

# Corneal desiccation in rigid gas permeable contact lens wear : time to deal with 3- and 9-o clock staining

Citation for published version (APA):

van der Worp, E. C. J. (2008). *Corneal desiccation in rigid gas permeable contact lens wear : time to deal with 3- and 9-o clock staining*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20081128ew>

## Document status and date:

Published: 01/01/2008

## DOI:

[10.26481/dis.20081128ew](https://doi.org/10.26481/dis.20081128ew)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 09 Aug. 2024

# Samenvatting en Conclusies

## Samenvatting

Met de huidige beschikbare lensontwerpen, materialen en aanpasmethoden kunnen contactlenzen in de meeste gevallen succesvol worden aangepast en gedragen. Als er problemen zijn bij het dragen van contactlenzen is een van de meest frequent gerapporteerde oorzaken gerelateerd aan droge ogen. Mogelijk dat de helft van alle lensdragers hier direct of indirect mee te maken heeft. Terwijl de laatste jaren veel aandacht is uitgegaan naar problemen met droge ogen bij zachte contactlenzen (dehydratie staining), is weinig onderzoek gedaan naar problemen met droge ogen bij vormstabiele lensdragers (3- en 9-uur staining).

Als de voordelen van vormstabiele contactlenzen ten opzichte van zachte contactlenzen worden opgesomd (**hoofdstuk 1**), zou men op basis van deze theoretische gronden misleid kunnen worden en veronderstellen dat vormstabiele contactlenzen de meest populaire vorm van contactlenscorrectie moet zijn. De realiteit is dat slechts één op elke tien lenspassingen wereldwijd met vormstabiele contactlenzen is, al wisselt dit sterk per regio. Aangenomen wordt dat de belangrijkste reden voor de populariteit van zachte contactlenzen ten opzichte van vormstabiele contactlenzen het draagcomfort is. Dit lijkt belangrijker dan bijvoorbeeld de veiligheid van het lensdragen: aangetoond is dat vormstabiele contactlenzen minder kans op complicaties veroorzaken dan zachte contactlenzen.

Eén van de weinige complicaties die zich bij vormstabiele contactlenzen voordoet, en die exclusief is voorbehouden aan vormstabiele contactlenzen, is 3- en 9-uur corneale staining. Dit wordt gezien als de manifestatie van droge ogen bij vormstabiele contactlenzen, en uit zich in beschadigde epitheelcellen in de nasale en temporale (3- en 9-uur) gebieden van de cornea. Deze contactlensgerelateerde complicatie staat centraal in dit proefschrift. De doelen hiervan worden in het eerste hoofdstuk van dit proefschrift uiteengezet. Het proefschrift richt zich allereerst op de subjectieve en objectieve tekenen van de aandoening, en vervolgens op de mechanismen achter de mogelijke oorzaak ervan. Het streven is 3- en 9-uur staining en zijn mogelijke oorzaak beter te doorgronden, om zodoende inzichten te verkrijgen die kunnen leiden tot het beter managen van de aandoening in de praktijk.

Allereerst wordt in **hoofdstuk 2** van dit proefschrift een introductie in het aanpassen van vormstabiele contactlenzen weergegeven. Het eerste deel (**deel 2.1**) probeert een antwoord te vinden op de vraag of het draagcomfort van vormstabiele contactlenzen verbeterd kan worden door de aanpassing van de lens te optimaliseren. Op basis van de resultaten van onze studie blijkt dat het draagcomfort van vormstabiele contactlenzen die de cornea optimaal respecteren (en zodoende een optimale lenspassing hebben) beter is dan van vormstabiele contactlenzen met een suboptimale lenspassing. Om een optimale lenspassing te creëren is het aan te raden om gebruik te maken van nieuwere aanpastechnieken op basis van corneatopografie en niet van de traditionele aanpastechnieken op basis van centrale keratometrie uit te gaan. In onze studie werd aangetoond dat de meerderheid van de veranderingen die nodig was om bij traditioneel aangepaste contactlenzen een optimale lenspassing te creëren, vooraf voorspeld had kunnen worden als gebruik was gemaakt van corneatopografie data.

Het tweede deel van dit hoofdstuk (**deel 2.2**) beschrijft hoe de aanpassing van vormstabiele contactlenzen in de praktijk kan worden verbeterd. Het richt zich op het optimaal respecteren van de vorm van de cornea, om een evenredige drukverdeling te krijgen van de lens op het corneaoppervlak. Om dit te bereiken zal de afvlakking die plaatsvindt van centrum naar periferie (de excentriciteit) bij een gemiddelde cornea in aanmerking genomen moeten worden. Maar omdat de excentriciteit wisselt per oog, moet dit bij elke cornea afzonderlijk in kaart worden gebracht om van praktische waarde te kunnen zijn.

Een andere factor die een belangrijke rol speelt bij het respecteren van de vorm van de cornea aangaande het aanpassen van vormstabiele contactlenzen, is het cornea-astigmatisme. Hiervoor geldt hetzelfde principe als bij cornea-excentriciteit. Het streven is om een gelijke drukverdeling te creëren over het corneaoppervlak, waarbij in dit geval de verschillen in corneavorm per meridiaan gerespecteerd moeten worden. Om dit te bereiken kunnen volledig binnentorische contactlenzen worden aangepast als er forse graden cornea-astigmatisme aanwezig zijn, en met name als het cornea-astigmatisme zich uitstrekt over de gehele cornea (van limbus tot limbus). Perifeer-torische contactlenzen kunnen worden aangepast bij cornea's met een gering cornea-astigmatisme en bij cornea's die centraal sferisch zijn (of bijna sferisch) maar waarbij het astigmatisme toeneemt naar de periferie.

**Hoofdstuk 3** richt zich op de achtergronden en classificatie van 3- en 9-uur staining. **Deel 3.1** van dit proefschrift bevat een overzichtsartikel betreffende 3- en 9-uur staining, wat ingaat op de terminologie, de achtergronden en de mogelijke oor-

zaak van de aandoening. Tevens wordt een opsomming gegeven van de opties die in de literatuur worden aangedragen om het probleem te beter te managen.

Epitheliale staining in de nasale en temporale delen van de cornea is een veel voorkomend fenomeen bij vormstabiele lensdragers, maar de gevonden incidentie ervan varieert sterk in de literatuur van 25% tot 90%. Eén van de redenen waarom de variatie zo groot zou kunnen zijn, is dat er geen uniforme manier is om 3- en 9-uur staining te graderen. Bij 3- en 9-uur staining kan de mate van staining variëren van zeer oppervlakkige staining tot een diep corneaal defect met intense staining, waarbij het stroma betrokken kan zijn.

Diverse graderingsschalen zijn beschikbaar om 3- en 9-uur staining te graderen, maar deze zijn allen beschrijvend van karakter. Er zijn wel visuele graderingsschalen voor corneale staining beschikbaar op basis van klinische beelden van de aandoening. Maar deze zijn voor algemene corneale staining ontworpen en niet specifiek voor 3- en 9-uur staining. Voor dit proefschrift werd een speciale 5-stap visuele graderingsschaal ontworpen, welke is weergegeven in **deel 3.2**. De graderingsschaal is gebaseerd op de beschikbare beschrijvende 3- en 9-uur staining schalen, en op basis van de algemene visuele graderingsschalen voor corneale staining. Tevens werd de inbreng van een grote groep contactlensspecialisten en optometristen in Nederland gebruikt om de graderingsschaal verder te ontwikkelen en te verfijnen. Voor het ontwerpen van een dergelijke graderingsschaal kunnen praktijkfoto's worden gebruikt, waarvan het voordeel is dat het de praktijksituatie goed representeert. Echter, indien een visuele graderingsschaal wordt ontwikkeld, is het niet altijd eenvoudig om exact dát beeld te vinden dat de klinische situatie op een bepaald moment het beste weergeeft. Tevens zijn er anatomische verschillen tussen ogen, verschillen in lichtcondities en andere observatiebeperkingen die een goede weergave bemoeilijken. Al deze beperkingen worden weggenomen als wordt overgegaan op graderingsschalen die geanimeerd zijn, zodat exact het juiste gewicht aan een bepaalde fase van de conditie kan worden gehangen en visueel kan worden gemaakt. Het voornaamste nadeel hiervan is uiteraard dat het een niet-realistische weergave van de werkelijkheid geeft.

Om gebruik te maken van de voordelen die beide soorten graderingsschalen kunnen bieden, is een combinatie van een achtergrondfoto van de cornea met fluoresceïnebeeld van een vormstabiele contactlens gebruikt waarop vervolgens softwarematig de hoeveelheid staining werd aangebracht (zie achterkant van dit proefschrift). Het is aangetoond dat discriminatie van het graderen toeneemt als er gegradeerd wordt in kleine stappen (tot op decimalen nauwkeurig), maar hiervoor moet een graderingsschaal wel lineair van aard zijn. Er werd aangetoond in deze

studie dat de ontwikkelde 3- en 9-uur staining graderingsschaal een lineair karakter heeft, welke daardoor gebruikt kan worden om tussen de hele stappen van de schaal te interpoleren.

**Hoofdstuk 4** geeft een overzicht van de klinische studies naar 3- en 9-uur staining bij bestaande lensdragers, om inzicht te krijgen in het ontstaan van de aandoening en om mogelijke opties te distilleren om het probleem beter te managen. Het eerste deel (**deel 4.1**) analyseert de relatie tussen de subjectieve en objectieve karakteristieken van 3- en 9-uur staining, waaronder met name bulbaire hyperemie, conjunctivale staining en draagcomfort. De correlatie tussen bulbaire hyperemie en corneale staining was laag bij lensdragers met substantiële 3- en 9-uur staining. Maar ogen met conjunctivale staining lieten wel meer corneale staining zien dan ogen zonder conjunctivale staining. Nasale en temporale staining waren niet gecorreleerd, en er werd ook geen correlatie tussen draagcomfort en VAS (visual analogue scale) comfort scores gevonden. Symptomatische lensdragers vertoonden meer corneale staining dan asymptomatische lensdragers in de groep met substantiële 3- en 9-uur staining.

Het managen van 3- en 9-uur staining in de praktijk is geen simpele, en vaak een frustrerende taak. Soms is het onmogelijk het probleem volledig te verhelpen. De therapeutische oplossingen voor deze contactlenscomplicatie die worden geboden in de literatuur zijn vaak in strijd met elkaar. En alhoewel er diverse oplossingen worden aangedragen in de internationale literatuur, zijn niet veel van deze factoren gebaseerd op 'evidence-based' studies. Op basis van een evaluatie van alle beschikbare literatuur op dit gebied konden acht mogelijke variabelen worden gedistilleerd die belangrijk kunnen zijn bij het managen van 3- en 9-uur staining. Vijf van deze acht variabelen zijn lensparameters: lensradius, edge lift, binnengeometrie van de lens, lensdiameter en ten slotte de dikte en vorm van de lensrand. Drie andere variabelen zijn gerelateerd aan het gedrag van de lens op het oog: lenscentratie, beweging van de lens en de bevochtiging van de lens. Maar er is verdeeldheid in de literatuur wat betreft de mate en het soort van veranderingen die aangebracht moeten worden om de staining te verminderen aangaande veel van deze variabelen. Het betreft hierbij ook de ogenschijnlijk meest belangrijke variabelen: edge lift, lensradius en lensdiameter (deze variabelen worden het vaakst genoemd en/of als belangrijkste aangegeven). **Deel 4.2** van dit proefschrift onderzoekt de genoemde parameters bij bestaande lensdragers.

Uit onze studie bleek dat vlakke lensaanpassingen, interpalpebrale lenspassingen en grotere lensdiameters risicofactoren kunnen zijn voor het ontstaan van 3- en 9-uur staining. Op basis hiervan lijkt het aan te raden vlakke lenspassingen te vermijden

bij 3- en 9-uur staining. Echter: vlakke contactlenzen kunnen ook een lid-attachment lenspassing veroorzaken, wat weer een positief effect kan hebben op 3- en 9-uur staining. Dezelfde controversie geldt ook voor lensdiameter. Er wordt aangeraden een kleinere lensdiameter te gebruiken om 3- en 9-uur staining te beperken, maar grotere contactlenzen kunnen leiden tot lid-attachment lenspassingen wat ook kan bijdragen aan het verminderen van 3- en 9-uur staining. De voornaamste conclusie is derhalve dat de genoemde variabelen niet als individuele factoren gezien kunnen worden. Dit verklaart wel de controversie in de literatuur met betrekking tot deze variabelen. Het type lenspassing (lid-attached of interpalpebraal) speelt dus een belangrijke rol bij 3- en 9-uur staining, en het effect hierop dient te allen tijde meegewogen te worden indien andere parameters worden aangepast.

Om de mogelijke achterliggende mechanismen betreffende 3- en 9-uur staining verder te onderzoeken werden de rol van het traanfilmvolume (gemeten als de traanmeniscus hoogte, TMH) en het knipperpatroon van vormstabile lensdragers onderzocht (**hoofdstuk 5**). Deze onderzoeken lieten zien dat de TMH van vormstabile lensdragers lager was dan van niet-lensdragers (**deel 5.1**). In theorie zou een verminderd traanvolume op het oculaire oppervlak kunnen leiden tot een dunner en minder stabiele traanfilm, mogelijk leidend tot uitdroging van de cornea en 3- en 9-uur staining. Er werd tevens gevonden dat lensdragers met substantiële 3- en 9-uur staining een lagere TMH waarde vertoonden dan lensdragers zonder substantiële 3- en 9-uur staining, maar dit was niet statistisch significant. Bij grotere contactlenzen werden iets lagere TMH waarden gevonden dan bij optimale en kleinere diameter contactlenzen, maar ook dit was niet statistisch significant. Geen verschil in TMH werd gevonden voor lenspassing (vlakke versus diepe lenspassingen). Op basis van de bevindingen van deze studie werd geconcludeerd dat TMH, en daarmee mogelijk het traanvolume op het oog, beïnvloed wordt door het dragen van vormstabile contactlenzen. De hypothetische TMH veranderingen die door invloed van verschillende lensparameters verwacht zouden kunnen worden zijn óf niet substantieel, óf de methode om dit te meten is niet gevoelig genoeg om de mogelijk subtiele veranderingen die aanwezig zijn aantoonbaar te maken.

Het doel van het onderzoek dat gepresenteerd is in **deel 5.2** was om te evalueren of er een verschil is in de frequentie en in de volledigheid van knipperslagen tussen vormstabile lensdragers (met en zonder 3- en 9-uur staining) en niet-lensdragers. Er werd geen verschil in totale knipperfrequentie gevonden tussen deze groepen. Echter, minder complete knipperslagen, meer incomplete knipperslagen en meer pogingen-tot-knipperslag werden waargenomen bij lensdragers met 3- en 9-uur staining vergeleken met lensdragers zonder 3- en 9-uur staining, en ook dan bij

niet-lensdragers. In relatie tot individuele contactlensgerelateerde variabelen werd gevonden dat minder complete knipperslagen en meer pogingen-tot-knipperslag werden gezien bij interpalpebrale lenspassingen dan bij lid-attachment lenspassingen. Tevens werden minder complete knipperslagen en meer incomplete knipperslagen gevonden bij lenzen die als groot of normaal werden aangemerkt in vergelijking met contactlenzen die als klein werden aangemerkt. Geen bewijs werd gevonden voor een invloed van de lenspassing (vlakke lenspassing versus diepe lenspassing) op het knippergedrag van vormstabiele lensdragers.

## **Conclusies**

Op basis van de studies in dit proefschrift kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan met betrekking tot de klinische implicaties en enkele uitspraken worden gedaan met betrekking tot de mogelijke mechanismen die 3- en 9-uur staining kunnen veroorzaken.

## **Klinische Implicaties**

### *Subjectieve en Objectieve Bevindingen*

Om het draagcomfort te evalueren van dragers van vormstabiele contactlenzen met 3- en 9-uur staining lijkt het eenvoudigweg registreren van de aan- of afwezigheid van symptomen een betere voorspellende waarde te hebben dan het gebruik van VAS comfort scores. Maar in het algemeen geldt dat er lage correlaties tussen draagcomfort en corneale staining werden gevonden. Dit suggereert dat routinematige contactlenscontroles om 3- en 9-uur staining op te sporen noodzakelijk zijn, daar het draagcomfort geen duidelijke aanwijzing geeft voor de aanwezigheid van de contactlenscomplicatie.

Vanwege de lage correlatie tussen bulbaire hyperemie en corneale staining is het tevens niet aan te raden de hoeveelheid hyperemie mee te laten wegen in het oordeel over de mate van 3- en 9-uur staining. Het observeren van conjunctivale staining daarentegen kan potentieel van toegevoegde waarde zijn in de praktijk voor het analyseren van de ernst en aard van 3- en 9-uur staining.

De ontwikkelde 3- en 9-uur staining graderingsschaal kan een bijdrage leveren aan het observeren en graderen van de aandoening. Vanwege de lineariteit van de schaal kan er tussen de vijf stappen van de schaal geïnterpoleerd worden, zodat het discriminerend vermogen van het graderen toeneemt. Het is van belang zowel de nasale als temporale zijde van de cornea te evalueren, en de maximale hoeveelheid staining te gebruiken voor het inschatten van de omvang van de staining omdat de

correlatie tussen de mate van nasale en temporale staining laag was in ons onderzoek.

### *Lenspassing*

Vlakke lenspassingen, interpalpebrale lenspassingen en grotere contactlenzen lijken een verhoogd risico te zijn voor 3- en 9-uur staining. Op basis hiervan lijkt een advies voor de lenspassing eenvoudig, maar toch blijft er ruimte voor controverse en discussie. Want terwijl het streven is om vlakke lenspassingen te voorkomen, kunnen vlakke lenspassingen ook leiden tot lid-attachment lenspassingen welke een positief effect kunnen hebben. Met betrekking tot lensdiameter geldt dezelfde controverse: minder 3- en 9-uur staining werd waargenomen bij kleinere contactlenzen, maar grotere contactlenzen kunnen leiden tot een lid-attachment lenspassing met een mogelijk gunstig effect op 3- en 9-uur staining.

Op basis van het voorgaande kan geconcludeerd worden dat het advies bij 3- en 9-uur staining is om de invloed van de lens op de traanfilm alswel op het ooglid zoveel mogelijk te minimaliseren. Om het effect van de lens op de traanfilm zoveel mogelijk te beperken moet ernaar gestreefd worden de vorm van de cornea zoveel mogelijk te respecteren, zodat een optimaal lens-cornea profiel gecreëerd wordt. Optimaal in dit opzicht betekent een gelijkmatige traanfilm tussen lens en cornea, waarbij een grote perifere lift en traanmeniscus rond de lensrand vermeden dienen te worden. In klassieke lensaanpastermen betekent dit doorgaans de perifere lift minimaliseren en de lensdiameter klein houden.

Maar tegelijkertijd moet het streven zijn de invloed van de lens op de oogleden zoveel mogelijk te verminderen om het knippergedrag van de lensdrager zo optimaal mogelijk te houden. Dit kan aan de ene kant bereikt worden door dezelfde strategie te hanteren als bij de invloed van de lens op de traanfilm: de perifere lift verminderen en de diameter verkleinen om de interactie tussen bovenste ooglid en lensrand zoveel mogelijk te beperken. Corneatopografie data die de corneavorm nauwkeurig in kaart brengen kunnen een belangrijke toegevoegde waarde zijn om de invloed van de lens op zowel de traanfilm als op het ooglid te verminderen. Echter, aan de andere kant is duidelijk dat het effect van de lens op het ooglid ook effectief kan worden verminderd door een lid-attachment lenspassing te creëren, waarbij juist een grotere perifere lift en/of een grotere lensdiameter aan te raden zijn. Hierbij moet wel aangemerkt worden dat lid-attachment lenspassingen enkele nadelige gevolgen kunnen hebben voor de lensdrager. Lid-attachment lenspassingen kunnen leiden tot een toename van cornea-irregulariteiten (corneal warpage) omdat de lenzen doorgaans gedecentreerd zijn op de cornea. Dit mogelijke effect moet worden geëvalueerd door middel van corneatopografie tijdens routinecontro-



les. Tevens kunnen er visuele klachten ontstaan: gedecentreerde lenzen die onder het bovenste ooglid gepositioneerd zitten kunnen leiden tot visusklachten in schemerlicht omdat de lensrand binnen het pupilbereik komt. Dit kan leiden tot storende schitteringen en vertekeningen in dergelijke omstandigheden.

Een alternatieve mogelijkheid die tot nu toe nog niet genoemd is, is de mogelijkheid een zachte lens aan te passen om het probleem van 3- en 9-uur staining het hoofd te bieden. Theoretisch gezien kan dit inderdaad een prima alternatief zijn. Aangezien 3- en 9-uur staining gerelateerd is aan droge ogen, is er geen garantie dat het dragen van hydrofiele contactlenzen probleemloos zal zijn omdat dehydratie staining een veel voorkomende complicatie is bij het dragen van zachte contactlenzen. Echter, het kan ook zeker niet worden uitgesloten dat zachte contactlenzen wel succesvol kunnen zijn, zodat indien substantieel 3- en 9-uur staining aanwezig is dat een chronisch karakter heeft, zachte contactlenzen een goed alternatief kunnen zijn. Echter, veel vormstabiele lensdragers dragen deze lenzen voor een reden. Vaak is die reden gerelateerd aan gezichtsscherpte. Vormstabiele contactlenzen voor de irregulaire cornea, en bi- en multifocale vormstabiele contactlenzen voor presbyopie kunnen bijvoorbeeld simpelweg niet vervangen worden door andere lensmoda-liteiten, en zachte contactlenzen zijn derhalve lang niet altijd een optie.

Ook knipperoefeningen en het druppelen van kunstmatig traanvocht zijn mogelijke middelen om 3- en 9-uur staining te verminderen. Deze factoren zijn niet onderzocht in dit proefschrift. Deze opties kunnen een mogelijkheid bieden om de symptomen van 3- en 9-uur staining te verminderen, maar zijn tijdelijk van aard en kunnen niet de oorzaak van het probleem wegnemen.

### **Mechanismen achter 3- en 9-Uur Staining**

Er zijn drie hoofdtheorieën geïntroduceerd die het ontstaan van het fenomeen 3- en 9-uur staining proberen te verklaren: de knipperslag theorie, de traanvolume theorie en de brug theorie. Tevens is er gesuggereerd dat mechanische factoren een rol kunnen spelen bij het ontstaan van 3- en 9-uur staining, waarbij cornea-astigmatisme volgens-de-regel als risicofactor wordt aangemerkt.

#### *De Knipperslag Theorie*

Deze theorie gaat ervan uit dat het dragen van vormstabiele contactlenzen het knippergedrag van de lensdrager kan beïnvloeden, door de interactie tussen lensrand en bovenste ooglid tijdens de knipperslag. Knipperoefeningen worden regelmatig geadviseerd in de praktijk in een poging dit effect zoveel mogelijk te minimaliseren. Deze hypothese werd bevestigd door de resultaten van ons onderzoek: de frequentie van onvolledige knipperslagen was hoger bij dragers van vormstabiele

contactlenzen dan bij niet-lensdragers, en ook werden meer onvolledige knipperslagen gevonden bij lensdragers met 3- en 9-uur staining dan bij diegenen zonder 3- en 9-uur staining. De bevindingen dat meer 3- en 9-uur staining werd waargenomen bij lensdragers met een interpalpebrale lenspassing, en dat meer onvolledige knipperslagen werden waargenomen bij lensdragers met een interpalpebrale lenspassing lijken een directe aanwijzing te zijn in de richting van deze theorie. Ook de bevinding dat lensdragers met grotere lenzen meer onvolledige knipperslagen vertoonden dan lensdragers met normale of kleinere lenzen kan in dezelfde richting wijzen.

Op basis van bovenstaande bevindingen kan gesteld worden dat de kwaliteit van de knipperslag beïnvloed kan worden door het dragen van vormstabiele contactlenzen, met een mogelijke relatie tussen knippergedrag en het ontstaan van 3- en 9-uur staining. Sommige individuele lensvariabelen (in het bijzonder lensdiameter en interpalpebrale lenspassingen) bleken een invloed op de kwaliteit van de knipperslag te hebben en ondersteunen derhalve de knipperslag theorie. Maar, vlakke lenspassingen demonstreerden geen effect op de knipperkwaliteit, wat op basis van theoretische overwegingen wel verwacht zou kunnen worden. Het onderzoeken van lenspassing in relatie tot knippergedrag is echter geen eenvoudige opgave omdat de lenspassing per oog verschillend kan zijn, terwijl de knipperfrequentie voor beide ogen gelijk is. Toekomstige, prospectieve studies zijn nodig om de invloed van lenspassing (voor beide ogen) op de knipperkwaliteit verder te onderzoeken.

#### *De Traanvolume Theorie*

Met betrekking tot de traanvolume- of traanmeniscustheorie wordt verondersteld dat vormstabiele contactlenzen traanvocht onttrekken aan het oculaire oppervlak naar de periferie van de lens, wat kan leiden tot een minder stabiele traanfilm en mogelijk corneale uitdroging in de 3- en 9-uur posities van de cornea. De resultaten van de TMH studie onderschrijven deze theorie ten dele: statistisch significante lagere TMH waarden werden gevonden bij vormstabiele lensdragers in vergelijking met niet-lensdragers. Deze unieke bevinding is tot nu toe niet eerder gerapporteerd.

De bevindingen dat grotere lenzen en vlakke lenspassingen een risicofactor kunnen zijn voor het ontstaan van 3- en 9-uur staining lijkt in lijn met de traanvolume theorie. Vlakke lenspassingen kunnen meer traanvocht onttrekken aan het oculaire oppervlak, en hetzelfde geldt voor grotere lenzen. Maar een relatie tussen lenspassingen en TMH werd niet gevonden in ons onderzoek. Geen statistisch significant verschil werd gevonden tussen verschillende lensdiameters en de TMH. Ook werd er geen statistisch significant verschil in TMH gevonden tussen lensdragers met 3-

en 9-uur staining en diegenen zonder 3- en 9-uur staining. Er is óf geen verschil in TMH voor de gemeten variabelen, óf de verschillen zijn te klein en/of de methode om dit te meten te grof om de potentieel aanwezige kleine verschillen te kunnen meten. Hierbij moet aangetekend worden dat het effect van het type lenspassing (interpalpebraal versus lid-attached) een complicerende factor is bij het analyseren van deze variabelen, zoals eerder in dit proefschrift is aangetoond.

Concluderend: de TMH bij vormstabiele lensdragers was lager dan bij niet-lensdragers, wat een directe ondersteuning van de traanvolume theorie lijkt te zijn. Maar met betrekking tot individuele lensvariabelen blijft de relatie onduidelijk.

### *De Brug Theorie*

Deze theorie stelt dat doordat er een brug wordt gevormd door het bovenste ooglid, met aan de ene kant van de brug de afstaande lensrand en aan de andere kant de cornea, er een ruimte ontstaat onder het ooglid. Hierdoor is de verspreiding van mucine over de corneale epitheelcellen onder de 'brug' suboptimaal, en kan er 3- en 9-uur staining ontstaan. Meettechnieken voor mucine spreiding zijn echter niet voorhanden en deze theorie kon derhalve niet direct getest worden in onze onderzoeken.

Indirect zou het gegeven dat vlakke lenzen een verhoogde kans op 3- en 9-uur staining geven gezien kunnen worden als een ondersteuning van deze theorie. Immers: als de lensrand meer afstaat, neemt het brug effect toe. Grotere lenzen bleken ook een risicofactor te zijn voor het ontstaan van 3- en 9-uur staining, maar het is niet meteen duidelijk hoe lensdiameter zich verhoudt tot de brug theorie. In de praktijk worden vaak juist grotere diameter lenzen aangepast, omdat dit de blootstelling van het oculaire oppervlak verkleint, en het gebied waar uitdroging kan plaatsvinden verkleint (3- en 9-uur staining bevindt zich altijd naast de lens, nooit onder de lens). Aan de andere kant ontstaat er bij kleinere lenzen meer blootstelling van corneale epitheelcellen aan de palpebrale conjunctiva, wat voor een betere mucine spreiding kan zorgen. Kleinere lenzen hebben doorgaans een dunnere lensrand en perifere lift, wat ook een gunstig effect kan hebben op het brug effect. Derhalve zou deze bevinding, dat grotere lenzen een risicofactor zijn voor 3- en 9-uur staining, mogelijk aan kunnen sluiten bij de brug theorie.

Er werd geen relatie gevonden tussen beweging van de lens en 3- en 9-uur staining, terwijl op basis van de brug theorie een betere beweging van de lens, leidend tot een betere mucine spreiding en daarmee tot een vermindering in 3- en 9-uur staining, aannemelijk zou zijn geweest.

De resultaten van de knipperslag studie laten een afname van de kwaliteit van de knipperslag zien, dus meer onvolledige knipperslagen, bij vormstabiele lensdragers en bij mensen met 3- en 9-uur staining. Alhoewel dit op zichzelf geen directe invloed op het brug effect heeft, kan het mogelijk indirect een bijdrage leveren aan het ontstaan van 3- en 9-uur staining, door versterking van het effect dat ontstaat door het brug effect.

Samenvattend: een betere controle van het traanprofiel tussen lens en cornea met een gereduceerde perifere lift zou in theorie een positief effect op het brug effect kunnen hebben. De bevinding dat vlakke lenzen een risicofactor zijn voor 3- en 9-uur staining zou hiervan indirect een bevestiging kunnen zijn, maar het mucine spreiding mechanisme kon niet direct worden gemeten in onze studies.

### *De Mechanische Theorie*

Geen bewijs werd gevonden voor de mechanische theorie, waarbij astigmatisme volgens-de-regel als risicofactor wordt gezien. Er werd geen correlatie gevonden tussen de hoeveelheid staining en de mate en soort cornea-astigmatisme. Hierbij werd gebruikt gemaakt van centrale keratometriewaarden, en het is aangetoond dat de mate van astigmatisme, en de richting van het astigmatisme, kunnen toenemen of afnemen naar de periferie van de cornea. Met andere woorden, het is mogelijk dat er een relatie tussen 3- en 9-uur staining en totaal cornea-astigmatisme bestaat, maar centrale keratometriewaarden alleen bleken onvolledig in staat deze relatie aan te tonen.

Samenvattend met betrekking tot de mogelijke mechanismen achter het ontstaan van 3- en 9-uur staining: de bevindingen in dit proefschrift lijken in de richting van meer dan één oorzaak te wijzen. De resultaten van onze studies lijken de knipperslag theorie het meest te ondersteunen, gevolgd in tweede instantie door de traanvolume theorie. Het brug effect is een derde optie, die deels werd ondersteund maar niet direct kon worden onderzocht. Verschillende mechanismen kunnen mogelijk tegelijkertijd plaatsvinden en elkaar eventueel versterken. De onderzoeken vonden geen bewijs voor de mechanische theorie.

### **Afsluitend**

Alhoewel de gepresenteerde resultaten in dit proefschrift geen definitief uitsluitel geven betreffende een eenduidige oorzaak van 3- en 9-uur staining, kan wel gesteld worden dat de uitkomsten in een bepaalde richting wijzen als het gaat om het beter managen van de aandoening. De conclusie is dat het beste gestreefd kan worden naar het beperken van het effect van de lens op zowel de traanfilm als de oogleden. Praktische adviezen om dit te bereiken met de klassieke aanpastechnieken zijn be-

schreven in dit proefschrift. Echter, om een optimaal effect te bereiken lijkt het onoverkomelijk om gedetailleerde informatie over de corneavorm te verkrijgen. Corneatopografie kan bijdragen aan de strategie om het effect van de lens op zowel de traanfilm als de oogleden te minimaliseren. Custom-made contactlenzen op basis van corneatopografie kunnen een bruikbaar hulpmiddel zijn bij het voorkomen van 3- en 9-uur staining, en lijken tevens de meest logische weg voor de toekomst van de vormstabele contactlens. De technologie om deze contactlenzen te ontwerpen en fabriceren is inmiddels beschikbaar. Misschien wordt het tijd om in plaats van de nog veelgebruikte klassieke aanpastechnieken, de op basis van de nieuwste technologie gebaseerde technieken op grotere schaal toe te gaan passen in de dagelijkse contactlenspraktijk.