

ORIGINAL ARTICLE

Vector Analysis of Anticipated Residual Astigmatism and Actual Residual Astigmatism in Toric IOL Implantation using *Callisto-Eye*TM

Kukuh Prasetyo, Ucok Pasaribu, Setiyobudi Riyanto, Johan Hutauruk
Cataract and Refractive Surgery Service
Jakarta Eye Center
Contact: dr.kukuh.prasetyo@gmail.com

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to investigate the differences of actual residual astigmatism and anticipated residual astigmatism using Alpin's Vector Analysis from toric IOL implantation using Image Guided System (Callisto EyeTM) and other method.

Method: This was a retrospective case series study done in Jakarta Eye Center. Data was taken consecutively from medical records of Toric IOL implantation from January 2016 to November 2017. Primary data taken were demographic data, anticipated residual astigmatism, refractive examination both subjectively and objectively. Secondary data was analyzed using Alpin's Vector Analysis to subtract anticipated residual astigmatism from actual residual astigmatism. Spherical equivalent and axis shifting also taken from refractive examination results. Data was divided into subgroup of Toric IOL implantation using Image Guided System and subgroup of Toric IOL implantation using other method.

Results: There was a statistically significant difference of subjective refraction vector analysis result between subgroups with difference of 0.312 dioptri (p value 0.004). Objective refraction vector analysis shows no statistically difference between two subgroups (p value 0.286). Spherical equivalent both subjectively and objectively not differ (p value 0.721 and 0.689). Axis shifting from refractive examination also not statistically significant differ between two subgroups (p value 0.432 and 0.358)

Conclusion: Difference between actual residual astigmatism from subjective refraction and anticipated residual astigmatism is lower when using Callisto EyeTM.

Key words: Alpin's Vector Analysis, Residual Astigmatism, Image Guided System

Operasi katarak mengalami perkembangan yang pesat. Bebas dari kacamata merupakan tujuan dari operasi katarak yang dilakukan saat ini. Perkembangan biometri dapat menghilangkan kelainan refraksi sferis, namun kelainan refraksi terkait astigmat sering menyulitkan pasien katarak untuk bebas dari kacamata pasca operasi katarak.¹ Pada suatu penelitian diketahui bahwa prevalensi astigmat

$\geq 0,5$ D pada populasi normal sebesar 73,53%; astigmat $\geq 1,0$ D sebesar 32,78%; astigmat $\geq 1,5$ D sebesar 13,55%; dan astigmat $\geq 2,0$ D sebesar 6,86 persen. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Astigmat with the rule didapatkan pada 53,3% dari populasi; against the rule pada 28,3% dari populasi dan 18,4% dari populasi merupakan *oblique astigmatism*.²

Perkembangan teknik operasi katarak juga ditujukan untuk menghilangkan astigmat tersebut. Dikenal teknik *limbal relaxing incision* untuk mengatasi astigmat derajat ringan hingga sedang. Keuntungan dari teknik tersebut adalah resiko rendah terjadinya astigmat iregular dan relatif mudah dilakukan; namun kekurangannya ukuran astigmat yang dapat diatasi terbatas. Penggunaan lensa tanam intraokular toric diketahui memiliki prediktabilitas yang lebih tinggi dan efektif pada astigmat sedang dan tinggi; meski lensa tersebut memiliki kekurangan berupa harga yang relatif lebih mahal.³⁻⁵ Bioplastics dapat dipertimbangkan pada astigmat $>0.5D$, namun tidak selalu tersedia ada semua RS.⁶

Keberhasilan pemasangan lensa tanam intraokular toric selain pada kemampuan biometri untuk menentukan power juga terletak pada ketepatan pemasangan lensa pada axis yang diinginkan agar tidak didapatkan adanya *residual astigmatism* pasca prosedur fakoemulsifikasi.⁷ Beberapa teknik untuk pemasangan lensa tanam intraokular toric antara lain: memberikan *corneal marker* secara manual atau menggunakan *digital photography marker* dengan panduan dari software *Image Guided System* (Verion™ dari Alcon atau Callisto Eye™ dari Zeiss). Sistem tersebut meminimalkan kesalahan akibat penentuan marker dan meningkatkan kesejajaran axis lensa postoperatif dengan menggunakan panduan iris atau pembuluh darah konjungtiva sebagai *landmark*.⁸ *Residual astigmatism* telah diperhitungkan oleh produsen dari lensa tanam toric dengan mengkalkulasi *surgical induced astigmatism* dengan besar antara 0,2-0,3 D pada incisi tertentu di bagian temporal dari mata yang dioperasi, serta memperhitungkan letak axis dari lensa yang akan ditanam. Hal tersebut dikenal sebagai *anticipated residual astigmatism*.⁹

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa selisih antara astigmat yang didapatkan pada pemeriksaan refraksi pasca operasi fakoemulsifikasi yang dilakukan penanaman lensa tanam toric dengan *anticipated residual astigmatism* dari kalkulasi produsen lensa tanam toric pada lensa toric yang dilakukan pemasangan dengan menggunakan *image guided system* (Callisto Eye™ dari Carl Zeiss Ag) dan dengan menggunakan metode lain. Penghitungan

dilakukan dengan menggunakan analisis vektor serta turut menyertakan data pergeseran axis dari kedua pengukuran tersebut.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian single-center retrospektif case series. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Mata Jakarta Eye Center Kedoya dan Rumah Sakit Mata Jakarta Eye Center Menteng. Penelitian dilakukan pada awal bulan Desember 2017.

Data diambil dari rekam medis pasien dari kedua rumah sakit tersebut yang didiagnosis dengan katarak dan dilakukan tindakan fakoemulsifikasi dan penanaman lensa intraokular toric oleh operator dari service katarak dan bedah refraktif selama kurun waktu Januari 2016-November 2017 dengan metode sampling konsekutif. Rekam medis dengan ketidak lengkapan data (data kalkulasi lensa tanam intraokular toric yang tidak di-upload ke dalam sistem rekam medis elektronik), pasien yang tidak kontrol setelah hari pertama post op sehingga tidak dapat dilakukan pemeriksaan refraksi, serta pasien dengan kelainan okuli lain dieksklusi pada penelitian ini. Total sampel yang diteliti pada penelitian ini berjumlah 170 sampel.

Data primer diambil dengan membuka rekam medis pasien yang telah menjalani operasi fakoemulsifikasi dengan lensa tanam intraokular toric baik rekam medis fisik maupun elektronik. Data yang diambil meliputi data demografi; data laporan operasi meliputi operator, jenis dan ukuran lensa tanam toric, serta SIA dan rekomendasi incisi dari produsen lensa tanam toric; hasil pemeriksaan refraksi subyektif dan obyektif baik data pre op dan post op; data *anticipated residual astigmatism* yang didapat dari kalkulasi produsen; serta biometri yang digunakan. Sampel dibagi menjadi kelompok pasien yang dilakukan operasi dengan *image guided system* Callisto Eye™ buatan Carl Zeiss Ag (Grup IGS/*Image Guided System*) dan kelompok (grup non IGS/*Image Guided System*) yang menggunakan metode lain (pemberian marker kornea secara manual atau dengan menggunakan *digital marker*).

Data sekunder berupa selisih astigmat antara *actual residual astigmatism* (yang didapat dari pemeriksaan refraksi subyektif dan obyektif

post op 1 bulan pasca operasi katarak) dan *anticipated residual astigmatism* (yang diperoleh dari hasil kalkulasi lensa tanam intraokular toric dari produsen) diperoleh dengan menggunakan *Alpin's Vector Analysis* menggunakan software dari www.assort.com/assort-vector-calculator/, hasil yang didapat dalam bentuk diagram polar dan diagram vector, namun yang dimasukkan dalam perhitungan (skala data numerik) adalah data yang didapat dari representasi polar berupa selisih power dari astigmat dan axis resultan.

Pergeseran axis (D-axis) di dapatkan dengan menghitung selisih axis dari astigmat residu post op dari pemeriksaan refraksi subyektif dan obyektif dengan axis dari *anticipated residual astigmatism*. *Spherical equivalent* dari pengukuran subyektif dan obyektif post op juga dibandingkan dengan *spherical equivalent* hasil pemeriksaan refraksi pre op.

Analisis statistik

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan XLStat add-in Excel WorkSheet Microsoft 2013. Data yang diperoleh diukur normalitasnya menggunakan uji Shapiro Wilk. Uji komparasi dilakukan dengan menggunakan Mann Whitney U test dengan tingkat kepercayaan 95% (p value <0.05 dianggap memiliki kemaknaan secara statistik).

HASIL

Terdapat 111 pasien dan 170 mata yang dilakukan operasi fakoemulsifikasi dengan menggunakan lensa tanam intraokular toric yang dilakukan selama periode Januari 2016-November 2017. Data demografi dapat dilihat pada tabel 1.

Pada tabel 1 tampak bahwa perbandingan laki-laki dan perempuan, rerata usia, serta perbandingan lateralitas antara kedua grup tidak menunjukkan hasil yang berbeda.

Tabel 1. Data demografi

	IGS Group (n=94 mata)	Non IGS group (n=76 mata)
Jenis kelamin		
Laki-laki	43 (45.74%)	42 (55.26%)
Perempuan	51 (54.26%)	34 (44.74%)
Usia	65.69±12.7 tahun	63±16 tahun
Lateralitas		
Dekstra	51 (54.25%)	41 (53.95%)
Sinistra	53 (45.75%)	35 (46.05%)

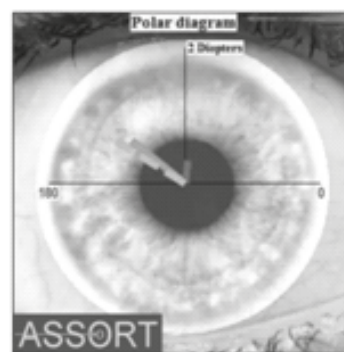
Data intraoperasi ditampilkan pada tabel 2. Haigis suite paling banyak digunakan pada grup IGS sementara SRK/T paling banyak digunakan pada grup yang menggunakan selain *image guided system* sebagai panduan dalam memasang lensa tanam intraokular toric.

Letak incisi berbeda antara keduanya namun letak incisi yang direkomendasikan perhitungan lensa tanam intraokular toric juga berdasar mata sebelah mana yang akan dioperasi serta aerodinamisnya.

Tabel 2. Data intraoperasi

	IGS Group (n=94 mata)	Non IGS group (n=76 mata)
Lensa tanam intraokular		
Zeiss	69 (73.40%)	50 (65.79%)
Acrysoft	23 (24.45%)	25 (32.89%)
Technis	2 (0.14%)	1 (0.04%)
Formula Lensa Tanam Intra Okular		
Haigis	61 (64.89%)	10 (13.16%)
SRK/T	32 (34.04%)	65 (85.53%)
Barret	1 (1.07%)	1 (0.01%)
<i>Surgical Induced Astigmatism</i> (SIA)	-0.09±0.24	-0.075±0.255
<i>Incision site</i>	Median 25 Range 0-205	Median 0 Range 0-205

Alpin's Vector Analysis adalah suatu metode dalam menganalisis astigmat karena astigmat memiliki dua buah aspek yaitu kekuatan dan arah. Hasil dari pengukuran akan digambarkan oleh software dalam bentuk diagram polar, diagram vector, dan representasi polar seperti pada gambar di bawah ini.

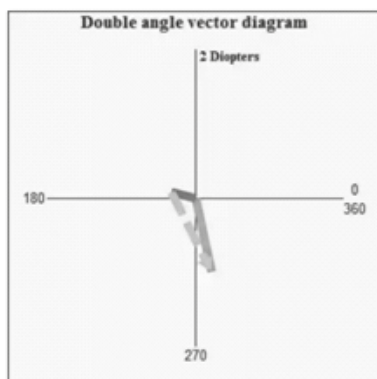


Gambar 1. Diagram Polar Alpin's Vector Analysis

Data intraoperasi ditampilkan pada tabel 2. Haigis suite paling banyak digunakan pada grup IGS sementara SRK/T paling banyak digunakan pada subgrup yang menggunakan selain image guiding system sebagai panduan dalam memasang lensa tanam intraokular toric.

Letak insisi berbeda antara keduanya namun letak insisi yang direkomendasikan perhitungan lensa tanam intraokular toric juga berdasar mata sebelah mana yang akan dioperasi serta aerodinamisnya.

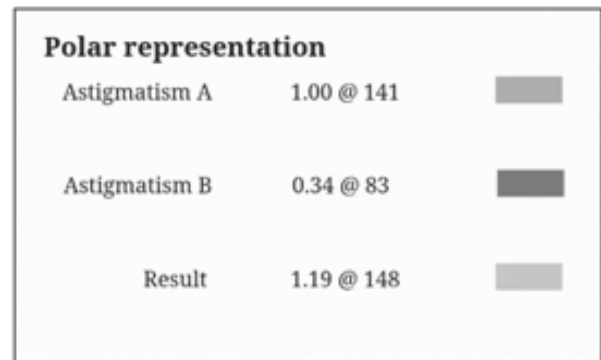
Hasil analisis dengan menggunakan Alpin's Vector Analysis tampak pada tabel 2 diatas. Seluruh data dari kedua subgrup dengan uji normalitas menggunakan Shapiro wilk test menunjukkan distribusi yang tidak normal, sehingga uji statistik untuk komparasi yang digunakan adalah Mann Whitney U test. P value dianggap bermakna bila $<0,05$. Dari tabel 3 tampak bahwa perbedaan yang bermakna secara statistik adalah selisih besar *actual residual astigmatism* post op dengan *anticipated residual astigmatism* pada pengukuran refraksi subyektif dengan beda rerata 0,312 Dioptri.



Gambar 2. Diagram vector Alpin's Vector analysis

Tabel 3. Alpin's Vector Analysis

	Grup IGS	Grup Non IGS	P value
<i>Resultant Astigmatism Subjective refraction</i>	0,533±0,714	0,845±0,569	0,004
<i>Resultant Astigmatism Objective refraction</i>	0,939±0,631	1,045±0,709	0,286
<i>Difference of Spherical Equivalent Subjective refraction</i>	1,736±4,222	1,819±4,581	0,721
<i>Difference of Spherical Equivalent Objective refraction</i>	1,804±4,656	1,84±5,129	0,689
<i>Resultant Axis Subjective refraction</i>	96,914±64,738	108,6±65,2	0,301
<i>Resultant Axis Objective refraction</i>	93,71±69,94	105,16±65,055	0,475
<i>Axis shifting Subjective refraction</i>	54,376±44,032	54,453±48,764	0,432
<i>Axis shifting Objective refraction</i>	50,882±38,992	47,693±43,29	0,358
<i>Δ Keratometry pre op</i>	1.783±0.52	1.931±0.63	0.279



Gambar 3. Representasi polar yang dimasukkan dalam operasi statistik

Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara resultant axis hasil analisis vektor, juga tidak didapatkan perbedaan yang bermakna antara besar pergeseran axis yang terjadi bila lensa tanam intraokular toric dilakukan dengan menggunakan Callisto Eye™ dibandingkan dengan menggunakan metode lain. Terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara UCVA post op dari grup IGS (rerata $0.659±0.28$) dan grup Non IGS (rerata $0.523±0.23$) dengan p value 0.001.

Hasil selisih antara post op dengan pre-op *spherical equivalent* pada pengukuran refraksi subyektif maupun obyektif pada kedua subgrup tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik. Tidak ada pasien yang dilakukan tatalaksana lebih lanjut terkait hasil refraksi post operatif (menggeser axis lensa atau *Limbal Relaxing Incision* tambahan).

PEMBAHASAN

Secara umum, astigmat terdapat pada 20-30% orang dengan diagnosis katarak. Tatalaksana dengan operasi fakoemulsifikasi harus memperhatikan kondisi tersebut untuk dapat mencapai tajam penglihatan pasca operasi yang optimal. *Residual astigmatism* merupakan penyebab bagi penderita katarak dengan astigmat yang tidak dapat mencapai target emetropia pasca operasi kataraknya.¹⁰

Pada penelitian yang dilakukan oleh Khan¹¹ dengan mengambil sampel pasien katarak dan astigmat didapatkan hasil bahwa tajam penglihatan tanpa koreksi post operasi lebih tinggi pada kelompok dengan astigmat berukuran 1,5 dioptri atau kurang dibandingkan pada kelompok yang memiliki ukuran astigmat yang lebih tinggi, namun perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik dan memiliki kemaknaan secara statistik bila dibandingkan dengan kelompok yang tidak menggunakan lensa tanam intraokular bukan toric. Penelitian multicenter (di tujuh rumah sakit di Jepang) yang dilakukan oleh Miyajima et al¹² menunjukkan hasil yang sama. Penggunaan lensa tanam intraokular toric mampu mengurangi *residual astigmatism* pada kasus katarak dengan astigmat kornea berukuran -0,75 dioptri hingga -3,00 dioptri. Pada penelitian ini seluruh lensa tanam, intraokular toric yang digunakan menggunakan bahan acrylic. Hal tersebut sesuai dengan rekomendasi bahwa lensa tanam intraokular yang berbahan acrylic memiliki stabilitas rotasional yang lebih baik dibandingkan dengan yang berbahan silicon.¹³

Sebelumnya, belum pernah ada analisis vektor yang dilakukan pada perbandingan pemasangan lensa tanam intraokular toric dengan menggunakan *image guided system* dengan pemasangan dengan menggunakan metode manual. Pada penelitian ini, diukur selisih antara *actual residual astigmatism* dan *anticipated residual astigmatism* menggunakan *Alpin's Vector Analysis*. Analisis vektor tersebut diperkenalkan pertama kali oleh Alpin untuk menilai/memprediksi hasil refraksi astigmat dengan menggunakan prinsip vektor pada matematika pada tindakan bedah

refraktif dengan memasukan dalam perhitungan *target induced astigmatism (TIA)*, *surgically induced astigmatism (SIA)*, dan *difference vector (DV)* dalam perhitungan.^{14,15}

Pada penelitian ini, selisih antara kedua residual astigmatism dibandingkan pada dua metode pemasangan lensa tanam intraocular Toric. Bila hasil selisih semakin kecil, menunjukkan bahwa *residual astigmatism* yang didapat pasca operasi semakin mendekati *anticipated residual astigmatism* yang ditetapkan berdasarkan kalkulasi oleh produsen lensa tanam intraokular toric. Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Webers et al.¹⁶ Pada penelitian tersebut diukur *misalignment* yang terjadi pada pemasangan axis dari lensa tanam intraokular toric dan didapatkan perbedaan yang bermakna secara statistik antara subgrup *image guided system* dan subgrup manual, namun hasil *residual refractive astigmatism* dan hasil tajam penglihatan tak terkoreksi tidak menunjukkan hasil yang berbeda secara bermakna antara pemasangan lensa tanam intraokular toric menggunakan *image guided system* dan dengan menggunakan metode *manual corneal marking*. Pada penelitian tersebut tidak dilakukan analisis dengan menggunakan vektor. Pada penelitian ini juga didapatkan pergeseran axis dari axis yang diantisipasi oleh produsen lensa tanam intraokular tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik antara kedua metode pemasangan. Pada penelitian ini bahwa UCVA berbeda secara bermakna pada grup yang dipasang menggunakan *Callisto Eye* dibandingkan pada grup yang tidak menggunakan *Image Guided System*, sementara pada penelitian yang dilakukan Webers¹⁶ menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada hasil tajam penglihatan jauh antara dua kelompok.

Callisto Eye™ adalah *image guided system* yang terintegrasi dengan mikroskop operasi dan memiliki fasilitas *cloud data* sehingga memudahkan proses transfer data pasien dari bagian pemeriksaan biometry, kalkulasi lensa, hingga *guiding* dalam mikroskop di ruang operasi. System buatan Carl Zeiss Ag ini merupakan salah satu *image guided system* yang tersedia di pasaran saat ini. *Image guided system* lain yang tersedia adalah *Alcon Verion Image Guided System*.

Penelitian yang dilakukan oleh Hura¹⁷ menunjukkan bahwa kedua system tersebut pada pemasangan axis lensa tanam intraokular toric menunjukkan pergeseran lebih dari 3 derajat pada 47% sampel, sementara 53% sampel menunjukkan pergeseran tepat tiga derajat. Teknologi terbaru adalah menggabungkan aberometri intraoperasi dengan *image guided system* yang diklaim mampu memberikan *refraktive astigmatism* post operatif kurang dari sama dengan 0,5 D dibandingkan hanya dengan menggunakan metode manual.¹⁸ Penelitian terkait teknologi tersebut belum banyak dilakukan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perbedaan yang bermakna secara statistik antara aktual residual astigmat yang lebih rendah pada pemasangan dengan Callisto eye dibandingkan dengan metode lain. Kekurangan dari penelitian ini adalah penelitian ini tidak dapat menjadikan pemasangan lensa tanam intraokular toric dengan menggunakan metode selain *image guided system* sebagai kontrol karena jumlah yang lebih kecil dibanding jumlah sampel yang menggunakan Callisto Eye; desain penelitian masih case series tanpa melakukan randomisasi perlakuan; analisis vektor dilakukan dengan menggunakan data refraksi astigmat serta arah axis semata tanpa memperhatikan variabel lain yang mungkin turut mempengaruhi perhitungan *anticipated residual astigmatism* seperti *anterior chamber depth*, *axial length* serta *white to white corneal diameter*. Penulis menyarankan untuk mengadakan penelitian lebih lanjut dengan desain prospektif dan melalui proses randomisasi untuk membuktikan bahwa pemasangan lensa tanam intraokular dengan menggunakan *image guided system* akan memberikan selisih yang lebih kecil dengan *anticipated residual astigmatism* yang diharapkan.

Financial disclosure

Writers did not have any financial interest regarding of this study

Daftar Pustaka

1. Buscacio ES, Patrao LF, De Moraes HV. Refractive and Quality of Vision Outcomes with Toric IOL Implantation in Low Astigmatism. Hindawi Journal of Ophthalmology November 2016 ID 5424713 doi: 10.1155/2016/5424713
2. Nemeth G, szalai E, Berta A, et al. Astigmatism Prevalence and Biometric Analysis in Normal Population. Eur J Ophthalmol 2013 Nov-Dec; 23(6): 779-83 doi: 10.5301/ejo.5000294
3. Mingo-botin D, Munoz-negrete FJ, Kim HRW, et al. Comparison of Toric Intraocular Lenses and Peripheral Corneal Relaxing Incisions to Treat Astigmatism during Cataract Surgery. J Cataract Refract Surg. 2010; 36: 1700-8
4. Freitas GO, Boteon JE, Carlvalho MJ, Costa Pinto Rbhalla M. Comparison of Clinical Outcomes between Limbal Relaxing Incisions and Toric Intraocular Lens in Eyes with Astigmatic Corneas. Rev Bras Oftalmol. 2014; 73(1): 11-5
5. Bhalla JS, Rani M, Ghupta S. Evaluation of Opposite Clear Corneal Incisions in Controlling Astigmatism in Cataract Patients Undergoing Phacoemulsification Surgery. Del j Ophthalmol 2016 June; 26(4): 241-5
6. Bower KS, Ryan DS, Sia RK, et al. Bioptics-pursuing emmetropia in patients with high myopic astigmatism. Investigate Ophthalmology & Visual Science 2015 June; 56(7): 3943
7. Farooqui JH, Koul A, Dutta R, et al. Comparison of Two Different Methods of Preoperative Marking for Toric Intraocular Lens Implantation: Bubble Marker versus Pendulum Marker. Int J Ophthalmol 2016 May; 9(5): 703-6 doi: 10.18240/ijo.2016.05.11
8. Coleman MJ, Stark WJ, Daoud YJ. A Comprehensive Guide to Managing Astigmatism in Cataract Patients. Expert Review of Ophthalmology 2014; 9(6): 1-6
9. Hill W. Expected Effects of Surgically Induced Astigmatism on Acrysoft Toric Intraocular Lens Results. J Cataract and Refr Surg 2008; 34: 364-7 doi: 10.1016/j.jcrs.2007.10.024
10. Behndig A, Montan P, Stenevi U, et al. Aiming for Emmetropia After Cataract Surgery. Swedish National Cataract Register Study. J Cataract Refract Surg 2012; 38: 1181-6
11. Khan MI, Ch'ng SW, Muhtaseb M. The Use of Toric Intraocular Lens to Correct Astigmatism at the time of Cataract Surgery. Oman Journal of Ophthalmology 2015 April; 8(1): 38-43
12. Miyajima HB, Inoue Y, Nishimura T, et al. Comparison between Toric and Non-Toric Intraocular Lenses in Patient with Corneal Astigmatism: a One Year Multicenter Study. Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology 2016 January; 7(1): 1-6
13. Chang DF. Comparative Rotational Stability of Ingle Piece Open Loop Acrylic and Plate-Haptic Silicone Toric Intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2008 Nov; 34(11): 1842-7 doi: 10.1016/j.jcrs.2008.07.012
14. Visser N, Tos TJM, Bauer NJC, et al. Vector Analysis of Corneal and refractive Astigmatism Changes Following Toric Pseudophakic and Toric Phakic IOL Implantation. Invest Ophthalmol and Visual Sci 2012 April; 53: 1865-73 doi: 10.1167/IOVS.11-8868
15. Alpina NA, Goggin M. Practical Astigmatism Analysis for Refractive Outcomes in Cataract and Refractive Surgery. Surv Ophthalmol. 2004; 49:109-122
16. Webers VSC, Noel JC, Bauer, et al. Image-guided system Versus Manual Marking for Toric Intraocular Lens Alignment in cataract Surgery. J Cataract Refract Surg 2017 July; 43(6): 781-8 doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.041
17. Hura AS, Osher R. Comparing The Zeiss Callisto Eye and The Alcon Verion Image Guided System Toric Lens Alignment Technologies. Journal of Refractive Surgery 2017; 33(7): 482-7 doi: 10.3928/1081597x-20170504-02
18. Woodcock MG, Lehmann R, Cionni RJ, et al. Intraoperative aberrometry Versus Standard Preoperative Biometry and a Toric IOL Calculator for Bilateral Toric IOL implantation with a Femtosecond Laser; one-month results. J Cataract Refract Surg. 2016 Jun; 42(6): 817-25 doi: 10.1016/j.jcrs.2016.02.048