

I N S I
G H T I
N T O L
I G H T

The influence of luminance on
visual functioning in glaucoma

Ronald A.J.M. Bierings

NEDERLANDSE SAMENVATTING

Het gezichtsvermogen is een van de belangrijkste zintuigen om aan het dagelijks leven deel te nemen. Met het verminderen van het gezichtsvermogen wordt deelname aan de maatschappij beperkt en vermindert ook de kwaliteit van leven. Oogziekten zoals glaucoom komen vaak voor bij ouderen. Door de vergrijzing zal het aantal ouderen in de westerse wereld de komende decennia verdubbelen. Daarmee verdubbelt ook het aantal patiënten met een oogziekte. Het investeren in onderzoek naar oogziekten en de wijze waarop oogheelkundige patiënten zich in hun omgeving voortbewegen is daarom essentieel.

Deze Nederlandse samenvatting geeft een overzicht van dit proefschrift en kan los gelezen worden van de andere hoofdstukken. In de **Introductie** zal worden uitgelegd wat het doel is van dit proefschrift. Daarna zal in de **Samenvatting van de hoofdstukken** worden uitgelegd wat we hebben onderzocht. Ten slotte zal in de **Discussie** worden beschreven wat dit proefschrift bijdraagt aan de al bestaande kennis.

INTRODUCTIE

Zien begint met licht dat door het hoornvlies, de pupil, de lens en het glasvocht gaat, om uiteindelijk op het netvlies terecht te komen. De lichtgevoelige cellen (staafjes en kegeltjes) in het netvlies zetten licht om in een elektrisch signaal, dat via de oogzenuw naar de hersenen wordt gebracht. Nadat het signaal is verwerkt en geïnterpreteerd, vormen de hersenen het beeld dat we zien van de buitenwereld. Glaucoom is een chronische en progressieve oogziekte waarbij de oogzenuw wordt beschadigd. Dit uit zich in het verlies van gedeelten in het gezichtsveld. Gezichtsveldverlies bij glaucoom start typisch aan de buitenkant en ontwikkelt zich langzaam naar meer centrale gedeelten. Glaucoom komt voor bij 2% van de bevolking en is de meest voorkomende oorzaak van onomkeerbare blindheid in de wereld. De grootste risicofactor voor glaucoom is een verhoogde oogdruk; de combinatie van een verdacht uitziende oogzenuw en gemeten gezichtsveldverlies bevestigt de diagnose. Het verlagen van de oogdruk met oogdruppels, laserbehandeling of operatie is de enige effectieve behandeling.

Vroege detectie van glaucoom is cruciaal doordat schade aan de oogzenuw en het gezichtsveld niet ongedaan gemaakt kan worden. Echter, het ziekteverloop is verraderlijk doordat patiënten een verhoogde oogdruk niet kunnen voelen en gezichtsveldverlies van één oog kan worden gecompenseerd door informatie uit het andere oog. Daarnaast vult het brein missende gedeelten in het gezichtsveld van beide ogen slim in. Om deze redenen wordt glaucoom, althans in het begin van de ziekte, gezien als asymptomatische ziekte (een ziekte zonder klachten) en zit er vaak een lange tijd tussen het ontstaan van glaucoom en de gang naar de dokter. Het is echter de vraag of glaucoom daadwerkelijk volledig asymptomatisch is, of dat we bepaalde symptomen nog niet hebben herkend als passend bij de ziekte.



Tijdens het oogheelkundige spreekuur benoemden glaucoompatiënten moeilijk zien onder extreme (lage, hoge en snel wisselende) lichtomstandigheden als symptoom voor hun ziekte. *Het doel van dit proefschrift was daarom om te ontrafelen wat het effect is van licht op het visueel functioneren van glaucoompatiënten.*

SAMENVATTING VAN DE HOOFDSTUKKEN

In **hoofdstuk 1** werd de basis gelegd voor het begrijpen van de relevantie en de experimenten in dit proefschrift.

In **hoofdstuk 2** hebben we met een nieuw ontworpen vragenlijst onderzocht of glaucoompatiënten daadwerkelijk meer moeite hebben met zien onder extreme lichtomstandigheden. De vragen in de vragenlijst gingen over het visueel functioneren onder vijf omstandigheden: bij optimaal licht (buiten op een bewolkte dag), in het donker, in het felle licht, en bij een plotselinge toename of afname van de hoeveelheid licht. Mensen zonder glaucoom bleken relatief weinig klachten te hebben onder optimale en extreme lichtomstandigheden. Glaucoompatiënten hadden ook weinig klachten onder optimale omstandigheden, maar veel klachten onder extreme lichtomstandigheden. De meeste klachten van glaucoompatiënten betroffen het zien in het donker. Met de vraag 'Heeft u door uw gezichtsvermogen moeite met buiten zien 's nachts zonder maanlicht' konden we verrassend goed glaucoompatiënten van mensen zonder glaucoom onderscheiden.

Nu we hadden aangetoond dat glaucoompatiënten daadwerkelijk veel moeite ervaren met zien onder extreme lichtomstandigheden, wilden we onderzoeken of dit ook objectief vastgelegd kon worden. De waarneming van mensen met gezonde ogen bij lage en hoge lichtomstandigheden gaat volgens een vast patroon. Dit patroon stelt dat de visuele functie beter wordt naarmate er gemeten wordt bij meer licht, tot een bepaalde hoeveelheid. Als er voldoende licht is, dan blijft de visuele functie gelijk, ook als de hoeveelheid licht nog verder toeneemt.

In **hoofdstuk 3** hebben we onderzocht of het hierboven beschreven patroon dat geldt voor mensen met gezonde ogen, ook geldt voor glaucoompatiënten. Hiervoor werd de contrastgevoeligheid (het vermogen kleine verschillen in helderheden waar te nemen) en de kritische fusie frequentie (de frequentie waarop knipperend licht wordt waargenomen als continu) gemeten. De lichtomstandigheden werden gevarieerd van laag tot middelhoog door gebruik te maken van brillen met lichtfilters. Voor glaucoompatiënten bleken dezelfde patronen te gelden als voor mensen met gezonde ogen. Echter, de contrastgevoeligheid en de kritische fusie frequentie van glaucoompatiënten was onder alle lichtomstandigheden een stuk lager dan die van mensen met gezonde ogen.

Het bereiken van lage lichtomstandigheden is eenvoudig door het gebruik van lichtfilters. Voor hoge lichtomstandigheden zijn we echter gebonden aan de maximale hoeveelheid licht die de opstelling (meestal een computerscherm) kan aanbieden. In **hoofdstuk 4** werd door middel van een beamer en een doorkijkscherm een nieuwe opstelling gebouwd om de maximale hoeveelheid licht te kunnen verhogen. In het experiment werd de contrastgevoeligheid gemeten van lage tot extreem hoge lichtomstandigheden

(van sterren- tot zonlicht). Volgens het hierboven beschreven vaste patroon zou de visuele functie richting extreem hoge lichtomstandigheden gelijk moeten blijven. Verrassend was dat de visuele functie voor mensen met gezonde ogen hier juist afnam. Daarnaast vonden we opnieuw dat de contrastgevoeligheid van glaucoompatiënten onder alle lichtomstandigheden lager was dan die van mensen met gezonde ogen.

In de hoofdstukken 3 en 4 werd de visuele functie gemeten nadat de proefpersonen tijd hadden gehad om zich aan te passen aan een nieuwe lichtomstandigheid. In **hoofdstuk 5** werd juist dit aanpassingsproces in kaart gebracht: de licht- en donkeradaptatie. Hierbij werd na een plotselinge toe- of afname van de hoeveelheid licht, de contrastgevoeligheid in de loop van de tijd gemeten. Glaucoompatiënten en mensen met gezonde ogen hadden dezelfde tijd nodig om aan te passen aan een nieuwe lichthoeveelheid, al bleef de contrastgevoeligheid van glaucoompatiënten op alle tijdstippen onder die van mensen met gezonde ogen.

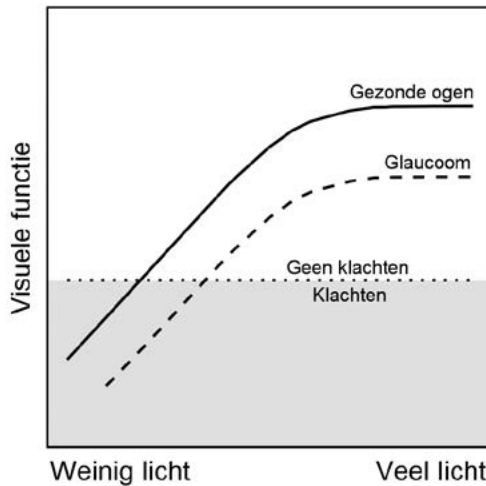
Hoofdstuk 6 beschrijft het publieksonderzoek ‘Zicht op Licht’ waarin we de relatie onderzochten tussen de hoeveelheid licht ‘s nachts in Nederland en de moeite met zien. Deelnemers gingen ‘s avonds na zonsondergang de straat op om met hun smartphone de hoeveelheid licht die vanaf de ondergrond komt te meten. Tegelijkertijd gaven zij aan hoeveel moeite ze hadden met zien om zich voort te kunnen bewegen. In totaal werden bijna 7000 metingen verzameld. Het percentage van de deelnemers met gezonde ogen dat moeite had met zien nam toe richting extreem lage lichtomstandigheden. Echter, het percentage van de deelnemers met een oogziekte dat moeite had met zien nam al toe bij vier keer zoveel licht. Met andere woorden, naarmate het donkerder werd ervoeren deelnemers met een oogziekte eerder moeite met zien dan deelnemers met gezonde ogen.

Naast dat we licht nodig hebben om te zien, heeft licht ook een invloed op niet-visuele systemen, zoals het slaap-waak ritme. In **hoofdstuk 7** onderzochten we de invloed van glaucoom op het slaap-waak ritme. Bij mensen is het slaap-waak ritme afhankelijk van de hoeveelheid licht dat via de ogen binnenkomt. Bij glaucoompatiënten is dit systeem mogelijk verstoord waardoor er een verschuiving van dit ritme kan plaatsvinden. Voor patiënten met weinig tot matig glaucoom bleef het slaap-waak ritme gelijk aan mensen met gezonde ogen. Bij patiënten met ernstig glaucoom was het slaap-waak ritme bij sommigen naar voren geschoven, terwijl anderen een verlaat ritme lieten zien.

DISCUSSIE

Het doel van dit proefschrift was om te ontrafelen wat het effect is van licht op het visueel functioneren van glaucoompatiënten. Glaucoompatiënten bleken veel meer klachten te ervaren onder extreme (hoge, lage en snel wisselende) lichtomstandigheden dan mensen met gezonde ogen, en dan met name in het donker. Veel moeite met zien in het donker kan daarom gezien worden als een symptoom voor glaucoom. Figuur 1 laat een typisch resultaat zien van het onderzoek uit dit proefschrift. De visuele functie wordt beter naarmate er bij meer licht wordt gemeten (van links naar rechts in de grafiek), tot een bepaalde hoeveelheid. Vanaf dat punt blijft de visuele functie gelijk, ook als de hoeveelheid licht nog verder toeneemt. Doordat de curve van glaucoompatiënten naar

beneden is verschoven kunnen we concluderen dat glaucoompatiënten onder alle lichtomstandigheden een slechtere visuele functie hebben dan mensen met gezonde ogen. Visuele functie en klachten kunnen aan elkaar gekoppeld worden door een minimale hoeveelheid functie die nodig is om te zien zonder klachten (de horizontale stippellijn). Als het vanuit het licht steeds donkerder wordt (van rechts naar links in de grafiek), dan zullen glaucoompatiënten eerder het punt bereiken waarop ze klachten ervaren dan mensen met gezonde ogen. Dit verklaart waarom glaucoompatiënten veel moeite hebben met zien in het donker. Bij weinig licht (links in de grafiek) hebben glaucoompatiënten voor dezelfde visuele functie als mensen met gezonde ogen meer licht nodig. Bij veel licht (rechts in de grafiek) hebben glaucoompatiënten nog steeds een slechtere visuele functie dan mensen met gezonde ogen, alleen kan dit niet gecompenseerd worden door meer licht. Hoewel glaucoompatiënten dus ook bij goed licht een slechtere visuele functie hebben, is die – zo blijkt uit ons onderzoek – kennelijk wel voldoende om (grotendeels) klachtenvrij te zijn.



Figuur 1. De visuele functie uitgezet tegen de hoeveelheid licht. Glaucoompatiënten hebben bij alle lichtomstandigheden een lagere visuele functie dan mensen met gezonde ogen. Een minimale visuele functie die nodig is om te zien zonder klachten (de horizontale stippellijn) verklaart waarom glaucoompatiënten moeite hebben met zien in het donker.

Samengevat, het concept van glaucoom als een asymptotische ziekte geldt alleen als het licht optimaal is. Veel moeite met zien in extreme lichtomstandigheden, met name in het donker, is een symptoom voor glaucoom. De visuele functie van glaucoompatiënten is voor alle lichtomstandigheden lager dan die van mensen met gezonde ogen. Hierdoor zullen glaucoompatiënten als het donker wordt eerder het punt bereiken waarop ze klachten ervaren dan mensen zonder glaucoom.