



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

---

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.

**EFFECTO DE LA CARA POSTERIOR DE LA CÓRNEA EN  
EL ASTIGMATISMO RESIDUAL DE PACIENTES  
SOMETIDOS A FACOEMULSIFICACIÓN Y COLOCACIÓN  
DE LENTE INTRAOCULAR TÓRICO.**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**CIRUJANO OFTALMÓLOGO**

**PRESENTA:**

DR. LUIS JACOBO RESÉNDIZ NÁJERA

**ASESORES DE TESIS**

DRA. CYNTHIA SOLÍS HERNÁNDEZ

DR. OSCAR GUERRERO BERGER

CIUDAD DE MÉXICO, 2020.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DR. ALEJANDRO BABAYÁN SOSA**  
PROFESOR TITULAR ANTE LA UNAM

---

**DR. OSCAR BACA LOZADA**  
PROFESOR ADJUNTO

---

**DRA. ADRIANA SAUCEDO CASTILLO**  
PROFESOR ADJUNTO / JEFE DE ENSEÑANZA  
E INVESTIGACIÓN

---

**DR. JAIME LOZANO ALCAZAR**  
DIRECTOR MÉDICO

---

**DRA. STEPHANIE VOORDUIN RAMOS**  
SUBJEFE DE ENSEÑANZA

---

**DRA. CYNTHIA SOLÍS HERNÁNDEZ**  
ASESOR DE TESIS

---

**DR. OSCAR GUERRERO BERGER**  
REVISOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Trinidad y Luis quienes han sido mi ejemplo, guía y apoyo en todo este camino, sin ustedes nada de esto sería posible. Gracias por siempre estar para mí y formar una persona de bien, con metas y siempre con ganas de superarse. Siempre les estaré agradecido.

A mi hermano Saúl, quien siempre me ha mostrado su apoyo y compañía en todos mis planes así como estar para mí en los momentos más difíciles.

A mi novia Blanca quien a pesar de lo difícil que ha sido este viaje nunca me ha dejado solo y juntos hemos aprendido a superar los obstáculos que se presentan.

A mis amigos en quienes siempre encontré un apoyo y la motivación para ser mejor y también quienes hicieron de estos últimos 3 años algo inolvidable.

A mis maestros quienes ponen su esfuerzo todos los días de manera desinteresada para formar profesionales de excelencia y a quienes siempre encontré dispuestos a enseñarnos de su conocimiento y experiencia.

## Índice

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
1. <b>Marco teórico</b> .....	6
<b>2. Protocolo de Investigación</b>	
2.1. Justificación.....	12
2.2. Planteamiento del problema.....	12
2.3. Pregunta de Investigación.....	12
2.4. Hipótesis.....	13
2.5. Objetivos.....	13
<b>3. Metodología</b>	
3.1. Diseño del estudio .....	14
3.2. Población y muestra.....	14
3.3. Criterios de selección .....	14
3.4. Materiales y métodos.....	16
3.5. Análisis estadístico .....	18
3.6. Tabla de variables .....	19
<b>4. Resultados</b> .....	21
<b>5. Discusión</b> .....	29
<b>6. Conclusión</b> .....	33
<b>Apéndices</b>	
1. Aspectos éticos.....	34
2. Aspectos de bioseguridad.....	34
3. Recursos financieros .....	34
4. Cronograma de actividades.....	35
5. Consentimiento informado.....	36
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>39</b>
<b>Anexos</b>	<b>42</b>

## **PRESENTACIÓN**

**Título.** Efecto de la cara posterior de la córnea en el astigmatismo residual de pacientes sometidos a facoemulsificación y colocación de lente intraocular tórico.

### **Investigador Responsable:**

Dr. Luis Jacobo Reséndiz Nájera

### **Asesores de Tesis:**

Dra. Cynthia Solís Hernández

*Médico Cirujano Oftalmólogo, Alta especialidad en microcirugía del segmento anterior. Adscrito al Departamento de Alta Especialidad de Segmento anterior. Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz. I.A.P.*

Dr. Oscar Guerrero Berger

*Médico Cirujano Oftalmólogo, Alta especialidad en microcirugía del segmento anterior, córnea y cirugía refractiva. Jefe del Departamento de Alta Especialidad de Segmento anterior. Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz. I.A.P.*

### **Fecha de inicio y finalización de Investigación.**

**Inicio:** Mayo 2018

**Finalización:** Octubre 2019

### **Correspondencia.**

Departamento de Segmento Anterior.

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

Ezequiel Montes 135 Colonia Tabacalera, Cuauhtémoc, Ciudad de México.

## **Marco teórico**

La opacidad del cristalino es la principal causa de ceguera reversible en el mundo; la OMS estima que causa 48% de los casos de ceguera a nivel mundial, así como la causa de baja visual en el 33% de la población mundial.

Entre los principales factores de riesgo para el desarrollo de catarata se encuentran la edad avanzada, la exposición a luz ultravioleta, el tabaquismo, uso prolongado de corticoesteroides tópicos y sistémicos, traumatismos oculares y diabetes mellitus. La mayoría de los casos ocurren en personas de edad avanzada; generalmente después de los 60 años, sin embargo pueden presentarse a edades más tempranas cuando existen factores de riesgo.

El tratamiento quirúrgico está indicado en aquellos pacientes en los cuales la baja visual secundaria a la opacidad del cristalino interfiere con la habilidad del paciente para cumplir con sus actividades diarias, generalmente se puede conseguir una adecuada restauración de la agudeza visual con la implantación de un lente intraocular (1, 2).

El astigmatismo es un error refractivo en el cual los rayos de luz no se enfocan en un mismo plano de la retina; ocasionando consecuentemente una visión borrosa a cualquier distancia. El astigmatismo corneal ocurre como consecuencia de una diferencia en las curvaturas de los principales meridianos de la superficie anterior de la córnea; por otra parte, el astigmatismo interno es resultado de una curvatura desigual de las superficies anterior o posterior del cristalino, un índice de refracción desigual a lo largo del cristalino o debido a la superficie posterior de la córnea.

En el caso del astigmatismo corneal; cuando el meridiano más curvo se encuentra en el eje vertical se denomina “con la regla”, cuando el meridiano mas curvo se encuentra en el eje horizontal se denomina “contra la regla y el astigmatismo oblicuo ocurre cuando el meridiano más curvo se encuentra entre 120-150° y entre 30-60°. (3, 4, 5).

La corrección del astigmatismo puede llevarse a cabo mediante corrección óptica aérea con lentes cilíndricas, lentes de contacto rígido gas permeable, lentes de contacto blandos tóricos, cirugía refractiva laser, incisiones corneales periféricas y colocación de lentes intraoculares tóricos que pueden corregir hasta 8D de astigmatismo (6).

En los pacientes sometidos a cirugía de catarata se puede encontrar una prevalencia de astigmatismo corneal de 1 D o mayor hasta en un 20-30% de los casos; mayor de 1.5 D en 22% y mayor de 2 D hasta en un 8%. En estos casos se pueden lograr resultados visuales ópticos e independencia de lentes aéreos con el uso de lentes intraoculares tóricos. (7, 8, 9, 10).

En 1992 se introdujo el primer lente intraocular tórico por Shimizu y colaboradores; se trataba de un lente de 3 piezas de polimetil-metacrilato, no plegable, que debía ser introducido a través de una incisión de 5.7mm. (11)

Los lentes intraoculares tóricos se recomiendan universalmente en casos de catarata que se acompañan de astigmatismos corneales significativos de 1.25D o mayores, con el fin de obtener un incremento en la independencia al uso de lentes aéreos ya que esto representa beneficios económicos, prácticos y cosméticos.



La decisión de colocar un lente intraocular tórico se basa en la magnitud y eje del astigmatismo corneal, las expectativas y necesidades del paciente, así como de la presencia de otras comorbilidades oculares.

Entre las contraindicaciones para la implantación de lentes intraoculares tóricos se encuentran los casos de astigmatismos irregulares ocasionados por cicatrices corneales, ectasias corneales como el queratocono o la degeneración marginal pelúcida, pacientes sometidos a procedimientos vitreoretinianos o cirugías filtrantes y en casos de patologías que condicionen inestabilidad zonular como el síndrome de pseudoexfoliación o traumatismos oculares previos. Una midriasis pobre puede considerarse una contraindicación relativa cuando esta no permita la visualización adecuada de las marcas de alineación del lente tórico (7, 8, 10).

Diversos estudios han reportado los resultados visuales luego de la implantación de lentes tóricos; se han reportado incrementos en la agudeza visual lejana no corregida que van de los 0.23 a 0.92 logMAR (3); algunos estudios refieren resultados visuales con hasta 100% de casos que presentan agudezas visuales de 20/40. Nienke Visser y cols. reportan una revisión de los artículos publicados sobre los resultados visuales (Tabla 1).

Para conseguir resultados visuales adecuados con el uso de lentes intraoculares se requiere realizar un cálculo del poder adecuado; la correcta medición de las queratometrías y de la longitud axial ocular son elementos indispensables para lograr un calculo adecuado en el caso de lentes intraoculares esféricos; la estimación del astigmatismo inducido quirúrgicamente, la curvatura corneal posterior y la posición efectiva de la lente son necesarios para el calculo del poder de los lentes intraoculares tóricos (8,10,12).

Koch y cols. reportan un promedio de astigmatismo corneal posterior de 0.3D y mayor de 0.5D hasta en un 9% de los casos; además observaron que con el envejecimiento el meridiano corneal anterior más curvo cambia de una localización vertical hacia una localización horizontal; por el contrario el meridiano corneal posterior más curvo no sufre dicho cambio; por lo cual en pacientes jóvenes puede ocasionar frecuentemente un efecto compensatorio y en pacientes de edad avanzada un efecto aditivo.

Estos hallazgos sugieren que el efecto de la superficie posterior de la córnea puede ser un factor que influye en los resultados de los procedimientos quirúrgicos enfocados en corregir el astigmatismo que únicamente se basan en las mediciones de la superficie corneal anterior; en las cuales se utiliza un índice de refracción de 1.3375 para convertir los valores de las mediciones de la cara anterior de la córnea en valores de astigmatismo corneal total (13). Una alternativa a la medición de los valores de la superficie corneal posterior es su estimación mediante modelos matemáticos, nomogramas o ecuaciones de regresión.

El Pentacam (OCULUS Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Germany) es un topógrafo corneal que utiliza un sistema de cámara de Scheimpflug para realizar mediciones de las superficies anterior y posterior de la córnea; además calcula el valor corneal total en diferentes valores como el Total Corneal Refractive Power basado en método de trazado de rayos y el True Net Power basado en la ley de Snell. Pentacam provee un adecuado desempeño en la evaluación de la cara corneal posterior; con una repetitibilidad intrasesión e intersesión adecuada (14, 15).

Actualmente existen calculadoras de lentes intraoculares tóricos que se basan en el algoritmo tórico de Barret, el cual toma en cuenta el efecto de la superficie corneal posterior. Existen estudios que reportan una superioridad de la calculadora Barret frente al uso de calculadoras tóricas estándar que solo toman en cuenta las mediciones de la superficie corneal anterior (16,17,18). Ferreira y cols. realizaron un estudio en 107 pacientes con implante de lente Acrysof tórico para comparar el error predictivo obtenido mediante el cálculo de LIO tórico utilizando métodos que estiman los valores de la cara posterior de la córnea contra el uso de mediciones directas mediante cámara de Scheimplug, los autores concluyen que la medición directa de los valores no es superior a su estimación (19).

Otro de los factores más relevantes para la obtención de resultados visuales adecuados luego de la implantación de LIOs tóricos es la correcta alineación del eje del LIO para la corrección del astigmatismo. La relación entre la desalineación y el astigmatismo residual resultante es sinusoidal y pequeñas desalineaciones tienen un efecto relativamente mayor sobre la corrección del astigmatismo que las desalineaciones grandes. Si el eje de un lente tórico se desalinea en  $30^\circ$ , no ocurre corrección de la magnitud del astigmatismo, sin embargo ocurre un cambio en el eje del mismo (7). Existen diversos métodos para la alineación de los LIOs tóricos.

La técnica de los 3 pasos involucra la realización de un marcaje preoperatorio del eje de referencia, alineación transoperatoria de las marcas de referencia con el compás del anillo de fijación y un marcado transoperatorio del eje blanco. Este método es bastante preciso, con un error total en la alineación de  $4.9^\circ \pm 2.1^\circ$ . La realización de las marcas de referencia debe hacerse en posición sentada con la espalda contra la pared y una mirada recta para evitar la ciclorsiión que sucede al ponerse en bipedestación.

Otros métodos disponibles están basados en el uso de referencias anatómicas para la realización de las marcas de referencias, algunos de los equipos disponibles son Callisto Eye and Z Align, Verion image guided system y TrueVision 3D surgical system. Los dispositivos de aberrometría transoperatoria como el ORA y Holos IntraOp pueden realizar un cálculo del poder del LIO, estado refractivo y del eje en tiempo real (8, 20 y 21).

Para el análisis de resultados refractivos en la corrección del astigmatismo en su forma más básica pero fundamental, se realiza una comparación entre la magnitud del astigmatismo preoperatorio y posoperatorio sin tomar en cuenta el eje ( 22).

La aplicación de un análisis estadístico convencional a valores angulares puede llevar a resultados no confiables, por lo que para su correcto análisis es necesario la conversión de los datos direccionales de la refracción esferocilíndrica en su representación geométrica, los vectores de poder; la conversión de estos valores requiere de la descomposición de la expresión esferocilíndrica en 3 componentes, donde M es el valor del equivalente esférico, J0 es un cilindro cruzado de Jackson con eje a  $0^\circ$  y J45 es un cilindro cruzado de Jackson con eje a  $45^\circ$ ; mediante estos 3 componentes es posible expresar cualquier refracción esferocilíndrica (23).

La representación de estos vectores puede llevarse a cabo mediante diagramas de ángulo sencillo o diagramas de doble ángulo (ilustración 3), las ventajas del primero es ser mas intuitivo ya que los datos son fácilmente trasladados a un entorno clínico o topográfico, además de requerir de menor espacio; las ventajas de los diagramas de doble ángulo es que mantienen una mejor relación espacial de los valores del astigmatismo y permiten la expresión del valor centroide (24, 25).

## **PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

### **JUSTIFICACIÓN**

Entre los factores más importantes para obtener un buen resultado visual después de la implantación de un lente intraocular resalta el adecuado calculo de poder del lente intraocular; en el caso de los lentes intraoculares tóricos determinar el astigmatismo corneal es esencial, por lo tanto es necesario determinar el efecto de la cara posterior de la córnea en el cálculo del lente intraocular tórico y el astigmatismo residual con el fin de obtener los mejores resultados visuales posibles.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Si el poder de la cara posterior de la córnea influye de manera significativa en el astigmatismo corneal total se debe determinar si al incluir este ajuste al cálculo del lente intraocular tórico se produce un menor astigmatismo residual que al no incluirlo.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Es necesario incluir el ajuste de la cara posterior de la córnea en el cálculo de LIO tórico para obtener astigmatismos residuales bajos ?

## **HIPOTESIS**

Incluir el ajuste de la cara posterior de la córnea en el cálculo del lente intraocular tórico producirá un cálculo de LIO más adecuado y por lo tanto un menor astigmatismo residual.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo principal**

Comparar los resultados del cálculo de lente intraocular tórico utilizando el ajuste de la cara posterior de la córnea contra los resultados del cálculo de lente intraocular tórico sin tomar en cuenta dicho ajuste.

### **Objetivos secundarios:**

- Describir las características demográficas de la población estudiada
- Medición de los parámetros biométricos en la población estudiada.
- Medición del grado y tipo de astigmatismo pre quirúrgico en la población estudiada.
- Medición del grado y tipo de astigmatismo posquirúrgico en la población estudiada.
- Describir el grado de catarata en los pacientes de la población estudiada.
- Describir el cálculo de lente intraocular en ambos grupos de la población estudiada.
- Comparación de los cálculos de lente intraocular entre ambos grupos de la población.
- Analizar y describir los resultados refractivos en pacientes operado de catarata con implante de lente intraocular tórico.

## **METODOLOGÍA**

### **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Se realizó un estudio de tipo longitudinal, ambispectivo, observacional y analítico.

### **POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **Población Objetivo**

Pacientes operados de catarata no complicada con implante de lente intraocular tórico enVista en la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz (FHNSL).

#### **Muestra**

La muestra fue seleccionada a través de muestreo no probabilístico por conveniencia en un periodo de mayo de 2018 a mayo de 2019.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **Criterios de inclusión**

- Pacientes con diagnóstico de catarata senil y astigmatismo corneal regular mayor a 1.25 D que hayan sido sometidos a cirugía de catarata con implante de lente intraocular tórico “enVista” en el servicio de Segmento Anterior del Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz.
- Sin restricción en edad, género y raza.

### **Criterios de exclusión**

- Antecedente de cirugía refractiva
- Antecedente de cirugía intraocular previa
- Antecedente de traumatismo ocular
- Presencia de patología ocular diferente a catarata que condicione baja visual
- Presencia de cicatrices corneales
- Presencia de pterigión
- Presencia de ectasias corneales
- Presencia de síndrome de pseudoexfoliación o cualquier otra patología que condicione inestabilidad zonular
- Pacientes con complicaciones transoperatorias o postoperatorias

### **Criterios de eliminación**

- Pacientes con complicaciones intraoperatorias o posoperatorias (incluyendo rotación del LIO).
- Pacientes con falta de seguimiento
- Pacientes que no se realizaron refracción postquirúrgica



## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de acuerdo con los estándares éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética y de investigación del Hospital. A todos los pacientes candidatos a cirugía de catarata con la técnica de facoemulsificación que tuvieran un astigmatismo corneal mayor a 1.25 dioptrías se les realizó una examinación completa que incluyó:

- Toma de agudeza visual y capacidad visual con refracción usando cartilla de Snellen estandarizada.
- Examinación completa del segmento anterior bajo lámpara de hendidura.
- Tonometría de aplanación con tonómetro de Goldmann.
- Revisión de fondo de ojo bajo midriasis pupilar farmacológica.
- Medición de parámetros biométricos con Lenstar o Pentacam.

La población fue dividida en 2 grupos de manera aleatoria, en el grupo 1 los valores queratométricos se tomaron de las mediciones de queratometrías realizadas con el Lenstar LS-900 y en el grupo 2 se tomaron las mediciones del Total Corneal Refractive Power del Pentacam, los cuales fueron utilizados para el cálculo de LIO en los 2 grupos respectivamente. Con base en los valores de astigmatismo corneal se clasificó a los pacientes en astigmatismo:

- Con la regla: eje mas curvo entre 60 a 120°
- Contra la regla: eje mas curvo entre 0 a 30° o 150 a 180°
- Oblicuo: eje mas curvo entre 30 a 60° o 120 a 150°

El cilindro del LIO se seleccionó basado en el resultado del calculador tórico enVista en línea, disponible en:

[https://envista.toriccalculator.com/\(S\(wbrrg2hbcyiwkynscj0oi3m1\)\)/InputPage.aspx](https://envista.toriccalculator.com/(S(wbrrg2hbcyiwkynscj0oi3m1))/InputPage.aspx)

El astigmatismo inducido quirúrgicamente se asumió en 0.5 dioptrías en todos los casos para el calculo del poder y eje del cilindro del LIO. Previo a la cirugía se realizó el marcaje corneal del eje de alineación en lámpara de hendidura con el paciente sentado para evitar ciclotorsión.

La facoemulsificación se realizó bajo anestesia tópica, se realizó incisión oblicua en 3 planos en córnea clara. A todos los pacientes se les implanto un lente introcular tórico enVista.

Se realizaron visitas de seguimiento al 1º día, 1º semana y 1º mes posoperatorio. En la visita de la 1º semana se realizó revisión de la alineación del eje del LIO bajo midriasis farmacológica en lámpara de hendidura. En la visita del 1º mes posoperatorio se realizó toma de queratometrías con autorrefractómetro, toma de agudeza visual y refracción subjetiva por optometrista.

Para la recopilación de la información se realizó una base de datos en el programa Excel (Microsoft Office, 2016) la cual incluyó los datos demográficos, refractivos, biométricos, calculo de esfera y cilindro del LIO, astigmatismo residual esperado y refracción del 1º mes posquirúrgico. Una vez completa la base de datos se realizó el análisis a través del software estadístico STATA .

Se determino el valor predictivo como la diferencia entre el astigmatismo residual medido y el astigmatismo residual estimado.

Para el análisis comparativo de ambos grupos se convirtieron los valores de la refracción esferocilíndrica preoperatoria y posoperatoria en vectores de poder según el método de Alpins mediante las siguientes formulas (22):

$$J_0 = - (C/2) * \text{Cos}(2\alpha)$$

$$J_{45} = - (C/2) * \text{Seno}(2\alpha)$$

Para la realización del análisis de vectores en diagramas de ángulo sencillo se utilizó el programa AstigMATIC según lo descrito por *Gauvin y cols* (24).

Para la realización del análisis de vectores en diagramas de doble ángulo se utilizó la herramienta sugerida por *Abulafia y cols*. (27).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnoff para determinar la normalidad de la muestra. Las variables continuas fueron analizadas utilizando una prueba T de student, las variables categóricas fueron analizadas utilizando una prueba de  $X^2$ . Se tomaron valores de  $P < 0.05$  como estadísticamente significativo. Los valores fueron analizados utilizando el programa estadístico STATA versión 16.

## TABLA DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO	UNIDAD DE MEDICIÓN
EDAD	Cuantitativa discreta	Años
SEXO	Cualitativa nominal	Masculino/ femenino
OJO OPERADO	Cualitativa nominal	Derecho/ izquierdo
ΔK PREQUIRÚRGICO	Cuantitativa continua	Dioptrías
EJE PREQUIRÚRGICO	Cuantitativa continua	Grados
LONGITUD AXIAL	Cuantitativa continua	Milímetros
QUERATOMETRÍA PLANA	Cuantitativa continua	Dioptrías queratométricas
QUERATOMETRÍA CURVA	Cuantitativa continua	Dioptrías queratométricas
EJE PLANO	Cuantitativa continua	Grados
EJE CURVO	Cuantitativa continua	Grados
SIA	Cuantitativa continua	Dioptrías
ESFERA LIO	Cuantitativa continua	Dioptrías
CILINDRO LIO	Cuantitativa continua	Dioptrías
EJE ALINEACIÓN LIO	Cuantitativa continua	Grados
NO (CLASIFICACIÓN LOCS III)	Cuantitativa continua	
NC (CLASIFICACIÓN LOCS III)	Cuantitativa continua	
C (CLASIFICACIÓN LOCS III)	Cuantitativa continua	
P (CLASIFICACIÓN LOCS III)	Cuantitativa continua	

VARIABLE	TIPO	UNIDAD DE MEDICIÓN
PENTACAM	Cualitativa nominal	Si/ No
TCRP FLAT	Cuantitativa continua	Dioptías queratométricas
TCRP STEEP	Cuantitativa continua	Dioptías queratométricas
EJE TCRP FLAT	Cuantitativa continua	Grados
EJE TCRP STEEP	Cuantitativa continua	Grados
ASTIGMATISMO POSTQUIRÚRGICO RESIDUAL ESTIMADO	Cuantitativa continua	Dioptías
EJE POSQUIRÚRGICO RESIDUAL ESTIMADO	Cuantitativa continua	Grados
ASTIGMATISMO POSQUIRÚRGICO	Cuantitativa continua	Dioptías
EJE POSQUIRURGICO	Cuantitativa continua	Grados

## RESULTADOS

Se incluyeron un total de 108 ojos de 72 pacientes, los cuales fueron 40 mujeres y 32 hombres, el grupo 1 en el cual el cálculo de LIO fue realizando utilizando las queratometrías medidas mediante Lenstar estuvo conformado por 63 ojos; el grupo 1 en el cual el cálculo de LIO fue realizando utilizando los valores del Total Corneal Refractive Power medido por Pentacam estuvo conformado por 45 ojos.

La edad promedio en el grupo 1 fue de 65.87 años (desviación estándar de 11.88 años, rango de 29 a 89 años); en el grupo 2 la edad promedio fue de 63.24 años (desviación estándar de 13.53 años, rango de 30 a 85 años), sin presentar diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p= 0.4$ ).

La magnitud del astigmatismo corneal prequirúrgico en el grupo 1 fue de 2.08 dioptrías (desviación estándar de 0.83, rango 0.92 - 4.57 dioptrías); en el grupo 2 la magnitud del astigmatismo corneal prequirúrgico fue de 2.32 dioptrías (desviación estándar de 1.17, rango de 0.99 - 6.9 dioptrías), sin presentar diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p= 0.125$ ).

La clasificación del Lens Opacities Classification System III más frecuente fue NO 2 NC 2 P 1 y C3 para el grupo 1 y NO 2 NC 2 C2 P3 para el grupo 2.

La esfera del lente implantado así como la magnitud del cilindro fueron comparables entre ambos grupos, para el grupo 1 el promedio de la esfera implantada fue de 20.80 D (Desviación estándar 2.56, rango 13.5-26.5) y para el grupo 2 fue de 21.01D ( Desviación estándar 4.14, rango 10-30), la magnitud del cilindro del LIO implantado para el grupo 1 fue de 2.63 D (Desviación estándar 1.25, rango 1.25-5.75) y para el grupo 2 fue de 2.91D (Desviación 1.31, rango de 1.25-5.75).

La magnitud del astigmatismo refractivo posquirúrgico medido al 1º mes posterior a la cirugía fue de 0.59 D (Desviación estándar de 0.43, rango de 0 – 2) para el grupo 1 y de 0.72D (Desviación estándar de 0.54, rango de 0 - 2.5) para el grupo 2, cabe destacar que los astigmatismos residuales de mayor magnitud correspondieron a los pacientes con mayor astigmatismo corneal prequirúrgico, así mismo el calculador también estimó un astigmatismo residual alto.

En la siguiente tabla se resumen los datos biométricos, calculo de esfera y magnitud del cilindro del LIO implantado y la magnitud de astigmatismo refractivo posquirúrgico para ambos grupos.

	<b>Grupo 1 Promedio (DE)[min-max]</b>	<b>Grupo 2 Promedio (DE)[min-max]</b>	<b>P</b>
<b>Edad</b>	65.87 (11.88)[29-89]	63.24 (13.53)[30-85]	0.4
<b>Δ K prequirúrgico</b>	-2.08 (0.83)[0.92- 4.57]	-2.32 (1.17)[0.99-6.9]	0.12
<b>Queratometría/ TCRP plana</b>	43.60 (1.55)[38.08-46.89]	43.23 (1.66)[38.99-47.24]	0.9
<b>Queratometría/ TCRP curva</b>	45.69 (1.68)[40.66-49.68]	45.61 (1.86)[42.62-49.05]	0.6
<b>Longitud axial</b>	23.49 mm (0.98)[21.49-25.56]	23.55 mm (1.45)[20.58-27.61]	0.3
<b>PCA</b>	3.20mm (0.44)[2.23-4.04]	3.15 mm (0.39)[2.45-3.97]	0.7
<b>LOCS III</b>	2/2/1/3	2/2/2/3	
<b>Esfera del LIO</b>	20.80 D (2.56)[13.5-26.5]	21.01D (4.14)[10-30]	0.8
<b>Magnitud Cilindro del LIO</b>	-2.63 D (1.25)[1.25-5.75]	-2.91D (1.31)[1.25-5.75]	0.8
<b>Magnitud de astigmatismo refractivo posquirúrgico</b>	-0.59 D (0.43)[0 - 2]	-0.72D (0.54)[0 - 2.5]	0.8

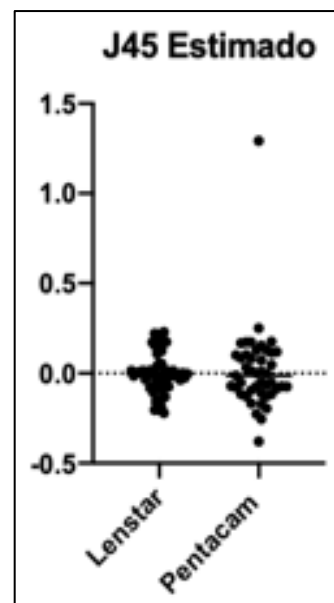
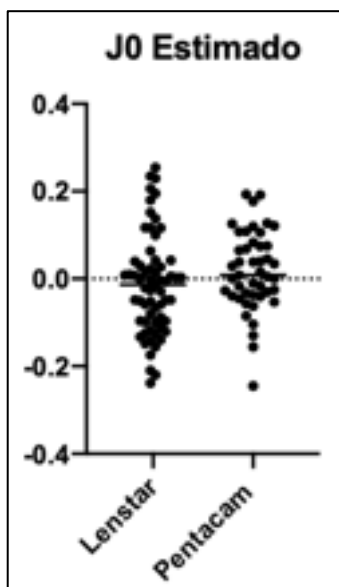
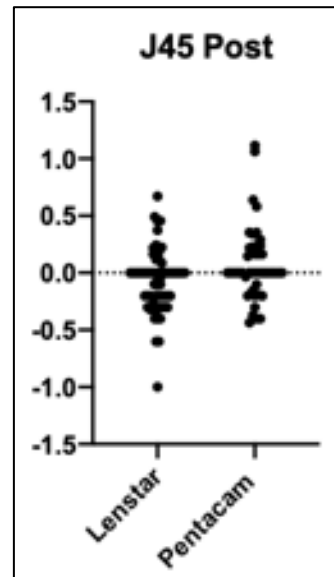
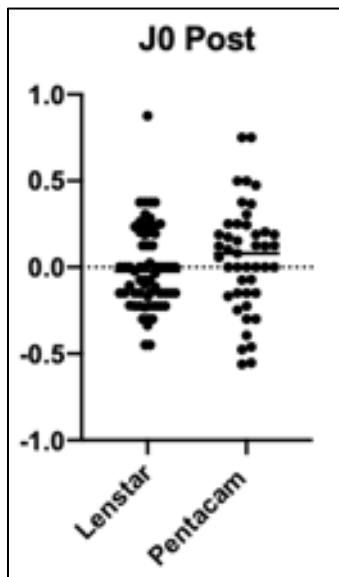
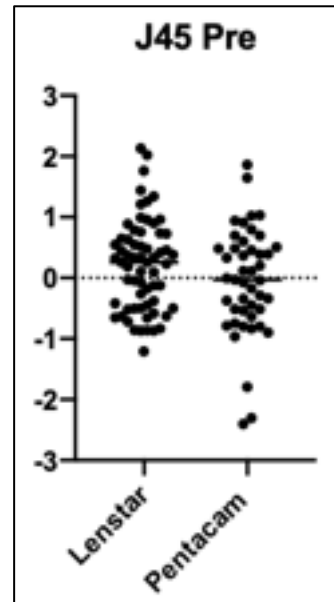
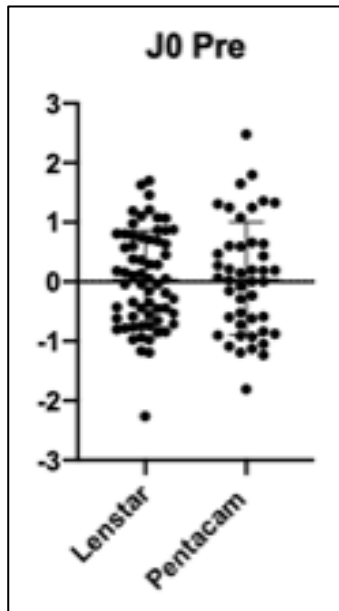
Tabla 3. Datos biométricos, magnitud del LIO calculado y magnitud del astigmatismo refractivo posquirúrgico por grupos.

Los valores del astigmatismo corneal prequirúrgico, astigmatismo refractivo residual medido y estimado fueron convertidos a los componentes de  $J_0$  y  $J_{45}$  de vectores de poder para su análisis estadístico así como su representación en gráficas de ángulo simple y doble por los métodos ya descritos previamente.

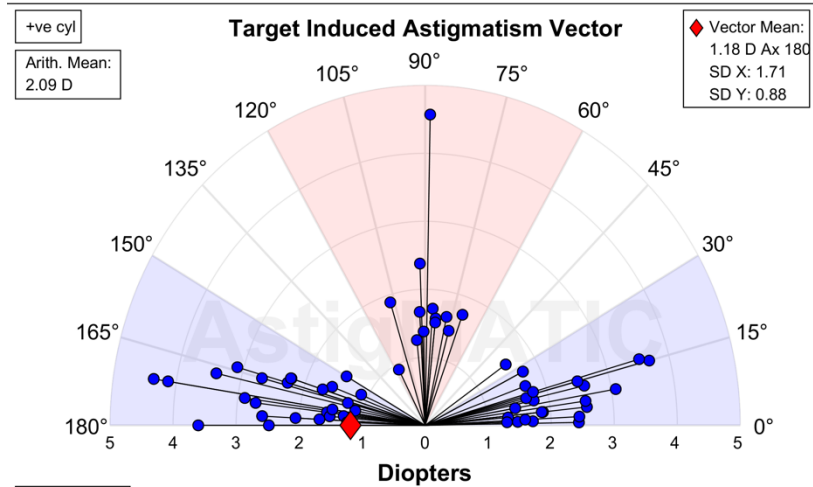
Para los componentes prequirúrgicos de  $J_0$  y  $J_{45}$  del grupo 1 el promedio fue de 0.04594 y 0.2116 respectivamente, para el grupo 2 los promedios fueron 0.05449 y -0.05659 respectivamente. Para los componentes posquirúrgicos de  $J_0$  y  $J_{45}$  del cilindro medido del grupo 1 el promedio fue de -0.006359 y -0.07395 y para el grupo 2 los promedios fueron de 0.05170 y 0.07371, este último presentando una diferencia estadísticamente significativa ( $P=0.01$ ). Para los valores del astigmatismo residual estimado los promedios para el grupo 1 fueron -0.01400 y 0.002903 y para el grupo 2 fueron de 0.01747 y 0.01439 respectivamente, no presentaron diferencia estadísticamente significativa (tabla 4).

	Grupo 1 (Lenstar)	Grupo 2 (Pentacam)	P
$J_0$ Prequirúrgico	0.04594	0.05449	0.96
$J_{45}$ Prequirúrgico	0.2116	-0.05659	0.093
$J_0$ Posquirúrgico	-0.006359	0.05170	0.23
$J_{45}$ Posquirúrgico	-0.07395	0.07371	<b>0.01</b>
$J_0$ Estimado	-0.01400	0.01747	0.12
$J_{45}$ estimado	0.002903	0.01439	0.61

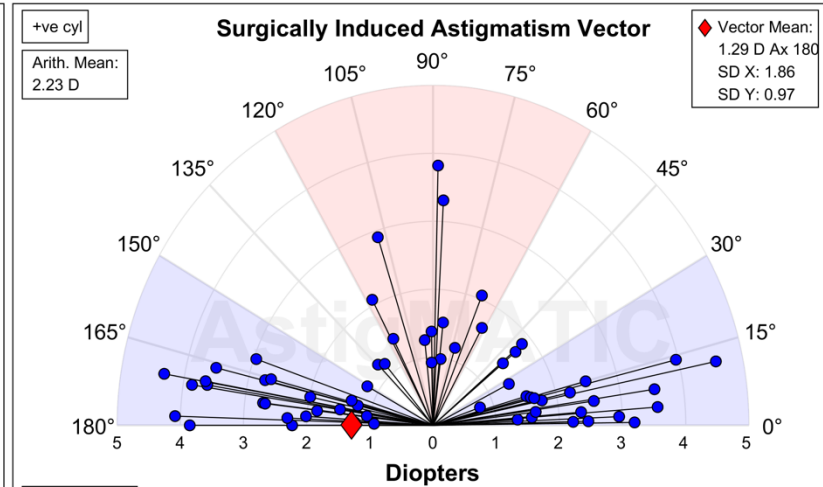




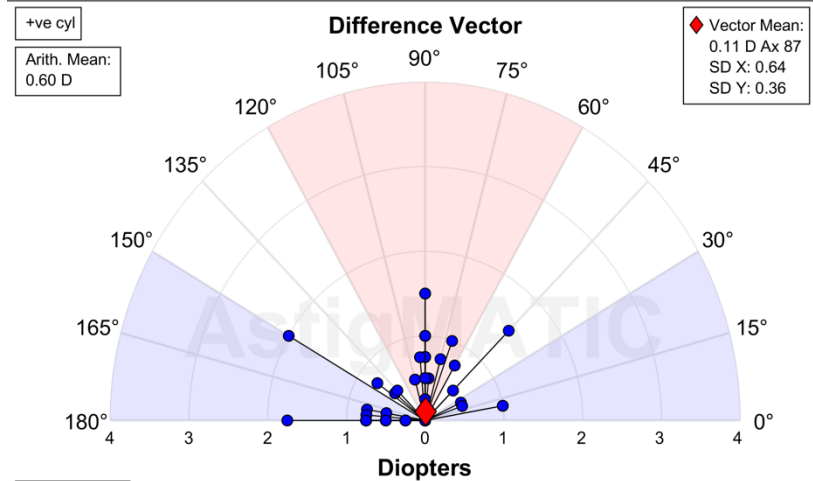
# Grupo 1 (Lenstar)



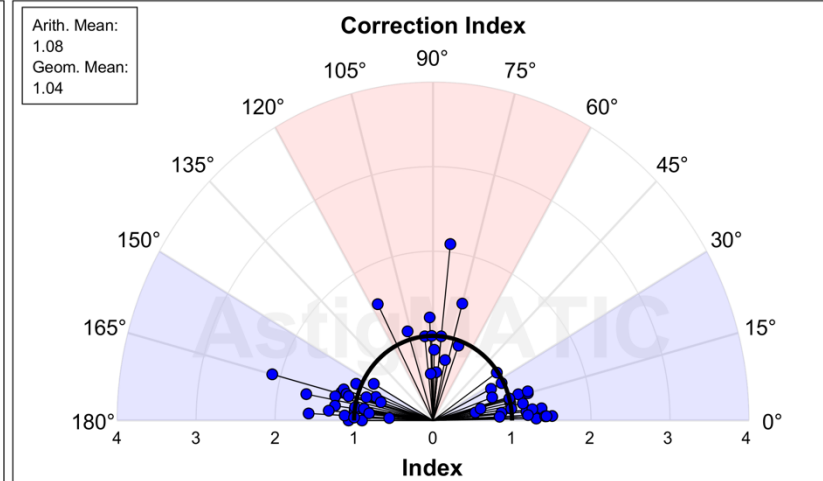
Polar diagram



Polar diagram

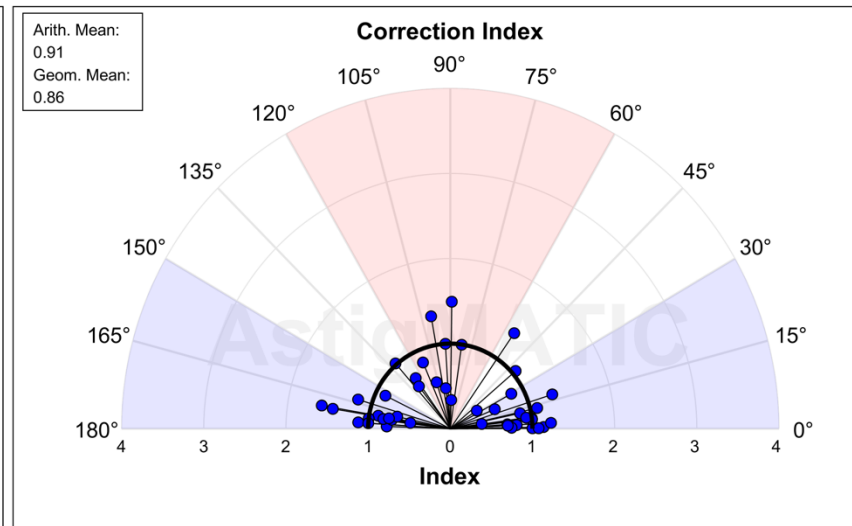
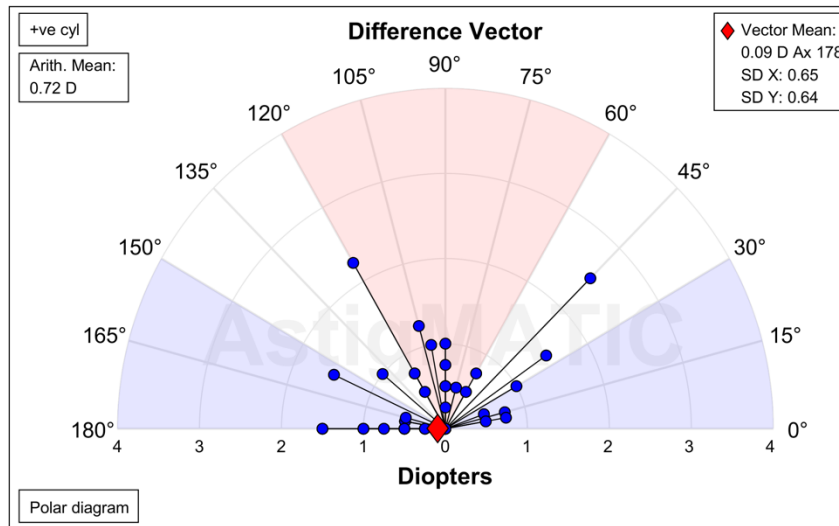
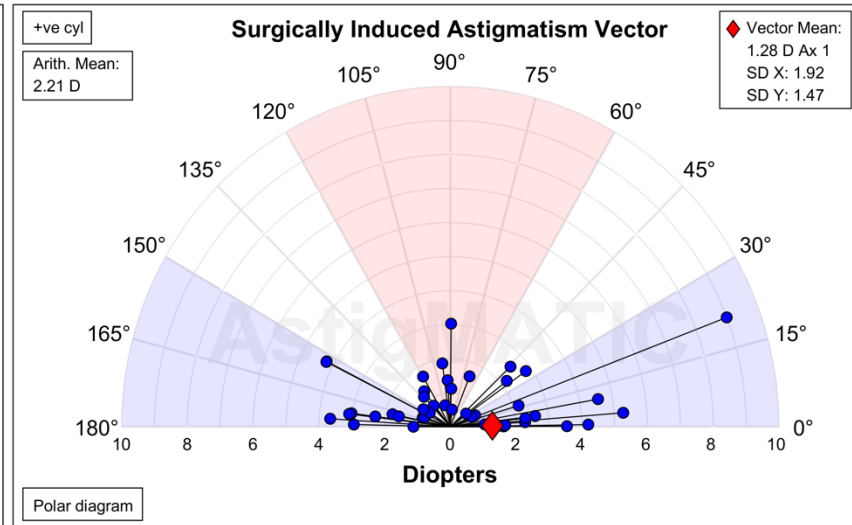
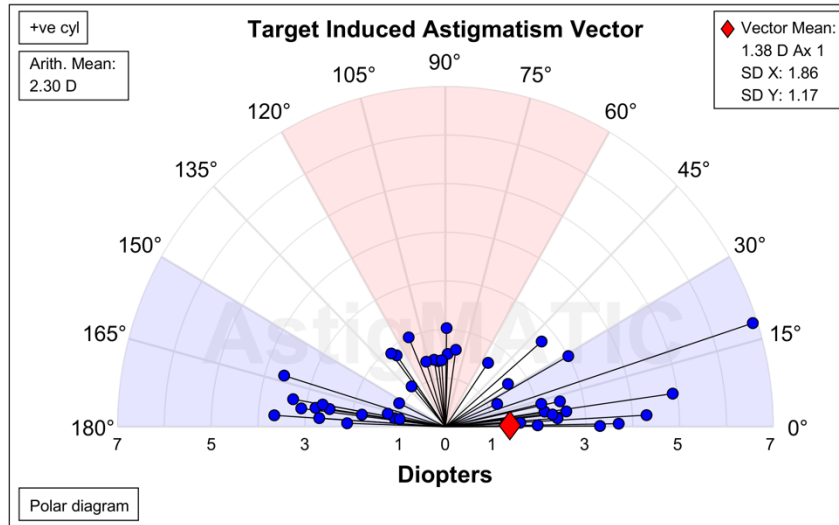


Polar diagram



Diagramas de ángulo sencillo del Grupo 1 (Lenstar) donde se muestran los 4 diagramas sugeridos por el Método de Alpins

## Grupo 2 (Pentacam)



Diagramas de ángulo sencillo del Grupo 2 (Pentacam) donde se muestran los 4 diagramas sugeridos por el Método de Alpins.

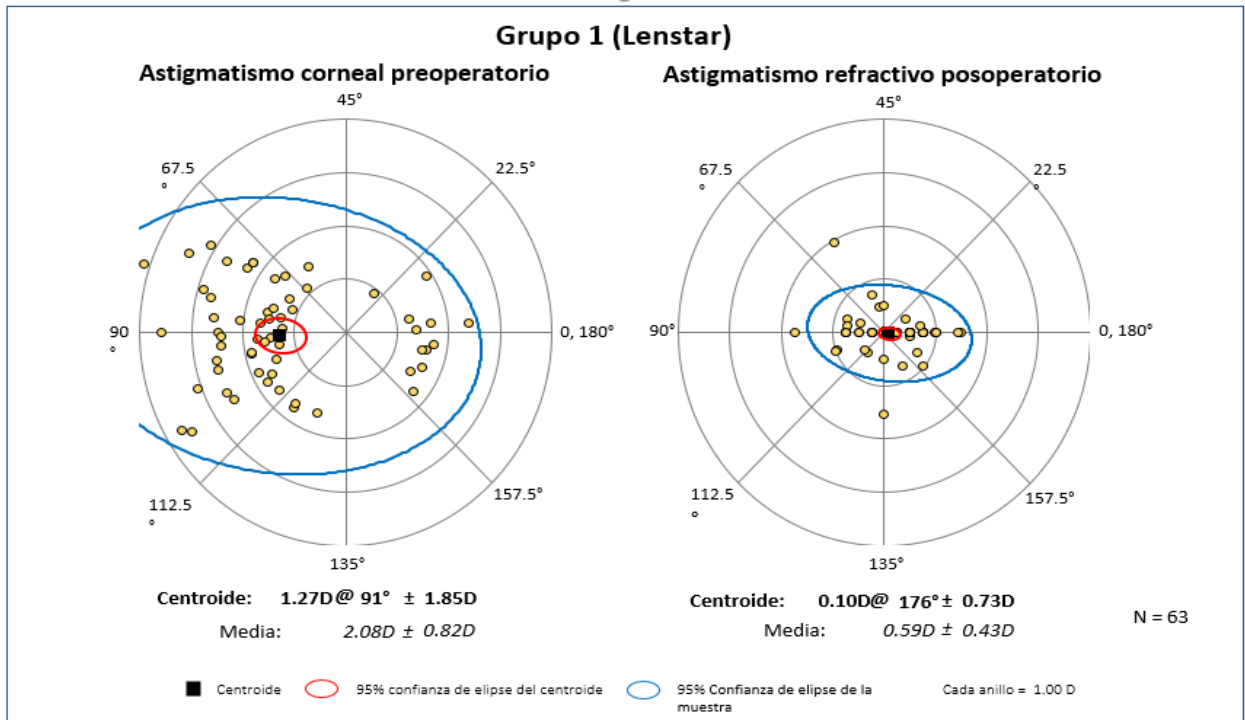
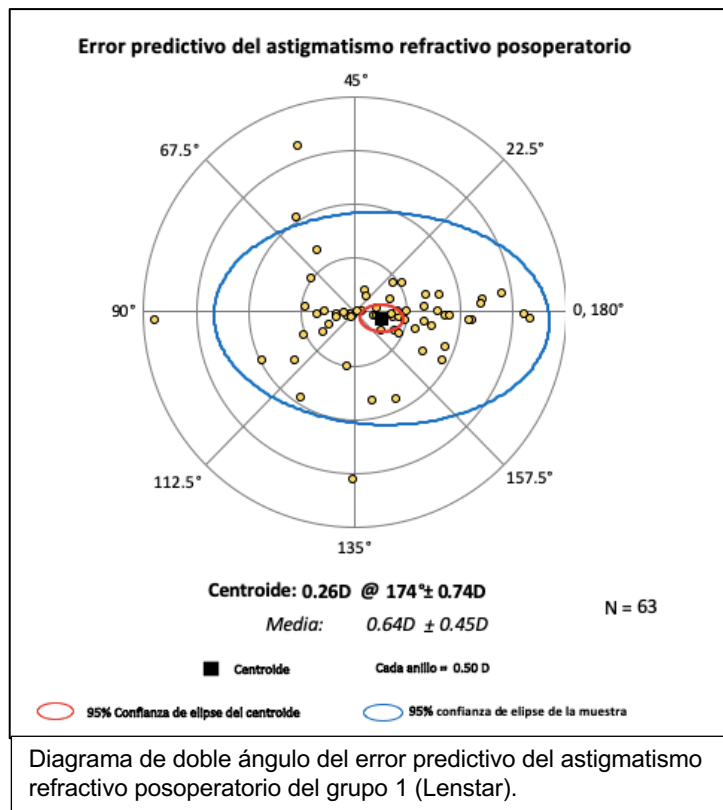


Diagrama de doble ángulo del grupo 1 (Lenstar), la figura de la izquierda muestra la distribución de astigmatismo corneal preoperatorio con un valor centroide de 1.27D @ 91°, la figura de la derecha muestra la distribución del astigmatismo refractivo posoperatorio con un valor centroide de 0.10D @ 176°.



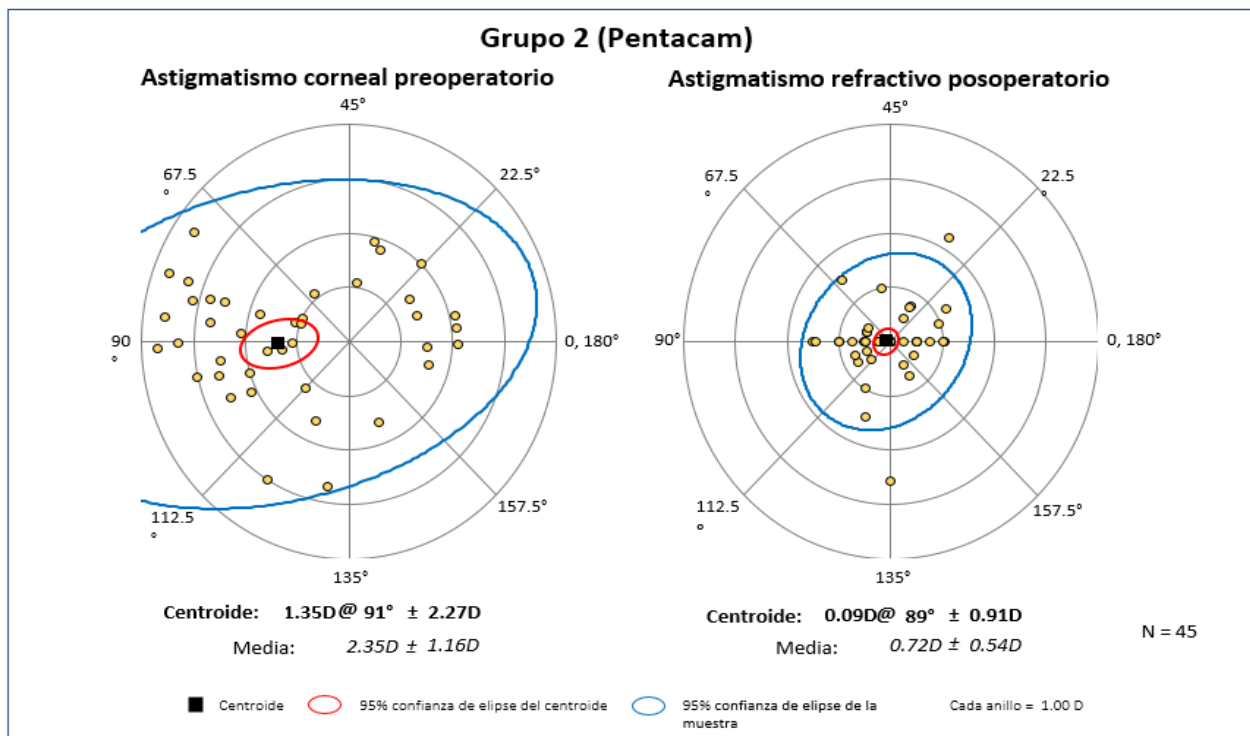
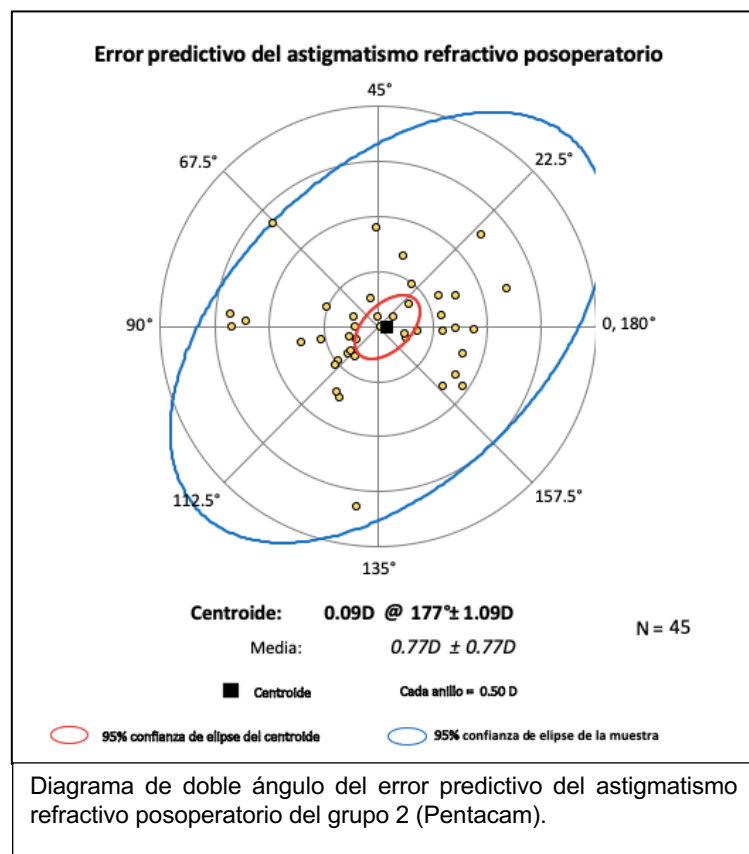


Diagrama de doble ángulo del grupo 2 (Pentacam), la figura de la izquierda muestra la distribución de astigmatismo corneal preoperatorio con un valor centroide de 1.35D @ 91°, la figura de la derecha muestra la distribución del astigmatismo refractivo posoperatorio con un valor centroide de 0.09D @ 89°.



## Discusión

Los resultados refractivos de pacientes operados con implante de lente intraocular tórico dependen de numerosos factores, desde una correcta medición del astigmatismo a corregir, las mediciones biométricas, el astigmatismo corneal posterior, el LIO tórico a implantar, el calculador utilizado, el cirujano que realiza la cirugía, la técnica utilizada y la rotación del eje del LIO que pudiera llegar a ocurrir posterior a la cirugía; la participación de todos estos factores ocasiona que un resultado refractivo ideal sea difícil de conseguir, sin embargo el avance en el estudio de estos factores permite que cada vez sea más posible obtener resultados más cercanos a la emetropía que permitan lograr una mayor proporción de casos en los cuales se consiga la independencia al uso de lentes aéreas. Se ha reportado que entre los distintos factores que influyen en el astigmatismo residual total, el astigmatismo corneal total (anterior y posterior) juega un papel mayor (28).

En nuestra población de estudio pudimos observar que las mediciones biométricas para ambos grupos fueron comparables así como la magnitud del astigmatismo corneal a corregir, al realizar el cálculo de LIO tórico mediante el calculador tórico en línea "EnVista" los resultados calculados para los lentes a implantar no presentaron diferencia estadísticamente significativa, ambos grupos presentaron astigmatismos residuales bajos, siendo en más de la mitad de los casos menores a 0.5 dioptrías, el error predictivo para la magnitud del astigmatismo refractivo fue igual o menor a 0.5D para 2/3 de la población de cada grupo respectivamente, sin embargo no encontramos diferencia estadísticamente significativa al realizar el análisis por sustracción simple.

Al igual que en nuestro estudio *Zhang y cols.* no encontraron diferencias significativas en el error predictivo al comparar 35 ojos operados con implante de lente Acrysof tórico al comparar cálculos realizados mediante queratómetro automatizado y el uso del TCRP del Pentacam, sin embargo encontraron una tendencia del autoqueratómetro a sobre corregir los astigmatismos con la regla y a subcorregir astigmatismos contra la regla (29). Otros estudios han reportado astigmatismos residuales y errores predictivos menores con la inclusión de los valores de la cara posterior de la córnea al cálculo de LIO (30). Se han estudiado diversos métodos para incluir este valor, tanto estimándolo mediante el uso de nomogramas, análisis de vectores y mediciones reales como el uso de valores como el true net power y el total corneal refractive power; en un estudio realizado por *Reiblat y cols* se observó que todos los métodos que incluían valores de la córnea posterior tenían errores predictivos menores en comparación con el uso de queratometrías de cara anterior, de entre ellos el análisis de vectores fue el que obtuvo mejores resultados y el uso del TCRP fue el de menor desempeño (31) lo cual fue similar a lo reportado por *Park y cols* (32) . Otros autores sugieren que el utilizar métodos que estiman el valor posterior de la córnea podrían ser superiores a los métodos que la miden directamente, ya que estas mediciones no son completamente exactas (33).

Al convertir los valores de las refracciones esferocilíndricas a los componentes de vectores de poder  $J_0$  y  $J_{45}$  pudimos observar que los promedios de dichos valores en las mediciones del astigmatismo corneal preoperatorio y del astigmatismo refractivo estimado no difirieron de manera significativa entre ambos grupos, sin embargo el componente  $J_{45}$  posquirúrgico del astigmatismo refractivo medido si difirió de manera significativa entre ambos grupos, al realizar el análisis mediante

los diagramas de doble ángulo pudimos observar un valor centroide con una magnitud similar entre ambos grupos sin embargo observamos un cambio del eje posoperatorio hacia los 90°. Este efecto pudo ser ocasionado por una mayor tendencia a la sobrecorrección en el grupo 2, ya que se ha descrito que en estos casos ocurre un cambio de eje de 90 grados en el astigmatismo refractivo residual con respecto al corneal, este cambio de eje puede ocasionar alteraciones en la magnificación meridional y en la distorsión espacial, pero estos fenómenos están relacionados con la distancia al vértice y ocurren en la sobrecorrección con el uso de lentes aéreos y no aplican a la implantación de lentes aéreos, sin embargo existen publicaciones que sugieren no ocasionar este cambio de eje (34).

Entre las fortalezas de este estudio podemos mencionar que obtuvimos una muestra relativamente grande para ambos grupos, el lente intraocular tórico implantado para cada caso fue el calculado con los valores de queratometría por Lenstar y Total Corneal Refractive Power para cada grupo respectivamente y no se realizó solo una simulación de cada caso de manera retrospectiva como se han realizado en distintos estudios. *Potvin y cols.* en un estudio realizado en 86 a los que se les implantó un lente Acrysof tórico compararon el uso del Total Corneal Refractive Power en el cálculo del cilindro y lo compararon de manera retrospectiva con una simulación con valores de queratometrías medidas por Verion image guided system y encontraron que el cálculo del cilindro fue distinto en 53 de los 86 casos (35), debido a esto el comparar con una simulación de manera retrospectiva puede ocasionar resultados no confiables. Otro punto a considerar fue la utilización de LIO tórico “Envista” ya que los estudios publicados en su mayoría han incluido resultados casi exclusivamente de lentes Acrysof tóricos.



Algunos puntos a tener en consideración de nuestros resultados respecto a otros estudios son el LIO tórico utilizado así como el calculador, en el caso del LIO tórico EnVista, los saltos en la magnitud del cilindro son de 0.75 dioptrías entre cada uno de los modelos, lo cual pudiera influir en la obtención de errores predictivos menores.

Existen limitaciones en nuestro estudio que deben ser tomadas en cuenta para la interpretación de los resultados. Las cirugías no fueron realizadas por un solo cirujano por lo cual el astigmatismo inducido quirúrgicamente de cada cirujano pudo haber influido en los resultados, además de esto las incisiones principales tuvieron distintos tamaños, aunque en su gran mayoría fueron de 2.2mm no podemos descartar que el astigmatismo inducido por la incisión principal tenga un papel mayor en los resultados obtenidos. La revisión posquirúrgica del eje de alineación del LIO tórico implantado se realizó 1 semana posterior a la cirugía y la refracción posoperatorio se realizó al mes posterior a la cirugía por lo cual no podemos asegurar que no existió una rotación del eje de alineación en el intervalo de 3 semanas entre las 2 mediciones, sin embargo se ha reportado una adecuada estabilidad en la alineación de este LIO, reportándose un promedio de rotación de  $2.1^{\circ}$ (39). En todos los casos de ambos grupos pudimos observar una disminución significativa del error refractivo prequirúrgico como se pudo observar en la distribución de la elipse en los diagramas de doble ángulo donde es evidente la agrupación mas estrecha de los casos, con una tendencia hacia el centro del diagrama (emetropía).

## **CONCLUSIÓN**

Ambos métodos demostraron ser efectivos en la reducción del astigmatismo refractivo posterior a la cirugía, en su mayoría con errores predictivos menores a 0.5 dioptrías pero no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la magnitud del astigmatismo residual, esto no fue de la misma manera para el eje del astigmatismo donde pudimos observar un cambio de eje en el valor centroide con el uso del TCRP para el cálculo del LIO tórico.

Estos resultados podrían sugerir una tendencia a la sobrecorrección con el uso del TCRP para el cálculo de LIOs tóricos pero estos resultados están limitados a un solo tipo de LIO y un solo calculador tórico, por lo que es necesario evaluar el efecto que tiene en otros lentes y calculadores, además de tener en consideración los posibles sesgos presentes en este estudio.

### **ASPECTOS ÉTICOS:**

A todos los pacientes que decidieron participar en el estudio se les proporcionó un consentimiento informado, los cuales debieron ser firmados para poder ser parte del mismo. Este protocolo se basa en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, los principios éticos de la Declaración de Helsinki y declaraciones de la International Conference of Harmonization.

### **ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD:**

La realización de este protocolo de investigación no implicó riesgos para la bioseguridad.

### **RECURSOS FINANCIEROS**

Se contó con los recursos necesarios para la realización del proyecto.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<i>Mes</i>	<i>Actividades</i>
<i>Marzo - Abril</i> <i>2018</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Diseño de protocolo de investigación.</li><li>2. Consulta de bibliografía disponible en bases de datos.</li><li>3. Realización de marco teórico.</li><li>4. Determinación de materiales y métodos.</li><li>5. Establecimiento de los objetivos.</li><li>6. Corrección de metodología.</li></ol>
<i>Mayo 2018 - Julio</i> <i>2019</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Recolección de datos de los pacientes operados con lente intracocular tórico enVista.</li><li>2. Creación de base de datos de pacientes</li></ol>
<i>Agosto-Octubre</i> <i>2019</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Análisis de resultados y redacción.</li><li>2. Discusión de resultados.</li><li>3. Conclusiones parciales.</li><li>4. Correcciones.</li></ol>

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

<i>Datos del paciente</i>	Nombre: Fecha de nacimiento:	
<i>Expediente clínico No.</i>		
<i>Médico informante (investigador principal):</i>		Firma:
<i>Diagnóstico</i>		

### Datos de la investigación

<i>Nombre del protocolo</i>	INFLUENCIA DE LA CARA POSTERIOR DE LA CÓRNEA EN EL ASTIGMATISMO RESIDUAL EN PACIENTES SOMETIDOS A FACOEMULSIFICACIÓN Y COLOCACIÓN DE LENTE INTRAOCULAR TÓRICO.
<i>Investigadores</i>	Dr. Luis Jacobo Reséndiz Nájera; Dra. Cynthia Solís Hernández
<i>Justificación y objetivos</i>	El efecto de la cara posterior de la córnea puede influir en el astigmatismo residual luego del implante del lente intraocular tórico El objetivo del presente estudio es determinar la influencia de la cara posterior de la córnea en el cálculo de lentes intraoculares tóricas.
<i>Periodo de estudio o duración</i>	2 años
<i>Descripción de los métodos a emplear y su propósito</i>	Revisión de expedientes, recolección de datos, cálculo de lente intraocular por 2 métodos, análisis de datos, resultados, elaboración de conclusiones.
<i>Beneficios esperados:</i>	Determinar el mejor método para el cálculo de lentes intraoculares tóricas con el cual se obtendrán resultados más óptimos.
<i>Alternativas:</i>	No participar
<i>Riesgos o molestias:</i>	Los relacionados a la cirugía
<i>Grupo de control</i>	No
<i>Gastos</i>	El costo del estudio será cubierto por el hospital.
<i>Confidencialidad</i>	Su identidad y la información que proporcione como parte de esta investigación serán tratadas bajo criterios de confidencialidad. En caso de que los resultados exijan su identificación, previamente se le solicitará la autorización correspondiente.
<i>Dudas, aclaraciones y actualización</i>	El participante tendrá derecho a recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y su tratamiento. Es importante que sepa que retirar su participación no afectará su atención en el hospital.

Por este medio manifiesto mi satisfacción con la información recibida y, consciente de las especificaciones y en qué consiste la investigación descrita en este documento, sus beneficios, riesgos y consecuencias, **otorgo mi consentimiento para incorporarme a ella, asumiendo el compromiso de asistir puntualmente a las citas que se me indiquen y proporcionar verazmente la información de mi evolución en la forma y periodicidad que se requiera.**

Asimismo, entiendo que puedo retirarme de esta investigación voluntariamente en cualquier momento sin mayor requisito que la manifestación al investigador principal o a la Dirección Médica de este hospital.

México D.F. a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Firma del paciente

**Testigos**

---

Nombre y firma

---

Nombre y firma

Relación con el paciente:

Relación con el paciente:

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asbell P, Dualan I, Mindel J, Brocks D, Ahmad M, Epstein S. Age-related cataract. *The Lancet*. 2005;365(9459):599-609.
2. Deborah S Jacobs. Cataract in adults. In: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accesado en marzo 27, 2018.)
3. Agresta B, Knorz M, Donatti C, Jackson D. Visual acuity improvements after implantation of toric intraocular lenses in cataract patients with astigmatism: a systematic review. *BMC Ophthalmology*. 2012;12(1).
4. Atebara N. *Clinical optics*. Washington, D.C.: American Academy of Ophthalmology; 2017.
5. Read S, Collins M, Carney L. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clinical and Experimental Optometry*. 2007;90(1):5-19.
6. Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery. *Ophthalmology*. 2016;123(2):275-286.
7. Buckhurst P, Wolffsohn J, Davies L, Naroo S. Surgical correction of astigmatism during cataract surgery. *Clinical and Experimental Optometry*. 2010;93(6):409-418.
8. Titiyal J, Kaur M, Shaikh F, Falera R. Optimizing outcomes with toric intraocular lenses. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2017;65(12):1301.
9. Ventura B, Wang L, Weikert M, Robinson S, Koch D. Surgical management of astigmatism with toric intraocular lenses. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2014;77(2).
10. Visser N, Bauer N, Nuijts R. Toric intraocular lenses: Historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2013;39(4):624-637.
11. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: Correcting astigmatism while controlling axis shift. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 1994;20(5):523-526.
12. Lee H, Kim T, Kim E. Corneal astigmatism analysis for toric intraocular lens implantation. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2015;26(1):34-38.

13. Koch D, Ali S, Weikert M, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2012;38(12):2080-2087.
14. Chen D, Lam A. Intrasession and intersession repeatability of the Pentacam system on posterior corneal assessment in the normal human eye. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2007;33(3):448-454.
15. McAlinden C, Khadka J, Pesudovs K. A Comprehensive Evaluation of the Precision (Repeatability and Reproducibility) of the Oculus Pentacam HR. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2011;52(10):7731.
16. Abulafia A, Barrett G, Kleinmann G, Ofir S, Levy A, Marcovich A et al. Prediction of refractive outcomes with toric intraocular lens implantation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2015;41(5):936-944.
17. Canovas C, Alarcon A, Rosén R, Kasthurirangan S, Ma J, Koch D et al. New algorithm for toric intraocular lens power calculation considering the posterior corneal astigmatism. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2018;44(2):168-174.
18. Kern C, Kortüm K, Müller M, Kampik A, Priglinger S, Mayer W. Comparison of Two Toric IOL Calculation Methods. *Journal of Ophthalmology*. 2018;2018:1-9.
19. Ferreira T, Ribeiro P, Ribeiro F, O'Neill J. Comparison of Methodologies Using Estimated or Measured Values of Total Corneal Astigmatism for Toric Intraocular Lens Power Calculation. *Journal of Refractive Surgery*. 2017;33(12):794-800.
20. Rubenstein J, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2013;24(1):30-34.
21. Thulasi P, Khandelwal S, Randleman J. Intraocular lens alignment methods. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2016;27(1):65-75.
22. Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns method. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2001;27(1):31-49.
23. Thibos L, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2001;27(1):80-85.



24. Gauvin M, Wallerstein A. AstigMATIC: an automatic tool for standard astigmatism vector analysis. *BMC Ophthalmology*. 2018;18(1).
25. Abulafia A, Koch D, Holladay J, Wang L, Hill W. Pursuing perfection in intraocular lens calculations. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2018;44(10):1169-1174.
26. Potvin R, Berdahl J, Hardten D, Kramer B. Toric intraocular lens orientation and residual refractive astigmatism: an analysis. *Clinical Ophthalmology*. 2016;Volume 10:1829-1836.
27. Pouyeh B, Galor A, Junk A, Pelletier J, Wellik S, Gregori N et al. Surgical and refractive outcomes of cataract surgery with toric intraocular lens implantation at a resident-teaching institution. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2011;37(9):1623-1628.
28. Savini G, Naeser K. An Analysis of the Factors Influencing the Residual Refractive Astigmatism After Cataract Surgery With Toric Intraocular Lenses. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2015;56(2):827-835.
29. Zhang L, Sy M, Mai H, Yu F, Hamilton D. Effect of posterior corneal astigmatism on refractive outcomes after toric intraocular lens implantation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2015;41(1):84-89
30. Zhang B, Ma JX, Liu DY, Guo CR, Du YH, Guo XJ, Cui YX. Effects of posterior corneal astigmatism on the accuracy of AcrySof toric intraocular lens astigmatism correction. 2016;9(9):1276-1282.
31. Reitblat O, Levy A, Kleinmann G, Abulafia A, Assia E. Effect of posterior corneal astigmatism on power calculation and alignment of toric intraocular lenses: Comparison of methodologies. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2016;42(2):217-225.
32. Park D, Lim D, Hwang S, Hyun J, Chung T. Comparison of astigmatism prediction error taken with the Pentacam measurements, Baylor nomogram, and Barrett formula for toric intraocular lens implantation. *BMC Ophthalmology*. 2017;17(1).
33. Ferreira T, Ribeiro P, Ribeiro F, O'Neill J. Comparison of Methodologies Using Estimated or Measured Values of Total Corneal Astigmatism for Toric Intraocular Lens Power Calculation. *Journal of Refractive Surgery*. 2017;33(12):794-800.

34. Beheregaray S, Goggin M, LaHood B. Astigmatic overcorrection and axis flip for targeting minimal remaining refractive astigmatism with toric intraocular lenses. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2018;44(1):109-110.
35. Potvin R, Davison J. Refractive cylinder outcomes after calculating toric intraocular lens cylinder power using total corneal refractive power. *Clinical Ophthalmology*. 2015;;:1511.
36. Tonn B, Klaproth OK, Kohnen T. Anterior surface–based keratometry compared with Scheimpflug tomography–based total corneal astigmatism. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015;56:291–298.
37. Reinstein DZ, Archer TJ, Randleman JB. JRS standard for reporting astigmatism outcomes of refractive surgery [editorial]. *J Refract Surg* 2014; 30:654–659. erratum 2015; 31:129.
38. Alpins N. A new method of analyzing vectors for changes in astigmatism. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 1993;19(4):524-533.
39. Guzmán-Iturbe F, Chávez-Mondragón E, Zamora-de-la-Cruz D, Cáceres-Marín A, Pulido-London D, Ruiz-Álvarez K. Estabilidad rotacional y resultados visuales con implante de lente intraocular enVista TORIC MX60T. *Revista Mexicana de Oftalmología*. 2018;92(3).
40. Goggin M, van Zyl L, Caputo S, Esterman A. Outcome of adjustment for posterior corneal curvature in toric intraocular lens calculation and selection. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2016;42(10):1441-1448.

## ANEXOS

**Tabla 1.**

Revisión de resultados en la agudeza visual lejana no corregida (AVLNC) en la literatura.						
LIO	Estudio	Año	Número	AVLNC		
				≤20/20 (%)	≤20/25 (5)	≤20/40 (%)
Acrysof	Holland	2010	243	41	63	92
	Ahmed	2010	156	63	---	99
	Gayton	2010	120	26	---	81
	Dardzhikova	2009	111	36	69	95
	Roensch	2012	79	---	57	90
	Poll	2010	77	---	---	87
	Visser	2011	60	5	---	83
	Bauer	2008	43	49	79	91
	Zarranz-Ventura	2010	46	33	74	100
	Hoffmann	2011	40	---	30	89
Staar	Goggin	2011	38	---	---	90
	Mendicute	2008	30	---	67	93
	Sun	2000	130	---	---	84
	Till	2002	100	7	29	66
Microsil	Dick	2006	68	12	---	68
	De Silva	2006	21	---	33	86
Rayner	Entabi	2011	33	---	18	70
	Stewart	2010	14	36	36	93

Tabla 1. Modificado de Visser, N., Bauer, N. (2013). Toric intraocular lenses: Historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 39(4), pp.624-637.

**Tabla 2.**

Especificaciones del lente intraocular EnVista tórico							
Características del lente							
Rango de poder	+6.0 a +30.0D en incremento de 0.5D						
Poderes del cilindro en el plano del LIO	1.25D	2.00D	2.75.D	3.50D	4.25D	5.00D	5.75D
Poderes del cilindro en el plano corneal	0.90D	1.40D	19.3D	2.45D	2.98D	3.50D	4.03D
Diámetro de la óptica	6.0mm						
Longitud total con las hápticas	12.5mm						
Diseño	Asférica de 1 pieza						
Material	Acrílico hidrofóbico con absorción UV						
Índice de refracción	1.54 a 35°C						
Diseño del borde	Borde cuadro posterior 360°						
Diseño de las hápticas	Asa en C modificada						

Tabla2. Tomado de ENVISTA TORIC [Internet]. Bauschsurgical.eu. 2018 [cited 7 April 2018]. Available from: <http://www.bauschsurgical.eu/products/femtocataract/premium-iols/envista-toric/>

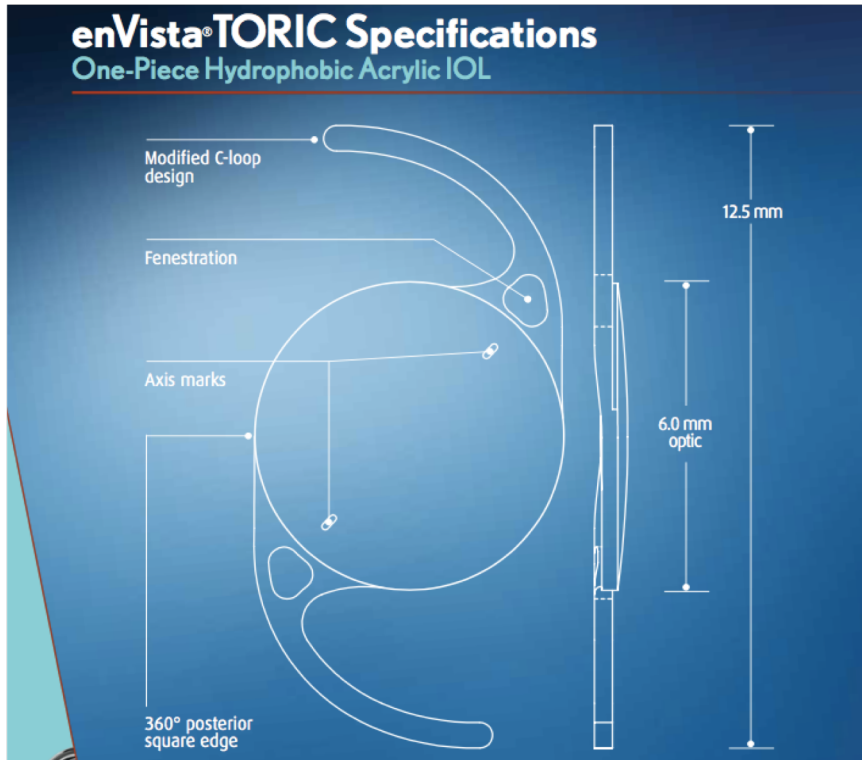



Ilustración 1. Tomado de ENVISTA TORIC [Internet]. Bauschsurgical.eu. 2018 [cited 7 April 2018]. Available from: <http://www.bauschsurgical.eu/products/femtocataract/premium-iols/envista-toric/>



Hydrophobic Toric Acrylic Intraocular Lens

**toric**

## Calculador tórico

---

[Acuerdo de usuario](#)
[Privacidad & Aviso legal](#)
[Nuevo cálculo de lente](#)
[Ayuda](#)
[Contacte con nosotros](#)

**INFORMACIÓN DEL CIRUJANO Y DEL PACIENTE** Borrar datos

Nombre del cirujano:	<input type="text"/>	Notas adicionales (opcional):	
Nombre del paciente:	<input type="text"/>		
Fecha de nacimiento (opcional) (dd/mm/aaaa):	<input type="text"/>		
Import Data:	<input type="text" value="Buscar..."/>		

---

**Datos Preoperatorios**

Selección de ojo:  OD (Derecho)  OS (Izquierdo)

Unidades de queratometría:  Dioptrías  Milímetros

K1 plana (D):  (35,00-50,00)

Eje plano:  (0°-180°)

K2 curva (D):  (35,00-50,00)

Eje curvo:  (0°-180°)

Fijado a 90° del eje plano

SIA (D): (¿Qué es esto?)  (0-2,00)

Ubicación de la incisión:  (0°-360°)

Potencia de la esfera de LIO (D):  (6,00-30,00)

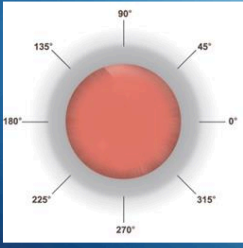


Ilustración 2. Calculador tórico - Cálculo de lente [Internet]. Envista.toriccalculator.com. 2018 [cited 9 April 2018]. Available from: [https://envista.toriccalculator.com/\(S\(wbrrg2hbcyiwkynscjooi3m1\)\)/InputPage.aspx](https://envista.toriccalculator.com/(S(wbrrg2hbcyiwkynscjooi3m1))/InputPage.aspx)

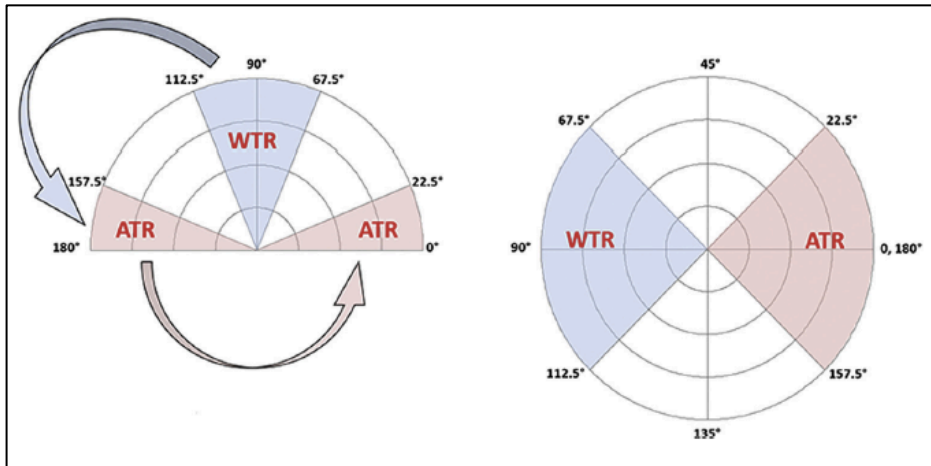


Ilustración 3. Tomada de Abulafia A, Koch D, Holladay J, Wang L, Hill W. Pursuing perfection in intraocular lens calculations. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2018;44(10):1169-1174.