

**Spreiding van kijkrichting belangrijk in fietsprestatie voor mensen met homonieme
hemianopsie**

Mirthe Otter

Studentnummer: s4383028

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Groep: 2223_2a_20 NL/EN

Supervisor: Eva Postuma

Tweede beoordelaar: dr. Arjan Stuiver

In samenwerking met: Ajmal Mohammed, Iris de Weerd, Jesse Bos, Lieke Bos.

3 juli 2023

Auteurs Notitie

Dit artikel is geschreven als onderdeel voor de Bachelor Thesis, geschreven onder toezicht
oog van Eva Postuma.

Een scriptie is een proeve van bekwaamheid voor studenten. De goedkeuring van de scriptie is het bewijs dat de student over voldoende onderzoeks- en rapportagevaardigheden beschikt om af te studeren, maar biedt geen garantie voor de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek als zodanig, en de scriptie is daarom niet per se geschikt als academische bron om naar te verwijzen. Als u meer wilt weten over het in deze scriptie besproken onderzoek en de daarop gebaseerde publicaties waarnaar u zou kunnen verwijzen, neem dan contact op met de genoemde begeleider.

Dispersion of scanning important in cycling performance for individuals with homonymous hemianopsia

Abstract

Introduction. People with homonymous hemianopsia might find it difficult to obtain a complete overview of their surroundings during mobility activities, such as cycling. The research objective was to identify variables that determine an adequate scanning strategy for individuals with homonymous hemianopsia during cycling.

Method. Twelve participants with homonymous hemianopsia were compared to twelve individuals with normal vision regarding safety margin and visual scanning strategies during cycling. Additionally, the group of individuals with homonymous hemianopsia was divided into four high-performing participants and eight low-performing participants to measure the difference in gaze behavior between these two groups. All participants performed a cycling task in virtual reality environment, where safety margin was measured, and visual scanning strategies (i.e., saccadic exploration in the blind side and dispersion of scans) were assessed.

Results. People with homonymous hemianopsia did not have a smaller safety margin and showed no difference in visual scanning strategies compared to individuals with normal vision. No difference was found on saccadic exploration between the high- and low-performing groups. However, the high-performing group exhibited a greater dispersion of scans/explored more area compared to the low-performing group.

Conclusion. It is important to consider the dispersion of scanning during cycling in rehabilitation training for individuals with homonymous hemianopsia. By teaching individuals an adequate scanning strategy, mobility issues with cycling can be reduced.

Keywords: *homonymous hemianopsia, compensatory gaze behavior, virtual reality, cycling*

Samenvatting

Introductie. Mensen met homonieme hemianopsie kunnen moeite hebben met het verkrijgen van een compleet overzicht van de omgeving tijdens mobiliteitsactiviteiten, zoals fietsen. Het onderzoeksdoel was het identificeren van variabelen die een adequate kijkstrategie bepalen voor mensen met homonieme hemianopsie tijdens het fietsen. Door mensen met homonieme hemianopsie een adequate kijkstrategie aan te leren, kunnen problemen mobiliteitsactiviteiten voor deze mensen verholpen worden.

Methode. Een groep van twaalf participanten met homonieme hemianopsie werd vergeleken met twaalf mensen met normaal zicht op veiligheidsmarge en kijkstrategieën tijdens fietsen. Daarnaast werd de groep mensen met homonieme hemianopsie ingedeeld in vier hoog presterende participanten en acht laag presterende participanten om het verschil in kijkgedrag tussen deze twee groepen te meten. Alle participanten voerden een fietstaak uit in virtual reality, waarbij veiligheidsmarge werd gemeten en kijkstrategieën aan de hand van spreiding van kijkrichting en het aantal oogbewegingen naar de blinde kant werden gemeten.

Resultaten. Mensen met homonieme hemianopsie hadden geen kleinere veiligheidsmarge en toonden geen verschil in kijkstrategieën vergeleken met mensen met normaal zicht. Er was geen verschil gevonden in het aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut tussen de hoog en laag presterende groepen. Daarentegen toonden de hoog presterende groep een grotere spreiding van kijkrichting dan de laag presterende groep.

Conclusie. Het is van belang om de spreiding van de kijkrichting tijdens het fietsen mee te nemen in de revalidatietraining voor mensen met homonieme hemianopsie. Door mensen met homonieme hemianopsie een adequate kijkstrategie aan te leren, kunnen problemen met fietsen voor deze mensen verminderd kunnen worden.

Sleutelwoorden: homonieme hemianopsie, compenserend kijkgedrag, virtual reality, fietsen.

Spreiding van kijkrichting belangrijk in fietsprestatie voor mensen met homonieme hemianopsie

Introductie

In Nederland is fietsen één van de meest gebruikte transportmogelijkheden, waarbij in 25% van de verplaatsingen op de fiets werden gedaan in 2021 (Centraal Bureau voor de Statistiek, n.d.). Fietsen wordt omwille van milieu- en gezondheidsvoordelen enorm aangemoedigd en is erg voordelig voor de onafhankelijke mobiliteit (Bonham & Johnson, 2015). Een visuele beperking kan er echter voor zorgen dat mensen minder gaan fietsen, waarbij het zelfvertrouwen en de grootte van het gezichtsveld een rol kunnen spelen (Jelijs et al., 2019). Mensen met homonieme hemianopsie (HH; blind aan de linker- of rechterhelft van het visuele veld) kunnen bijvoorbeeld problemen met mobiliteits-gerelateerde activiteiten ervaren, zoals bijvoorbeeld fietsen (De Haan et al., 2015; Papageorgiou et al., 2007). Van deze mensen ervaart 35% gevoelens van onzekerheid in drukke en of onbekende omgevingen, waaronder mogelijk ook fietsen in deze omgevingen (De Haan et al., 2015). Mensen met HH reizen het liefst met transport wat voor hen het meest ‘normaal’ voelt (Ball & Nicolle, 2015), en voor Nederlanders is dit fietsen. Daarom is het belangrijk om mensen met HH te helpen om hun problemen met fietsen te overkomen.

Mensen met HH kunnen onveilige situaties creëren in het verkeer, doordat ze minder makkelijk visuele informatie kunnen verkrijgen (Alberti et al., 2014; Bowers et al., 2009; Swan et al., 2021; Wood et al., 2009). Daarnaast detecteren mensen met HH minder snel voetgangers en remmen daardoor later dan mensen met normaal zicht (NZ). Een verminderde detectie van objecten en een langzamere reactietijd kan mogelijk zorgen voor onveilige situaties in het verkeer. Huidige onderzoeken zijn vooral gespecificeerd naar rijssimulator- en loopexperimenten, maar nog niet naar fietsen. Fietsen is voor Nederlanders belangrijk voor de

onafhankelijkheid en mobiliteit en daardoor is het van belang om te onderzoeken of deze resultaten te generaliseren zijn naar het veilig deelnemen aan het verkeer op de fiets.

Mensen met HH en mensen met NZ verschillen niet alleen in prestaties in het verkeer maar ook in kijkgedrag. Sommige mensen met HH tonen namelijk ander kijkgedrag dan mensen met NZ waaronder een grotere spreiding van kijkrichting en meer oogbewegingen richting het blinde gezichtsveld in zoektaken (Zihl, 1995) of in het verkeer (Bowers et al., 2014). Ondanks deze compenserende kijkstrategie, waarbij er meer en grotere scans richting het blinde gezichtsveld worden gemaakt, is dit voor 60% van de mensen met HH nog niet adequaat genoeg om te compenseren voor hun visuele beperking (Zihl, 1995). Doordat mensen met HH niet voldoende scannen leidt dit tot een verminderde detectie van objecten aan de blinde zijde in een virtuele rijnsimulator (Alberti et al., 2014; Bahnemann et al., 2014; Bowers et al., 2014; Hardiess et al., 2013; Kübler et al., 2015). Een tekort aan aantal oogbewegingen richting het blinde gezichtsveld en een kleinere spreiding van kijkrichting kan ervoor zorgen dat objecten gemist worden, wat mogelijk kan leiden tot botsingen. Mensen met HH passen dus wel compenserende kijkstrategieën toe, maar geen adequate kijkstrategieën.

Hoewel, sommige mensen met HH moeite hebben met het veilig deelnemen aan het verkeer, kan het rijgedrag van sommige mensen met HH ook gelijk zijn aan mensen met NZ (Papageorgiou et al., 2012, Parker et al., 2011; Tant et al., 2002b, Szlyk et al., 1993, Wood et al., 2009). De mensen met HH die gelijk presteerden aan mensen met NZ lijken al compenserend kijkgedrag toe te passen, door meer oogbewegingen richting de blinde kant te maken, en een grotere spreiding van kijkrichting te hebben. Hierdoor detecteerden deze mensen meer objecten aan de blinde kant dan mensen met HH die slechter presteerden (Kübler et al., 2015; Papageorgiou et al., 2012). Adequaat compenserend kijkgedrag voor mensen met HH is bepalend voor een veilige deelname aan het verkeer (Kübler et al., 2015).

Compenserende scanningstraining (CST) kan bijdragen aan een veilige deelname aan het verkeer, met als doel om mensen met HH een systematische, anticiperende scanstrategie aan te leren, waardoor er gecompenseerd kan worden voor het gezichtsvelddefect tijdens mobiliteitsactiviteiten (De Haan et al., 2015). In deze training gaan mensen met HH om het aantal en de omvang van scans naar het blinde gezichtsveld vergroten door middel van een aangeleerd ritme. Het ritme bestaat uit een grote saccade naar de blinde kant, een grote saccade naar de niet-aangedane kant en terug recht vooruitkijken. Deelnemers die CST hebben ondergaan lieten een verbeterde detectie van objecten en personen zien in vergelijking met de controlegroep, waaruit blijkt dat CST mensen met HH helpt bij een significante detectie van obstakels in het blinde gezichtsveld. Door mensen met HH deze kijkstrategie aan te leren, kan mogelijk de impact van een visuele beperking worden verminderd.

Om het kijkgedrag tijdens fietsen te onderzoeken kan er gebruik worden gemaakt van Virtual Reality (VR). Voordelen van het gebruik maken van VR zijn mogelijkheden om veilig situaties na te bootsen en het kunnen creëren van een gecontroleerde omgeving waardoor participanten precies hetzelfde getest kunnen worden. Hiertegenover staan nadelen bij het gebruik van VR zoals onverwachte technische problemen en de kosten, vooral als er speciale software of hardware nodig is. Tenslotte, kan VR bij participanten leiden tot misselijkheid of desoriëntatie, wat invloed kan hebben op hun prestaties en resultaten (Bell et al., 2020).

Zoals eerder genoemd is fietsen in Nederland een van de meest gebruikte transportmogelijkheden. Daarnaast is de verwachting dat 8% tot 31% van beroerte patiënten te maken krijgen met HH (Feigenson et al., 1977; Saxena et al., 2002). Met het in acht nemen van deze getallen en het belang van fietsen in de Nederlandse samenleving is het belangrijk om meer onderzoek te doen naar het gebruik van de fiets voor mensen met HH. In het huidige onderzoek wordt er onderzocht of er een adequate kijkstrategie is voor mensen met HH tijdens fietsen. Daarvoor wordt eerst het verschil in fietsprestatie gemeten tussen mensen

met NZ en HH door middel van veiligheidsmarge op het moment van remmen. Vervolgens wordt er gekeken of mensen met HH gemiddeld gezien compenserend kijkgedrag toepassen waarbij het verschil in kijkgedrag tussen mensen met HH en mensen met NZ wordt gemeten. Tenslotte wordt onderzocht of er een adequate kijkstrategie is voor mensen met HH tijdens het fietsen. Hierbij wordt het verschil in kijkgedrag door middel van spreiding van kijkrichting en aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut gemeten tussen mensen met HH die verdeeld zijn in een hoog en laag presterende groep op basis van eerdergenoemde prestatie maat. Het doel van het onderzoek is het identificeren van variabelen die een adequate kijkstrategie bepalen voor mensen met HH. Dit onderzoek kan bijdragen aan het oplossen van problemen voor deze mensen tijdens fietsen. De resultaten van dit onderzoek kunnen tijdens het revalidatieproces helpen om een adequate kijkstrategie aan te leren tijdens fietsen waardoor de onafhankelijkheid en levenskwaliteit van mensen met HH verbeterd.

Methode

Participanten

Zestien participanten in beide groepen, HH en NZ, zijn in aanmerking gekomen en namen deel aan het onderzoek. Vier mensen in beide groepen zijn uitgevallen in verband met misselijkheid, wat een normaal gevolg is van het gebruiken van VR wanneer het voelt alsof er voortbeweging is maar de participant op dezelfde plek blijft. Vermeld in tabel 1 staan de demografische gegevens van de overige participanten. De mensen met HH zijn gerekruteerd bij Royal Dutch Visio, waar ze een behandeling volgden. De mensen met NZ zijn gerekruteerd via sociale media. Alle participanten waren achttien jaar of ouder en mochten geen last hebben van neglect, oog of hoofdbeweging beperkingen, (extra) visuele of neurologische aandoeningen, psychiatrische of cognitieve problemen, balans en oriëntatie problemen of taal- en communicatiestoornissen. Daarnaast werd er een MMSE boven de 24 en een minimale gezichtsscherpte van 0.5 verwacht. De extra inclusiecriteria voor mensen

met HH waren een visueel defect op tenminste kwadrantanopsie niveau zonder beperkingen aan de ipsilaterale kant met neurologische oorzaak en een minimale tijd van drie maanden tussen het begin van de aandoening en het onderzoek. Na mondelinge en schriftelijke uitleg van het onderzoek gaven alle participanten hun schriftelijke toestemming. Het onderzoek is goedgekeurd door de medische ethische commissie van het Universitair Medisch Centrum Groningen.

Tabel 1: *Demografische gegevens van de participanten (N=24)*

	HH	NZ
Aantal	12	12
Gemiddelde leeftijd (jaar)	58 (19.3) [28;80] ¹	58 (18.9) ¹ [22;82] ²
Gender (m) (%)	83.3	83.3
Hemianopsie links (%)	55.6	
Kwadrantanopsie (%)	25.0	
Oorzaak (%)		
Beroerte	66.6	
TBI	25.0	
Tumor	8.33	
Tijd sinds start aandoening (in maanden)	25 (16.4) [7;58] ¹	
Training (%)		
Voltooid	41.7	
Bezig	16.7	
Niet begonnen	16.7	
Niet nodig	25.0	

1.M(SD)[Bereik]

Apparatuur

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een VR omgeving tijdens het fietsen. De VR omgeving werd omgeven door de HTC Vive Pro eye (HTC Corporation, Taoyuan, Taiwan) met een horizontaal en verticaal visueel veld van ongeveer 90 graden, een samplingfrequentie van 90 Hz, en een resolutie van 1440x1600 pixels per oog. In de VR-bril zat een ingebouwde eyetracker (Tobii XR). Vive SRanpial SDK software (HTC Corporation, Taoyuan, Taiwan) werd gebruikt om de data over oogoriëntatie te verkrijgen met een samplefrequentie van 90Hz. Deze heeft een nauwkeurigheid van 0.5-1.1 graden en een 5-punten kalibratie. De fiets werd vastgezet in de Elite Tuo fietstraining (Elite, Fontaniva, Italy), die werd gebruikt om te meten of de participant aan het fietsen was (zie figuur 1a). Een HTC Vive controller (HTC Corporation, Taoyuan, Taiwan), verbonden met de remmen van de fiets via elektriciteitskabels en werd als sensor gebruikt om het remmen te meten. De virtuele fietsomgeving werd ontwikkeld in Unity door The Virtual Dutch Man (TVDM Coorporation, Almelo, Nederland). In de virtuele omgeving fietsten de participanten door een straat met huizen, bomen, mensen langs de zijkant van de straat (afleiders) en kruisende fietsers in verschillende situaties (zie figuur 1b, tabel 2). Daarnaast werd de The Motion Illness Symptoms Classification score (MISC) rating scale gebruikt om de mate van misselijkheid te meten in participanten (Reuten et al., 2021). De MISC werd uitgevoerd door het voorleggen van een vragenlijst met verschillende symptomen, de participant gaf aan in welke mate de symptomen overeenstemde.



Figuur 1a: In deze afbeelding is de opstelling van het experiment te zien. Waarbij de fiets in een standaard zit en de participant de VR-bril draagt.



Figuur 1b: In deze afbeelding is de virtuele omgeving van het experiment tijdens het fietsen te zien. De rode cirkel in de afbeelding laat zien waar de participant naar kijkt.

Protocol

Het experiment begon met de kalibratie van de VR bril met eye-tracker, waarna de participanten plaats namen op de fiets. In totaal fietsten de deelnemers drie routes. De eerste route was een oefenronde waarin de participanten konden wennen aan het fietsen in VR. Vervolgens werden er twee routes gereden waar de participanten werden gevraagd te remmen voor alle andere kruisende fietsers (zie tabel 2). In elk parcours kwamen de deelnemers acht kruisende fietsers tegen die van de linkerkant of rechterkant kwamen. Deze fietsers verschenen onverwacht (i.e. fietser vanuit de struiken) of verwacht (i.e. auto kruisend van links op een kruispunt). Daarnaast stonden er in vier van de acht situaties afleiders (i.e. groep mensen op de stoep) langs de weg. In het eerste parcours kwamen de situaties in volgorde van één tot acht en in het tweede parcours was de volgorde van acht tot één. Na de oefenroute en de eerste route werd weer de MISC uitgevoerd om misselijkheid uit te sluiten, waarbij een hogere score dan 6 betekende dat het experiment gestopt werd.

Tabel 2: *Overzicht situaties van kruisende fietsers tijdens het fietsexperiment.*

Situatie	Van links of rechts	Kruispunt ¹ of onverwacht ²	Afleidings ³
1	Rechts	Kruispunt	Nee
2	Rechts	Onverwacht	Ja
3	Rechts	Onverwacht	Nee
4	Links	Onverwacht	Nee
5	Links	Kruispunt	Ja
6	Links	Onverwacht	Ja
7	Links	Kruispunt	Nee
8	Rechts	Kruispunt	Ja

1. Op een kruispunt of zebrapad.

2. Verkeersgebruiker kwam op een onverwacht moment zoals een fietser uit de bosjes.

3. Afleidings langs de weg, bijvoorbeeld een groep mensen te praten op de stoep.

Data-analyse

De data-analyse is uitgevoerd in MATLAB v2019b. Hierbij werd als eerst de signaal analyse uitgevoerd. De eerste stap was om niet valide data te excluderen op basis van de validiteit data van de eye-tracker. Vervolgens werd de missende data vervangen om dataverlies te verminderen. Hierbij werd de Piecewise Cubic Hermite Interpolating Polynomial (PCHIP) formule gebruikt met een maximum van 0.1s. In de derde stap werd de genormaliseerde eye-tracking data veranderd in hoekvectoren in graden, waarbij de x-as de horizontale oogoriëntatie werd en de y-as de verticale oogoriëntatie gelijk aan het laatste coördinatie-systeem van de hoofdoriëntatie. Tenslotte werd de hoofdoriëntatie en oog oriëntatie data samengevoegd om de kijkrichting te bepalen.

In deze thesis onderzochten we de fietsprestatie door middel van veiligheidsmarge, en twee scaneigenschappen waaronder exploratie en spreiding van kijkrichting. De veiligheidsmarge wordt gekenmerkt door hoelang de fietser nodig heeft om te reageren op een bepaalde situatie. Dit werd berekend door hoeveel tijd in seconden er over is tussen het moment dat de

participant remt en de participant zonder remmen op de plek van aanrijding komt. De eerste scaneigenschap, exploratie, werd gemeten door middel van aantal oogbewegingen richting het blinde gezichtsveld wat wordt gekenmerkt door het aantal snelle oogbewegingen naar een nieuw fixatiepunt richting het blinde gezichtsveld. De oogbewegingen werden door een snelheidsalgoritme met een variabele drempel van Hooge en Camps (2013) geclassificeerd uit de oogoriëntatie data. Oogbewegingen met een lengte onder 5 graden werden uitgesloten van de dataset. De tweede scaneigenschap is de spreiding van kijkrichting wordt gedefinieerd als mate waarin de participant naar links en rechts kijkt in het gezichtsveld. Dit werd gemeten door de variantie te nemen van de horizontale kijkrichting in graden (i.e. de samenvoeging van de hoofd- en oogoriëntatie data).

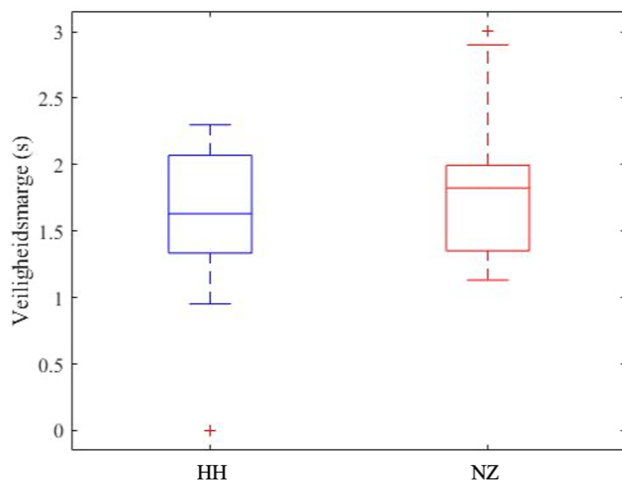
Statische analyse

Voor de statistische analyse werd gebruik gemaakt van JASP (0.17.1). Om te meten of mensen met HH meer onveilige situaties creëren in het verkeer werd er een onafhankelijke t-test uitgevoerd waarbij het verschil in veiligheidsmarge tussen mensen met NZ en mensen met HH te meten wordt berekend. Daarnaast werd er gemeten of mensen met HH compenserend kijkgedrag toepassen, dit werd uitgevoerd door kijkgedrag te vergelijken tussen mensen met HH en mensen met NZ. Om dit te meten werd gebruik gemaakt van een onafhankelijke t-tests die het verschil in aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut en horizontale variantie van kijkrichting meet tussen mensen met HH en mensen zonder hemianopsie. Tenslotte werd gemeten of kijkgedrag door middel van een adequate kijkstrategie leidt tot een hogere prestatie, gemeten aan de hand van een onafhankelijke t-tests die het verschil in kijkgedrag door middel van het aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut en horizontale variantie van kijkrichting meet. In deze vergelijking werd er een onderscheid gemaakt tussen hoog presterende mensen met HH (HPH) en laag presterende mensen met HH (LPH). Dit onderscheid werd gemaakt aan de hand van een cutoff score op

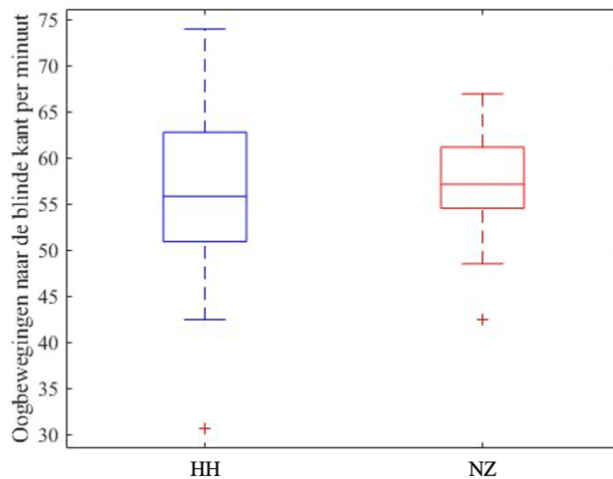
veiligheidsmarge. De cutoff score was het gemiddelde van de veiligheidsmarge van mensen met NZ. Deze is gekozen op basis van het idee dat mensen met NZ tijdig remmen voor kruisende fietsers en dus veilig in het verkeer kan deelnemen. De HPH-groep moet hoger of gelijk presteren dan het gemiddelde van de mensen met NZ, wat betekent dat de HPH-groep tijdig remt voor kruisende fietsers en dus veilige in het verkeer kan deelnemen. Een significant resultaat werd aangeduid door $p < 0.05$. De 'effect sizes' worden aangenomen met het volgende bereik berekent met Cohen's d; kleine effectgrootte: 0.2, medium effectgrootte: 0.5, grote effectgrootte: 0.8 of hoger.

Resultaten

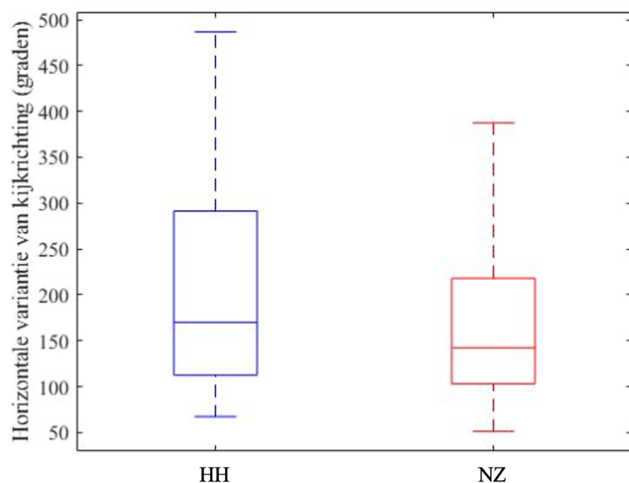
Mensen met HH verschillen niet van mensen met NZ in veiligheidsmarge, exploratie en spreiding van kijkrichting, aangetoond door een niet-significant effect op veiligheidsmarge (tabel 3, figuur 2), aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut (tabel 3, figuur 3) en horizontale variantie van kijkrichting in graden (tabel 3, figuur 3). In figuur 5 is het onderscheid tussen de HPH-groep en LPH-groep te zien op basis van de cutoffscore ($x=1,858s$) op veiligheidsmarge. Er is geen verschil in exploratie gevonden tussen de HPH- en LPH-groep, aangegeven door geen significant effect op het aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut tabel 3, figuur 6). Echter hadden mensen uit de HPH-groep een grotere spreiding van kijkrichting dan mensen uit de LPH-groep aangetoond door een significant verschil in horizontale variantie van kijkrichting (tabel 3, figuur 7). Daarnaast is er een grote variantie te zien binnen de groep mensen met HH in horizontale spreiding van kijkrichting en aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut (tabel 3, figuur 3 en 4). In de LPH-groep op aantal oogbewegingen per minuut is een grote variantie te zien (tabel 3, figuur 6)



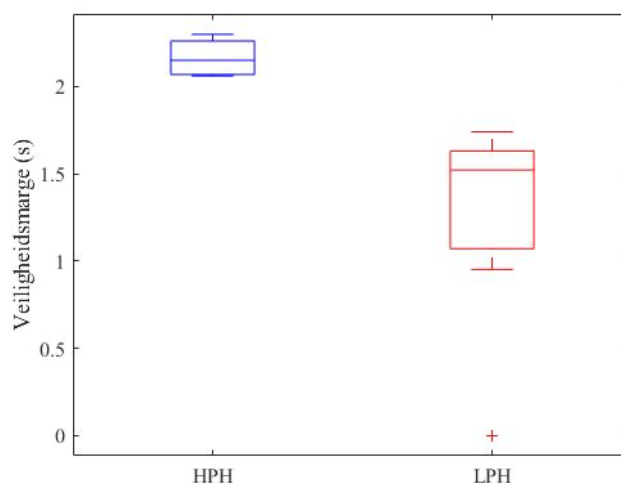
Figuur 2: Op de x-as staan de onafhankelijke variabelen HH (mensen met hemianopsie) (blauw) en NZ (mensen met normaal zicht) (rood). Op de y-as staat de afhankelijke variabele veiligheidsmarge in seconden. De box geeft de standaard error aan en de middelste lijn de mediaan.



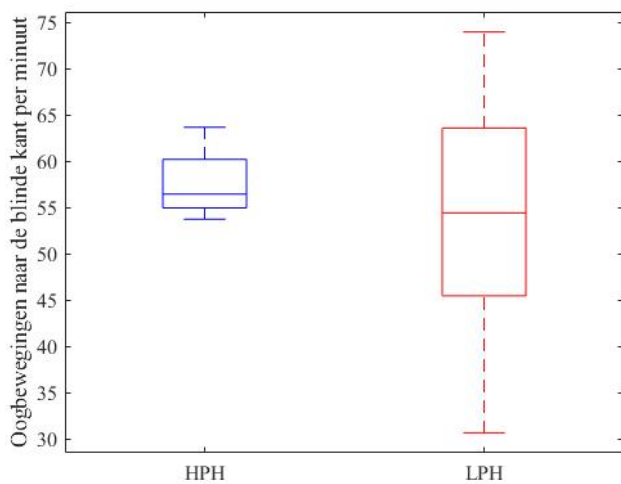
Figuur 3: Op de x-as staan de onafhankelijke variabelen HH (mensen met hemianopsie) (blauw) en NZ (mensen met normaal zicht) (rood). Op de y-as staat de onafhankelijke variabele aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut. De box geeft de standaard error aan en de middelste lijn de mediaan.



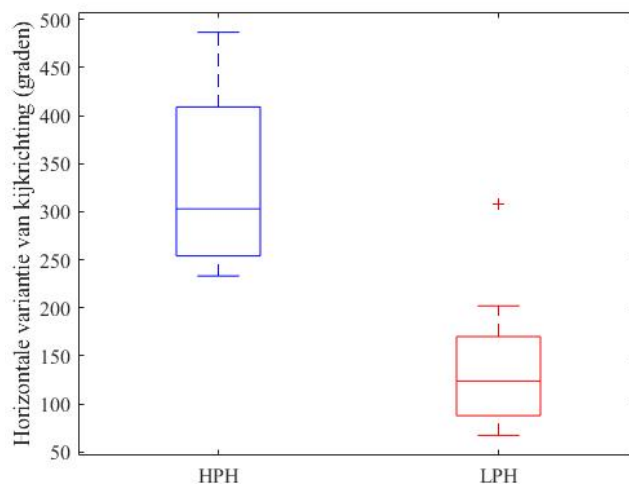
Figuur 4: Op de x-as staan de onafhankelijke variabelen HH (mensen met hemianopsie) (blauw) en NZ (mensen met normaal zicht) (rood). Op de y-as staat de onafhankelijke variabele horizontale variantie van kijkrichting in graden. De box geeft de standaard error aan en de middelste lijn de mediaan.



Figuur 5: Op de x-as staan de onafhankelijke variabelen HPH (hoog presterende mensen met hemianopsie) (blauw) en LPH (laag presterende mensen met hemianopsie) (rood). Op de y-as staat de onafhankelijke variabele veiligheidsmarge in seconden. Deze figuur is enkel om de scheiding tussen HPH en LPH te laten zien door middel van een cutoff score op de veiligheidsmarge. De box geeft de standaard error aan en de middelste lijn de mediaan.



Figuur 6: Op de x-as staan de onafhankelijke variabelen HPH (hoog presterende mensen met hemianopsie) (blauw) en LPH (laag presterende mensen met hemianopsie) (rood). Op de y-as staat de onafhankelijke variabele aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut. De box geeft de standaard error aan en de middelste lijn de mediaan.



Figuur 7: Op de x-as staan de onafhankelijke variabelen HPH (hoog presterende mensen met hemianopsie) (blauw) en LPH (laag presterende mensen met hemianopsie) (rood). Op de y-as staat de onafhankelijke variabele horizontale variantie van kijkrichting in graden. De box geeft de standaard error aan en de middelste lijn de mediaan.

Tabel 3: Relevante resultaten van mensen met HH, NZ, HPH en LPH.

	M(SD)	t(DF)	p	Cohen's d
Veiligheidsmarge (s)		1.131(22)	0.270	-0.462
HH (N=12)	1.57(0.64)			
NZ (N=12)	1.86(0.60)			
OogbewegingBperM ¹		0.489(22)	0.630	-0.200
HH (N=12)	55.2(11.2)			
NZ (N=12)	57.0(6.73)			
HorVarKijkrichting ²		0.746(22)	0.464	0.305
HH (N=12)	205(127)			
NZ (N=12)	171(101)			
OogbewegingBperM ¹		0.510(10)	0.621	0.312
HPH (N=4)	57.6(4.26)			
LPH (N=8)	54.0(13.6)			
HorVarKijkrichting ²		3.433(10)	0.006	2.102
HPH (N=4)	331(111)			
LPH (N=8)	142(79.2)			

HH: participanten met homonieme hemianopsie

NZ: participanten met normaal zicht (controlegroep)

HPH: hoog presterende groep

LPH: laag presterende groep

1.OogbewegingBperM: variabele aantal oogbeweging naar de blinde kant per minuut.

2.HorVarKijkrichting: variabele horizontale variantie van kijkrichting.

Discussie

Fietsen is voor Nederlanders van groot belang om onafhankelijk in het verkeer voort te bewegen, maar mensen met HH kunnen door hun beperkte gezichtsveld veel problemen ervaren tijdens het fietsen. Het doel van dit onderzoek was om variabelen te vinden die een adequate kijkstrategie bepalen voor mensen met HH tijdens het fietsen. Gemiddeld gezien presteerden mensen met HH niet slechter dan mensen met NZ op veiligheidsmarge, aangetoond door geen verschil in de afstand tot botsing tussen mensen met HH en mensen met NZ. Daarnaast leken mensen met HH gemiddeld gezien ook geen compenserend kijkgedrag toe te passen door middel van de scaneigenschappen: exploratie en spreiding van kijkrichting. Een grotere mate van exploratie leidt niet tot een verbeterde prestatie in het fietsexperiment, wat betekent dat exploratie door middel van het aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut geen goede voorspeller is van een hoge of lage prestatie. De belangrijkste bevinding is dat een grotere spreiding van kijkrichting leidt tot een verbeterde prestatie in het fietsexperiment en is dus een belangrijke adequate kijkstrategie tijdens fietsen.

Prestatieverschil

Mensen met HH presteerden niet slechter dan mensen met NZ in het fietsexperiment. Dit komt niet overeen met de bevindingen in voorafgaande onderzoeken, waarin wordt benoemd dat mensen met HH slechter presteren in een rijnsimulator dan mensen met NZ (Alberti et al., 2014; Bowers et al., 2009; Swan et al., 2021; Wood et al., 2009). Mogelijk kan dit verschil worden verklaard doordat de VR-omgeving niet realistisch aanvoelt. Daardoor nemen mensen meer risico, wat resulteert in het later gebruik maken van de rem en dus kleinere veiligheidsmarges. Daarnaast is een mogelijke verklaring dat er een grote individuele variatie kan zijn in de mensen met HH, waarvan sommige mensen al compenserende kijkstrategieën hebben ontwikkeld, om hun objectdetectie te verbeteren. Deze mensen konden

mogelijk beter presteren op veiligheidsmarge tijdens de fietstaak, en deze veiligheidsmarge kan gelijk zijn aan mensen met normaal zicht.

Compenserend kijkgedrag

Mensen met HH toonden geen compenserend kijkgedrag in vergelijking met mensen met NZ. Dit komt niet overeen met voorafgaande onderzoeken, welke aangeven dat mensen met HH meer oogbewegingen naar de blinde kant per minuut zouden maken en een grotere spreiding in kijkrichting tonen (Bowers et al., 2014; Zihl, 1995). Het gebruik van VR, kan hiervoor een verklaring zijn omdat het niet realistisch overkomt, waardoor mensen met HH niet de behoefte voelden om voorzichtig te zijn door extra te scannen in het blinde gezichtsveld. Daarnaast toont de VR-bril een beeld waarin het visueel veld kleiner is, hierdoor kan het zijn dat participanten minder noodzaak voelen om meer oogbewegingen te maken en er dus geen significant verschil gevonden is in het aantal oogbewegingen per minuut richting de blinde kant. Fietsen in een VR omgeving kan misselijkheid veroorzaken onder participanten, wat negatief effect kan hebben op de focus van objectdetectie. Een mogelijke derde verklaring is de grote individuele variantie binnen de groep mensen met HH in horizontale spreiding van kijkrichting en het aantal oogbewegingen per minuut naar de blinde kant. Dit verschil binnen de HH-groep kan verklaard worden doordat sommige mensen al compenserende kijkstrategieën hebben aangeleerd en dus nauwelijks verschil in kijkgedrag tonen in vergelijking met mensen met NZ.

Adequaat compenserend kijkgedrag

Een grotere mate van exploratie leidt niet tot hogere prestaties in mensen met HH, dit is in tegenstrijd is met voorgaand onderzoek (Kübler et al., 2015; Papageorgiou et al., 2012). Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat alle mensen met HH een bias naar de blinde kant vertonen (Bowers et al., 2018; Niehorster et al., 2013). Daarom zou exploratie door middel van het aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut geen goede voorspeller

van HPH en LPH zijn. Een opvallend resultaat is dat er in de LPH-groep een grote variantie van het aantal oogbewegingen naar de blinde kant per minuut is gevonden, wat betekent dat er grote verschillen zijn in exploratie in de LPH-groep. De variantie zou kunnen worden verklaard door het feit dat binnen deze groep al wel compenserend kijkgedrag wordt toegepast. Mogelijk is dit compenserend kijkgedrag nog niet adequaat genoeg, wat zich uit in een lagere prestatie. Mensen uit deze groep die meer oogbewegingen naar de blinde kant per minuut maken zijn mogelijk verder in hun revalidatieproces dan mensen die minder oogbewegingen naar de blinde kant per minuut maken. Deze variantie zou nog verder onderzocht kunnen worden door naar verschillen binnen deze groep te kijken. Mensen met HH die een grotere spreiding van kijkrichting laten zien, presteerden hoger op de het fiets-experiment.

Klinische toepassingen

Spreiding van kijkrichting is dus een cruciale variabele die moet worden meegenomen in training van een adequate kijkstrategie tijdens fietsen. Een grotere spreiding van kijkrichting kan worden aangeleerd worden door mensen met HH een compenserende kijkstrategie aan te leren. Een voorbeeld hiervan is de compenserende scanningstraining (CST) (De Haan et al., 2015), waarbij mensen met HH het aantal en de omvang van scans naar het blinde gezichtsveld vergroten door middel van een aangeleerd scanritme. Een andere manier om een grotere spreiding van kijkrichting te ontwikkelen is door 'cueing'. Dit kan door mensen met HH te stimuleren om scans uit te breiden door visuele cues te plaatsen op strategische punten in het gezichtsveld. Denk hier bijvoorbeeld aan een spel in revalidatietraining waarbij mensen met HH zoveel mogelijk cues moeten tellen tijdens een fietsparcours.

Limitaties

Dit onderzoek heeft een aantal limitaties, zoals de verschillende opvattingen over de definitie van ‘fixaties’ en ‘saccades’(oogbewegingen) (Hessels et al., 2018). Bij het vergelijken van onderzoeken moet de lezer rekening houden met de verschillende opvattingen over definities, zodat er geen misverstanden ontstaan over de generaliseerbaarheid van resultaten. Tenslotte heeft het gebruik maken van VR in onderzoek ook nadelen. Zo kan VR onrealistisch overkomen, misselijkheid veroorzaken bij participanten en wordt er een kleiner visueel veld getoond. Doordat de VR omgeving onrealistisch overkwam kon dit mogelijk leiden tot het nemen van meer risico en daardoor effect hebben op veiligheidsmarges. Misselijkheid van participanten kon effect hebben op de focus op de omgeving, waardoor participanten afgeleid waren en minder adequaat kijkgedrag toepasten en dus niet vroegtijdig konden remmen. Door het verkleinde visuele veld in VR (90 graden) in vergelijking met normaal zicht (120 graden) kan het zijn dat de resultaten van het onderzoek minder betrouwbaar zijn, participanten detecteerden door dit kleinere visuele veld minder snel kruisende fietsers. Door het vastzetten van de fiets in Elite Tuo, ontstond er een vertraging tussen het activeren van de rem en het afremmen in de simulatie. Dit heeft mogelijk ook een rol kunnen spelen in veiligheidsmarge doordat de VR simulatie niet overeenkwam met remmen in de werkelijkheid.

Conclusie

In deze thesis is gevonden dat een grotere spreiding van kijkrichting een cruciale variabele is in scangedrag voor mensen met HH tijdens het fietsen. Het vergroten van de spreiding van kijkrichting zou moeten worden meegenomen in de ontwikkeling van een adequate compenserende kijkstrategie. Een adequate compenserende kijkstrategie zal mensen met HH in de revalidatie helpen om veilig te kunnen fietsen in het verkeer door een grotere spreiding van kijkrichting aan te leren. Vervolgonderzoek zou de mate waarin participanten training hebben gehad uitvoeriger moeten bestuderen omdat er grote varianties gevonden zijn.

Daarnaast bleek dat VR meerdere nadelen heeft en de generaliseerbaarheid naar de realiteit niet groot is, hierdoor is het nodig om het experiment uit te voeren met een daadwerkelijke fietsactiviteit. Dit kan bijvoorbeeld door eerst te oefenen op een veilige locatie, waarbij de oog- en hoofdoriëntatie gemeten wordt aan de hand van een eyetracker. Door een daadwerkelijke fietsactiviteit kan inzicht worden gegeven in hoe de bevindingen in een realistische omgeving van toepassing zijn.

Referenties

- Alberti, C. F., Peli, E., & Bowers, A. R. (2014). Driving With Hemianopia: III. Detection of Stationary and Approaching Pedestrians in a Simulator. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 55(1), 368. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-12737>
- Bahnemann, M., Hamel, J., De Beukelaer, S., Ohl, S., Kehrer, S., Audebert, H. J., 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, E. M., & Nicolle, C. (2015). Changing what it Means to be “Normal”: A Grounded Theory Study of the Mobility Choices of People who are Blind or Have Low Vision. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 109(4), 291–301. <https://doi.org/10.1177/0145482x1510900405>
- Bell, I. H., Nicholas, J. M., Alvarez-Jimenez, M., Thompson, A., & Valmaggia, L. (2020). Virtual reality as a clinical tool in mental health research and practice. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(2), 169–177. <https://doi.org/10.31887/dcms.2020.22.2/lvalmaggia>
- Bonham, J., & Johnson, M. (2015). *Cycling Futures*. University of Adelaide Press.
- Bowers, A. R., Ananyev, E., Mandel, A. J., Goldstein, R. H., & Peli, E. (2014). Driving With Hemianopia: IV. Head Scanning and Detection at Intersections in a Simulator. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 55(3), 1540. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-12748>
- Bowers, A. R., Mandel, A. J., Goldstein, R. H., & Peli, E. (2009). Driving with Hemianopia, I: Detection Performance in a Driving Simulator. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 50(11), 5137. <https://doi.org/10.1167/iovs.09-3799>
- Bowers, A. R., Sheldon, S., & Hecht, H. (2018). Are you looking at me? The effects of hemianopia on perception of mutual gaze. *Journal of Vision*. <https://doi.org/10.1167/18.10.927>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (n.d.). *Hoeveel reizen inwoners van Nederland en hoe?* Centraal Bureau Voor De Statistiek. <https://www.cbs.nl/nl->

[nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/personen/hoeveel-reisden-inwoners-van-nederland-en-hoe-](https://www.researchgate.net/publication/309111111)

- De Haan, G., Heutink, J., Melis-Dankers, B., Brouwer, W., & 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., Melis-Dankers, B., Brouwer, W., Tucha, O., & Heutink, J. (2015). The Effects of Compensatory Scanning Training on Mobility in Patients with Homonymous Visual Field Defects: A Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*, *10*(8), e0134459. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134459>
- Feigenson, J. S., McCarthy, M. L., Greenberg, S. D., & Feigenson, W. D. (1977). Factors influencing outcome and length of stay in a stroke rehabilitation unit. Part 2. Comparison of 318 screened and 248 unscreened patients. *Stroke*, *8*(6), 657–662. <https://doi.org/10.1161/01.str.8.6.657>
- Hardiess, G., Hansmann-Roth, S., & Mallot, H. A. (2013). Gaze movements and spatial working memory in collision avoidance: a traffic intersection task. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00062>
- Hessels, R. S., Niehorster, D. C., Nyström, M., Andersson, R., & Hooge, I. T. C. (2018). Is the eye-movement field confused about fixations and saccades? A survey among 124 researchers. *Royal Society Open Science*, *5*(8), 180502. <https://doi.org/10.1098/rsos.180502>
- Hooge, I. T. C., & Camps, G. (2013). Scan path entropy and arrow plots: capturing scanning behavior of multiple observers. *Frontiers in Psychology*, *4*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00996>
- Jelijns, B., Heutink, J., De Waard, D., Brookhuis, K., & Melis-Dankers, B. (2019). Key factors for the bicycle use of visually impaired people: a Delphi study. *Disability and Rehabilitation*, *41*(23), 2758–2765. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1476921>
- Kübler, T. C., Kasneci, E., Rosenstiel, W., Aehling, K., Heister, M., Nagel, K., Schiefer, U., & Papageorgiou, E. (2015). Driving with Homonymous Visual Field Defects: Driving

- Performance and Compensatory Gaze Movements. *Journal of Eye Movement Research*, 8(5). <https://doi.org/10.16910/jemr.8.5.5>
- Niehorster, D. C., Peli, E., Haun, A. M., & Li, L. (2013). Influence of Hemianopic Visual Field Loss on Visual Motor Control. *PLOS ONE*, 8(2), e56615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056615>
- Papageorgiou, E., Hardiess, G., Schaeffel, F., Wiethoelter, H., Karnath, H., Mallot, H. A., Schoenfish, B., & Schiefer, U. (2007). Assessment of vision-related quality of life in patients with homonymous visual field defects. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 245(12), 1749–1758. <https://doi.org/10.1007/s00417-007-0644-z>
- 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>
- Parker, W. T., McGwin, G., Wood, J. M., Elgin, J., Vaphiades, M. S., Kline, L. B., & Owsley, C. (2011). Self-Reported Driving Difficulty by Persons with Hemianopia and Quadrantanopia. *Current Eye Research*, 36(3), 270–277. <https://doi.org/10.3109/02713683.2010.548893>
- Reuten, A. J. C., Nooij, S. A. E., Bos, J. E., & Smeets, J. B. J. (2021). How feelings of unpleasantness develop during the progression of motion sickness symptoms. *Experimental Brain Research*, 239(12), 3615–3624. <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06226-1>
- Saxena, S., Mitchell, P., Healey, P. R., Cumming, R. G., & Currie, J. (2002). Homonymous Visual Field Defects and Stroke in an Older Population. *Stroke*, 33(10), 2417–2420. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000037647.10414.d2>
- Swan, G., Savage, S. W., Zhang, L., & Bowers, A. R. (2021). Driving With Hemianopia VII: Predicting Hazard Detection With Gaze and Head Scan Magnitude. *Translational Vision Science & Technology*, 10(1), 20. <https://doi.org/10.1167/tvst.10.1.20>

- Szlyk, J. P., Brigell, M., & Seiple, W. (1993). Effects of Age and Hemianopic Visual Field Loss on Driving. *Optometry and Vision Science, 70*(12), 1031–1037. <https://doi.org/10.1097/00006324-199312000-00007>
- Tant, M., Cornelissen, F. W., Kooijman, A. C., & Brouwer, W. (2002). Hemianopic visual field defects elicit hemianopic scanning. *Vision Research, 42*(10), 1339–1348. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(02\)00044-5](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(02)00044-5)
- Wood, J. M., McGwin, G., Elgin, J., Vaphiades, M. S., Braswell, R. C., DeCarlo, D. K., Kline, L. B., Meek, G. C., Searcey, K., & Owsley, C. (2009). On-Road Driving Performance by Persons with Hemianopia and Quadrantanopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 50*(2), 577. <https://doi.org/10.1167/iovs.08-2506>
- Zihl, J. (1995). Visual scanning behavior in patients with homonymous hemianopia. *Neuropsychologia, 33*(3), 287–303. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(94\)00119-a](https://doi.org/10.1016/0028-3932(94)00119-a)