraf het oversteken werd een kalibratiecheck van de eye-tracker uitgevoerd. De HH-groep en IG-groep gingen naar buiten met de eye-tracker voor het oversteken van een tweebaansweg of vierbaansweg van 50 km/u in real life. Een voorbeeld van de oversteek in real life is weergegeven in figuur 1.



Fig 1. Het oversteken van een weg in real life.

De participant stak vier keer de weg over. Elke oversteek vond plaats als een auto gepasseerd was en de participant de oversteek als veilig beoordeelde. Een onderzoeker liep mee tijdens het oversteken om de veiligheid van de participant te garanderen.

Hierna gingen de groepen oversteken in VR. De VR-omgeving bestond uit een tweebaansweg met auto's op beide weghelften. Een voorbeeld van de VR-omgeving is weergegeven in figuur 2.



Fig 2. Het oversteken van een weg in virtual reality.

De participanten mochten vooraf een paar keer oversteken zonder verkeer om comfortabel te worden met de VR-omgeving. Na het kalibreren van de eye-tracker in de VR-bril werd de loopsnelheid gemeten door twee keer over te steken en mocht de participant twee keer oefenen met oversteken. Vervolgens volgden vier scenario's waar de participant vier keer overstak na het passeren van een auto. Tijdens de eerste twee scenario's waren er constante gaten van acht seconden tussen de auto's en reden ze met een snelheid van 30 km/u (scenario 1) en 50 km/u (scenario 2). Bij de laatste twee scenario's waren er oplopende gaten van een halve seconde per auto, beginnend vanaf drie seconden, en reden ze met een snelheid van 30 km/u (scenario 3) en 50 km/u (scenario 4). Na scenario 2 en 3 werd de Misery Scale afgenomen.

Data-analyse

De opnames van het oversteken in real life zijn geknipt met Pupil Player. De data van het oversteken in real life en VR is geanalyseerd met MATLAB. Fixaties en saccades werden gedetecteerd door een classificatie-algoritme (Benjamins et al., 2018). Er werden drie parameters berekend. De eerste parameter was de gemiddelde amplitude van alle saccades,

gedefinieerd als de algemene saccades, waarmee alle saccades van de participanten worden vergeleken tussen real life en VR. De tweede parameter was de gemiddelde amplitude van saccades groter dan 5° , gedefinieerd als de globale saccades. Mensen leren tijdens de IH-training om grote saccades te maken om hierdoor een beter en sneller overzicht van de omgeving te krijgen (De Haan et al., 2015). Met deze parameter kan dus vergeleken worden of mensen met HH grotere globale saccades dan mensen met IG in real life en VR. De derde parameter was de totale amplitude van de hoofdbewegingen, gedefinieerd als de hoofdbewegingen. Bij het oversteken van een weg zijn mensen geneigd om hoofdbewegingen te maken omdat ze een brede omgeving moeten scannen en hierdoor kunnen beoordelen wanneer het veilig is om de oversteek te maken (Hassan et al., 2005). Met deze parameter kunnen de hoofdbewegingen vergeleken worden tussen real life en VR. De amplitudes van alle drie de parameters werden uitgedrukt in graden.

Vervolgens is alle data geanalyseerd met behulp van het statistische softwareprogramma SPSS, versie 26 (2019).

De mediaan en het bereik is berekend van de algemene saccades, de globale saccades en de hoofdbewegingen in real life en VR van de HH-groep, de IG-groep en de HH en IG-groep samen. Het verschil in de algemene saccades, globale saccades en hoofdbewegingen van de HH en IG-groep tussen VR en real life werd vergeleken met een gepaarde t-toets waarbij voldaan is aan de assumpties. Hiermee wordt onderzocht of het kijkgedrag tussen VR en real life overeenkomt en of VR dus een goede simulatie is van real life. Vanwege de kleine steekproef is een Mann-Whitneytoets gebruikt om het verschil in de algemene saccades, globale saccades en hoofdbewegingen te toetsen tussen de HH en IG-groep in VR en real life. Hiermee wordt onderzocht of mensen met HH de aangeleerde kijkstrategieën op dezelfde manier toepassen in VR als in real life. Significante effecten werden bepaald door een p-waarde van 0.05. Effectgroottes voor de gepaarde t-toets en Mann-Whitneytoetsen zijn

berekend met Cohen's D en geassocieerd als klein ($d = 0.20$), medium ($d = 0.50$) en groot ($d = 0.80$).

Resultaten

De mediaan en het bereik per variabele van de HH en IG-groep in VR en real life is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Beschrijvende statistiek van de saccades en hoofdbewegingen in virtual reality en real life van de participanten met homonieme hemianopsie ($n = 4$) en een intact gezichtsveld ($n = 4$).

Variabele	HH		IG		HH + IG	
	VR Mdn	Real life Mdn	VR Mdn	Real life Mdn	VR Mdn	Real life Mdn
Algemene saccades	4.78 (1.59)	6.21 (3.48)	7.10 (2.97)	6.12 (2.85)	5.37 (4.58)	6.12 (4.74)
Globale saccades	9.04 (1.55)	11.16 (1.68)	10.91 (3.10)	12.23 (2.19)	9.66 (4.43)	12.04 (3.74)
Hoofdbewegingen	92.31 (24.96)	77.54 (8.73)	107.52 (70.10)	80.31 (41.19)	92.31 (74.48)	79.45 (41.19)

Noot: HH = homonieme hemianopsie; IG = intact gezichtsveld.

Het vergelijken van het oversteken tussen VR en real life

De participanten ($n = 8$) maakten significant grotere globale saccades in real life dan in VR waarbij de effectgrootte van het verschil groot was (tabel 3). De lengte van de globale saccades verschilt dus tussen VR en real life. Het verschil tussen de algemene saccades in real life vergeleken met VR was niet significant en de effectgrootte was klein (tabel 3). Het verschil tussen de hoofdbewegingen in real life en VR was ook niet significant, maar de effectgrootte was groot (tabel 3). De participanten maakten grotere hoofdbewegingen in VR vergeleken met real life.

Tabel 3 Overzicht van de gepaarde t-toets tussen het oversteken van een weg in virtual reality en real life.

Paar (VR – real life)	<i>t(df)</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Algemene saccades	0.88 (7)	0.407	0.31
Globale saccades	3.39 (7)	0.012*	1.19
Hoofdbewegingen	-2.248 (7)	0.059	0.80

* $p < 0.05$.

Het vergelijken van de HH en IG-groep tijdens het oversteken in VR

De HH en IG-groep verschilden niet significant in hoofdbewegingen en de effectgrootte van het verschil was klein (tabel 4). Het verschil in de algemene saccades tussen de HH en IG-groep was niet significant, maar de effectgrootte was groot (tabel 4). De IG-groep maakte grotere saccades dan de HH-groep in VR. De HH en IG-groep verschilden ook niet significant in de globale saccades, maar de effectgrootte was groot (tabel 4). De IG-groep maakte grotere globale saccades in VR dan de HH-groep.

Tabel 4 Overzicht van de Mann-Whitneytoets tussen de participanten met homonieme hemianopsie en een intact gezichtsveld in virtual reality.

Variabele	<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Algemene saccades	2	-1.732	0.083	1.55
Globale saccades	2	-1.732	0.083	1.55
Hoofdbewegingen	6	-0.577	0.564	0.42

* $p < 0.05$.

Het vergelijken van de HH en IG-groep tijdens het oversteken in real life

Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen de HH en IG-groep in de algemene saccades en de hoofdbewegingen. De effectgrootte voor beide variabelen was klein (tabel 5). Het verschil in de globale saccades tussen de HH en IG-groep was ook niet

significant, maar de effectgrootte was groot (tabel 5). De IG-groep maakte grotere globale saccades dan de HH-groep in real life.

Tabel 5 Overzicht van de Mann-Whitneytoets tussen de participanten met homonieme hemianopsie en een intact gezichtsveld in real life.

Variabele	<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Algemene saccades	6	-0.577	0.564	0.42
Globale saccades	2	-1.732	0.083	1.55
Hoofdbewegingen	6	-0.581	0.686	0.42

* $p < 0.05$.

Discussie

In het huidige onderzoek werd het kijkgedrag bij het oversteken van een weg tussen VR en real life vergeleken om te beoordelen of VR gebruikt kan worden bij het aanleren van kijkstrategieën tijdens kijktrainingen en hoe mensen met HH de kijkstrategieën toepassen in VR en real life. De participanten maakten significant grotere globale saccades in real life dan in VR en de effectgrootte van het verschil was groot. De participanten maakten grotere hoofdbewegingen in VR dan in real life waarbij de effectgrootte van het verschil groot was. Het verschil was niet significant, wat mogelijk veroorzaakt werd door de kleine steekproef. Op basis van de resultaten verschilt het kijkgedrag tussen VR en real life en lijkt het oversteken van een weg in VR geen goede simulatie te zijn. Er waren geen significante verschillen in saccades en hoofdbewegingen tussen de HH en IG-groep in VR en real life, maar de IG-groep maakte grotere algemene en globale saccades dan de HH-groep in VR waarbij de effectgrootte van de verschillen groot was, wat het aannemelijk maakt dat dit verschil significant is bij een grotere steekproef. De IG-groep maakte grotere globale saccades dan de HH-groep in real life waarbij de effectgrootte van het verschil groot was. De resultaten suggereren dat mensen met HH kleinere globale saccades maken dan mensen met IG in VR

en real life, wat verschilt met het aanleren van het maken van grote saccades tijdens de IH-training.

Het maken van grotere globale saccades in real life dan in VR kan mogelijk verklaard worden door de beperkte 'Field of view' (FOV) in VR. De FOV is het visuele overzicht dat wordt waargenomen zonder het hoofd te bewegen (Ball et al., 1988). De VR-bril in dit onderzoek had een FOV van 110°. Deze FOV wordt echter pas bereikt onder optimale omstandigheden en kan beïnvloed worden door de pasvorm van de bril en de afstand tussen de ogen en de lenzen. Bij deze VR-bril werd een gemiddelde FOV van 65° gemeten (Lange et al., 2020). Hoe kleiner de FOV, hoe minder visuele informatie kan worden waargenomen in het perifere gezichtsveld (Ragan et al., 2015). Het is daarom mogelijk dat de participanten in het huidige onderzoek kleinere globale saccades maakten in VR dan in real life, omdat het perifere gezichtsveld kleiner was in VR vergeleken met real life. Deze kleinere FOV kan ook een verklaring zijn waarom de participanten grotere hoofdbewegingen maakten in VR dan in real life. Hoe kleiner de FOV, hoe meer hoofdbewegingen worden gemaakt, omdat de ogen minder van de omgeving waarnemen, waardoor meer hoofdbewegingen moeten worden gemaakt om meer van de omgeving waar te kunnen nemen (Venturino & Wells, 1990). Het verschil tussen het maken van grotere hoofdbewegingen in VR en real life in het huidige onderzoek was niet significant, maar de effectgrootte was groot en er was een trend aanwezig richting een significant verschil. Het verschil zou dus mogelijk significant kunnen zijn bij een grotere steekproef.

De IG-groep maakte grotere globale saccades in VR en real life dan de HH-groep. Dit verschil was niet significant, maar omdat effectgrootte van het verschil groot was en er een trend aanwezig was richting een significant verschil is het aannemelijk dat het verschil significant zou zijn bij een grotere steekproef. Het resultaat is tegenstrijdig met de literatuur, omdat mensen met HH tijdens de IH-training leren om grote saccades te maken om een

completer overzicht van de omgeving te krijgen (De Haan et al., 2015), en hierdoor grotere saccades maken dan mensen met IG (Wood et al., 2011). In het huidige onderzoek heeft de HH-groep de IH-training afgerond, en wordt dus verondersteld dat ze kunnen compenseren voor HH. Het maken van grotere globale saccades in VR en real life door de IG-groep kan mogelijk veroorzaakt worden doordat de taakintensiteit het kijkgedrag beïnvloedt. Zodra de taakintensiteit toeneemt, maken mensen met HH kleinere saccades, omdat ze meer gebruik maken van het visuele werkgeheugen en hierdoor kleinere saccades maken (Hardiess et al., 2010). Het is mogelijk dat de HH-groep het oversteken van een weg in VR en real life ervaarde als een intensieve taak en dus kleinere globale saccades maakten. De HH-groep maakte ook kleinere algemene saccades dan de IG-groep in VR. Dit verschil was ook niet significant, maar de effectgrootte was groot en er was een trend te zien richting een significant verschil, waardoor het verschil mogelijk significant is bij een grotere steekproef. Een mogelijke verklaring is dat het maken van een ruimtelijke presentatie van bewegende objecten in VR het kijkgedrag beïnvloedt en mensen met HH hypometrische saccades maken (Papageorgiou et al., 2012). Het is opvallend dat er geen verschillen waren voor de algemene saccades tussen de HH-groep en IG-groep in real life. Een mogelijke oorzaak is het variëren van de verkeersintensiteit in real life waardoor mensen met HH het als minder intensief ervaarden dan in VR waar de verkeerssituaties herhaald werden.

Klinische implicaties

Op basis van dit onderzoek zijn er te weinig aanwijzingen dat VR gebruikt kan worden voor het aanleren van kijkstrategieën. De beperkte FOV van de VR-bril had als gevolg dat de participanten in VR kleinere globale saccades maakten en compenseerden met grotere hoofdbewegingen. VR is daarom nog niet geschikt als hulpmiddel, omdat de aangeleerde kijkstrategieën in VR wellicht niet op de juiste wijze kunnen worden toegepast in real life, omdat het kijkgedrag tussen beide situaties verschilt. Het was ook opvallend dat mensen met

IG grotere globale saccades maakten in VR en real life dan mensen met HH, omdat mensen met HH in de IH-training worden geleerd grote saccades te maken ter compensatie voor HH. Het is mogelijk dat een taak als het oversteken van een weg het kijkgedrag beïnvloedt, en de IH-training dus minder generaliseerbaar is naar deze taak.

Limitaties

Een limitatie van dit onderzoek was de kleine steekproef. In totaal hebben acht participanten deelgenomen aan het onderzoek, waarvan vier met hemianopsie en vier gezonde participanten. Op basis van de resultaten, de effectgroottes en de trends is het aannemelijk dat er meer significante verschillen aanwezig zouden zijn bij een grotere steekproef. Een andere limitatie is de ongelijke verkeersintensiteit tussen real life en VR, waardoor beide omgevingen niet volledig vergelijkbaar waren. De controle en het kunnen herhalen van de verkeersintensiteit is een voordeel van VR, maar de variabiliteit van het verkeer in real life een nadeel. Deze verschillen kunnen verschillend kijkgedrag veroorzaken.

Conclusie

Op basis van het huidige onderzoek is er te weinig bewijs dat aangeleerde kijkstrategieën in VR ook kunnen worden toegepast in real life, omdat de FOV van de VR-bril beperkt was. Hiernaast verschilde het aangeleerde kijkgedrag van mensen met HH in VR en real life vergeleken met mensen met IG, waardoor het mogelijk is dat het aangeleerde kijkgedrag minder toepasbaar is op het oversteken van een weg. Voor vervolgonderzoek wordt aangeraden om een grotere steekproef te gebruiken, omdat sommige resultaten in dit onderzoek mogelijk niet significant waren door de kleine steekproef. Daarnaast is VR een veelbelovende technologie, maar moet er meer ontwikkelingen gebeuren zodat de FOV meer overeenkomt met real life.

Referenties

- Bahnemann, M., Hamel, J., De Beukelaer, S., Ohl, S., Kehrer, S., Audebert, H., Kraft, A., & Brandt, S. A. (2014). Compensatory eye and head movements of patients with homonymous hemianopia in the naturalistic setting of a driving simulation. *Journal of Neurology*, 262(2), 316-325. <https://doi.org/10.1007/s00415-014-7554-x>
- Ball, K. K., Beard, B. L., Roenker, D. L., Miller, R. L., & Griggs, D. S. (1988). Age and visual search: expanding the useful field of view. *Journal of the Optical Society of America*, 5(12), 2210-2219.
- Benjamins, J. S., Hessels, R. S., & Hooge, I. T. (2018). Gazecode. *Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications*. <https://doi.org/10.1145/3204493.3204568>
- Bos, J. E., MacKinnon, S. N., & Patterson, a. (2005). Motion sickness symptoms in a ship motion simulator: effects of inside, outside, and no view. *Aviat. Space Environ*, 76, 1111-1118.
- De Haan, G. A., Heutink, J., Melis-Dankers, B. J., Brouwer, W. H., & Tucha, O. (2015). Difficulties in daily life reported by patients with homonymous visual Field defects. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, 35(3), 259-264. <https://doi.org/10.1097/wno.0000000000000244>
- De Haan, G. A., Melis-Dankers, B. J., Brouwer, W. H., Tucha, O., & Heutink, J. (2016). Correction: The effects of compensatory scanning training on mobility in patients with homonymous visual Field defects: A randomized controlled trial. *PLOS ONE*, 11(10), e0165863. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165863>
- Gestefeld, B., Koopman, J., Vrijling, A., Cornelissen, F. W., & De Haan, G. (2020). Eye tracking and virtual reality in the rehabilitation of mobility of hemianopia patients: A

- user experience study. *International Journal of Orientation & Mobility*, 11(1), 7-19.
<https://doi.org/10.21307/vri-2020-002>
- Hardiess, G., Papageorgiou, E., Schiefer, U., & Mallot, H. A. (2010). Functional compensation of visual field deficits in hemianopic patients under the influence of different task demands. *Vision Research*, 50(12), 1158-1172.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.04.004>
- Harris, D. J., Hardcastle, K. J., Wilson, M. R., & Vine, S. J. (2021). Assessing the learning and transfer of gaze behaviours in immersive virtual reality. *Virtual Reality*, 25, 961-973. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00501-w>
- Hassan, S. E., Geruschat, D. R., & Turano, K. A. (2005). Head Movements While Crossing Streets: Effect of Vision Impairment. *Optometry and Vision Science*, 82(1), 18-26.
<https://doi.org/1040-5488/05/8201-0018/0>
- Iorizzo, D. B., Riley, M. E., Hayhoe, M., & Huxlin, K. R. (2011). Differential impact of partial cortical blindness on gaze strategies when sitting and walking – An immersive virtual reality study. *Vision Research*, 51(10), 1173-1184.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.03.006>
- Katz, N., Ring, H., Naveh, Y., Kizony, R., Feintuch, U., & Weiss, P. (2005). Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with unilateral spatial neglect. *Disability and Rehabilitation*, 27(20), 1235-1244.
<https://doi.org/10.1080/09638280500076079>
- Lange, D., Stratmann, T. C., Gruenefeld, U., & Boll, S. (2020). HiveFive: Immersion preserving attention guidance in virtual reality. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376803>

- Papageorgiou, E., Hardiess, G., Mallot, H. A., & Schiefer, U. (2012). Gaze patterns predicting successful collision avoidance in patients with homonymous visual field defects. *Vision Research*, *65*, 25-37. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.06.004>
- Pollock, A., St George, B., Fenton, M., & Firkins, L. (2012). Top 10 research priorities relating to life after stroke – Consensus from stroke survivors, caregivers, and health professionals. *International Journal of Stroke*, *9*(3), 313-320.
<https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00942.x>
- Ragan, E. D., Bowman, D. A., Kopper, R., Stinson, C., Scerbo, S., & McMahan, R. P. (2015). Effects of Field of View and Visual Complexity on Virtual Reality Training Effectiveness for a Visual Scanning Task. *TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS*, *21*(7), 794-807.
- Rathore, S. S., Hinn, A. R., Cooper, L. S., Tyroler, H. A., & Rosamond, W. D. (2002). Characterization of incident stroke signs and symptoms. *Stroke*, *33*(11), 2718-2721.
<https://doi.org/10.1161/01.str.0000035286.87503.31>
- Rowe, F. J., Hepworth, L. R., Conroy, E. J., Rainford, N. E., Bedson, E., Drummond, A., García-Fiñana, M., Howard, C., Pollock, A., Shipman, T., Dodridge, C., Johnson, S., Noonan, C., & Sackley, C. (2019). Visual function questionnaire as an outcome measure for homonymous hemianopia: Subscales and supplementary questions, analysis from the VISION trial. *Eye*, *33*(9), 1485-1493.
<https://doi.org/10.1038/s41433-019-0441-z>
- Tonsen, M., Baumann, C. K., & Dierkes, K. (2020). A High-Level Description and Performance Evaluation of Pupil Invisible.
- Venturino, M., & Wells, M. J. (1990). Head movements as a function of field-of-View size on a helmet-mounted display. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, *34*(19), 1572-1576. <https://doi.org/10.1177/154193129003401932>

Wertheim, A. H., Bos, J., & Krul, A. J. (2001). Predicting Motion Induced Vomiting from Subjective Misery (MISC) Ratings Obtained in 12 Experimental Studies. *Report TNO-TM-01-A066*.

Wood, J. M., McGwin, G., Elgin, J., Vaphiades, M. S., Braswell, R. A., DeCarlo, D. K., Kline, L. B., & Owsley, C. (2011). Hemianopic and Quadrantanopic Field loss, eye and head movements, and driving. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(3), 1220. <https://doi.org/10.1167/iovs.10-6296>