



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.
DEPARTAMENTO DE MICROCIRUGÍA DEL SEGMENTO ANTERIOR

**“RESULTADOS DE CANTIDAD Y CALIDAD VISUAL DE
UN LENTE TÓRICO MONOFOCAL INTRAOCULAR”**

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO OFTALMÓLOGO

PRESENTA

DR. GUSTAVO ARMANDO VELA MARÍN

ASESOR DE TESIS:

DR. ÓSCAR GUERRERO BERGER



CD. MÉXICO, D. F.

FEB 2014

DR. ÓSCAR GUERRERO BERGER
MÉDICO ADSCRITO DEL DEPARTAMENTO DE
MICROCIRUGÍA DEL SEGMENTO ANTERIOR F.H.N.S.L I.A.P.

DR. ALEJANDRO BABAYÁN SOSA
JEFE DE ENSEÑANZA F.H.N.S.L I.A.P.

DR. JAIME LOZANO ALCÁZAR
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIDAD F.H.N.S.L I.A.P.

DATOS GENERALES

AUTOR

Dr. Gustavo Armando Vela Marín

Residente de tercer año de la especialidad de Oftalmología en la Fundación

Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

ASESOR

Dr. Óscar Guerrero Berger

Médico adscrito del departamento de Microcirugía del Segmento Anterior en la

Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

TESIS:

Título: “Resultados de cantidad y calidad visual de un lente tórico monofocal intraocular”

Año 2014

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de manera infinita a mis padres ya que con su cariño, apoyo y consejos han facilitado mi camino hacia esta fascinante vocación como oftalmólogo.....

A ti Itzel por contagiarme y mostrarme esa forma apasionante de afrontar todos y cada uno de los aspectos de la vida...

Al Dr. Óscar Guerrero Berger ya que sin su gran ingenio y conocimiento de la materia este proyecto no hubiese sido posible...

ÍNDICE

• RESUMEN.....	5
• INTRODUCCIÓN.....	7
• MARCO TEÓRICO.....	7
• HIPÓTESIS.....	13
• JUSTIFICACIÓN.....	14
• OBJETIVOS.....	15
• METODOLOGÍA.....	17
• RESULTADOS.....	27
• DISCUSIÓN.....	39
• CONCLUSIÓN.....	43
• BIBLIOGRAFÍA.....	44

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar cantidad y calidad visual posteriores al implante de lentes monofocales tóricos intraoculares en pacientes con astigmatismo corneal mayor a una dioptría.

METODOLOGÍA: Se realizó un estudio prospectivo, observacional, longitudinal y descriptivo de una serie de casos de pacientes sometidos a implantación de lente monofocal tórico intraocular. Se realizó una evaluación oftalmológica rutinaria prequirúrgica. Se realizó topografía corneal prequirúrgica, se obtuvo el cálculo del poder esférico del lente por interferometría de coherencia parcial. Se realizó al mes: fotografías para valorar estabilidad rotacional, prueba de sensibilidad al contraste, refracción, topografía corneal y aberrometría de frente de onda.

RESULTADOS: El estudio evaluó 15 ojos de 12 pacientes con una edad media de 63.9 ± 13.2 años. Al mes, la agudeza visual a distancia sin corrección fue de 0.33 ± 0.18 y con su mejor corrección de 0.11 ± 0.1 . El astigmatismo refractivo residual fue de -1.675 ± 0.979 . La sensibilidad al contraste tanto a distancia como cercana estuvo dentro de la curva de normalidad en las frecuencias espaciales bajas y altas, pero por debajo de la curva de normalidad en frecuencias espaciales intermedias. La diferencia entre la posición objetivo del lente y la posición final fue en promedio de 12.49 grados. El promedio de aberración esférica fue de 0.00456

± 0.04628 micrones. El promedio de trefoil fue de 0.24899 ± 0.17166 micrones. Por último el promedio de coma fue de 0.14708 ± 0.10282 micrones.

CONCLUSIONES: La implantación de un lente monofocal tórico intraocular restableció la función visual a distancia en ojos con catarata y astigmatismo corneal mayor a una dioptría. En los casos con sorpresa refractiva con astigmatismo refractivo inducido, encontramos que éstos se correlacionaron con inadecuada alineación del lente intraocular, así como a la subvaloración del astigmatismo de la superficie posterior de la córnea.

INTRODUCCIÓN

Astigmatismo corneal mayor a 1.5 dioptrías está presente en 15 a 29% de los pacientes con catarata. Métodos quirúrgicos para la corrección del astigmatismo incluyen: queratotomía arqueada o incisiones corneales relajantes durante o después de la cirugía de catarata, fotoablación con láser excimer posterior a adecuada cicatrización de la incisión, o para pequeñas cantidades de cilindro, colocar la incisión en el eje mas curvo. Alternativamente, un lente tórico intraocular puede incorporar la corrección astigmática al poder esférico del lente.

De lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué tan buenos resultados de cantidad y calidad visual pueden obtener los pacientes sometidos a implante de un lente monofocal tórico intraocular?

MARCO TEÓRICO

El lente tórico intraocular fue creado por Shimizu, Misawa y Suzuki.¹ Ha sido utilizado clínicamente desde 1992. El primer lente tórico intraocular producido fue un lente de tres piezas no plegable y de cámara posterior; actualmente existen lentes tóricos intraoculares plegables y de una sola pieza. La técnica quirúrgica de implantación de lentes tóricos intraoculares involucra un marcaje preoperatorio cuidadoso del meridiano correcto para la alineación del lente intraocular, así como

la rotación intraoperatoria del lente tórico intraocular para orientar su eje con el meridiano corneal más curvo.

Los modelos de lentes tóricos intraoculares de Staar (STAAR Surgical Company, Monrovia, CA) fueron los primeros disponibles en Estados Unidos de Norteamérica, fueron aprobados por la FDA en 1998. Tienen una óptica biconvexa de 6 mm, una superficie anterior tórica, una superficie posterior esférica, dos marcas de posicionamiento a través del eje más largo en la superficie anterior y dos fenestraciones de 1.15mm en los extremos opuestos. Este lente de silicón se fabrica en dos longitudes: 10.8 mm y 11.2 mm. El lente está disponible en poderes con un rango desde 9.5 hasta 28 dioptrías con poderes de cilindro de 2 y 3.5 dioptrías, los cuales teóricamente corrigen 1.4 y 2.3 dioptrías de astigmatismo en el plano corneal, respectivamente. Por lo tanto, pacientes con astigmatismo regular pre-existente de 1.5 a 3.5 dioptrías son candidatos para la implantación de dichos lentes. Este lente es introducido a la bolsa capsular utilizando un inyector a través de una incisión de 3 mm.

La rotación posoperatoria de estos lentes tóricos intraoculares con hápticas de plato es un problema significativo. Leyland y colaboradores² reportaron que 18% (4 de 22) de los lentes intraoculares rotaron más de 30 grados. Sun y colaboradores³ reportaron que 18% rotaron entre 20 y 40 grados, y 7% rotaron más de 40 grados. En el estudio por Till y colaboradores⁴ 6% de los lentes intraoculares rotaron más de 31 grados. Estos hallazgos, presuntivamente, resulta en una incidencia mayor a un 10% de reintervenciones quirúrgicas para reposicionar los implantes. Modificaciones en estos lentes tóricos intraoculares con hápticas de plato son necesarias para corregir estos problemas. Otro

problema por corregir de estos lentes es que las únicas correcciones de cilindro disponibles son de 2 y 3.5 dioptrías.

Un lente tórico intraocular de una sola pieza de acrílico (Alcon Surgical, Inc.) fue aprobado en Septiembre del 2005 por la FDA para su uso en los Estados Unidos de Norteamérica. El diseño del lente emplea la ampliamente usada plataforma del lente de una sola pieza AcrySof con una óptica biconvexa de 6 mm con la corrección tórica en la superficie posterior. Este lente intraocular estuvo inicialmente disponible en poderes en un rango desde 5 hasta 30 dioptrías con tres niveles de corrección de cilindro (1.5, 2.25 y 3 dioptrías), lo cual corresponde a una corrección del astigmatismo en el plano corneal de 1.03, 1.55 y 2.06 dioptrías, respectivamente. Actualmente se cuenta con un rango más amplio de corrección de cilindro. En un ensayo clínico realizado por la FDA en Estados Unidos de Norteamérica, 494 ojos fueron aleatorizados a la implantación de un lente tórico intraocular o un lente intraocular estándar de una sola pieza de acrílico. A los seis meses de la cirugía, 420 ojos fueron analizados (211 con el lente tórico intraocular y 209 controles). Noventa y cuatro por ciento de los ojos que recibieron un lente tórico intraocular lograron una agudeza visual monocular sin corrección de 20/40 o mejor, comparado con 79% de los controles. El cilindro refractivo posoperatorio fue menor o igual a 0.5 dioptrías en 61% en pacientes con lente tórico intraocular y de 19% en los controles. El lente tórico intraocular mostró una excelente estabilidad rotacional con una rotación posoperatoria media de 4 grados. Noventa y siete por ciento de los lentes intraoculares rotaron menos de 10 grados. Además, 94% de los pacientes que recibieron lente tórico intraocular bilateral no requirieron de corrección alguna para actividades a distancia.

Varios estudios posmercadeo han evaluado el desempeño de este lente tórico intraocular. Bauer y colaboradores⁵ observaron los resultados de la implantación de lentes tóricos intraoculares AcrySof en un estudio prospectivo de 53 ojos en 43 pacientes. Los pacientes estaban de cierto modo divididos de forma pareja entre el T3 (16 ojos), T4 (14 ojos), y el T5 (23 ojos). Trece ojos en el grupo de T5 pudieron ser completamente corregidos, mientras que 10 ojos tuvieron astigmatismos que solo pudieron ser parcialmente corregidos. Más de un 90% de los ojos lograron una agudeza visual sin corrección de 20/40 o mejor, mientras que casi un 80% tenían agudezas visuales sin corrección de 20/25 o mejor. El astigmatismo refractivo residual fue menor de 0.75 dioptrías en 74% de los ojos y menor a 1 dioptría en el 91%. La media de desalineación fue de 3.5 ± 3 grados . Weinand y colaboradores⁶ encontraron que la estabilidad rotacional del lente intraocular fue excelente. Ellos evaluaron la posición del lente intraocular utilizando fotografías digitales tomadas inmediatamente después de la implantación y seis meses posterior a la implantación. Al hacer marcajes en la conjuntiva y en el lente intraocular, encontraron una rotación media posoperatoria de estos lentes intraoculares de solo 0.7 grados en un grupo de 17 ojos, con una rotación máxima de 1.8 grados. Chang⁷ comparó la estabilidad rotacional del lente tórico intraocular AcrySof (100 ojos) con el lente tórico intraocular Staar (90 ojos). El encontró que 90%, 99% y 100% de los lentes AcrySof estuvieron alineados dentro de 5, 10 y 15 grados, respectivamente. El lente Staar tuvo una alienación de 70%, 90% y 97% dentro de 5, 10 y 15 grados, respectivamente. La rotación media del lente AcrySof fue de 3.5 ± 3.41 grados, mientras que la rotación media del lente Staar fue de 5.56 ± 8.49 grados. El concluyó que ambos lentes mostraban un

pequeño grado de rotación posoperatoria, con el lente tórico intraocular AcrySof mostrando una mayor estabilidad la cual fue estadísticamente significativa.

La casa comercial Zeiss desarrolló un lente tórico intraocular monofocal llamado AT Torbi 709M. Este es un lente de una sola pieza, su óptica es bitórica, monofocal y esférica y mide 6 mm. El lente es fabricado con un material acrílico hidrofílico con una superficie hidrofóbica y tiene una longitud de 11 mm. Sus hápticas son del tipo de plato, sin angulación. Este lente se inserta por una incisión menor a 3 mm y es implantado en la bolsa capsular. Este lente está disponible en poderes para esfera en un rango que va desde -10 hasta +32 dioptrías, y poderes de cilindro que van desde +1 hasta +12 dioptrías. Ha demostrado una excelente estabilidad rotacional y centrado estable en varios estudios, el más relevante es el estudio realizado por Prinz.¹⁰ Prinz reportó en su estudio que la rotación media de este lente fue de 2 grados doce meses después de la cirugía.

En cuanto a la planeación y técnica quirúrgica, es importante medir con precisión la cantidad y el eje del astigmatismo con un queratómetro y confirmarlo si es posible con alguna topografía corneal. El eje del astigmatismo de la refracción no debe ser utilizado porque se debe en parte al astigmatismo lenticular, el cual será eliminado en la cirugía. El eje del astigmatismo debe ser marcado en la córnea con el paciente en posición erecta; de esta manera, cualquier desalineación resultante de la rotación torsional del globo ocular que ocurra al colocarse en posición supina se puede evitar. Tras la inyección del lente intraocular a la bolsa capsular, el viscoelástico detrás del lente es aspirado y el lente rotado a su posición. Si el lente intraocular es muy corto para el diámetro de la bolsa capsular, este puede rotar al usar solución salina para reformar la cámara

anterior. Cuando se implante un lente tórico intraocular con hápticas de plato, el cirujano debe tener precaución al realizar una capsulotomía con Nd:YAG. Si la capsulotomía es demasiado grande el lente puede dislocarse posteriormente. La fijación capsular a través de las fenestraciones ayudan a estabilizar este tipo de lente. Este no es un problema con los lentes tóricos intraoculares AcrySof.

La corrección del astigmatismo con lentes tóricos intraoculares posee varias ventajas. Típicamente requieren un solo procedimiento quirúrgico. También, se evita la inducción de astigmatismo corneal irregular (a diferencia de las incisiones corneales relajantes), y el lente tórico intraocular de una sola pieza demostró estabilidad a largo plazo. La manera ideal de manejar el astigmatismo residual sería el poder modificar el lente intraocular posterior a su implantación utilizando un abordaje no invasivo. El lente intraocular de silicón de Calhoun Vision puede ofrecer esta posibilidad. El poder refractivo de este lente intraocular puede ser modificado posterior a su implantación utilizando irradiación con láser. Irradiación diferencial con láser sobre la óptica puede alterar su poder refractivo para corregir astigmatismo, así como otras aberraciones de alto orden. Este lente intraocular podría tener el potencial de corregir una amplia variedad de errores refractivos posoperatorios.

Algunas de las desventajas de los lentes tóricos intraoculares se relacionan con la posible rotación alejándose del eje deseado. Esta rotación es más probable cuando el lente se implante en bolsas capsulares grandes. Cada grado de rotación reduce el efecto de la corrección del astigmatismo por aproximadamente 3% y puede inducir aberraciones de alto orden.

HIPÓTESIS

Los pacientes sometidos a implantación de un lente intraocular monofocal tórico obtendrán resultados de cantidad y calidad visual aceptables.

HIPÓTESIS NULA

Los pacientes sometidos a implantación de un lente intraocular monofocal tórico obtendrán resultados de cantidad y calidad visual inaceptables.

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta que un porcentaje considerable (15 a 29%) de la población con catarata tiene un astigmatismo corneal mayor a 1.5 dioptrías, es importante conocer los resultados que brinda la implantación de un lente monofocal tórico intraocular. En la actualidad las exigencias visuales de los pacientes han ido aumentando de gran manera. Muchos de nuestros pacientes buscan tanto una agudeza visual de 20/20 como tener independencia de lentes aéreos. Dicho lo anterior, es importante conocer a fondo las opciones terapéuticas que la tecnología actual nos puede ofrecer; siendo una de ellas los lentes monofocales tóricos intraoculares.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar cantidad y calidad visual posteriores al implante de lentes monofocales tóricos intraoculares tras la cirugía de extracción de catarata mediante técnica de facoemulsificación en pacientes con astigmatismo corneal mayor a una dioptría.

Objetivos Secundarios

- Conocer la edad y el sexo de los pacientes sometidos a implantación de lente intraocular monofocal tórico.
- Conocer las longitudes axiales de los ojos de los pacientes.
- Conocer el cilindro queratométrico prequirúrgico de los pacientes.
- Conocer la agudeza visual monocular sin corrección a distancia posquirúrgica de los pacientes.
- Conocer la agudeza visual monocular mejor corregida a distancia posquirúrgica de los pacientes.
- Conocer el astigmatismo refractivo residual posquirúrgico de los pacientes.
- Conocer la sensibilidad al contraste posquirúrgica en condiciones mesópicas de los pacientes.
- Conocer la estabilidad rotacional de los lentes implantados.

- Realizar un análisis vectorial del astigmatismo corneal prequirúrgico de los pacientes.

- Realizar un análisis vectorial del astigmatismo refractivo residual posquirúrgico de los pacientes.

- Conocer las aberraciones de alto orden posquirúrgicas presentes en los pacientes.

- Realizar un análisis de los casos extremos (pacientes con astigmatismo refractivo residual mayor a 1.5D).

METODOLOGÍA

Diseño:

Se realizó un estudio prospectivo, observacional, longitudinal y descriptivo de una serie de casos. En dicho estudio se analizaron los ojos de pacientes sometidos a cirugía de extracción de catarata mediante técnica de facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal tórico en el servicio de Segmento Anterior de la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, I.A.P.

Criterios De Inclusión

- Astigmatismo corneal mayor a una dioptria
- Pacientes sometidos a implantación de lente monofocal tórico intraocular
- Dilatación pupilar adecuada
- Ambos géneros
- Edad indistinta

Criterios De Exclusión

- Astigmatismo irregular
- Patología retiniana
- Glaucoma
- Complicaciones intraoperatorias y posquirúrgicas
- Inflamación ocular previa
- Cirugía refractiva
- Alteraciones zonulares
- Pseudoexfoliación
- Pacientes en quienes el cálculo del poder del lente no sea posible mediante interferometría de coherencia parcial

Criterios De Eliminación

- No cumplir con las citas de seguimiento establecidas

Evaluación preoperatoria

Todos los pacientes fueron citados a un examen rutinario en la lámpara de hendidura incluyendo tonometría de aplanación y fundoscopia. Se evaluó agudeza visual y capacidad visual prequirúrgica (cartilla ETDRS). El cálculo del poder esférico del lente se obtuvo mediante interferometría de coherencia parcial (IOLMaster [figura 1], Carl Zeiss Meditec AG) utilizando la fórmula SRK/T y con objetivo la emetropía. El poder y el eje del cilindro a implantar se obtuvo usando el calculador en línea provisto por la casa comercial del lente (figura3). Se realizó topografía corneal (Oculus Pentacam HR [figura 2]) preoperatorio.

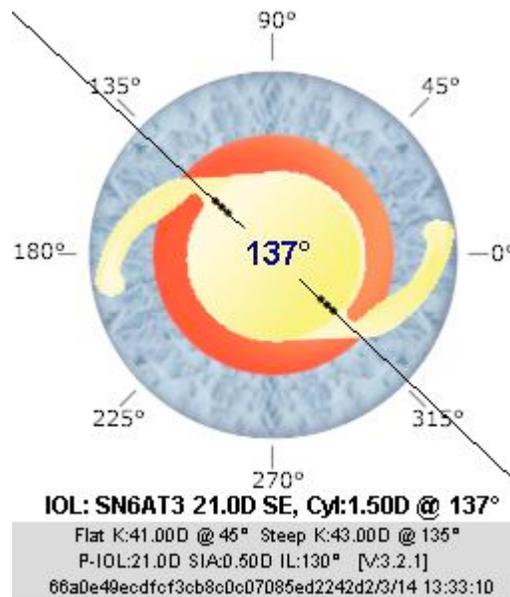
Figura 1. IOL Master (Carl Zeiss Meditec AG)



Figura 2. Oculus Pentacam



Figura. Ejemplo de calculador en línea de la casa comercial Alcon



Marcaje prequirúrgico

El marcaje corneal preoperatorio se realizó con el paciente sentado y con la cabeza alineada fijando a distancia. Se realizó marcaje a 0, 90 y 180 grados.

Técnica quirúrgica

Se llevó a cabo una cirugía de extracción de catarata mediante técnica de facoemulsificación convencional con anestesia local asistida. Se realizó una incisión corneal escalonada de 2.2mm a 130 grados, capsulorrexis de 5mm aproximadamente e implantándose el lente intraocular dentro de la bolsa. Se alinearon las marcas del lente monofocal tórico intraocular con el eje previamente indicado que corresponde al meridiano más curvo corneal, se realizó aspiración de viscoelástico. Se cerró el puerto principal con un punto simple de Nylon 10-0. Todas las cirugías fueron filmadas.

Lentes intraoculares

Se utilizó el lente intraocular AcrySof IQ Tórico (figura 4)(Alcon Surgical, Inc.). Este es un lente intraocular plegable de cámara posterior con filtro UV con hápticas de asa sin angulación. Estos lentes tienen una óptica esférica biconvexa tórica con unas marcas que denotan el eje del cilindro. Es un lente de una sola pieza con bordes cuadrados. Está hecho de un material acrílico hidrofóbico con un índice refractivo alto. La superficie anterior del lente está diseñada con aberración esférica negativa (-0.20 micrones) para compensar la aberración esférica positiva de la córnea. El poder cilíndrico está en la superficie posterior del lente. Existe un rango amplio de corrección de cilindro con estos lentes el cual está especificado

en la tabla 1. El poder esférico disponible de este lente va de +6.0D a +30.0D.

Figura 4. Características físicas del AcrySof IQ Tórico

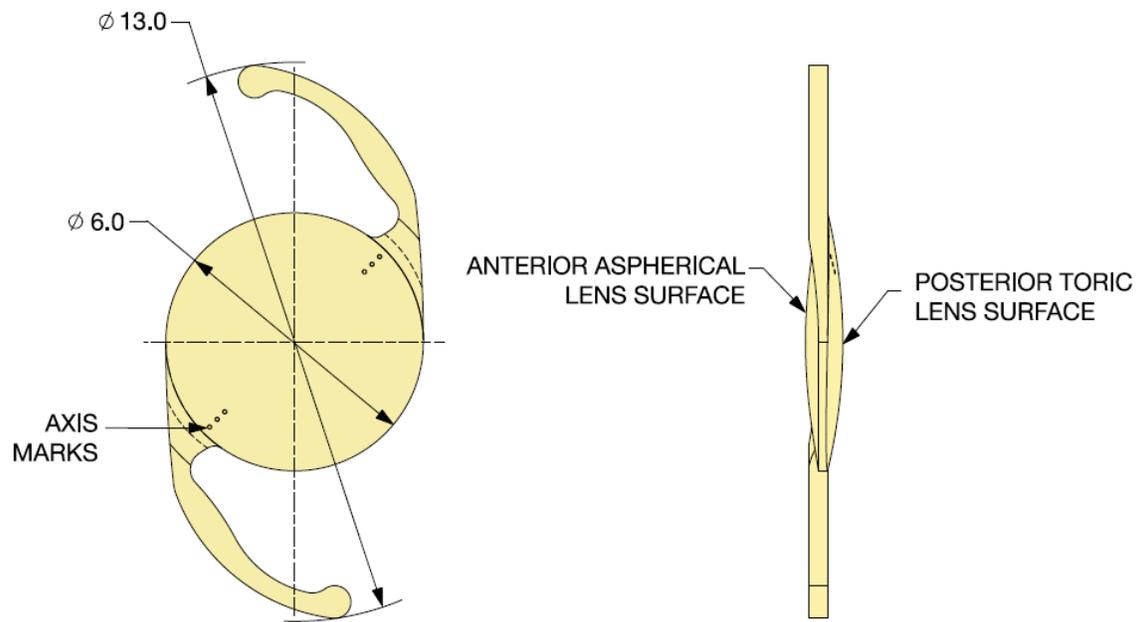


Tabla 1. Corrección astigmática del AcrySof IQ Tórico.

Modelo	Poder Cilíndrico del LIO (D)	Poder Cilíndrico en el plano corneal (D)
SN6AT3	1.50	1.03
SN6AT4	2.25	1.55
SN6AT5	3.00	2.06
SN6AT6	3.75	2.57
SN6AT7	4.50	3.08
SN6AT8	5.25	3.60
SN6AT9	6.00	4.11

Evaluación posoperatoria

Los pacientes fueron citados el primer día posoperatorio y al mes. Se recabaron los siguientes datos:

- Día 1: se valoró con control fotográfico mediante técnica de retroiluminación y el paciente con ciclopejía las siguientes características: aspecto de la cápsula anterior y posterior y las marcas del lente intraocular.
- Un mes: se valoró con control fotográfico mediante técnica de retroiluminación y el paciente con ciclopejía las siguientes características: aspecto de la cápsula anterior y posterior y las marcas de lente intraocular. Además se registraron los siguientes datos: refracción, agudeza visual a distancia sin corrección además de la agudeza visual mejor corregida. Se realizó prueba de sensibilidad al contraste de lejos (3m) y cerca (40cm) con su mejor corrección en condiciones mesópicas utilizando la prueba Sine Wave Contrast Test (Stereo-Optical Company, Inc.) la cual consiste en una cartilla traslúcida con iluminación de fondo calibrada a 85 candelas por metro cuadrado. Se realizó nuevamente topografía corneal con Oculus Pentacam donde se valoró el reporte Holladay. Por último se realizó aberrometría total con el aberrometro CustomVue Wave Scan Wavefront System (figura 5) (Abbott Medical Optics, Inc.) del cual se analizaron el porcentaje de aberraciones de alto orden, aberración esférica, coma y trefoil.

Figura 5. Aberrómetro CustomVue



Análisis de la rotación del lente intraocular (figuras 6 y 7)

Se utilizaron las fotografías obtenidas con retroiluminación y bajo cicloplejia el primer día posoperatorio y al mes de la cirugía. Se analizaron dichas imágenes con el software OndeRulers v1.13.1 (Ondesoft Computing) que sobrepone una imagen de un transportador para así medir la rotación del lente. En términos generales, en la imagen basal se determina el centro geométrico del lente mediante la colocación del transportador y la alineación con algún vaso epiescleral. Después, se determinó el eje en que se encontraban las marcas del lente. En la fotografía obtenida en la siguiente consulta se identificaba nuevamente el vaso epiescleral para colocar el transportador y determinar nuevamente el eje de las marcas del lente. De esta manera se minimiza cualquier influencia que pudiera tener la ciclotorsión en la determinación del eje del lente.

Figura 6. Fotografía con retroiluminación y bajo cicloplejia

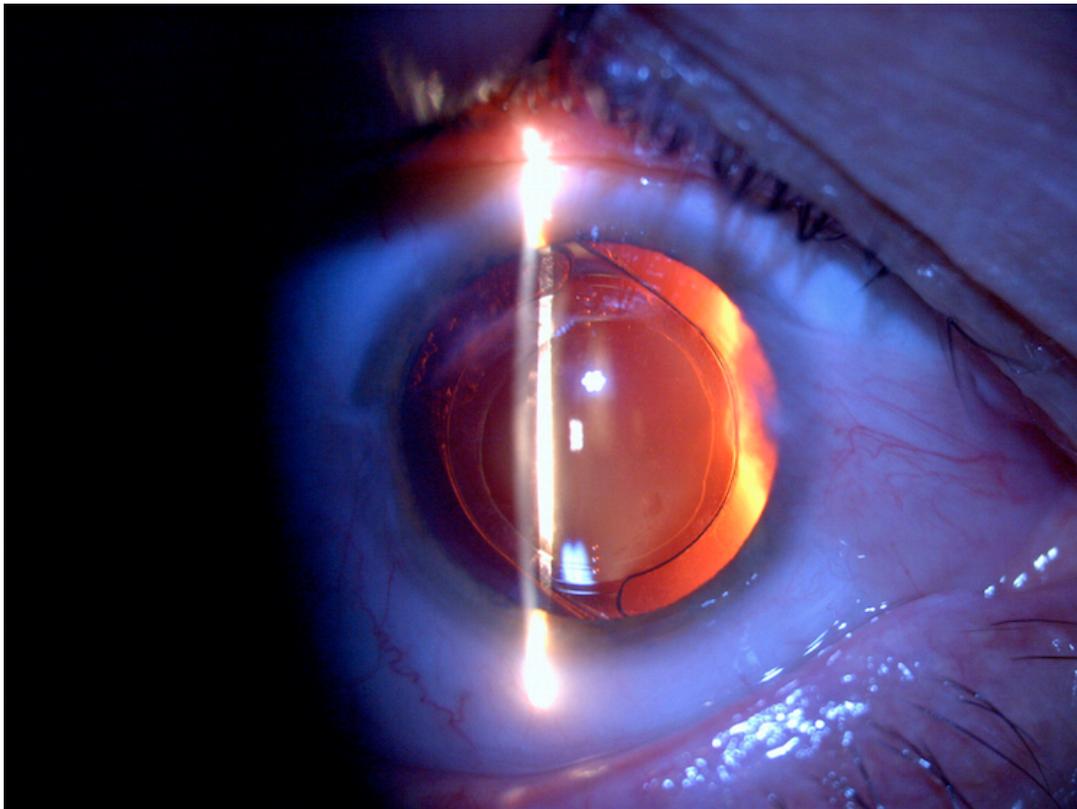
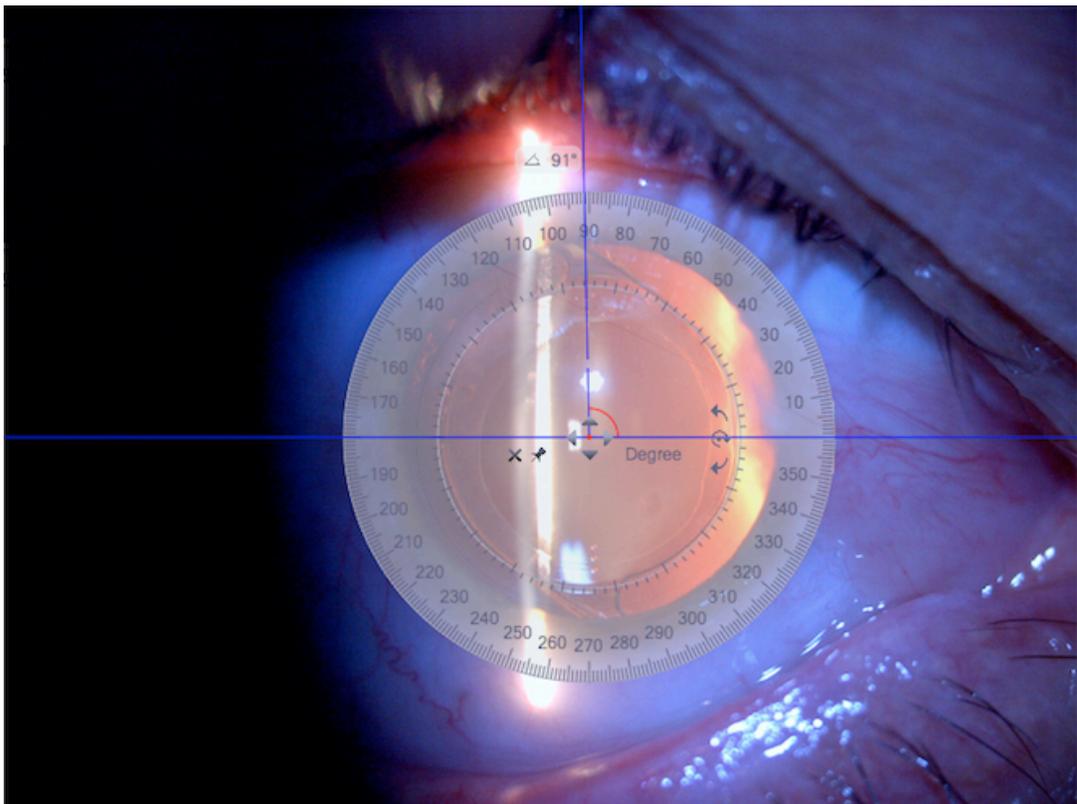


Figura 7. Misma fotografía con transportador sobrepuesto



Análisis estadístico

Se realizó una base de datos en el sistema Microsoft Excel en el cual las variables cualitativas se analizaron mediante prueba t de Student y prueba de correlación de Pearson.

El análisis vectorial se realizó mediante la conversión de los datos en coordenadas polares (cilindro y eje) a un sistema de coordenadas cartesianas (X y Y), con la finalidad de poder unificar ambos componentes del astigmatismo y así obtener el valor promedio. Los resultados se presentaron en gráficas de doble ángulo. Esto se llevo a cabo mediante formulas aplicadas en el sistema Microsoft Excel.

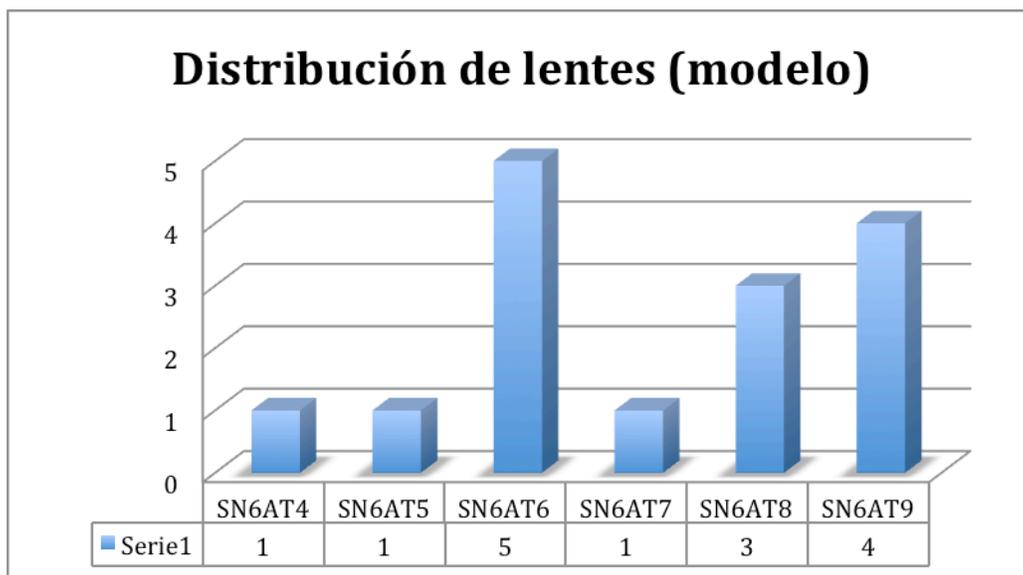
RESULTADOS

El estudio realizado evaluó 15 ojos de 13 pacientes con una edad media de 63.9 ± 13.2 años (rango de 42 a 79 años). Del total de pacientes 7 (53.84%) eran del sexo femenino y 6 (46.16%) del sexo masculino. Fueron intervenidos 10 (66.66%) ojos derechos y 5 (33.33%) ojos izquierdos. La longitud axial media de los ojos fue 24.77 ± 1.69 mm (rango de 23.54 a 28.34mm). La distribución de los modelos de lentes intraoculares tóricos fue la siguiente (gráfica 1): 5 ojos (33.33%), SN6AT6; 4 ojos (26.66%), SN6AT9; 3 ojos (20%), SN6AT8; 1 ojo (6.66%), SN6AT5; 1 ojo (6.66%), SN6AT7; y 1 ojo (6.66%), SN6AT4. De los lentes implantados, la media de poder esférico fue 17.27 ± 5.25 D (rango de 7 a 22.5 D) y la media de poder cilíndrico de 4.55 ± 1.21 D (rango de 2.25 a 6 D). (Ver tabla 2)

Tabla 2. Datos demográficos y datos prequirúrgicos

Parámetro	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Edad (años)	63.6	13.3	79	42
Cilindro Queratométrico(D)	3.63	1.39	6.88	1.92
Longitud Axial(mm)	24.77	1.69	28.34	23.54
Poder Esférico del LIO(D)	17.27	5.25	22.5	7.0
Poder Cilíndrico del LIO(D)	4.52	1.21	6	2.25

Gráfica 1. Distribución de lentes intraoculares



Cantidad visual y refracción

En la tabla 3 se muestran los resultados de agudeza visual monocular y refracción residual.

Tabla 3. Agudeza visual monocular y refracción residual

Parámetro	Preoperatorio	Un mes	Valor de <i>p</i> Preop-1mes
AVSC media, DE (rango)	0.9 ± 0.4 (1.3 a 0.4)	0.33 ± 0.18 (0.7 a 0.1)	0.02915*
AVMC media, DE (rango)	0.55 ± 0.2 (0.7 a 0.3)	0.11 ± 0.1 (0.3 a 0)	0.00649*
Esfera (media,DE)		-0.1 ± 0.6476	
Cilindro (media, DE)		-1.675 ± 0.979	
Eq. esférico (media, DE)		-0.8125 ± 0.84	

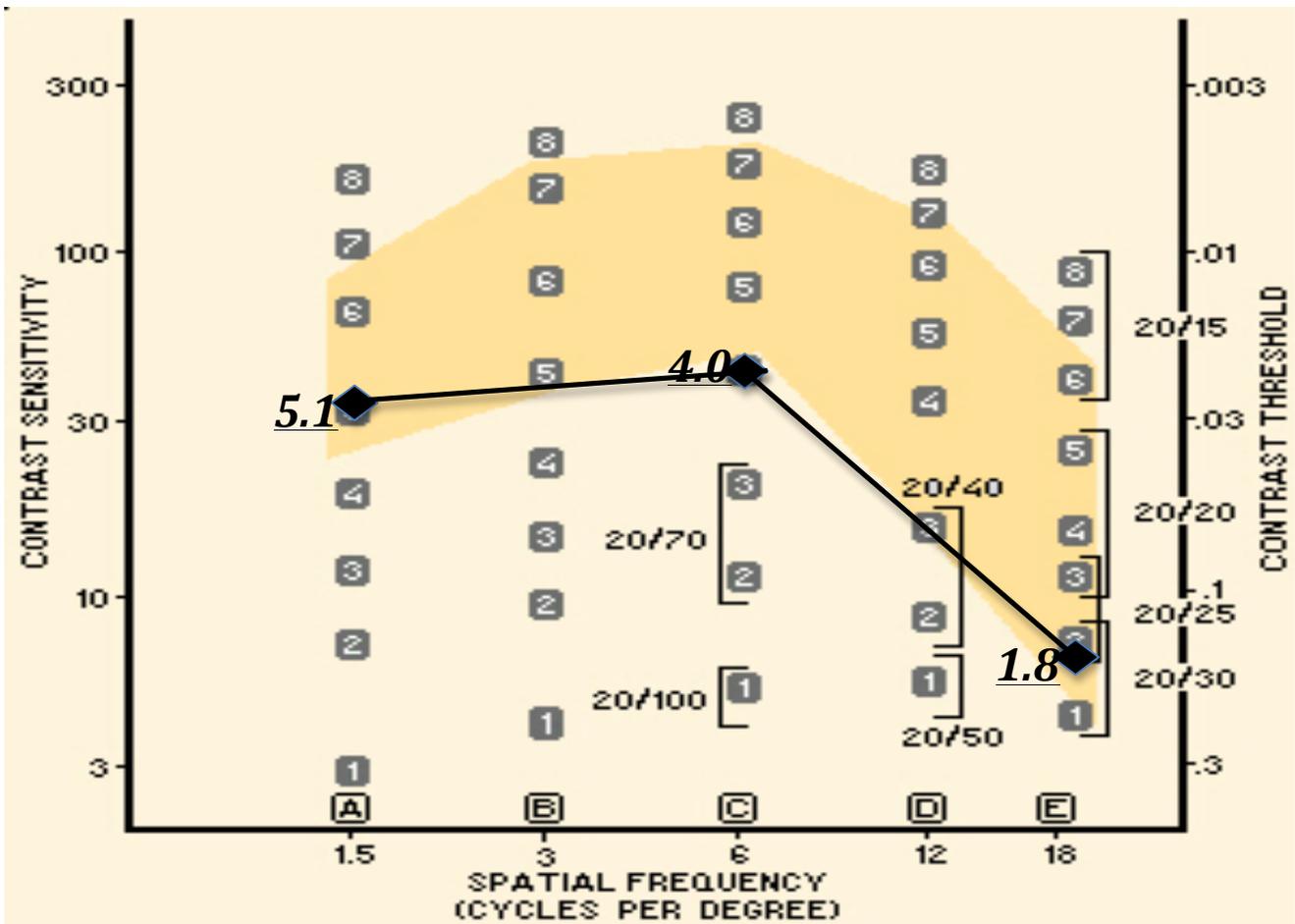
Agudeza visual en logMAR; AVSC = agudeza visual sin corrección; AVMC = agudeza visual mejor corregida

*Prueba *t* de Student

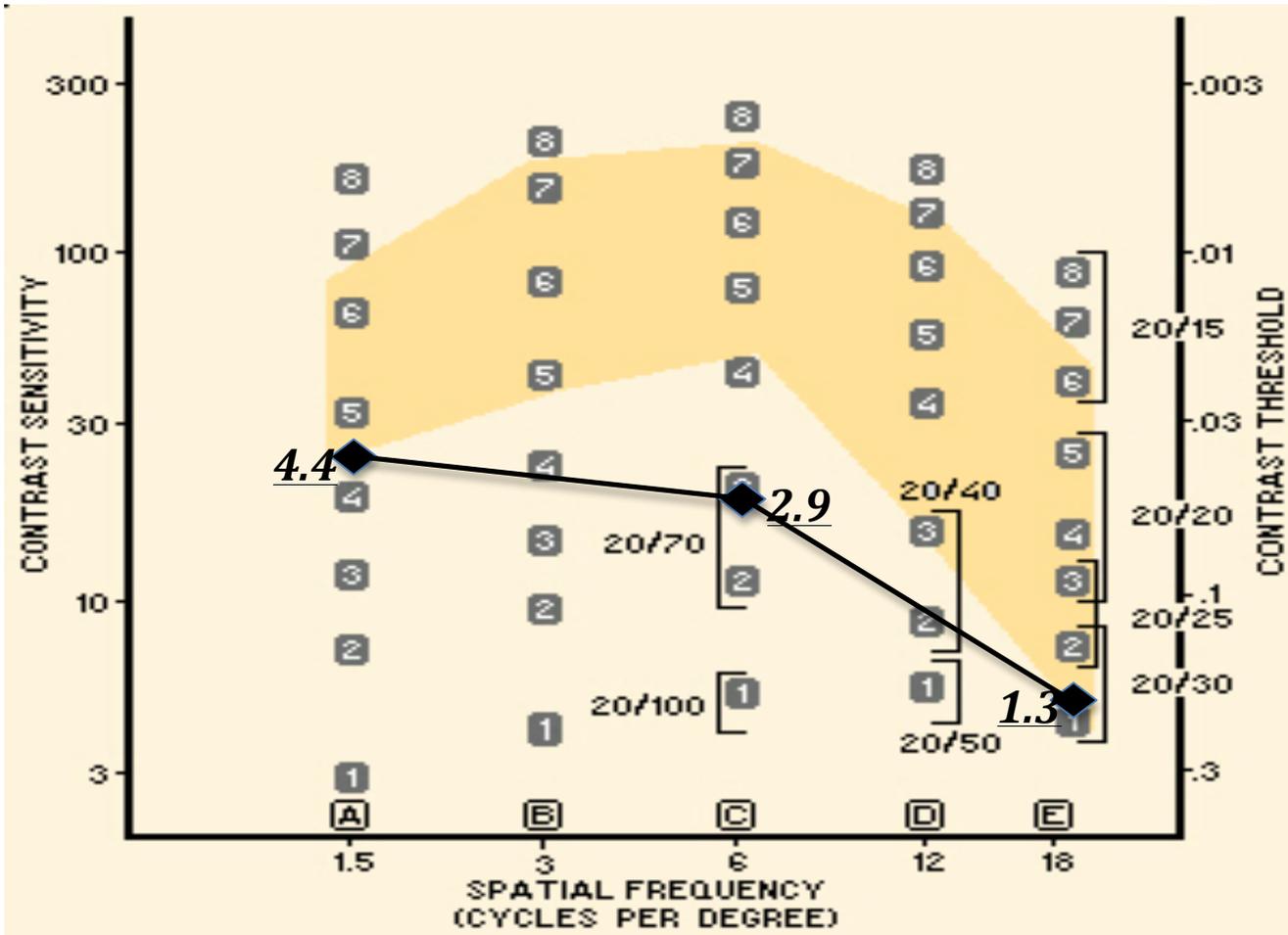
Sensibilidad al contraste

Las gráficas 2 y 3 muestran la sensibilidad al contraste media al mes de realizada la cirugía a frecuencias bajas (1.5 ciclos por grado [CPG]), medias (6 CPG) y altas (18 CPG). En la toma a distancia los siguientes fueron los resultados: a 1.5 CPG 5.1 ± 0.7 ; a 6 CPG 4 ± 1 ; y a 18 CPG 1.8 ± 0.8 . En la toma cercana los siguientes fueron los resultados: a 1.5 CPG 4.4 ± 0.7 ; a 6 CPG 2.9 ± 1.1 ; y a 18 CPG 1.3 ± 0.5 .

Gráfica 2. Media de sensibilidad al contraste a distancia



Gráfica 3. Media de sensibilidad al contraste cercana

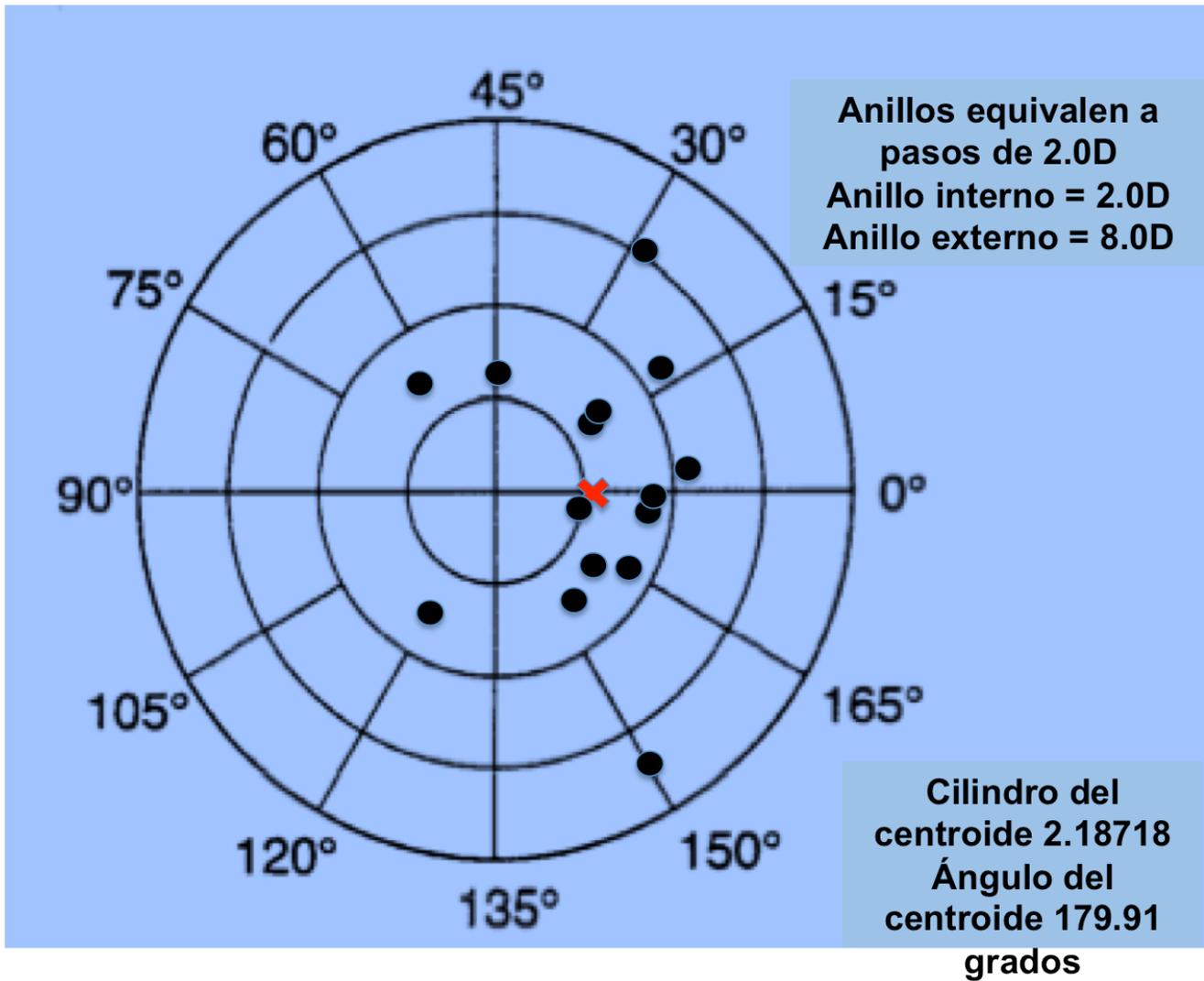


Análisis Vectorial

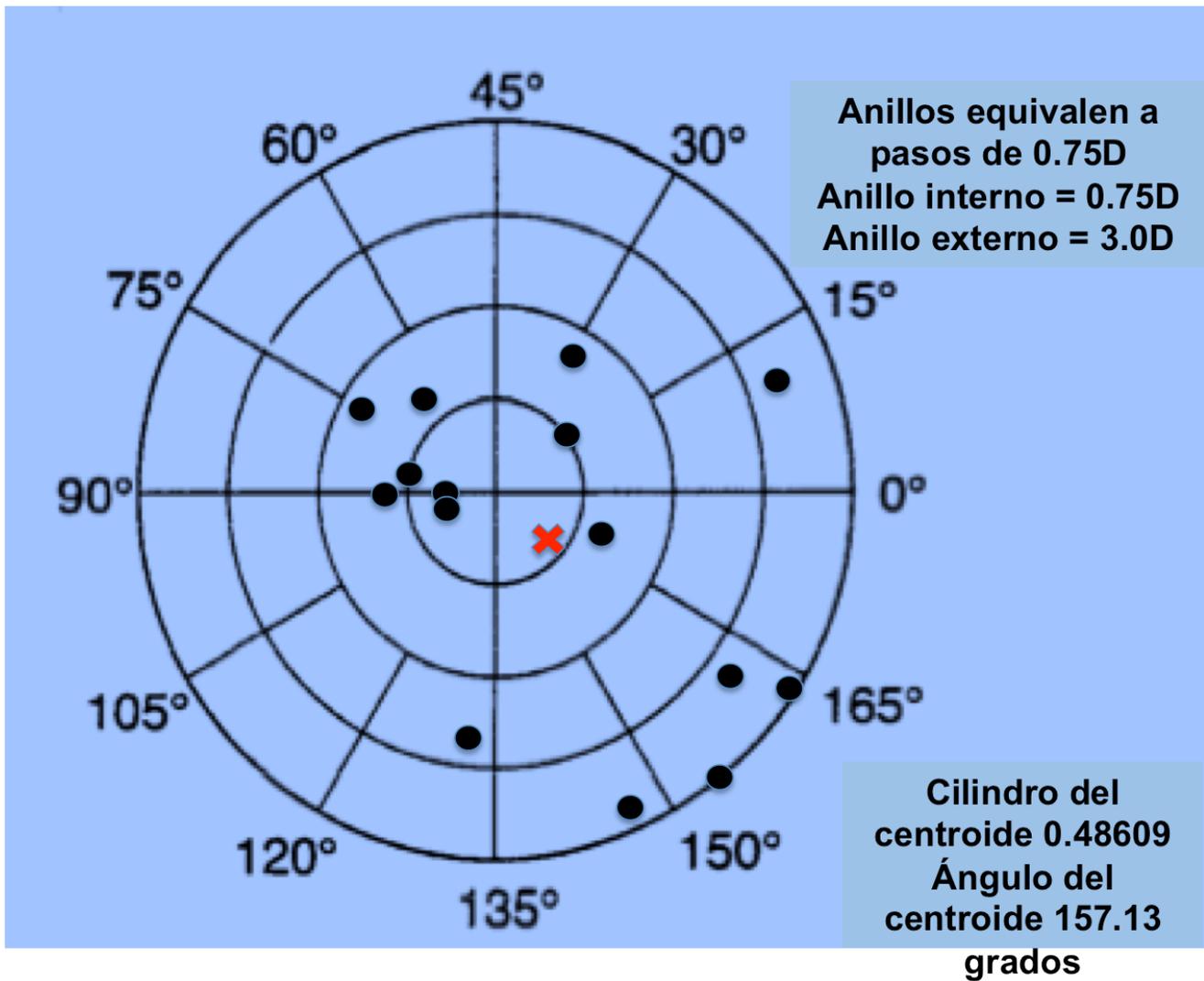
A continuación se presentan 4 gráficas de doble ángulo en las que se distingue con una cruz roja la media del cilindro y el eje (centroide). En el análisis vectorial del cilindro queratométrico prequirúrgico el centroide fue de 2.19D y su eje a 179.92 grados. En el análisis vectorial del cilindro refractivo residual al mes el centroide fue de 0.49D y el eje a 67.13 grados. Las dos últimas gráficas indican el

centroide del astigmatismo refractivo residual al mes de los ojos mayores a 24mm y los ojos menores a 24mm.

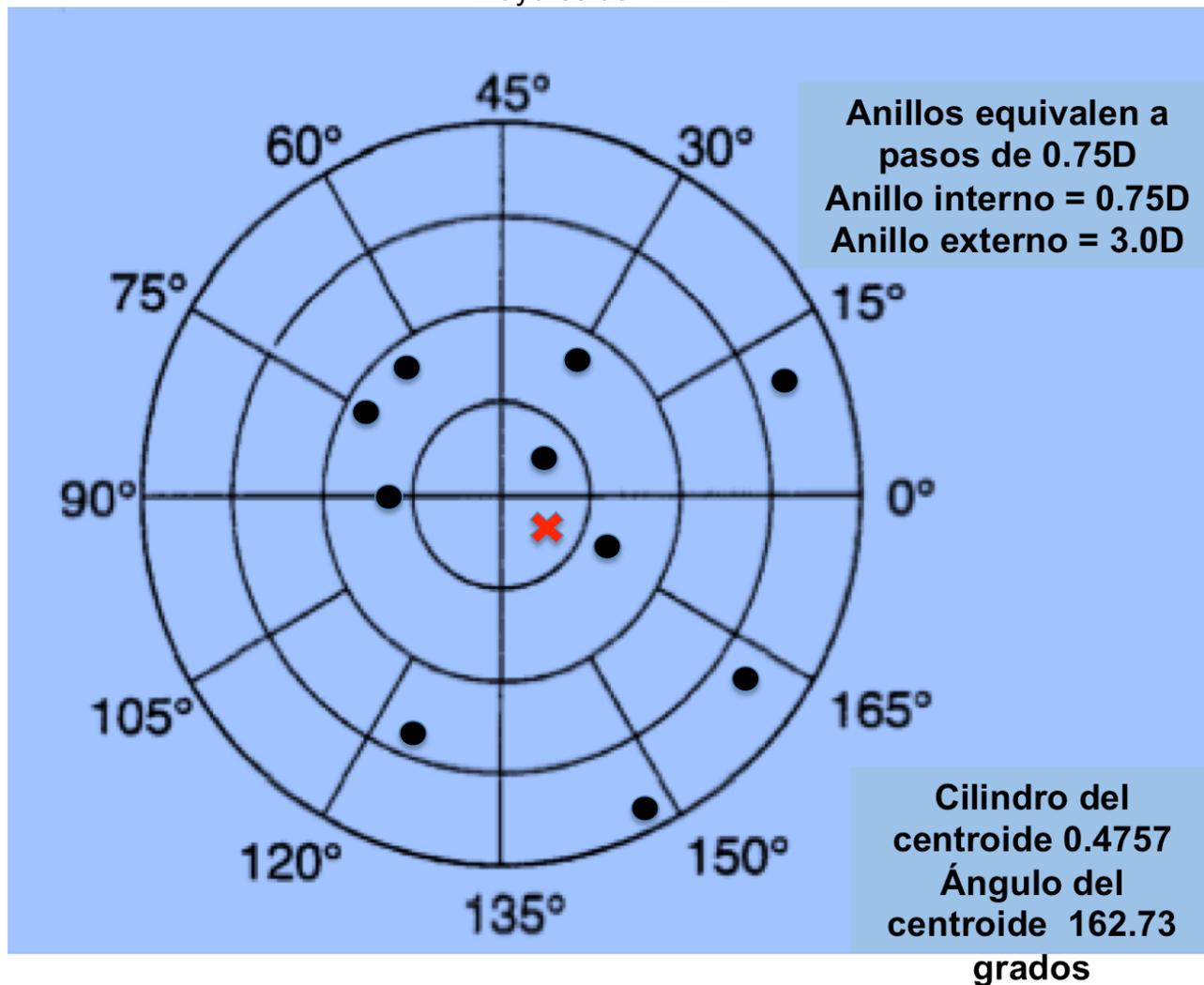
Gráfica 4. Análisis vectorial del cilindro queratométrico corneal prequirúrgico.



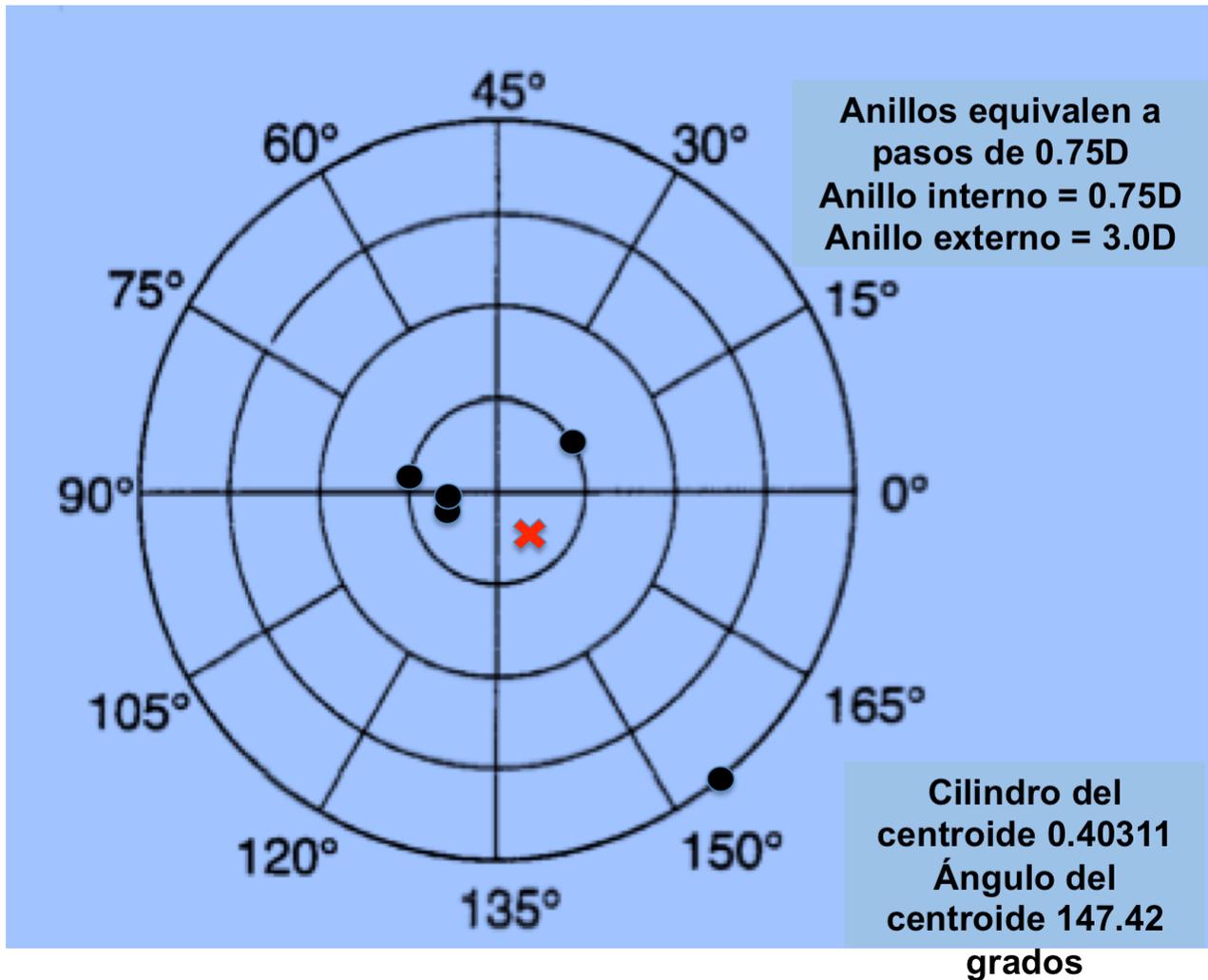
Gráfica 5. Análisis vectorial de astigmatismo refractivo residual al mes



Gráfica 6. Análisis vectorial de astigmatismo refractivo residual al mes: ojos mayores de 24mm.



Gráfica 7. Análisis vectorial de astigmatismo refractivo residual posquirúrgico: ojos menores de 24mm.



Estabilidad rotacional

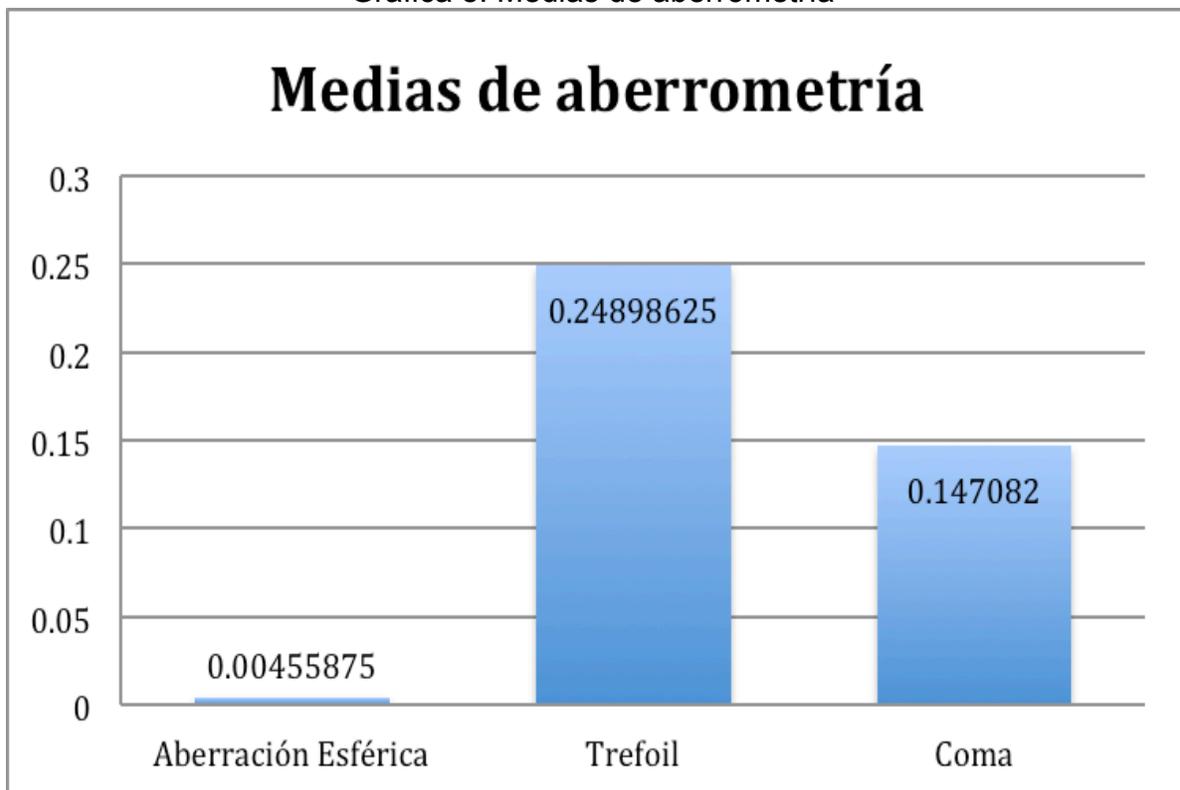
La diferencia entre la posición del lente intraocular en el primer día posoperatorio y la posición fijada como objetivo fue en promedio de 9.66 ± 6.47 grados (rango de 2 a 19 grados). La rotación absoluta promedio del lente intraocular al mes de la cirugía fue de 2.83 ± 2.31 grados (rango de 0 a 6 grados). La diferencia entre la posición objetivo y la posición final (al mes) fue en promedio

de 12.49 grados. Todos los lentes que rotaron lo hicieron en sentido de las manecillas del reloj.

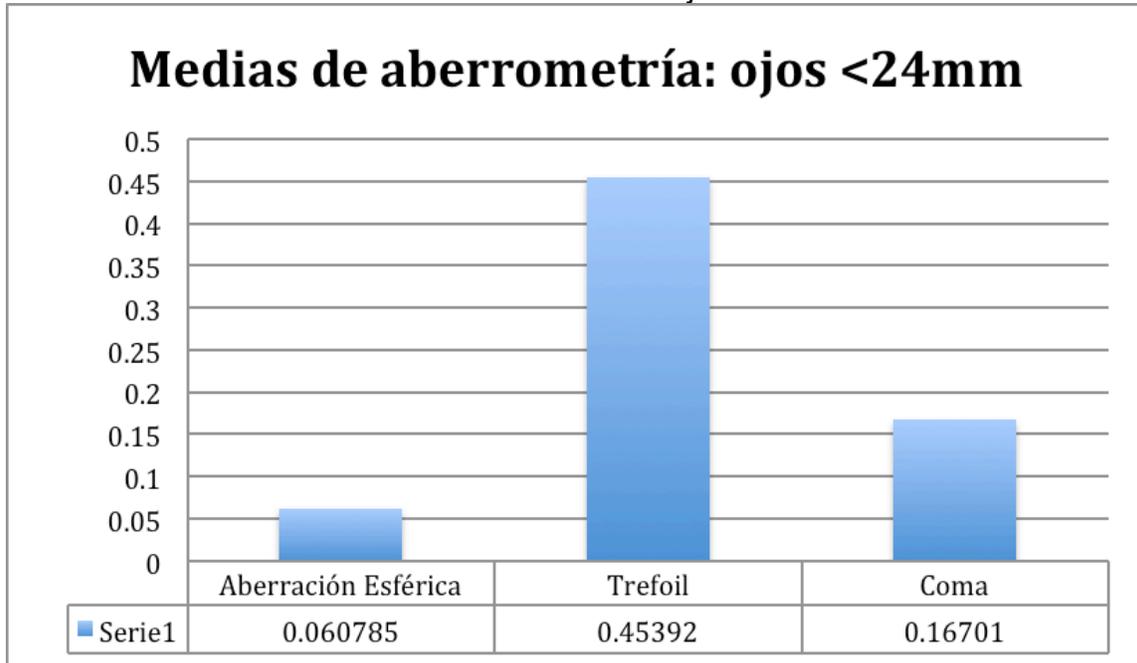
Aberrometría de frente de onda

El promedio de porcentaje de aberraciones de alto orden (HOA) fue de $42.85 \pm 25.3\%$ (rango de 14.4% a 88.9%). El promedio de aberración esférica fue de 0.00456 ± 0.04628 micrones (rango de -0.0622 a 0.06608). El promedio de trefoil fue de 0.24899 ± 0.17166 micrones (rango de 0.05737 a 0.48062). Por último el promedio de coma fue de 0.14708 ± 0.10282 micrones (rango de 0.00442 a 0.35754 micrones). (Ver gráficas 8, 9 y 10)

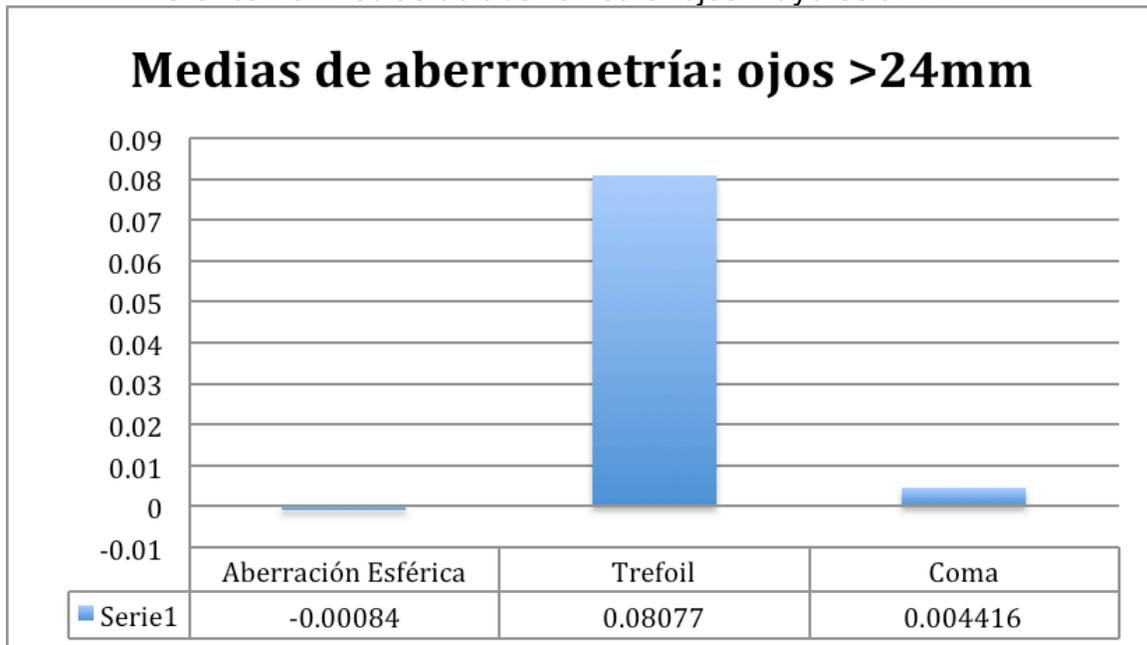
Gráfica 8. Medias de aberrometría



Gráfica 9. Medias de aberrometría: ojos menores a 24mm



Gráfica 10. Medias de aberrometría: ojos mayores a 24 mm



Casos extremos

De los 15 ojos que fueron estudiados, 5 ojos (33.33%) resultaron con un astigmatismo refractivo residual mayor a 1.5D (gráfica 11). En la tabla 4 se presentan los datos de los 5 casos con astigmatismo refractivo residual mayor a 1.5D. En estos casos, la media de la diferencia de ΔK entre IOL Master y el reporte Holladay fue de 1.15D.

Gráfica 11. Astigmatismo refractivo residual

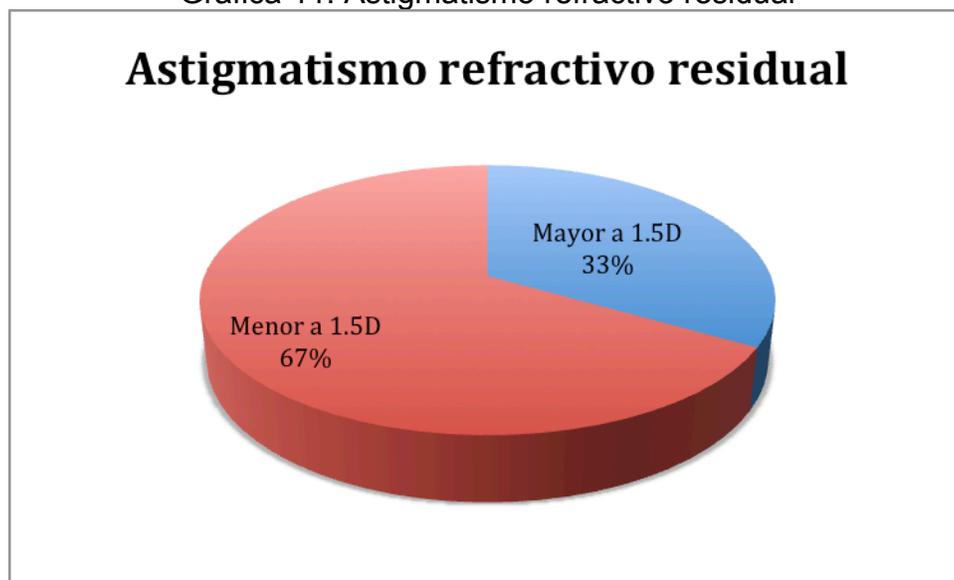


Tabla 4. Casos Extremos

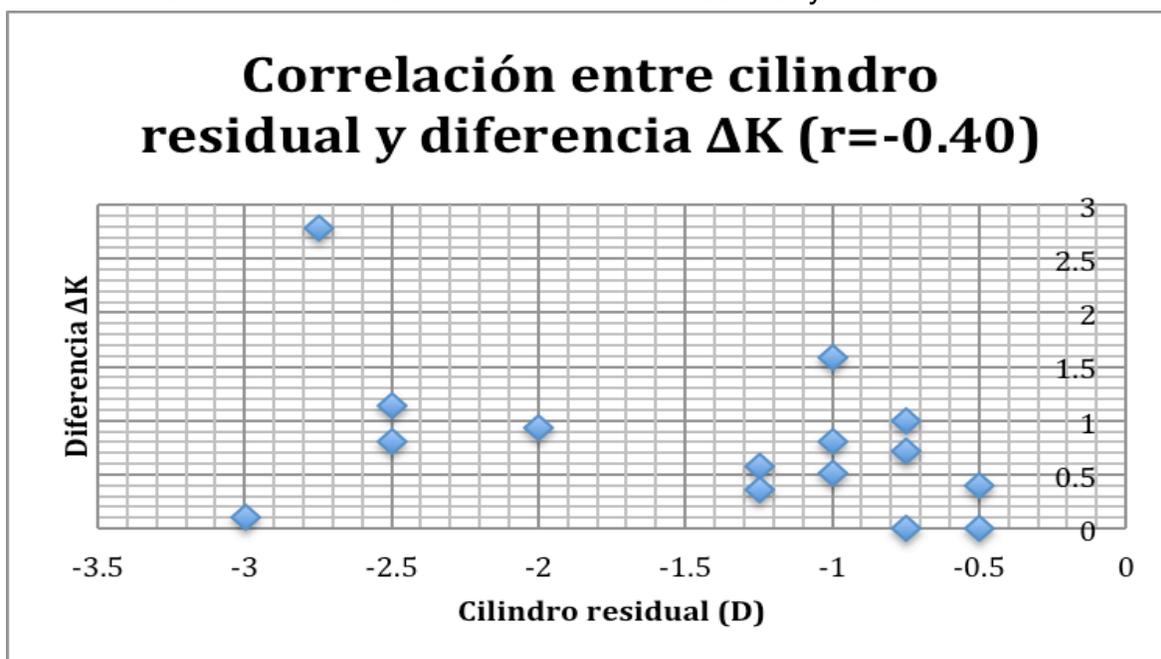
Parámetro	Caso 1	Caso 3	Caso 8	Caso 9	Caso 10
Longitud Axial (mm)	24.03	23.97	28.17	24.5	24.33
Error axial (grados)	10	17	11	27	5
ΔK IOL Master(D)	6.14	4.3	3.6	2.77	6.88
ΔK Reporte Holladay(D)	5	4.2	2.8	1.8	4.1
Diferencia ΔK (D)	1.14	0.1	0.8	0.9	2.78
Cilindro residual(D)	2.5	3	2.5	2	2.75
Esfera residual(D)	+0.50	+1.0	0	-1.0	-0.75

En la tabla 5 se reporta el ΔK obtenido por IOL Master, ΔK obtenido por el reporte Holladay y la diferencia entre ambos para cada uno de los 15 lentes implantados. En la gráfica 12 se representa la correlación entre el cilindro residual y la diferencia de ΔK explicada en el enunciado anterior.

Tabla 5. Diferencia entre ΔK por IOL Master y Reporte Holladay

LIO Implantado	ΔK IOL Master	Eje	ΔK Holladay	Eje	Diferencia
SN6AT9	6.14	28	5	26	1.14
SN6AT9	4.3	17	4.2	17	0.16
SN6AT9	6.88	150	4.1	149	2.78
SN6AT9	4.2	4	3.4	5	0.8
SN6AT8	3.6	165	2.6	165	0.8
SN6AT8	3.86	179	3.5	179	0.36
SN6AT8	3.1	120	3.1	120	0
SN6AT7	2.8	152	2.8	152	0
SN6AT6	2.88	18	2.3	17	0.58
SN6AT6	2.7	16	2.3	11	0.4
SN6AT6	2.77	64	1.8	71	0.93
SN6AT6	3.5	176	2.5	176	1
SN6AT6	2.81	163	4.4	164	1.59
SN6AT5	2.51	45	2	25	0.51
SN6AT4	1.92	177	1.2	174	0.72
Media (DE)	3.6 ± 1.35		3.03 ± 1.07		0.78 ± 0.7

Gráfica 12. Correlación entre cilindro residual y diferencia ΔK



DISCUSIÓN

El advenimiento de tecnología de lentes tóricos intraoculares ha otorgado a los cirujanos una manera segura y predecible de manejar a pacientes con astigmatismo corneal significativo. A pesar de que en la cirugía de catarata moderna el cálculo del poder esférico de un lente intraocular y su implantación es muy preciso y así permitiendo a pacientes miopes e hipermétropes prácticamente alcanzar la emetropía; en el caso de los pacientes con astigmatismo e implantación de un lente tórico esto es un mayor reto.

Para obtener los beneficios de corrección de cilindro con lentes tóricos intraoculares hay una serie de factores extras a considerar. Uno de ellos es la estabilidad rotacional.

En un estudio previo, Chang y colaboradores⁹ encontraron que solo 3 de 263 lentes rotaron más de 15 grados del eje objetivo y requirieron reposicionamiento quirúrgico. En una serie consecutiva de 100 casos¹⁰, el mismo autor reportó excelente estabilidad rotacional con el AcrySof IQ Tórico; la rotación media del lente fue de 3.35 ± 3.41 grados. En el mismo estudio, 90% de los lentes estuvieron a menos de 5 grados del eje establecido como objetivo y el 99% a menos de 10 grados del eje establecido como objetivo.

En el presente estudio la rotación media del primer día posoperatorio al primer mes fue de 2.83 ± 2.31 grados, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura. Sin embargo, la posición del lente al primer día posoperatorio difirió de la posición establecida como objetivo en 9.6 ± 6.47 grados lo cual ya es visualmente

significativo. Pensamos que otros factores, como el hecho de que la longitud axial media de nuestros pacientes fue alta ($24.77 \pm 1.69\text{mm}$) influyeron en la alineación imprecisa.

Además, es importante mencionar que la rotación en todos los casos de este estudio fue en sentido de las manecillas del reloj. Esto concuerda con un estudio realizado por Patel y colaboradores en el cual 85% de los lentes con el tipo de hápticas del lente utilizado en nuestro estudio rotaron en sentido de las manecillas del reloj.¹¹

El astigmatismo es una variable vectorial que posee una magnitud y un eje. Por tal razón, es importante realizar un análisis vectorial tal y como se hizo en el presente estudio.¹² La rotación de un lente tórico resulta en una corrección inefectiva del astigmatismo. Viestenz y cols¹³ estimaron que 11.5 grados de rotación resultarían en un astigmatismo residual del 40%; así mismo, una rotación de 3 grados resultaría en un astigmatismo residual de 10%. En el presente estudio, esto podría explicar en parte el cilindro refractivo residual posquirúrgico de 1.675 ± 0.979 . Incluso en 80% (4 ojos) de los casos extremos del presente estudio podemos atribuir el cilindro residual a una inadecuada alineación del lente.

Otro posible factor que pudo haber influido en el alto cilindro refractivo residual es la subvaloración del poder refractivo de la cara posterior de la córnea. Uno de los módulos incluidos en el software utilizado por el Oculus Pentacam es el reporte Holladay. De manera burda, el Pentacam mide el poder de la superficie anterior y posterior de la córnea algo que no es posible realizar con topografías basadas en sistemas de discos de Plácido. Los cálculos de lentes intraoculares actualmente requieren de valores queratométricos en formato convencional; por lo

que el reporte Holladay arroja valores llamados *equivalent keratometry reading* (EKR), estos valores asemejan al formato tradicional de queratometrías.^{14,16} En nuestro estudio tomamos estos valores para calcular el cilindro queratométrico corneal y lo comparamos con el obtenido por IOL Master; el resultado fue que hubo una discrepancia media de $0.78 \pm 0.7D$. Además, tomando estos mismos valores en los 5 casos extremos exclusivamente se obtuvo una discrepancia media de $1.15 \pm 0.7D$. Al excluir los 5 casos extremos y obtener una nueva media de la diferencia de ΔK esta fue aún más baja (0.59 ± 0.4). Por último, el caso 10 presentó un cilindro residual de 2.75D a pesar de tener un error en la alineación final de solo 5 grados. Sin embargo, en este caso el valor de diferencia de ΔK fue de 2.78D por lo cual consideramos que el factor superficie posterior de la córnea explica en parte el cilindro residual.

Se realizó un análisis de la correlación entre las variables cilindro residual y diferencia de ΔK mediante el coeficiente de correlación de Pearson en el cual se obtuvo un valor de $r = -0.40$. Esto indica que existe una relación negativa entre estas dos variables la cual no es perfecta. Lo cual significa que si una de las variables disminuye la otra tenderá a disminuir también.

Los resultados de cantidad visual en nuestro estudio fueron consistentes con estudios previos del mismo lente.¹⁵ La agudeza visual a distancia mejor corregida tuvo una mejoría estadísticamente significativa ($P = 0.00649$). Así mismo, la agudeza visual a distancia sin corrección también mejoró significativamente ($P = 0.02915$).

En cuanto a la calidad visual, en las pruebas de sensibilidad al contraste la media de los valores estuvo por debajo de la curva de normalidad solamente en las frecuencias espaciales intermedias (6 CPG).

No hubo diferencia significativa entre las aberraciones de alto orden entre los ojos mayores a 24mm y los ojos menores a 24 mm.

CONCLUSIÓN

La plataforma AcrySof IQ tórico restableció la función visual a distancia en ojos con catarata y astigmatismo corneal mayor a una dioptría. En los casos con sorpresa refractiva con astigmatismo refractivo inducido, encontramos que estos se correlacionaron con una inadecuada alineación del lente intraocular, así como a la subvaloración del astigmatismo de la superficie posterior de la córnea.

Considerando que la alineación de los lentes implantados en este estudio al primer día posoperatorio se encontraron lejos de la alineación objetivo (9.6 ± 6.47 grados de la alineación objetivo), debemos enfocarnos en los factores que pueden estar influyendo en esta inadecuada posición del lente desde el primer día posterior a la cirugía. De gran importancia es realizar un marcaje preciso preoperatorio así como asegurarse de extraer el viscoelástico por detrás del lente implantado.

En cuanto a la subvaloración del astigmatismo de la superficie posterior de la córnea, en el presente estudio no se tomó en cuenta ya que el astigmatismo queratométrico se obtuvo mediante IOL Master (Carl Zeiss Meditec AG). Como ya se mencionó en la discusión, actualmente la única tecnología que brinda una estimación del poder refractivo de la superficie posterior de la córnea es aquella basada en la cámara de Scheimpflug. Por lo tanto, una alternativa sería utilizar las queratometrías obtenidas mediante topografías corneales basadas en cámara de Scheimpflug al menos en los casos con astigmatismo queratométrico muy elevado.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:523-526.
2. Leyland M, Zinicola E, Bloom P, Lee N. Prospective evaluation of a plate haptic toric intraocular lens. *Eye* 2001;15:202-205.
3. Sun XY, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. *Ophthalmology* 2000;107:1776-1781.
4. Till JS, Yoder PR Jr, Wilcox TK, Spielman JL. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:295-301.
5. Bauer NJC, de Vries NE, Webers CA, et al. Atigmatism management in cataract surgery with AcrySof toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(9):1483-1488.
6. Weinand F, Jung A, Stein A, et al. Rotational stability of a single-piece hydrophobic acrylic intraocular lens: New method for high precision rotation control. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(5):800-803.
7. Chang DF. Comparative rotational stability of single-piece open-loop acrylic and plate haptic silicone toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(11):1842-1847.
8. Prinz A, Neumayer T, Buehl W, Vock L, Menapace R, Findl O, Georgopoulos M. Rotational stability and posterior capsule opacification of a

- plate-haptic and an open-loop-haptic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:251-257.
9. Chang DF. Repositioning technique and rate for toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1315-1316.
10. Chang DF. Comparative rotational stability of single-piece open-loop acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 1842-1847.
11. Patel CK, Ormonde S, Rosen PH, Bron AJ. Postoperative intraocular lens rotation; a randomized comparison of plate and loop haptic implants. *Ophthalmology* 1999; 106: 2190-2195; discussion by DJ Apple, 2196.
12. Guerrero-Berger O, Baca O, Velasco R, Barroso A. Análisis vectorial del astigmatismo postlaser: lluvia de puntos vs punto flotante. *Rev Mex Oftalmol*; Nov-Dic 2005; 79(6): 301-307.
13. Viestenz A, Seitz B, Langenbucher A. Evaluating the eyes rotational stability during standard photography; effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:557-561.
14. Budak K, Khater TT, Friedman NJ, et al. Evaluation of relationships among refractive and topographic parameters. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25;814-820.
15. Holland E, Lane S, Horn JD, Ernest P, Arleo R, Miller KM. The AcrySof toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism; a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology* 2010; 117:2104-2111.

16.Koch D, Ali S, Weikert M, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. J Cataract Refrac Surg 2012; 38: 2080-2087.