

Toric Intraocular lenses in cataract surgery

Citation for published version (APA):

Visser, N. (2016). *Toric Intraocular lenses in cataract surgery*. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20161209nv>

Document status and date:

Published: 01/01/2016

DOI:

[10.26481/dis.20161209nv](https://doi.org/10.26481/dis.20161209nv)

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

Take down policy

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

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary/ Samenvatting

Summary

Approximately 20 to 30% of patients with cataract have a substantial amount of corneal astigmatism. Toric intraocular lenses (IOLs) allow to correct corneal astigmatism at the time of cataract surgery and offer patients spectacle independence for distance vision. The aim of this thesis is to evaluate the use of toric IOLs in cataract surgery. In addition, we evaluated multiple factors that may further optimize outcomes with these IOLs.

In **Chapter 1**, we provide a historical overview on the development of toric IOLs. Over the years, many improvements have been made regarding IOL design and material. We discuss practical issues regarding patient selection, IOL calculation and surgical techniques for toric IOL alignment. This chapter also provides an overview of currently available toric and multifocal toric IOLs. Several randomized controlled studies have shown that toric IOL implantation is a safe and effective treatment option to correct corneal astigmatism during cataract surgery.

In **Chapter 2**, we compare corneal astigmatism measurements obtained by different methods: automated keratometry measured by three different devices (IOLMaster, *Carl Zeiss Meditec*; Lenstar, *Haag Streit*; and SMI Reference Unit, *Sensomotoric Instruments*), manual keratometry (Javal-Schiötz, *Rodenstock*), Placido disk videokeratoscopy (KR-1W, *Topcon*) and Scheimpflug imaging (Pentacam, *Oculus Optikgeräte*). Except for equivalent K values obtained by Scheimpflug imaging, measurements obtained by different devices were comparable. The repeatability of astigmatism magnitudes was acceptable; however, the repeatability of astigmatism meridians was less good. We therefore advise to obtain multiple astigmatism measurements per patient to ensure that both the astigmatism magnitude and meridians are reproducible.

In **Chapter 3** we compare ocular and corneal aberrations measured with four different aberrometers: Hartmann-Shack technology (Irx3, *Imagine eyes*; and Keratron, *Optikon*), ray-tracing technology (iTrace, *Tracey technologies*) and automated retinoscopy (OPD-scan, *Nidek*). Ocular and corneal aberrations were not comparable when measured with these different devices. Since no golden standard is available, it is unclear which device is most accurate. Hartmann-Shack aberrometry showed the best repeatability in measuring ocular aberrations and ray-tracing aberrometry in measuring corneal aberrations.

Chapter 4 evaluates the accuracy of a commonly used manual 3-step procedure for toric alignment. Orienting the toric IOL with great accuracy is necessary in all patients to achieve the optimum astigmatism correction. We analysed all 3 steps for toric IOL implantation: reference axis marking, alignment axis marking and IOL alignment. Together, these 3 errors lead to a mean total error in toric IOL alignment of almost 5 degrees. This results in residual astigmatism of 17% and is especially relevant if a high cylinder power toric IOL is used.

In the following chapters we evaluate clinical outcomes following toric IOL implantation. **Chapter 5** describes the results of a randomized controlled trial comparing spectacle use following bilateral toric versus monofocal IOL implantation (control group) in patients with cataract and corneal astigmatism. Following bilateral toric IOL implantation, 84% of patients were spectacle independent for distance vision, compared to 31% in the control group. Patients in the toric IOL group had better uncorrected distance visual acuity (UDVA) and lower residual refractive astigmatism. No differences were found in contrast sensitivity, higher-order aberrations or refractive error-related quality of life.

Chapter 6 describes a clinical study in which the effectiveness of toric IOLs in correcting high amounts of corneal astigmatism is evaluated. Preoperatively, mean corneal astigmatism was 3.84 D. Postoperatively, half of patients achieved an UDVA of 20/30 or better and residual refractive astigmatism was less than 1.0 D in about 80% of eyes. These results show that toric IOLs are effective in correcting high amounts of corneal astigmatism.

Chapter 7 evaluates the clinical outcomes following multifocal toric IOL implantation. These IOLs allow patients with cataract and corneal astigmatism to achieve spectacle independency at both distance and near. Spectacle independency for distance and near vision was achieved by 95% and 79% of patients, respectively. Multifocal toric IOL implantation resulted in good distance and near visual outcomes and acceptable intermediate visual outcomes.

In **Chapter 8** we determine the efficacy of astigmatism correction following toric IOL implantation using a vector analysis. We evaluate the use of toric IOLs in 3 clinical settings: toric IOLs in cataract surgery; toric phakic IOLs in refractive surgery; and toric phakic IOLs to correct post-keratoplasty (PKP) astigmatism. Use of toric IOLs in cataract

surgery resulted in a mean residual astigmatism of 0.37 D, and an index of success of 0.14. The index of success is a relative measure of success and preferably zero. Following toric phakic IOL implantation, overall residual astigmatism was approximately 0.60 D and the index of success was 0.32 (Artiflex phakic) and 0.18 (Artisan phakic). In PKP eyes, residual astigmatism was 1.56 D and the index of success 0.28. Incorporating surgically induced corneal astigmatism into toric phakic IOL power calculations may further increase their effectiveness.

Chapter 9 and 10 describe the use of toric IOLs in special cases. In **Chapter 9**, cataract surgery with toric IOL implantation was evaluated in two patients with irregular corneal astigmatism due to keratoconus. We report that toric IOLs can be used to correct irregular astigmatism and improve visual functioning in patients with mild to moderate amounts of stable keratoconus. In **Chapter 10** we present two patients with unexpected residual astigmatism following toric IOL implantation. Residual astigmatism following toric IOL implantation may be caused by multiple factors: IOL misalignment, the effect of the spherical power and anterior chamber depth on toric IOL calculations, the effect of posterior corneal astigmatism, and the effect of a large pupil size. Improving toric IOL calculations may compensate for the effective cylinder power and posterior corneal astigmatism. We recommend to perform pupillometry in relatively young patients who wish to undergo toric IOL implantation.

Samenvatting

Ongeveer 20 tot 30% van alle patiënten met cataract heeft ook een substantiële hoeveelheid cornea astigmatisme. Torische intraoculaire lenzen (IOLs) bieden de mogelijkheid om tijdens een cataractoperatie cornea astigmatisme te corrigeren. Postoperatief kunnen patiënten zonder bril een optimale vertevisus bereiken. Het doel van dit proefschrift is om het gebruik van torische IOLs in cataractchirurgie te evalueren. Tevens hebben we verschillende factoren geanalyseerd die de uitkomsten met deze IOLs mogelijk nog verder kunnen optimaliseren.

Hoofdstuk 1 geeft een overzicht van de ontwikkeling van torische IOLs. In de loop der jaren zijn er vele aanpassingen geweest in het ontwerp en materiaal van deze lenzen. We bespreken praktische zaken aangaande patiënt selectie, IOL berekening en chirurgische technieken voor het plaatsen van deze lenzen. Dit hoofdstuk geeft verder een overzicht van studies in de wetenschappelijke literatuur waarin torische IOLs en multifocale torische IOLs zijn onderzocht. Enkele gerandomiseerde klinische studies in de literatuur tonen aan dat torische IOL implantatie een veilige en effectieve behandeling is om cornea astigmatisme te corrigeren tijdens cataractchirurgie.

In **Hoofdstuk 2** vergelijken we verschillende methoden om cornea astigmatisme te meten: geautomatiseerde keratometrie gemeten met drie verschillende apparaten (IOLMaster, Carl Zeiss Meditec; Lenstar, Haag Streit; en SMI Reference Unit, Sensomotoric Instruments), handmatige keratometrie (Javal-Schiötz, Rodenstock), Placido disk videokeratoscopie (KR-1W, Topcon) en Scheimpflug imaging (Pentacam, Oculus Optikgeräte). Cornea astigmatisme waardes gemeten met verschillende apparaten waren goed vergelijkbaar, behalve equivalent K waardes gemeten met Scheimpflug imaging. De reproduceerbaarheid in het meten van de astigmatisme grootte was met alle apparaten acceptabel. Echter de reproduceerbaarheid in het meten van de astigmatisme richting (meridiaan) was minder goed. Wij adviseren daarom om per patiënt meerdere metingen te verrichten en erop te letten dat de astigmatisme grootte en meridiaan reproduceerbaar zijn.

In **Hoofdstuk 3** vergelijken we verschillende aberrometers om oculaire en corneale aberraties te meten. We vergelijken Hartmann-Shack technologie (Irx3, Imagine eyes; en Keratron, Optikon), ray-tracing technologie (iTrace, Tracey technologies) en geautomatiseerde retinoscopie (OPD-scan, Nidek). De resultaten van deze studie laten zien dat oculaire en corneale aberraties gemeten met verschillende apparaten niet

goed vergelijkbaar zijn. Aangezien er geen gouden standaard is, is onbekend welk apparaat het nauwkeurigst meet. Hartmann-Schack aberrometrie heeft de beste reproduceerbaarheid in meten van oculaire aberraties en ray-tracing aberrometrie in het meten van corneale aberraties.

In **Hoofdstuk 4** wordt de nauwkeurigheid van een veel gebruikte handmatige markeringstechniek voor het implanteren van torische IOLs onderzocht. Voor een optimale astigmatisme correctie is het van belang dat de torische IOL nauwkeurig op de juiste as wordt geplaatst. We hebben alle stappen voor torische IOL implantatie geanalyseerd: markeren van de referentie as, markeren van de implantatie as en torische IOL implantatie. Deze 3 stappen leiden samen tot een gemiddelde fout van 5 graden bij het implanteren van torische IOLs. Dit resulteert in een rest astigmatisme van 17% en is met name van belang bij torische IOLs met een hoge cylinder sterkte.

In de volgende hoofdstukken worden klinische resultaten na torische IOL implantatie besproken. In **Hoofdstuk 5** wordt een gerandomiseerde klinische studie beschreven waarin bilaterale torische IOL implantatie is vergeleken met bilaterale monofocale IOL implantatie (controle groep) bij patiënten met cataract en cornea astigmatisme. Na bilaterale torische IOL implantatie was 84% van de patiënten brilonafhankelijk voor vertezien, vergeleken met 31% in de controle groep. Patiënten in de torische groep hadden postoperatief een betere ongecorrigeerde vertevisus en lager refractie astigmatisme. Er zijn geen verschillen gevonden in contrast gevoeligheid, hogere-orde aberraties en refractie afwijking-gerelateerde kwaliteit van leven tussen de beide groepen.

In **Hoofdstuk 6** wordt een klinische studie beschreven waarin de effectiviteit van torische IOLs in het corrigeren van hoog cornea astigmatisme wordt onderzocht. Preoperatief was het gemiddelde cornea astigmatisme 3,84 D. Postoperatief behaalde de helft van de patiënten een ongecorrigeerde vertevisus van minimaal 20/30. In ruim 80% van de ogen was het rest astigmatisme minder dan 1 D. Deze resultaten laten zien dat torische IOLs effectief zijn in het corrigeren van hoog cornea astigmatisme.

In **Hoofdstuk 7** worden de klinische resultaten na multifocaal torische IOL implantatie beschreven. Multifocaal torische IOLs bieden patiënten met cataract en cornea astigmatisme de mogelijkheid om brilonafhankelijk te worden voor vertezien en lezen. Postoperatief was 95% van de patiënten brilonafhankelijk voor vertezien en 79% voor

lezen. Multifocaal torische IOL implantatie resulteerde in een goede verte- en leesvisus en een acceptabele intermediaire visus.

In **Hoofdstuk 8** hebben we de effectiviteit van astigmatisme correctie met torische IOLs bepaald met behulp van een vector analyse. We hebben het gebruik van torische IOLs geanalyseerd in 3 klinische toepassingen: torische IOLs in cataract chirurgie; torische phake IOLs in refractie chirurgie; en torische phake IOLs ter correctie van post-keratoplastiek (PKP) astigmatisme. Gebruik van torische IOLs in cataract chirurgie resulteerde in een gemiddeld rest astigmatisme van 0,37 D en een index of success van 0,14. De index of success is een relatieve maat voor success en is idealiter 0. Gebruik van torische phake IOLs in refractie chirurgie resulteerde in een rest astigmatisme van ongeveer 0,60 D en een index of succes van 0,32 (Artiflex phake IOL) en 0,18 (Artisan phake IOL). Torische phake IOLs ter correctie van PKP astigmatisme resulteerde in een rest astigmatisme van 1,56 D en een index of success van 0,28. Door bij torische phake IOL calculaties rekening te houden met chirurgisch geïnduceerd astigmatisme kunnen de resultaten met deze phake IOLs verder worden verbeterd.

Hoofdstuk 9 en 10 beschrijven gebruik van torische IOLs in speciale situaties. In **Hoofdstuk 9** beschrijven we 2 patiënten met irregulair astigmatisme door keratoconus die een cataract operatie ondergaan met implantatie van een torische IOL. Torische IOLs kunnen gebruikt worden om irregulair astigmatisme door keratoconus te corrigeren, mits er sprake is van milde tot matige stabiele keratoconus. In **Hoofdstuk 10** presenteren we 2 patiënten met onverwachts rest astigmatisme na torische IOL implantatie. Mogelijke oorzaken voor rest astigmatisme zijn IOL misalignment, een afwijkende effectieve cylinder sterkte, abnormaal posterior cornea astigmatisme en een abnormale pupil grootte. Door torische IOL calculaties verder te optimaliseren kan rekening gehouden worden met de effectieve cylinder sterkte en posterior cornea astigmatisme. Wij adviseren verder om bij jonge patiënten voorafgaand aan torische IOL implantatie ook pupillometrie te verrichten.