

Universidad Autónoma de Barcelona

Facultad de Medicina

Departamento de Cirugía

Estudios de Doctorado en Cirugía.

Trabajo de investigación presentado para la obtención
de la suficiencia investigadora.

Convocatoria setiembre 2011

Título:

Corrección de astigmatismo con Lente intraocular tórica
en pacientes con catarata.

Autor:

Marcos Roberto Muñoz

Dirigido por:

Dr. Miguel Castilla Céspedes

Dra. Ana Martínez Palmer

ÍNDICE

- IDENTIFICACIÓN Y AUTORÍA (Pag.1)
- CERTIFICADO (Pag.3)
- 1. INTRODUCCIÓN (Pag.4)
 - 1.1- Astigmatismo: (Pag.4)
 - 1.1.1 Concepto de astigmatismo
 - 1.1.2 Evolución histórica
 - 1.1.3 Clasificación
 - 1.2- La cirugía de catarata (Pag.20)
 - 1.2.1 Evolución histórica
 - 1.2.2 Técnicas quirúrgicas actuales
 - 1.3- Abordaje quirúrgico del astigmatismo (Pag.24)
 - 1.3.1 Consideraciones ópticas de la córnea
 - 1.3.2 Opciones para el tratamiento quirúrgico del astigmatismo en la cirugía de catarata
 - 1.4- Lentes intraoculares tóricas (Pag.27)
 - Historia
 - Acrysof® SN60T
- 2.REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA (41)
- 3.OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL TRABAJO (52)
- 4.MATERIAL Y MÉTODOS (54)
- 5.RESULTADOS (61)
- 6.DISCUSIÓN (68)
- 7.CONCLUSIONES (75)
- 8.BIBLIOGRAFÍA (76)



D. Miguel Castilla Céspedes, Doctor en Medicina y Cirugía y Profesor Titular de la Universidad Autónoma de Barcelona,

CERTIFICA: Que el presente trabajo de investigación: "Corrección de astigmatismo con Lente intraocular tórica en pacientes con catarata". Estudio observacional prospectivo, ha sido realizado por D. Marcos Muñoz Escudero bajo mi dirección y con la Co-dirección de la Dra. Ana Martínez Palmer, y puede ser presentado para la obtención de la suficiencia investigadora.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en
Barcelona a 2 de agosto de 2011.

Castilla Céspedes Miguel
08-13754-1
Oftalmología
Hospital de l'Esperança
Pdo. Dr. Miguel Castilla Céspedes
Jefe de Servicio
Parc de Salut Mar

1. Introducción:

El objetivo de la cirugía de catarata es proporcionar un buen resultado visual intentando disminuir o eliminar el uso de corrección en el postoperatorio, por esto, debemos considerar la cirugía de catarata en la actualidad como una intervención de tipo refractivo.

Alcanzar este objetivo refractivo depende por un lado de la eliminación del cristalino opaco y por otro de corregir la ametropía provocada por la afaquia quirúrgica y el defecto refractivo miópico o hipermetrópico preexistente. De la misma manera se ha pasado de intentar inducir el menor astigmatismo posible durante la cirugía a buscar y perfeccionar métodos que permitan corregir el astigmatismo preoperatorio aprovechando el momento de la intervención de catarata.

1.1- Astigmatismo:

- 1.1.1 Concepto de astigmatismo**

El astigmatismo es el defecto refractivo más frecuente y que presenta mayor complejidad tanto en el aspecto teórico como en el aspecto práctico en relación al paciente.

Podemos definir el astigmatismo como el defecto de refracción en el que ni por acomodación ni variando la distancia de los objetos, el ojo es capaz de obtener imágenes enfocadas. (1)

La frecuencia estimada del astigmatismo superior a 0,5 D oscila entre el 30 y el 60% de la población general, y su prevalencia aumenta en edades maduras, presentando valores iguales o mayores a 1 D en más del 50% de los mayores de 65 años. (2)

Sistema óptico perfecto.

En óptica paraxial, podemos definir un sistema óptico perfecto como aquel en el que todos los rayos de luz procedentes de un mismo punto objeto, convergen en un mismo punto imagen. Para que este fenómeno, en apariencia simple, suceda en la práctica, sería necesario un sistema totalmente libre de aberraciones ópticas.

Decimos que un sistema óptico se comporta estigmáticamente para dos puntos A y A' cuando todos los rayos que parten de A y pasan por el sistema óptico se cortan real o virtualmente por A'. Para que esto suceda es necesario que el camino óptico a lo largo de cualquier rayo entre A y A' sea constante; de esta manera, llamamos astigmático (fig.1) a aquel sistema óptico en el que no es posible focalizar todos los rayos de luz en un solo punto. (3)(4)

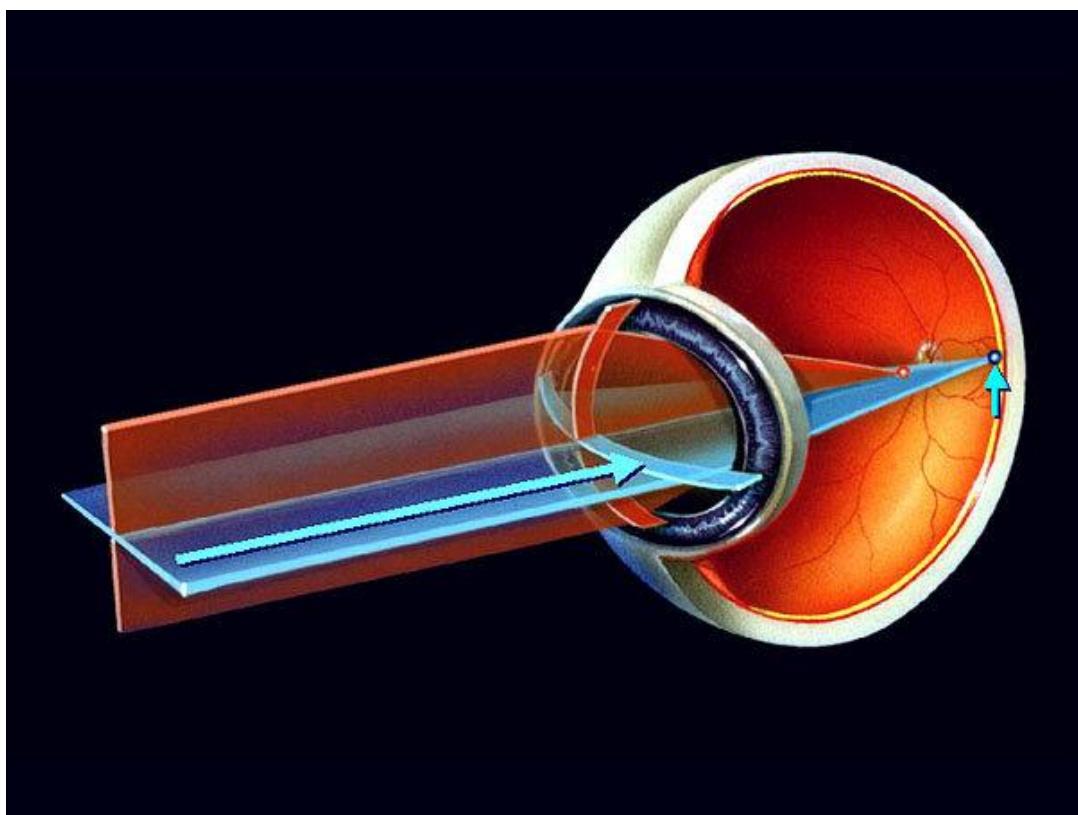


Figura 1: Ojo astigmático

Astigmatismo ocular:

En la práctica clínica debemos aceptar el hecho de que no hay ningún ojo que sea un sistema óptico estigmático perfecto.

El astigmatismo ocular es el estado refractivo en el que no es posible formar un foco de luz puntual en la retina debido a que la potencia de los componentes refractivos del ojo es diferente en un meridiano que en otro.(5)

La mayoría de los ojos presentan cierto grado de astigmatismo, si bien, en la práctica, decimos que un ojo es astigmático cuando existe un error apreciable por la refracción desigual de la luz en los distintos meridianos que provoca una disminución de agudeza visual clínicamente significativa.(6)

En las ametropías esféricas, hipermetropía y miopía, por acomodación o modificación de la distancia de los objetos, se puede conseguir una imagen enfocada y nítida, en el astigmatismo solo es posible conseguir dicha imagen utilizando una lente cilíndrica o esfero cilíndrica.

Si bien el concepto general de astigmatismo incluye cualquier situación en que no se cumplen las condiciones de estigmatismo, existe una situación especial en el que la potencia refractiva del sistema óptico varía de forma regular, con un máximo y un mínimo situados en ejes ortogonales. Esta forma de astigmatismo, denominado regular, es la que se emplea generalmente al referirnos al astigmatismo ocular. Existen situaciones patológicas que pueden producir una forma de astigmatismo que denominamos irregular en el que el máximo y el mínimo de potencia refractiva no se encuentran en ejes ortogonales. Un ejemplo claro y frecuente son aquellas patologías que producen una irregularidad de la superficie corneal. A los fines del presente trabajo, usaremos el término “astigmatismo” como sinónimo de “astigmatismo regular”.

El ojo astigmático, no es capaz de generar una imagen puntual enfocada en la retina, lo que sucede, es que se generan dos líneas focales, una línea focal anterior que corresponde al meridiano con mayor potencia refractiva, y una línea focal posterior que corresponde al meridiano con menor potencia refractiva. Estas dos líneas conforman el denominado conoide de Sturm, y la distancia que las separa, intervalo de Sturm.

La imagen no se enfoca en un punto como sucede en la emetropía y en las ametropías esféricas sino que se forma una imagen difusa que va de la primera a la segunda línea focal. Entre ellas existe una zona en la que la imagen es más nítida, esta zona se denomina círculo de menor confusión (Fig.2). (7)

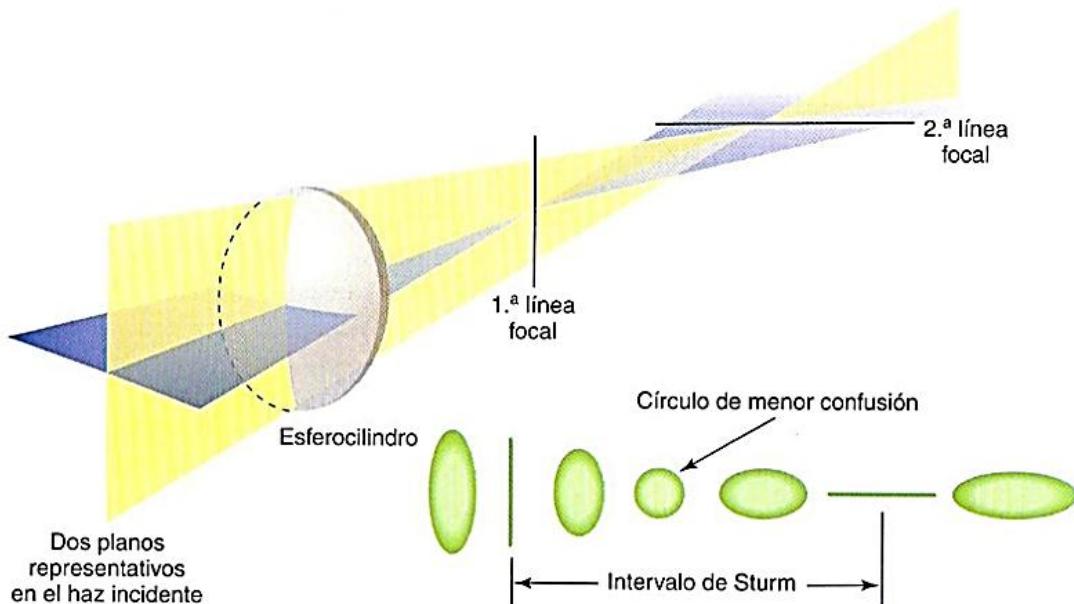


Figura 2: Representación gráfica del conoide de Sturm.

Astigmatismo corneal:

El astigmatismo corneal es una condición en la cual los rayos de luz que inciden en la superficie corneal no se refractan de igual forma en todos los meridianos. Por lo tanto, el poder refractivo del ojo varía dependiendo de la orientación de la luz incidente.

Por lo general podemos determinar los meridianos de mayor y menor potencia dióptrica a los que llamamos meridianos principales.

El astigmatismo corneal se debe habitualmente a una diferencia en la curvatura entre un meridiano y otro, aunque también puede originarse de cambios focales en el índice de refracción corneal. (6)

Este astigmatismo de curvatura, cuando es de cierta magnitud se produce casi siempre a nivel corneal. Suele ser congénito y las mediciones queratométricas evidencian una presencia prácticamente constante.

En términos topográficos podemos considerar a la córnea como una cúpula de base elíptica. Por definición, esta base posee su diámetro mayor formando un ángulo recto con su diámetro menor. (8)

El error astigmático más frecuente es el denominado según la regla o directo, en este astigmatismo la curvatura vertical de la córnea es mayor que la curvatura horizontal. El astigmatismo directo de 0'25 D o 0'50 D se considera fisiológico. Puede estar en parte debido a la presión constante del párpado superior sobre la córnea, quien provoca un aumento de la curvatura vertical, con el consiguiente aumento de potencia en ese meridiano.

En el nacimiento, el 90% de los niños con astigmatismo corneal presenta un astigmatismo directo que continúa presente en el adulto hasta los 40-45 años, momento en que el meridiano vertical de la córnea tiende a aplanarse haciendo a la córnea más esférica. En los ancianos, el astigmatismo directo tiende a desaparecer, llegando incluso a convertirse en inverso. El astigmatismo en contra de la regla o inverso es aquel en el que la curvatura horizontal es mayor que la curvatura vertical, y como hemos mencionado, es más frecuente en personas de edad avanzada. (9)(10)

1.1.2 Evolución histórica:

Las primeras citas que hacen referencia al astigmatismo datan de 1801, fue Thomas Young, quien, con ayuda del optómetro de Sheiner, utilizado para la comprobación del mecanismo de la acomodación, descubrió su propio defecto astigmático al observar que no podía enfocar nítidamente las líneas verticales y horizontales al mismo tiempo. Llegó a la conclusión de que existía un error refractivo en el que la potencia dióptrica era distinta dependiendo del meridiano en que se medía. Young fue el primero en describir y medir el defecto astigmático.

George Biddel Airy, director del observatorio de Greenwich, en 1827 describió su propia ametropía astigmática y calculó su corrección con lentes esferocilíndricas. Pocos años más tarde, Henry Goode y William Hamilton, siguiendo los trabajos de Airy estudian y publican varios casos de astigmatismo.

En 1849 Whewell, profesor de matemáticas y filosofía en la Universidad de Cambridge, propone a Airy la denominación de “astigmatismo” (α , privativo; στιγμα, punto) para los errores refractivos que no se podían corregir con lentes esféricas.

Schnyder en 1849 y Hays en 1854 publican una serie de casos de astigmatismo corregidos con lentes plano cilíndricas. Frans Cornelius Donders, estudia y analiza todos los errores refractivos, particularmente el astigmatismo y las lentes correctoras cilíndricas en una monografía publicada en 1862 y en su obra clásica “On the anomalies of accommodation and refraction of the eye” en la que introduce el estudio científico de la refracción. A finales del siglo XIX, se describe la aparición de astigmatismos en contra de la regla en los pacientes operados de catarata. (11)

En 1951 Floyd, observa que el astigmatismo postquirúrgico inicial era según la regla, y que con el paso del tiempo, en más del 50% de casos cambiaba a contra la regla si empleaba solo uno o dos puntos de sutura. (12) A principios de los años sesenta, se

empezaron a utilizar las suturas de nylon monofilamento, lo que permitió un control más preciso sobre el cierre de las incisiones corneales y sobre el astigmatismo postoperatorio. (13) Si bien el nylon consiguió desplazar a la seda en las preferencias de los cirujanos, este tipo de sutura, no evitó totalmente la tendencia que tienen las incisiones corneales a producir un astigmatismo contra la regla a largo plazo. (14)

En 1967, Kelman describe una nueva técnica quirúrgica en la que el núcleo de la catarata era aspirado después de ser fragmentado con la ayuda de una sonda ultrasónica, era la denominada facoemulsificación. En aquellos años las lentes intraoculares no eran flexibles, no podían plegarse, por lo que era necesaria una incisión de gran tamaño para su implante. Esta circunstancia provocó un escepticismo inicial hacia la técnica que, posteriormente, acabaría por generalizarse. Por aquel entonces, Kelman mencionó la posibilidad teórica de practicar incisiones de pequeño tamaño, y astigmáticamente neutras para la cirugía de la catarata. (15)

1.1.3 Clasificación:

Uno de los elementos que contribuyen a la especial complejidad del estudio del astigmatismo es su clasificación. En primer lugar, no hay un punto de corte claro a partir del cual se considere astigmatismo clínicamente significativo. Prácticamente todos los ojos presentan cierta cantidad de astigmatismo, hasta tal punto, que podemos considerar como fisiológica sus existencia en bajo grado. En general, los astigmatismos de hasta media dioptría suelen ser asintomáticos y rara es la ocasión en que, si se presentan aislados, requieran corrección.

Según la morfología corneal:

Podemos dividir al astigmatismo en dos grandes grupos según la morfología de la superficie corneal y la existencia o no de regularidad.

Astigmatismo regular

En general consideramos el astigmatismo como regular si los meridianos corneales principales son ortogonales. Son astigmatismos fácilmente identificables y mesurables con los instrumentos clásicos. Su neutralización se puede realizar con lentes cilíndricas o esfero-cilíndricas y suelen ser astigmatismos congénitos. La mayoría de astigmatismos posquirúrgicos son también regulares. (16)

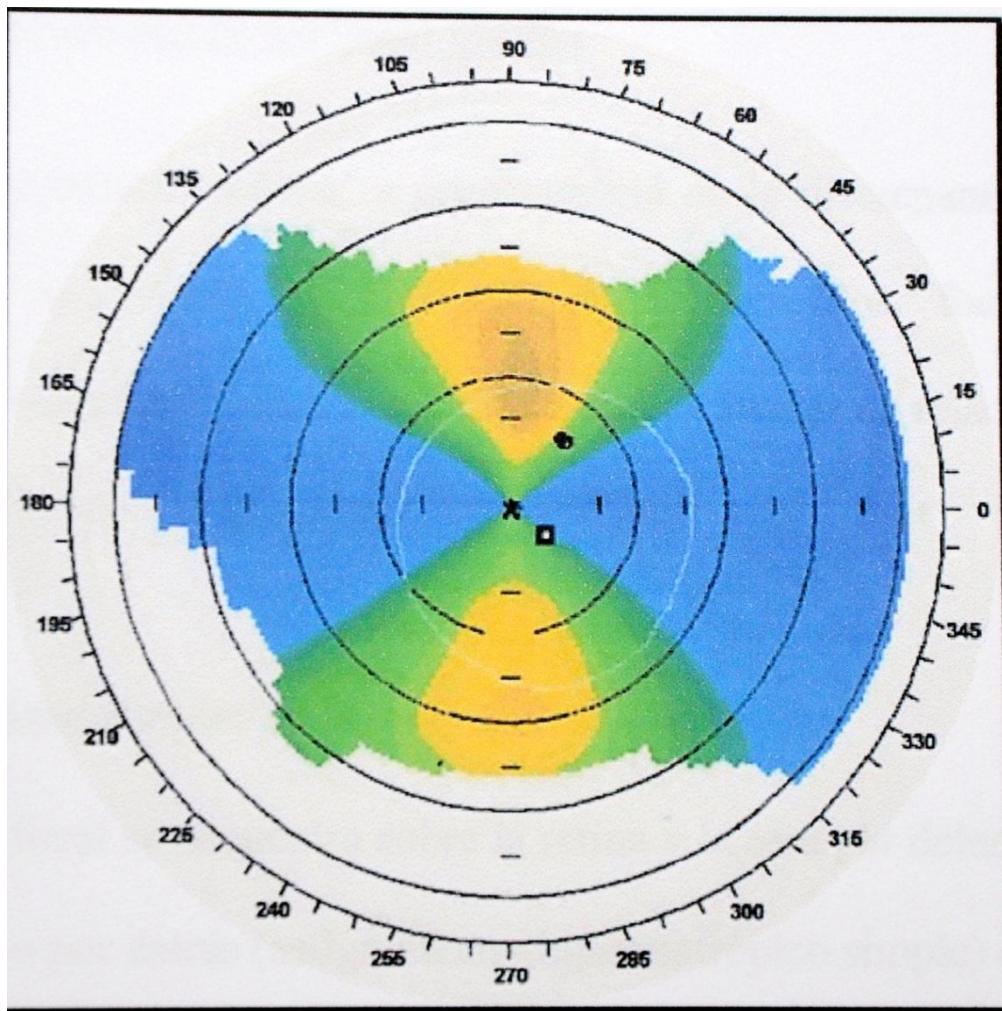


Figura 3: Astigmatismo regular a favor de la regla

Astigmatismo irregular

Los astigmatismos irregulares son aquellos en los que sus meridianos principales no son ortogonales o simplemente no son determinables por métodos convencionales. Frecuentemente son el resultado de un proceso patológico. En estos casos, las imágenes queratoscópicas aparecen distorsionadas y se alejan del patrón normal de círculos concéntricos. Su neutralización es difícil con lentes oftálmicas aunque muchos se pueden neutralizar al menos en parte, con lentes de contacto rígidas. (17)

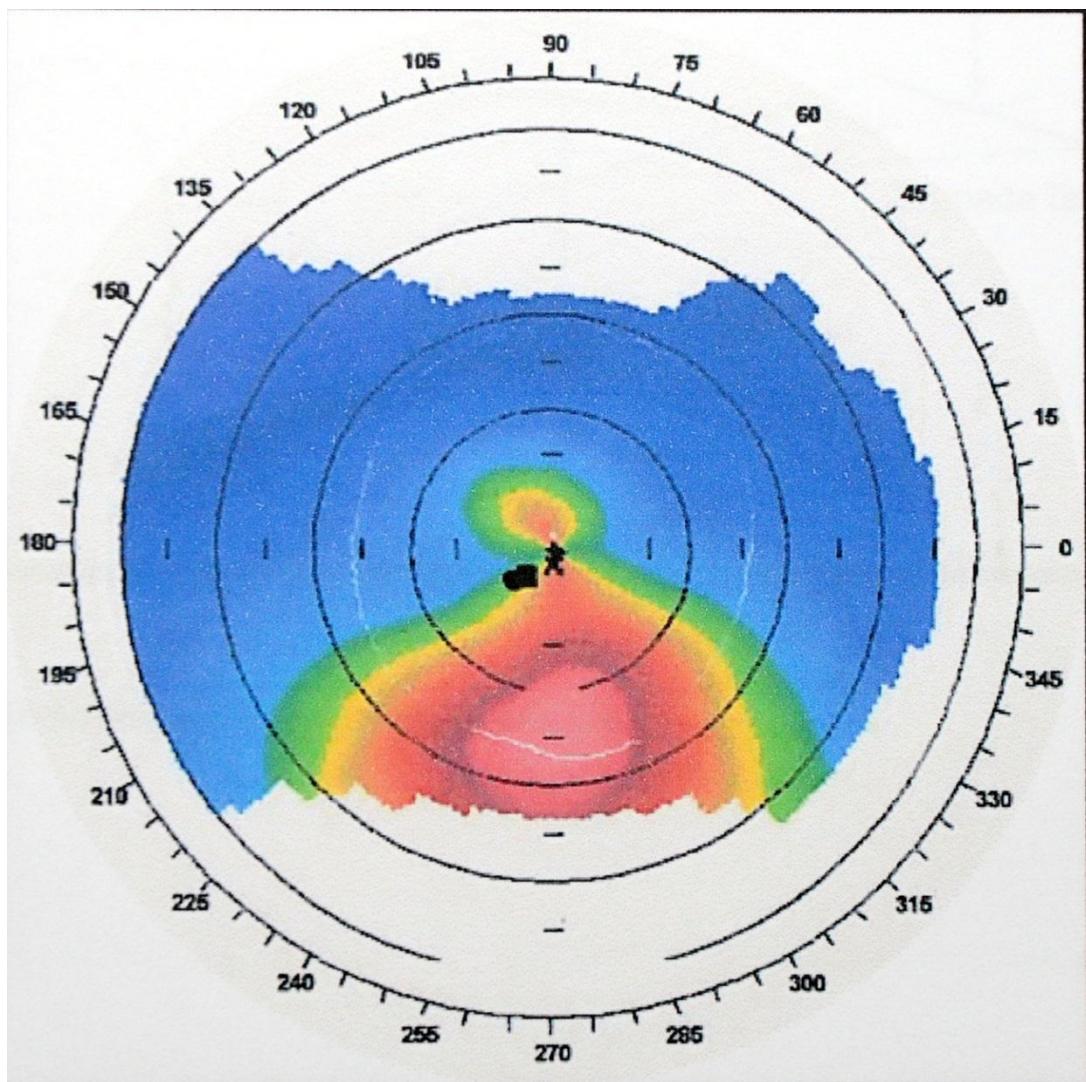


Figura 4: Astigmatismo irregular.

Clasificación según la posición de las líneas focales:

Astigmatismo simple:

Una línea focal se encuentra sobre la retina y la otra por delante (astigmatismo miópico simple) o por detrás (astigmatismo hipermetrópico simple) de la misma (fig.5).

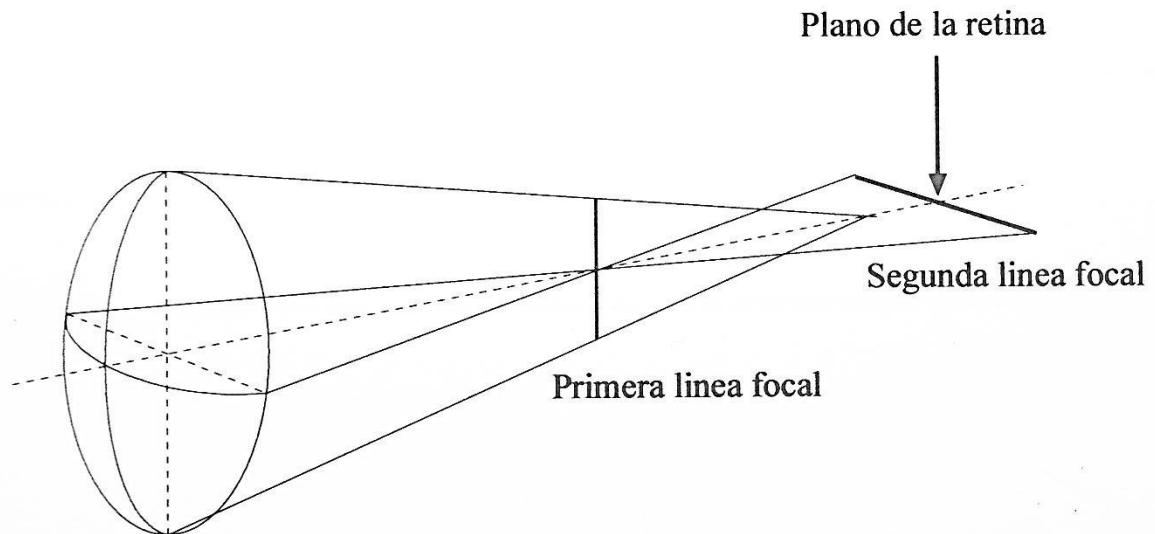


Figura 5: Astigmatismo miópico simple.

Astigmatismo compuesto

Las dos líneas focales se encuentran por delante de la retina (astigmatismo miópico compuesto) o por detrás de la misma (astigmatismo hipermetrópico compuesto) (Figs. 6 y 7).

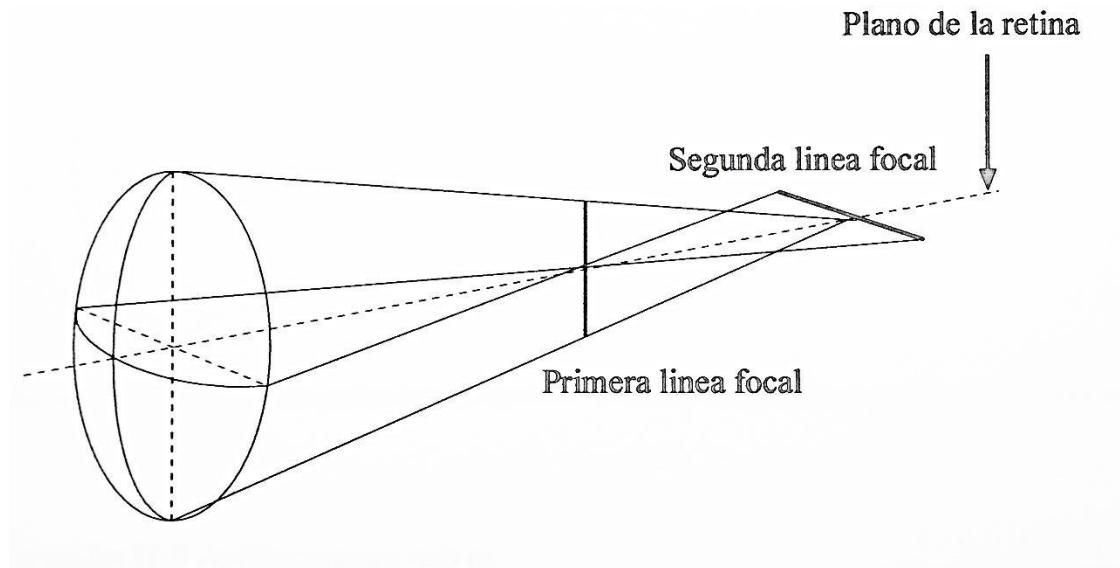


Figura 6: Astigmatismo miópico compuesto.

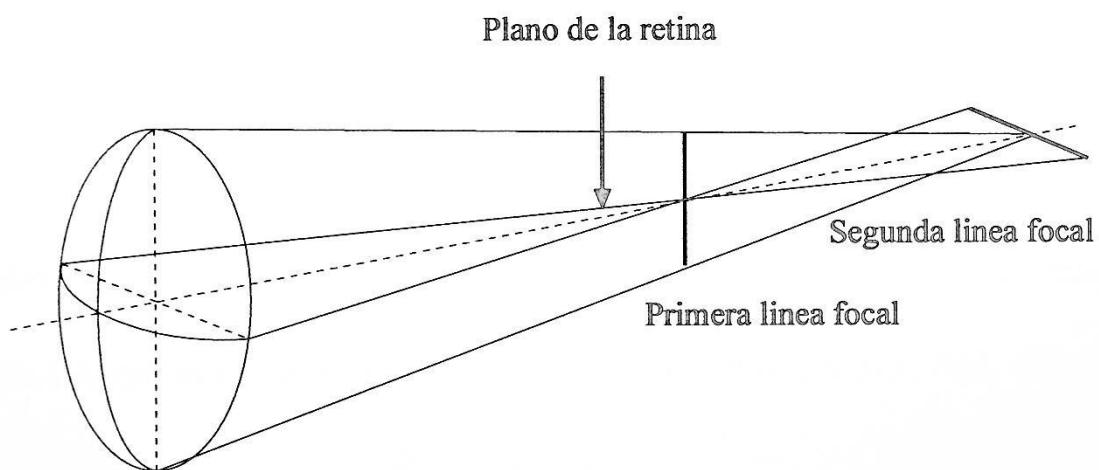


Figura 7: Astigmatismo hipermetrópico compuesto.

Astigmatismo mixto

Una línea focal se encuentra por delante y la otra por detrás de la retina.

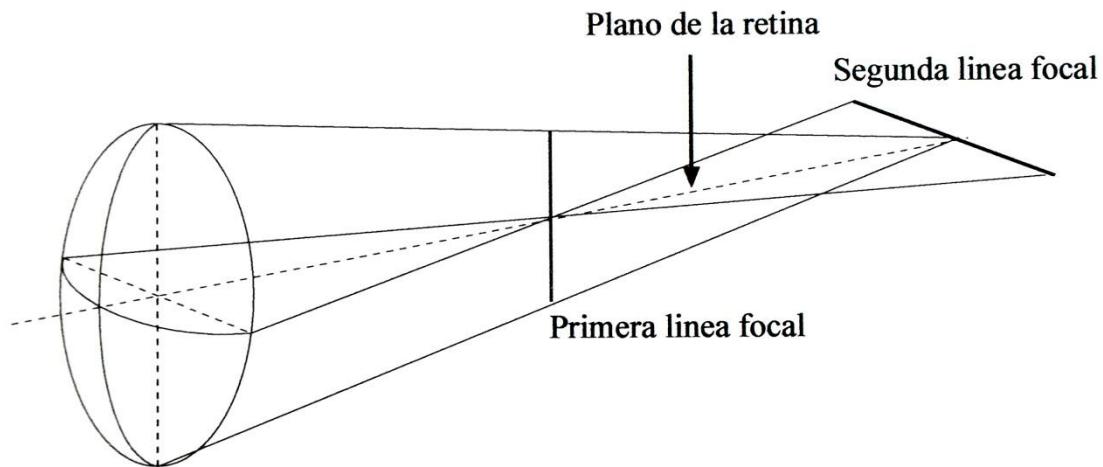


Figura 8: Astigmatismo mixto.

Según la orientación del eje

La clasificación más utilizada en clínica es aquella que diferencia los astigmatismos dependiendo de la orientación de los meridianos principales, teniendo en cuenta que, al caracterizarlo en la fórmula esfero-cilíndrica, la magnitud de cilindro es igual a la diferencia de potencias entre los dos meridianos y la orientación del eje se encuentra a 90° del meridiano más potente. Así, diferenciamos tres tipos:

Astigmatismo según la regla o directo

Cuando el meridiano con más potencia dióptrica es el vertical ($90^\circ \pm 30^\circ$) y el eje del cilindro está a ($0^\circ \pm 30^\circ$).

Astigmatismo contra la regla o inverso

Cuando el meridiano con más potencia dióptrica es el horizontal ($0^\circ \pm 30^\circ$) y el eje del cilindro está a ($90^\circ \pm 30^\circ$).

Astigmatismo oblicuo

Cuando el meridiano con más potencia dióptrica está entre los 30° y los 60° o bien entre los 120° y 150° .

Según su simetría

Homónimo

Cuando la orientación del eje es la misma en ambos ojos.

Heterónimo

Cuando la orientación del eje de un ojo es distinta del otro.

Homólogo

Cuando son simétricos según la regla.

Heterólogo

Cuando son simétricos en contra de la regla.

Por último mencionar que también se puede clasificar al astigmatismo según el momento de aparición en

Congénito

La mayor parte de los astigmatismos son de este tipo. Generalmente, ya desde el nacimiento, el diámetro horizontal de la córnea es mayor que el vertical, de esta manera, el meridiano vertical será más curvo y por tanto tendrá más potencia dióptrica. En la mayoría de las ocasiones, este astigmatismo suele ser de poca intensidad y se puede considerar fisiológico ya que no provoca un déficit de agudeza visual clínicamente significativo. Existen, sin embargo, casos en los que la magnitud del astigmatismo es

capaz de comprometer de manera importante la agudeza visual desde los primeros años de vida pudiendo provocar ambliopías severas. (18)

Adquirido

El astigmatismo adquirido puede producirse como consecuencia de cualquier agresión que modifique la morfología normal de la córnea. La etiología de dicha agresión puede ser traumática, físico-química, infecciosa, degenerativa o quirúrgica. Denominándose, en este último caso, astigmatismo quirúrgico inducido.

Un concepto que es de gran importancia al valorar el resultado visual en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos refractivos es el de equivalente esférico versus equivalente de desenfoque.

El equivalente esférico según la fórmula de óptica geométrica habitual corresponde a la suma de la esfera más la mitad del cilindro y representa el poder esférico medio de una lente esferocilíndrica.

La fórmula del equivalente esférico es:

$$\text{Equivalente esférico (D)} = \text{Esfera (D)} + \frac{\text{Cilindro}}{2}$$

De esta manera si tenemos una lente esferocilíndrica cuyo equivalente esférico es igual a cero, esto significa que el círculo de menor confusión del conoide de Sturm se ubica en el plano retiniano. Sin embargo, este valor no nos informa de cuál es el tamaño de esta imagen circular a nivel retiniano.

El equivalente de desenfoque se correlaciona mejor con la agudeza visual sin corrección que el equivalente esférico y es por lo tanto un parámetro útil para valorar el éxito quirúrgico en cirugía refractiva.

La fórmula del equivalente de desenfoque es:

$$\text{Equivalente de desenfoque (D)} = \text{Equivalente Esférico (D)} + \frac{\text{Cilindro}}{2}$$

El equivalente de desenfoque es proporcional al diámetro pupilar y, por ejemplo para un paciente (caso 1) con una refracción de -0,50 +1,50 en 90° el equivalente esférico será +0,25; de la misma manera, otro paciente (caso 2) con una refracción de -5,00 +10,50 en 90° tendrá igualmente un equivalente esférico de +0,25 pero no es de esperar que tenga una agudeza visual sin corrección igual al caso 1. En el primer caso, el equivalente de desenfoque es igual a DEQ = 1,00 (0,25 + 0,75) y en el segundo caso DEQ = 5,5 (0,25 + 5,25), es decir, una imagen para el segundo paciente 5,5 veces más grande que en el primero. Por lo tanto la imagen para el segundo paciente será 5,5 veces peor considerando un mismo diámetro pupilar en ambos casos. (19)(20)

Equivalente Esférico y Equivalente de Desenfoque

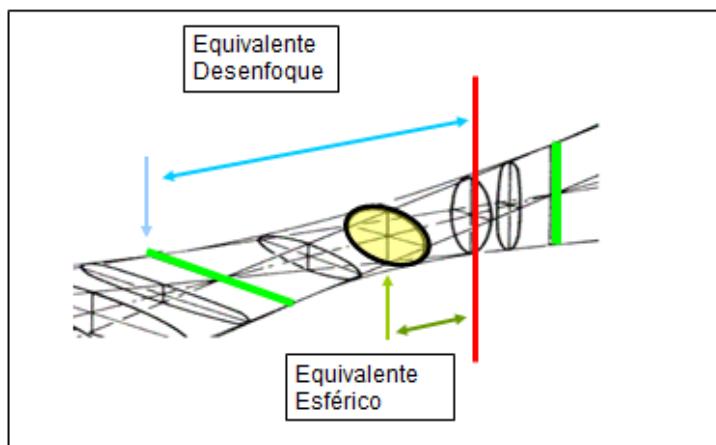


Figura 9: Representación gráfica en conoide de Sturm de Equivalente esférico y de desenfoque.

Equivalente Esférico y Equivalente de Desenfoque

<u>Paciente</u>	EE	ED
$90^\circ - 2 + 1$	0	1
$90^\circ - 20 + 10$	0	10

Figura 10: Representación del equivalente de desenfoque para dos lentes esferocilíndricas con equivalente esférico igual a 0.

1.2- La cirugía de catarata

1.2.1 Evolución histórica

El primer dato conocido relativo a la catarata fue hallado en el código de Hammurabi (1.800 A.C.), en el, ya se hacía referencia a la técnica de “reclinación”. En el papiro de Ebers (1.300 A.C.) se describen diversos métodos curativos empleados en el antiguo Egipto. Manuscritos más detallados referentes a la cirugía de la catarata se atribuyen al hindú Susruta (1.000 A.C.), quien describe la técnica de la “reclinación de la catarata” que consistía en el desplazamiento de la misma hacia la cámara vítreo, dejando así la pupila libre para el paso de la luz.

Aparentemente en la Grecia clásica se desconocía la existencia del cristalino, prueba de ellos, son las ilustraciones y descripciones del ojo de Hipócrates. Se creía que, tal como relata Aristóteles, la catarata era un fenómeno que aparecía después de la muerte.

En el siglo I A.C. Celso realiza la primera descripción en Occidente de la catarata y como tratarla. Su descripción de la técnica es similar a la de Susruta.

Galen (129-201), pensaba que el cristalino era la base de la visión y lo describe como una gota situada delante de la hialoides que en ciertas condiciones patológicas, se llenaba del humor cristalino y se solidificaba. Describía la catarata como una concreción de humor acuoso que impedía la visión.

En la Edad Media la reclinación continuó siendo el procedimiento utilizado para el tratamiento de la catarata. Ali Al-Mawsili, cirujano árabe del siglo X, escribe un libro de cirugía ocular. Aunque empleaba a menudo la reclinación, fue el primero en describir la extracción de la catarata. Empleando una aguja metálica hueca para aspirar las cataratas poco densas. Esta técnica no debió llegar a conocerse en la Europa medieval, donde todavía prevalecía el concepto hipocrático de la catarata.

A finales del siglo XVII, Maître Jan y Brisseau, afirman que la catarata está en el mismo cristalino. Antoine Maître Jan (1650-1730) fue el primero en advertir que al efectuar la reclinación de la catarata, el cristalino se desplazaba, observación que fue corroborada por Michel Pierre Brisseau (1676-1743), quien presentó en 1705 y ante la Academia Real de Ciencias de París, su convicción de que el cristalino opacificado era lo que constituía la catarata.

A mediados del siglo XVIII, Jaques Daviel (1696 – 1762), propone por primera vez en la historia moderna la extracción de la catarata. Su técnica, al parecer ideada como forma de resolver una de las complicaciones de la reclinación, la luxación indeseada de la catarata hacia la cámara anterior, consistía en realizar una incisión limbar inferior, a través de la cual el contenido del cristalino es extraído del ojo, dejando parte de la cápsula en su interior. Con esta técnica, hoy conocida como “extracción extracapsular”, se inicia la cirugía moderna de la catarata. Daviel, practicó la primera extracción extracapsular en 1745, en el transcurso de una reclinación que se complicó al romperse la cápsula cristaliniana. Aunque el resultado inicial fue satisfactorio, el ojo se perdió por una endoftalmitis. Tras perfeccionar su técnica, publicó los resultados de 200 cirugías extracapsulares en 1752.

En 1753, Samuel Sharp describía en Londres la primera extracción “in toto” o intracapsular de la catarata. No obstante, la reclinación seguiría siendo la técnica dominante durante casi un siglo más. Solo con la introducción de avances como la asepsia, la anestesia local (Koller 1894), La evolución de los materiales de sutura, la extracción de la catarata se impondría como técnica de elección. (21)(22)

Aunque la cirugía de la extracción de la catarata ha sufrido numerosas modificaciones algunos aspectos han seguido inalterados hasta hace relativamente poco tiempo. Los avances de la técnica han llevado al predominio alternante de la extracción

intracapsular y extracapsular, especialmente bajo la influencia de la implantación de lentes intraoculares iniciada por Ridley en 1949. Sin embargo, el aspecto más destacable, con relación a este trabajo, ha sido la progresiva reducción del tamaño de las incisiones, desde los casi 10 mm requeridos para la técnica de extracción intracapsular, hasta los valores actuales de 2,25 a 2,75 mm o incluso menos.

Aunque muchos factores han influido en la reducción del astigmatismo inducido por la cirugía de la catarata, es evidente que el tamaño de la incisión es probablemente el más decisivo de ellos.

Extracción intracapsular de la catarata

A finales del siglo XIX, y como consecuencia de la dificultad de la extracción de las cataratas no maduras con la técnica de Daviel y de las complicaciones que ello acarreaba, se popularizó la extracción “in toto” gracias a Smith, quien, ayudándose de maniobras externas consiguió extraer la catarata junto con su cápsula. A partir de entonces, se intentó conseguir un método que evitase los riesgos que conllevaba una presión excesiva del globo.

Autores como Von Graefe, Sharp, Christiaen, Reuling y Williams contribuyeron a su desarrollo. Así se idearon varios métodos para apresar y posteriormente tirar del cristalino. El método más popular, en un principio, fue la utilización de pinzas que apresaban el cristalino y permitían la extracción previa rotura de la zónula con movimientos laterales.

A principios del siglo XX, Barraquer idea un sistema consistente en una ventosa acoplada a una bomba del vacío, al que denomina erisífaco. La amplia fijación neumática permitía extraer el cristalino de una forma menos traumática, disminuyendo la incidencia de roturas capsulares producidas por la pinzas. A mediados de siglo, Krwawicz (23), desarrolla un sistema de adherencia por congelación: el crioextractor.

Este forma una bola de hielo sobre la cápsula, la cual se extiende en profundidad hacia el córtex. La presa resultante era muy estable y hacía difícil la rotura capsular, por lo que rápidamente se convirtió en la técnica de elección para la cirugía intracapsular. En 1957 Barraquer describe la acción de la alfaquimotripsina sobre la zónula, desarrolla la técnica de la “zonulolisis enzimática”. La digestión del ligamento zonular facilitaba la extracción de la catarata, especialmente en los pacientes relativamente jóvenes, y disminuía así el número y la frecuencia de complicaciones. (24)

La introducción de las lentes intraoculares se realizó por Ridley en 1949 empleando una técnica extracapsular. Otros autores diseñaron lentes intraoculares de cámara anterior (Baron, Strampelli, Danheim, Barraquer) que podían implantarse tras una extracción intracapsular. Sin embargo, las complicaciones asociadas a este tipo de implantes llevaron al actual predominio casi absoluto de los implantes en cámara posterior. Dado que estos implantes requerían el soporte capsular, la cirugía intracapsular cayó en desuso.

Extracción extracapsular

Introducida por Daviel en el siglo XVIII, fue la primera técnica de “extracción” de catarata propiamente dicha. Durante los años posteriores se fue poco a poco implantando sobre la reclinación. Durante la próxima mitad del siglo XX, fue substituida por la extracción “in toto”, que producía menos complicaciones. Con la aparición de los implantes intraoculares, se popularizó de nuevo, siendo la técnica, con sus diferentes variantes, utilizada hoy en día de forma predominante.

Aunque el problema del astigmatismo inducido ha preocupado a los oftalmólogos al menos desde el siglo XIX, se transforma en una complicación a evitar a partir de la utilización de lentes intraoculares, una vez solventado el problema de la hipermetropía afáquica. En la extracción extracapsular clásica, debido a la necesidad de

extraer el núcleo del cristalino y la posterior implantación de lentes de material rígido, era necesario practicar una incisión amplia. Ésta incisión, no era muy diferente de la practicada en la extracción intracapsular en lo que al astigmatismo inducido se refiere.(25) La facoemulsificación, así como introducción de lentes intraoculares de material flexible, han modificado el objetivo de la cirugía de la catarata. Como hemos mencionado previamente, ha pasado a ser una técnica en la que, además de restituir la transparencia de medios, se busca la emetropía y se realiza por una incisión cada vez menor.

1.2.3 Técnicas quirúrgicas actuales

Facoemulsificación

Esta técnica, descrita en primer lugar por Kelman (15), en 1967, es la que ha tenido más auge en los últimos años. Se trata también de una forma de extracción extracapsular, ya que se respeta la cápsula cristaliniana. La diferencia fundamental con la técnica extracapsular clásica consiste en la fragmentación del núcleo hasta convertirlo en un material susceptible de ser aspirado por una cánula fina de alrededor de 1 milímetro de diámetro. Este proceso se verifica por la acción de una aguja metálica vibrando a lo largo de su eje longitudinal con frecuencias ultrasónicas. El material del cristalino se hace así aspirable, en general por medio de un sistema mecanizado de bombeo o irrigación-aspiración. La gran popularidad que ha alcanzado esta técnica, se debe sobre todo a que puede practicarse a través de una incisión de alrededor 3 milímetros o incluso menos, esto brinda una mayor seguridad intraoperatoria, permite una restitución anatómica más rápida y una menor inducción de astigmatismo.

Aunque desde su introducción se practicaba la facoemulsificación por una incisión pequeña, esta debía ampliarse para proceder al implante, ya que no se disponía de lentes intraoculares flexibles. Así, la ventaja potencial de la técnica, en cuanto a la

disminución del astigmatismo inducido, no se verificaba en la práctica. Esto cambió con el desarrollo de lentes flexibles, que hicieron posible la cirugía por incisión efectivamente pequeña, consiguiendo una menor inducción de astigmatismo corneal.

El proceso de optimización de la técnica continua y actualmente el estándar de la cirugía de catarata con facoemulsificación es una incisión de 2,25 a 2,75 mm de tipo auto sellante, lo que permite no utilizar suturas en la gran mayoría de los pacientes. Los aparatos actuales de ultrasonido combinan, según el modelo y la casa comercial, movimientos de tipo longitudinal y torsional de la punta del facoemulsificador, también se dispone de programas que permiten un uso pulsado de la energía y la fluídica se ha optimizado con dispositivos de tipo anti reflujo. Todas estas mejoras contribuyen a disminuir el tiempo total de ultrasonido y a una recuperación postoperatoria más rápida y con menor índice de complicaciones.

1.3- Abordaje quirúrgico del astigmatismo

1.3.1 Consideraciones ópticas de la córnea

La córnea tiene un diámetro horizontal medio de 11,5 mm y un diámetro vertical algo menor. La zona óptica central tiene 4 mm de diámetro y 550 micras de espesor promedio. El radio de curvatura de la cara anterior es de 7,7 mm y la de la cara posterior de 6,8 mm estas dos superficies curvas separan medios con distinto índice de refracción, la superficie anterior, que separa el aire de la córnea, es el dioptrio con mayor poder refractivo del ojo 48,83 D. La superficie posterior es un dioptrio con potencia negativa debido a que el segundo medio, el humor acuoso, posee un índice de refracción menor que el de la córnea -5,88 D.(7) La córnea es, por tanto, el elemento con mayor potencia dióptrica del sistema óptico del ojo, cualquier procedimiento quirúrgico que se realice

sobre la córnea puede alterar su estructura geométrica y en consecuencia generar cambios en la refracción ocular.

Estos cambios generalmente se producen en el eje sobre el que hemos actuado quirúrgicamente, son asimétricos y producen un efecto refractivo astigmático.

A medida que nos alejamos de la zona óptica central, la córnea va aumentando su espesor de 550 micras en el centro a unas 750 micras en la zona paralimbar, en donde se encuentra el denominado anillo óptico corneal. Esta zona actúa como un soporte aplanático semi-rígido.

Cualquier patología o modificación quirúrgica en esta zona de soporte periférica, delimitada por la circunferencia fija del anillo óptico corneal, afectará directamente a la curvatura de la zona óptica central. Los instrumentos de medición, autorrefractómetro queratómetro miden habitualmente las curvaturas de los 4 mm centrales de la córnea; para medir las curvaturas de la córnea periférica se han desarrollado topógrafos computarizados. (26)

1.3.2 Opciones para el tratamiento del astigmatismo en la cirugía de catarata

Las opciones quirúrgicas para el tratamiento del astigmatismo en la cirugía del cristalino que se pueden considerar son:

Cirugía sobre la córnea

Incisional:

Ventajas: Se realiza en el mismo acto quirúrgico, no es compleja, precisa poco instrumental agregado, puede realizarse en caso de sacos capsulares rotos o inestables; sin embargo, como inconvenientes podemos mencionar: Se precisan conocimientos previos sobre comportamiento corneal para diseñar el plan quirúrgico, hay que saber

bien sobre que meridianos actuar y que incisiones son las más adecuadas, los resultados refractivos son menos predecibles, pueden producirse regresiones con el tiempo especialmente en pacientes jóvenes, están contraindicadas en problemas de superficie corneal y son procedimientos irreversibles.

Otra técnica quirúrgica en la que se actúa sobre la córnea es la de Excimer LASER, sus Ventajas serían que es capaz de corregir defectos esféricos residuales además del defecto astigmático, los resultados son más predecibles y estables que en las técnicas incisionales y como inconvenientes se plantean: Es otra cirugía, tiene un coste económico adicional, aunque es una cirugía más predecible que la incisional, el paciente no será capaz de compensar pequeños defectos residuales pues está pseudofáquico, y también está contraindicado en ojos con patología de superficie ocular.

Lentes intraoculares tóricas

La utilización de lentes tóricas para corregir el astigmatismo preoperatorio tiene las siguientes ventajas: mismo acto quirúrgico, técnica sencilla que no difiere de la habitual, escaso instrumental adicional, no se precisan nomogramas, los resultados refractivos son más predecibles que en la cirugía incisional, no se produce regresión en el tiempo, es una técnica reversible pudiendo rotar o cambiar la lente si fuera necesario, es la técnica ideal para ojos con patología de superficie. Como inconvenientes debemos mencionar que requieren integridad del saco capsular; dependiendo de la casa comercial, puede haber limitaciones de potencia y la posibilidad de rotación espontánea de la lente en el postoperatorio es la complicación más importante a tener en cuenta con este tipo de lentes intraoculares. Otras características a tener en cuenta son: tienen mayor efecto cuanta menor longitud axial tiene el ojo, es decir, se corrige más

astigmatismo en pacientes hipermétropes que en miopes, y tienen mayor efecto cuanto más plana sea la córnea. (27)

Entre el año 1992 y 1994 en Japón se desarrolla una lente tórica, K. Shimizu presenta una lente denominada NT-98B (fig.11). Esta era una lente de PMMA de 6,5 x 5,5 mm con dos agujeros de posicionamiento y hápticos de prolene, la parte tórica se ubicaba sobre la superficie posterior en el año 1994 publica los primeros resultados, una de sus observaciones más importantes es el hecho de que el efecto de corrección del astigmatismo va disminuyendo a medida que la lente rota y se aleja del eje astigmático, invirtiéndose su efecto a partir de los 35 grados de rotación respecto del eje de implantación planeado. Por cada 3 grados de rotación respecto del eje de implantación planeado se reduce la potencia de corrección del astigmatismo un 10%, de tal manera que si rota 15 grados se pierde un 50% del efecto antiastigmático (Fig.12).

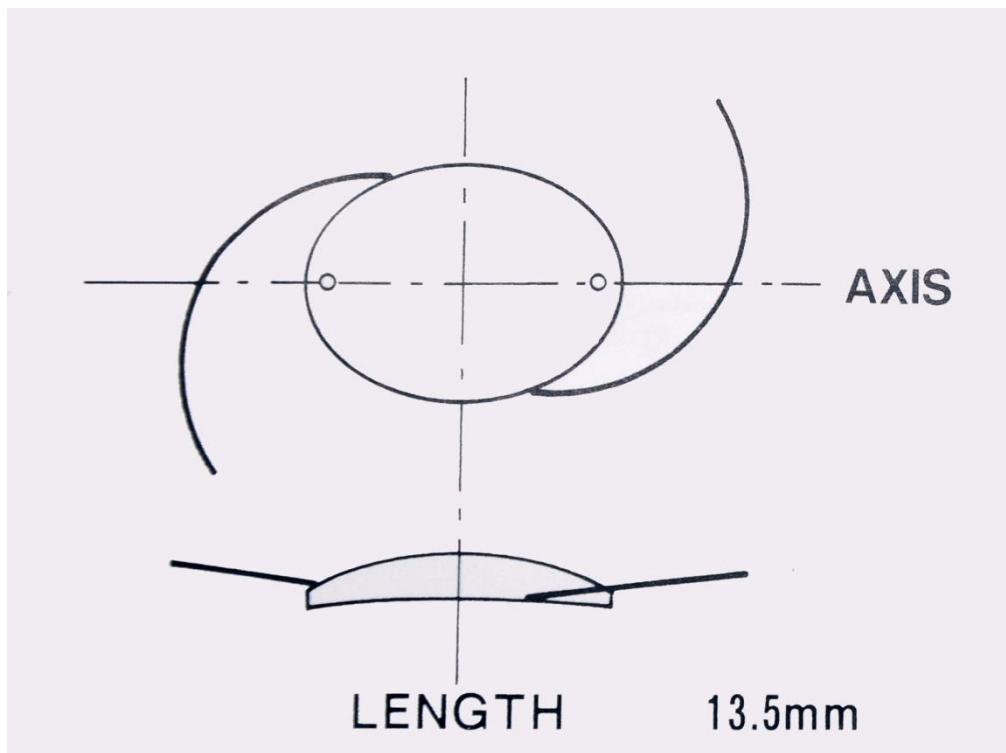


Figura 11: Lente Nidek NT 98

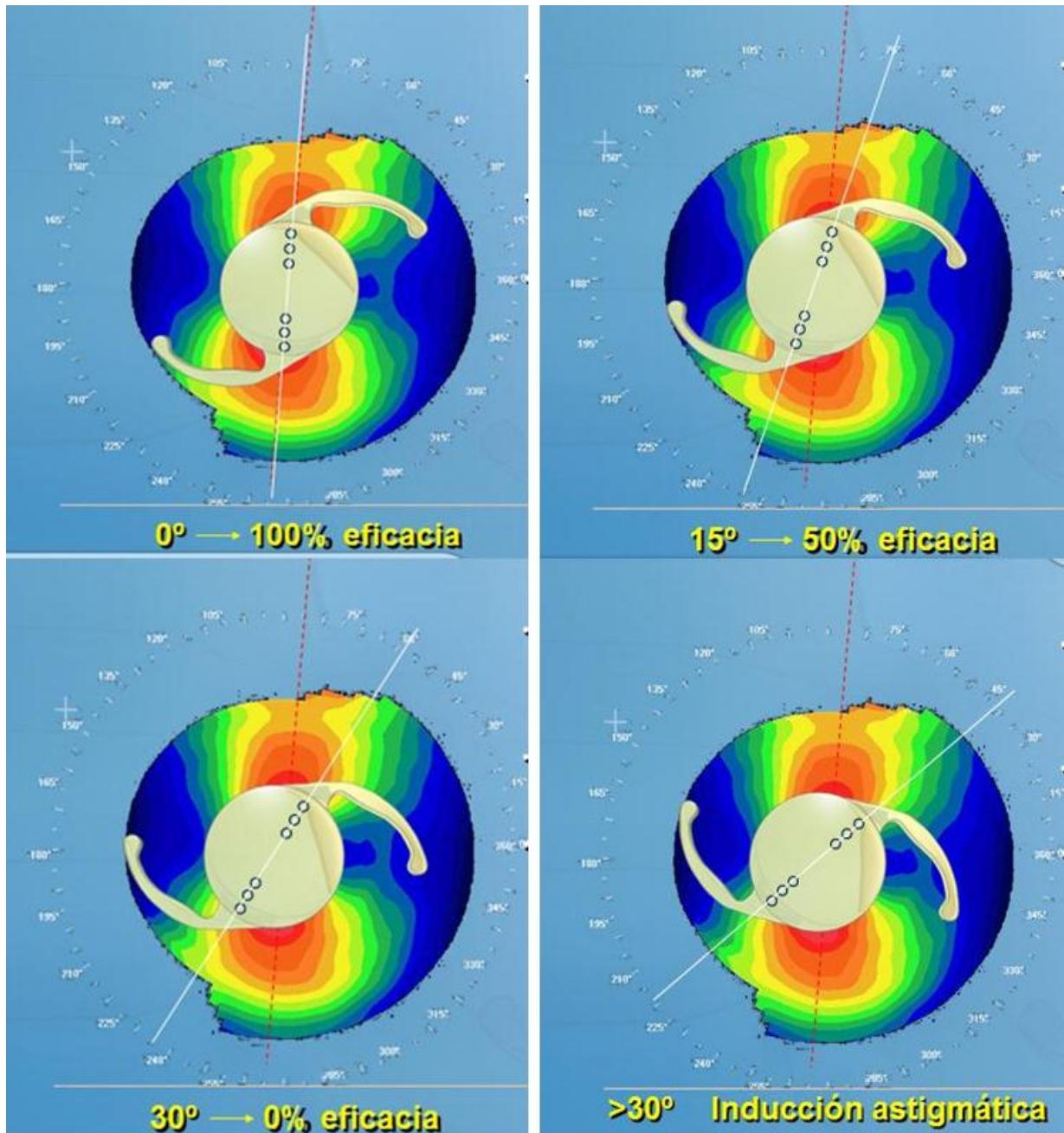


Figura 12: disminución del efecto corrector en relación a la rotación respecto del eje de implantación planeado

La necesidad de ampliar la incisión a 5,7 mm sumado a la inestabilidad rotacional hizo que esta lente fracasara; pero sirvió para comprobar la eficacia de estas lentes y la primordial importancia de que se mantengan estables en el saco capsular (28).

El mismo año 1992 STAAR en 1992 desarrolla una lente tórica de plato, plegable, monobloque (AA-4203T) que inicialmente tenía un diámetro de 10,6mm que debido a inestabilidad rotacional fue fabricada posteriormente con un diámetro de 11,2 mm, modelo TL (Fig.13). (29)

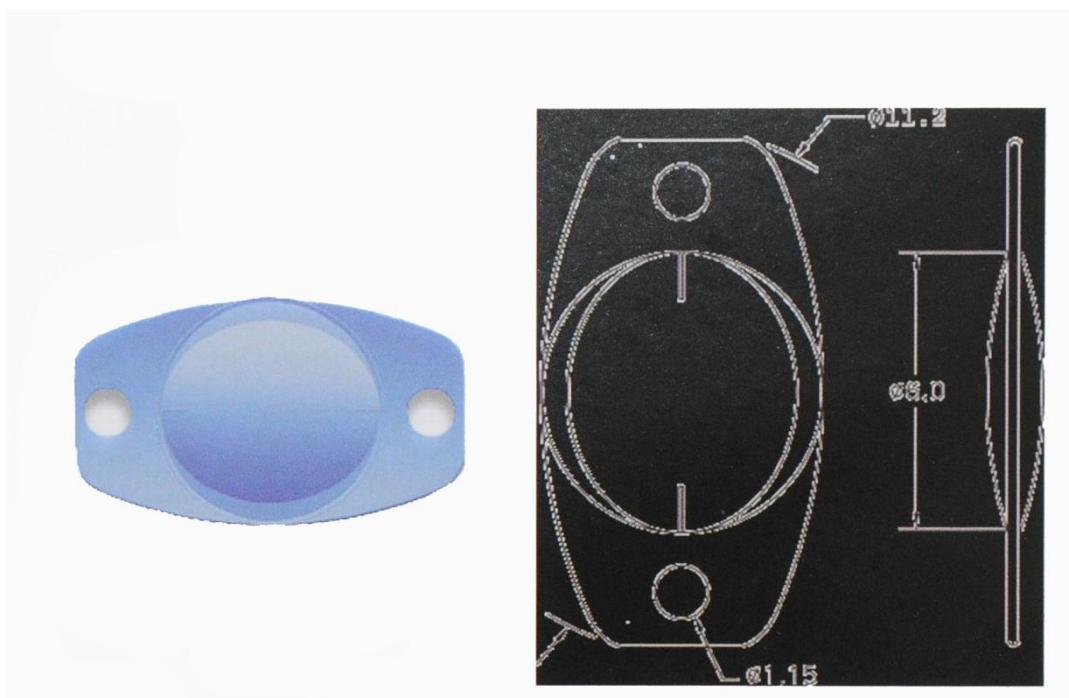


Figura 13: Lente tórica STAAR 4203TL

En 1999 aparece en Europa, otra lente tórica llamada 600T con posibilidad de corregir hasta 12 D de astigmatismo. Es de PMMA y se fabrica individualmente según requerimientos. Los hápticos tienen forma de Z y poseen un festoneado que mejora su estabilidad rotacional. En la actualidad se comercializa con el nombre de HumanOptics Tórica-s (Figs. 14 y 15).

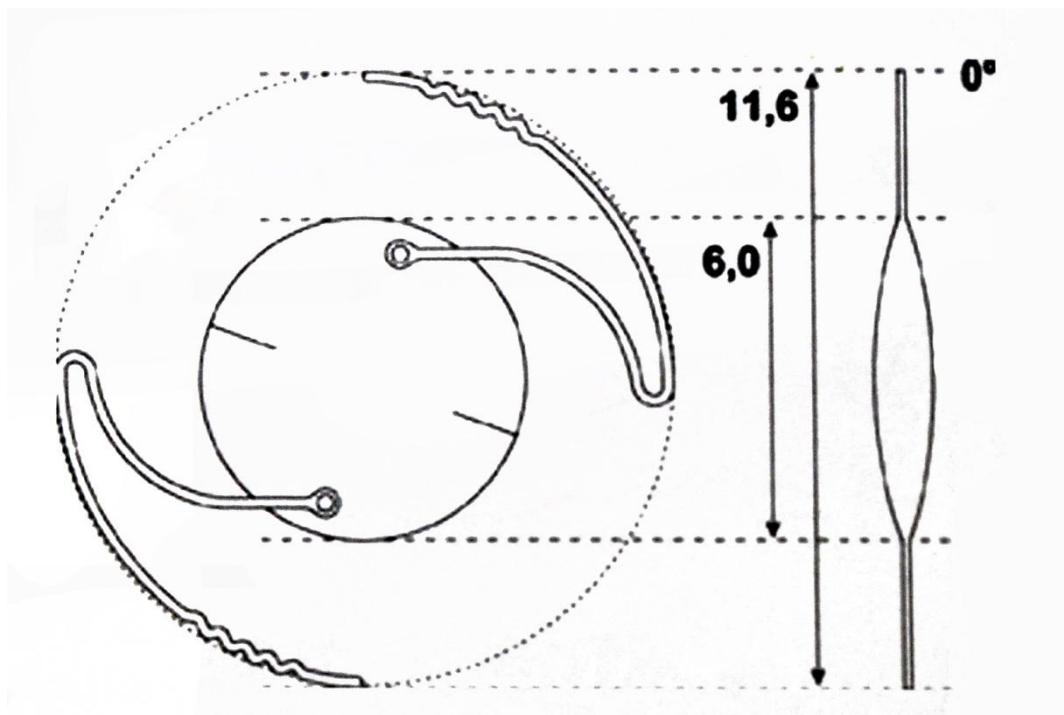


Figura 14: Lente tórica 600T prototipo.

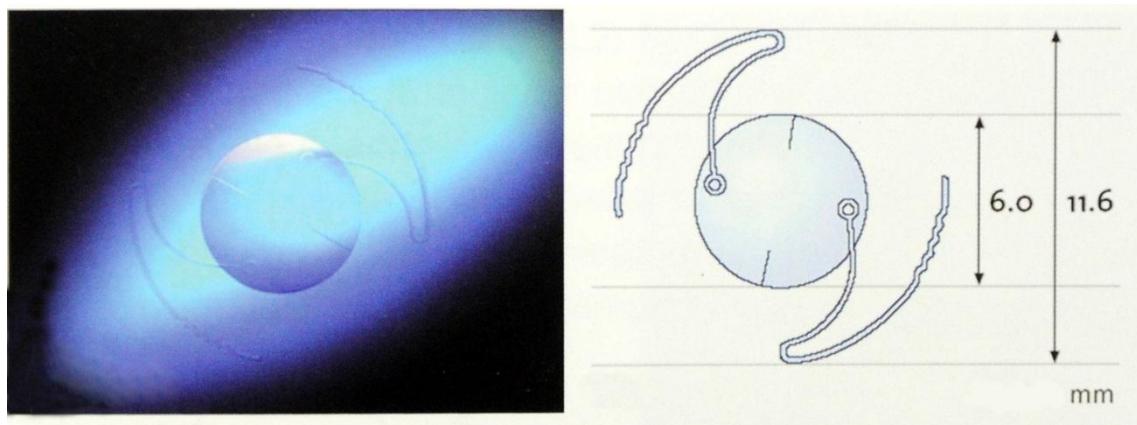


Figura 15: Lente Human optics Tórica-S.

Otras lentes intraoculares tóricas disponibles son la Rayner T-Flex y la Acritec confort 643 y 646TLC (Figs. 16-18)



Figura 16: Lente tórica Rayner T-Flex

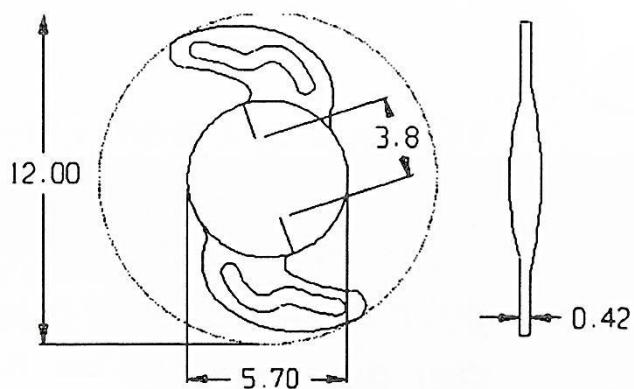


Figura 17: Lente tórica Rayner T-Flex características



Figura 18: Lente tórica Acrilect acricomfort 464 TLC

En la evolución de las lentes tóricas han sido fundamentales dos aspectos:

Conseguir la máxima estabilidad en el saco capsular y la posibilidad de que puedan ser inyectadas a través de incisiones pequeñas que tengan un efecto nulo y mínimo sobre el astigmatismo corneal preexistente.

En la tabla 1 se detallan las características más importantes de los modelos actuales de lentes intraoculares tóricas monofocales (30):

Característica	STAAR AA4203TL	Humanoptics Tórica S	Rayner T-Flex	Acritec Comfort 643TLC	ALCON Acrysof SN60TT
Tipo de lente	Plegable monobloque plato	Plegable 3 piezas	plegable monobloque	plegable monobloque	Plegable monobloque hidrofóbica
Implantación	Cámara posterior	Cámara posterior	Cámara posterior	Cámara posterior	Cámara posterior
Óptica	Silicona 6,0 mm	Silicona 6 mm	Acrílica 5,75 (573T) y 6,25mm (623T)	Acrílica 6,5mm	Acrílica 6 mm
Diámetro total	11,2 mm	11,6 mm	12 mm (573T) y 12,5 mm (623T)	10 mm	13 mm
Constante A	118,5	118,6	118,0	117,9 a 118,3	118,7
Poder esférico	+9,5 a +23,5	-3,0 a +31,0	+6,00 a +26,0	neutro a +40	+6 a +30
Poder cilíndrico	+2,00 +3,5	+2,00 a +12	+1,0 a +6,00	+1 a +12	+1,50 a +6,00
		Rango personalizado	Rango personalizado	Rango personalizado	Filtro a luz azul (400-470 nm)

Tabla 1: Modelos de Lentes tóricas y características principales.

La lente ALCON Acrysof SN60TT presenta como ventajas:

Fácil implantación por incisiones de hasta 2,2 mm con cartucho D, e inyector Monarch-III

Las contraindicaciones para la implantación de esta lente son las comunes a otras Lentes tóricas: Rotura capsular, alteración zonular, sacos capsulares > de 12,5 mm o < de 10,5 mm (Diámetro de saco capsular = medición de blanco a blanco – 1 mm)

Es importante recordar que el poder dióptrico cilíndrico en el plano de la lente varía respecto de la potencia cilíndrica obtenida a nivel corneal. En la tabla 2 podemos observar la relación entre ambas.

MODELO	PODER LIO	Poder cilíndrico en córnea
SN60T3	+ 1,50 D	+1,03 D
SN60T4	+2,25 D	+1,55 D
SN60T5	+3,00 D	+2,06 D
SN60T6	+3,75 D	+2,50 a +3,00 D
SN60T8	+4,50 D	+3,25 a +3,75 D
SN60T9	+6,00 D	+4,00 a +4,50 D

Tabla 2: Modelos de LIO Acrysof® y potencia correctora

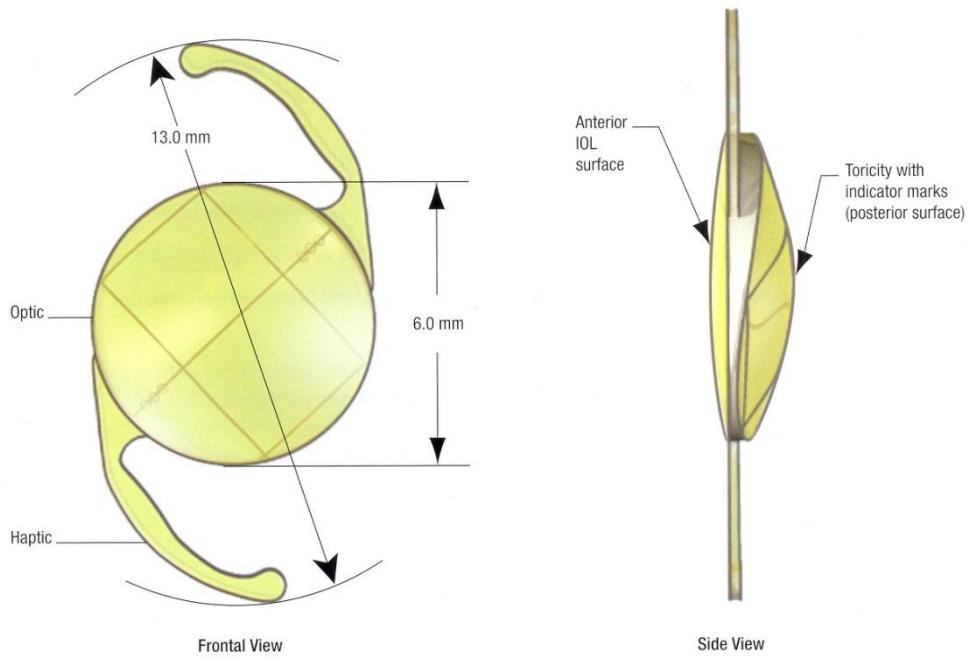
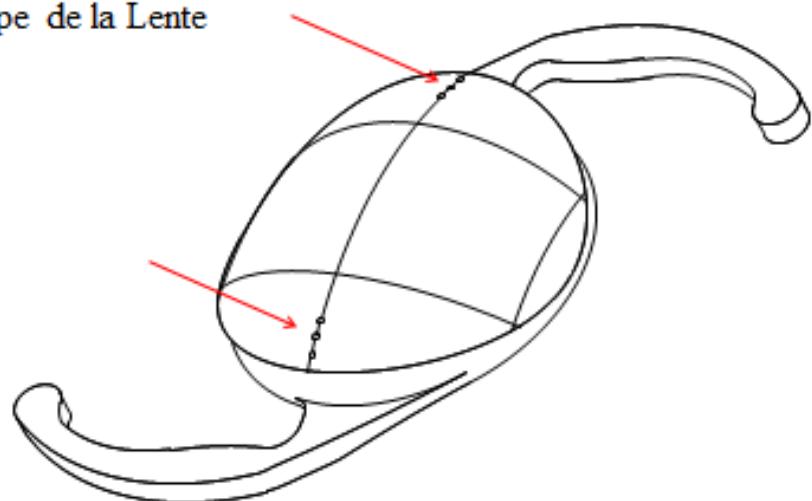


Figura 19: Lente Acrysof SN60T, se muestra el componente tórico sobre la cara posterior.

Marcas sobre la Superficie posterior de la óptica identifican el eje mas débil o mas miope de la Lente



Estas marcas se alinean con el eje mas curvo de la córnea para llevar hacia atrás la linea focal para enfocar en plano de retina

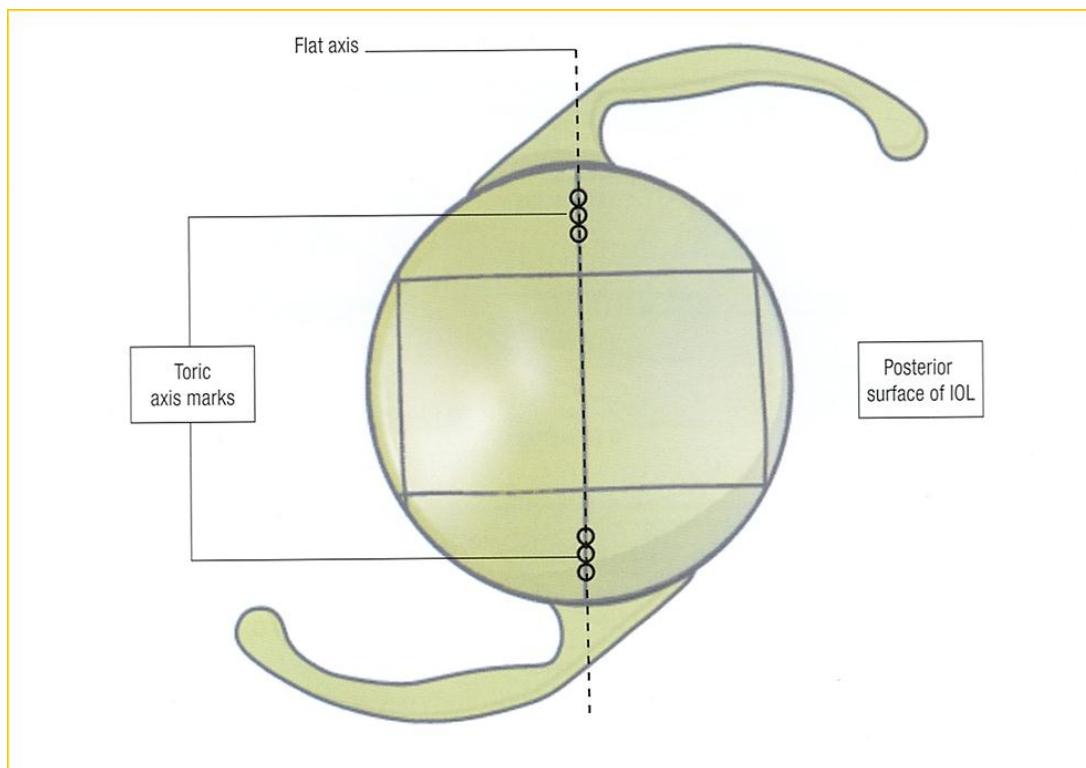


Figura 20: las marcas están sobre el eje más miope de la lente que se hace coincidir con el eje más curvo de la córnea.

Excelentes resultados en la bibliografía previa en cuanto a centrado y estabilidad. Sus hápticos en L modificada denominado Stableforce® y el biomaterial hacen que en teoría la lente se adapte a la contracción del saco capsular. A su vez, los hápticos poseen el mismo espesor que la óptica, son de borde recto y no hay angulación de los hápticos respecto de la óptica, el biomaterial de esta lente se adhiere al saco capsular a través de proteínas extracelulares como la fibronectina y el colágeno IV. Este conjunto de propiedades mejoran su estabilidad rotacional. (31)(32)

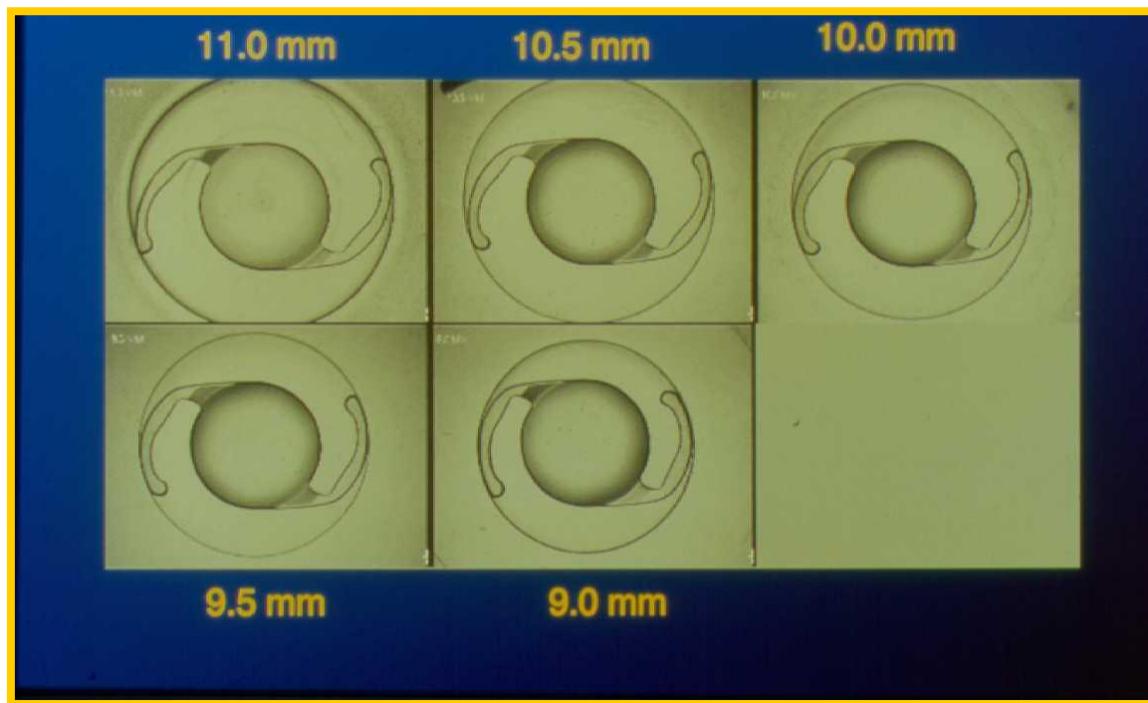


Figura 21: Mecanismo de acción del sistema Stableforce.

Calculadora de potencia cilíndrica de la lente intraocular:

<http://www.acrysoftoriccalculator.com>

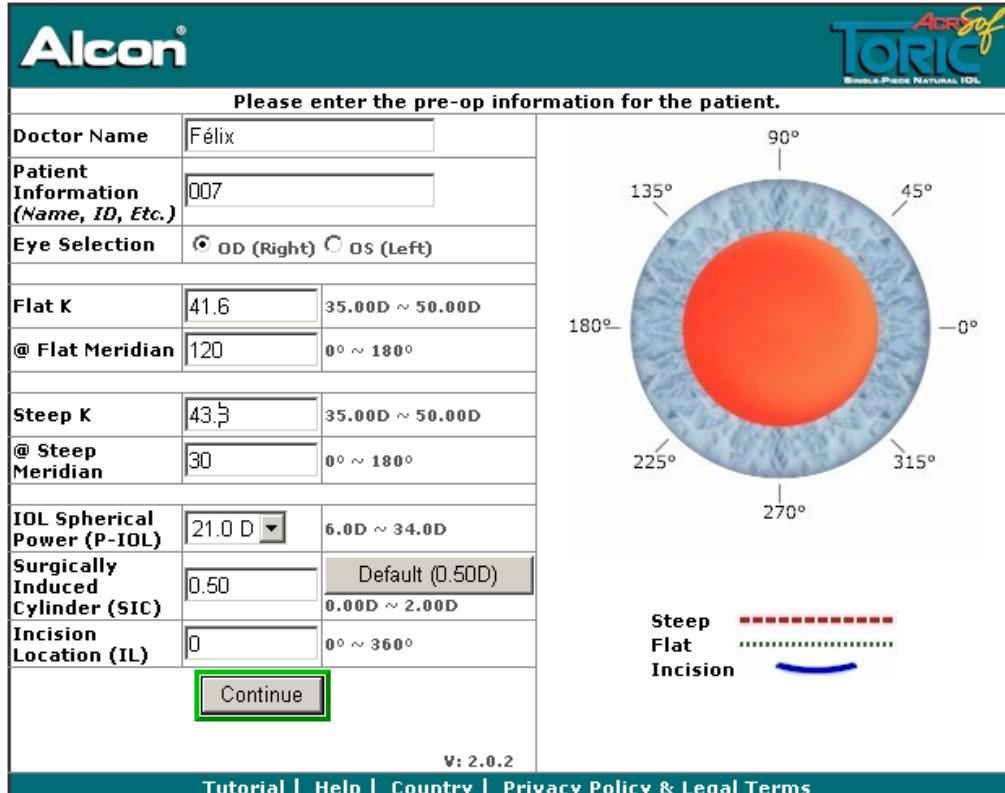
Es un asistente para el cálculo de la potencia cilíndrica necesaria y para determinar con exactitud el eje de implantación del componente tórico

Las variables a introducir se dividen en tres categorías:

El primer grupo es información básica: Nombre del médico, nombre del paciente y ojo a intervenir. El segundo grupo de datos a introducir incluye: K más plana (dioptrías), Eje de la K más plana (grados), K más curva (dioptrías), Eje de la K más curva (grados), Potencia esférica de la lente (dioptrías).

La tercera categoría introducimos las variables que son cirujano dependiente:
Estimación del astigmatismo quirúrgico inducido (dioptrías)
Por defecto asumirá un astigmatismo inducido de 0,5 Dioptrías.

Localización de la incisión (grados de 0° a 360°)



The image shows the main interface of the Acrysoft TORIC software. On the left, there is a form with the following data:

Doctor Name	Félix	
Patient Information (Name, ID, Etc.)	007	
Eye Selection	<input checked="" type="radio"/> OD (Right) <input type="radio"/> OS (Left)	
Flat K	41.6	35.00D ~ 50.00D
@ Flat Meridian	120	0° ~ 180°
Steep K	43.5	35.00D ~ 50.00D
@ Steep Meridian	30	0° ~ 180°
IOL Spherical Power (P-IOL)	21.0 D	6.0D ~ 34.0D
Surgically Induced Cylinder (SIC)	0.50	Default (0.50D) 0.00D ~ 2.00D
Incision Location (IL)	0	0° ~ 360°

At the bottom of the form is a green-bordered "Continue" button. The right side of the interface features a circular diagram of an eye with meridians labeled from 0° to 360°. Below the eye diagram is a legend: "Steep" with a red dashed line, "Flat" with a blue solid line, and "Incision" with a blue arrow. The software version is listed as "V: 2.0.2" at the bottom.

Figura 22: Calculadora acrysoftoric primera pantalla de introducción de datos

En una segunda pantalla aparece un diagrama que nos muestra gráficamente la información de:

Los meridianos más y menos curvos del astigmatismo corneal preexistente

Localización de la incisión N: nasal T: temporal

Orientación del ojo.

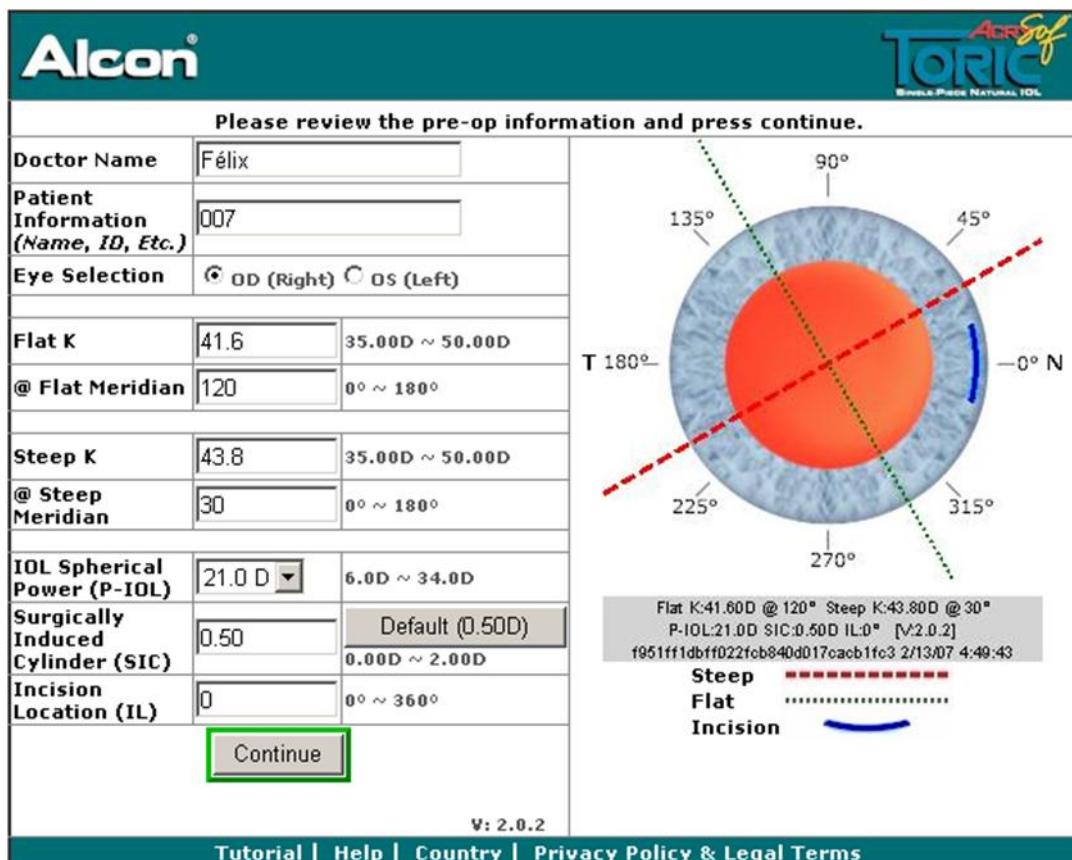


Figura 23: Calculadora acrysoftoric segunda pantalla de introducción de datos

Los datos son procesados por Acrysoft® Toric IOL Calculator para determinar el modelo ideal de lente tórica para éste paciente.

El informe para imprimir nos muestra los resultados del cálculo y los datos aportados en el preoperatorio.

Acrysoft® Toric IOL Modelo calculado.

IOL Spherical Equivalent: Potencia esférica en dioptrías

Axis of Placement: Eje exacto en el que la lente debe ser alineada.

IOL Cylinder: Potencia cilíndrica de la lente en dioptrías.

Pre-op Corneal Cylinder: Potencia y eje del astigmatismo corneal preoperatorio.

Surgically Induced Cylinder: Potencia y eje del astigmatismo inducido por la cirugía y por la localización de la incisión.

Crossed-Cylinder Results: Potencia y eje del astigmatismo resultante de la combinación del astigmatismo preoperatorio y el inducido en la cirugía. Tanto en plano córnea como en plano lente.

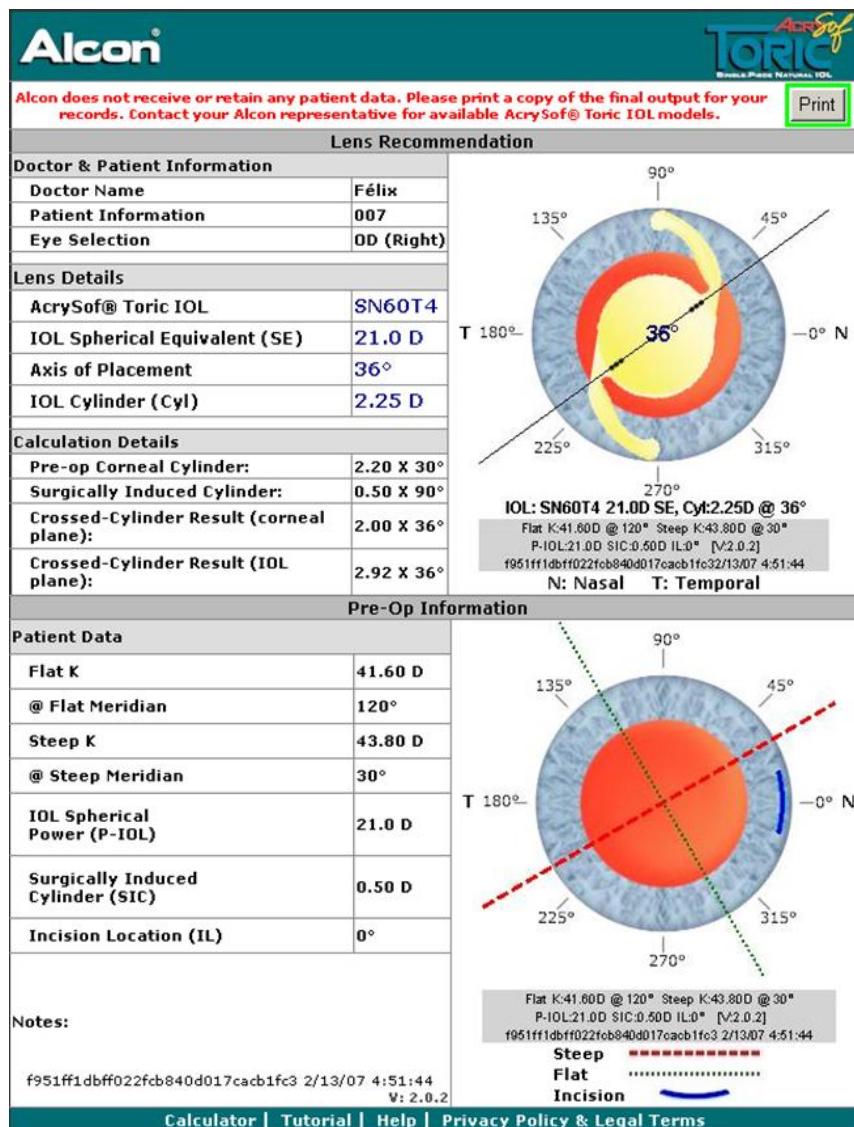


Figura 24: Calculadora acrysoftoric pantalla de impresión de datos.

2. Revisión y actualización bibliográfica

1. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. **Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift.** J Cataract Refract Surg 1994 Sep;20(5):523-526.

En este estudio, Primer lente tórica descripta, se evalua la eficacia de una lente intraocular tórica de PMMA (Nidek NT-98B). n: 47 con astigmatismo preoperatorio en contra de la regla. Las Lentes tenían una potencia tórica de 2,00 D (n=26) o 3,00 D (n=21), se implantaron a través de una incisión de 5,7 mm después de realizar facoemulsificación. La agudeza visual mejor corregida a los 3 meses fue de 20/25 o mejor en el 77% de los pacientes. Como era teóricamente esperable las lentes de 3,00 D corrigieron mas que las de 2,00 D cuando la rotación postoperatoria de la lente fuera menor a 30 grados. Se observó un efecto de inducción de astigmatismo en los casos en los que la lente rotó mas de 30 grados.

2. Chang DF. **Comparative rotational stability of single-piece open-loop acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses.** Journal of Cataract & Refractive Surgery 2008;34(11):1842–1847.

Estudio que compara la estabilidad rotacional precoz de AcrySof SN60T en forma prospectiva con una serie retrospectiva de lentes tóricas AA4203. Se incluyeron 100 ojos para ser operados con AcrySof SN60T (T3,T4,T5) y fueron comparados con una serie retrospectiva a de 90 ojos operados con la lente

de STAAR AA4203 (TL o TF). Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo cirujano. En los resultados se menciona que aunque ambas muestran corresponden a períodos diferentes de tiempo, los dos grupos estudiados tenían similar distribución en cuanto a edad, largos axiales y potencia esférica requerida. En el grupo de Acrysof SN60T, 90%, 99% y 100% de los lentes estaban alineados entre 5, 10 y 15 grados, respectivamente. En el grupo de lentes STAAR AA4203 la rotación media fue de 5,56 grados \pm 8,89 (DS). en el grupo de Acrysof SN60T fue 3,35 grados \pm 3,41 (DS) ($p= 0.02$). Una Acrysof SN60T (1%) y 8 STAAR AA4230 (8,9%) rotaron 15 grados o mas respecto del eje de implantación planificado ($p=0.01$). Ninguna lente Acrysof SN60T requirió reposicionamiento quirúrgico. El 3,3% del modelo STAAR AA4230 requirió reposicionamiento quirúrgico. El trabajo concluye que ambas lentes presentan una estabilidad rotacional buena y que ambas son efectivas para reducir el astigmatismo corneal preexistente; sin embargo, basados en la desviación media del eje y en el número de lentes rotadas mas de 15 grados, la lente Acrysof SN60T mostró estadísticamente mejor estabilidad. Lo cuestionable de este trabajo es la comparación de dos grupos separados en el tiempo habiéndose realizado 90 casos en forma retrospectiva y los otros 100 en forma prospectiva, por otra parte es ampliamente mencionado en la literatura la inestabilidad rotacional del modelo TF de STAAR cuyo diámetro total era de 10,8mm.

3. Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, Ondarra A, Montés-Micó R. **Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients.** Journal of Cataract & Refractive Surgery 2008;34(4):601–607.

El objetivo del trabajo es valorar los resultados refractivos con lentes tóricas AcrySof para corregir el astigmatismo preexistente. Es un estudio observacional prospectivo 30 ojos de 15 pacientes consecutivos con mas de 1,00 D de astigmatismo corneal preexistente. Se realizó implantación bilateral de lente tórica AcrySof. La agudeza visual sin corrección fue 20/40 o mejor en el 93,3% de los ojos y de 20/25 o mejor en el 66%. Todos los ojos consiguieron una agudeza visual corregida de 20/25 o mejor. El astigmatismo refractivo medio disminuyó de forma significativa de $-2,34 \pm 1,28$ D (DS) a $-0,72 \pm 0,43$ D (DS) ($p<0,01$). El análisis vectorial comparando la corrección conseguida con la planificada estuvo entre $\pm 1,00$ D en el 80% y $\pm 0,50$ en el 93,9% para J0 y J45 respectivamente. La rotación media de la lente fue de $3,63 \pm 3,11$ grados, con una rotación menor o igual a 10 grados en el 96,7% de los casos. Se concluye que la implantación de lentes tóricas es una opción efectiva para corregir el astigmatismo preexistente. La lente AcrySof presenta buena estabilidad rotacional.

4. Amesbury EC, Miller KM. **Correction of astigmatism at the time of cataract surgery.** Current opinion in ophthalmology 2009;20(1):19.

Es una revisión del tema. Hay diferentes opciones para corregir el astigmatismo en el momento de la cirugía de catarata. Las observaciones mas importantes son: Una opción es realizar la incisión en el eje mas curvo (Astigmatismo < 1 D), Incisiones corneales relajantes periféricas simples o pareadas (Astigmatismo 1 a 1,5 D), o implantación de lentes intraoculares tóricas (Astigmatismo > 1,5 D). Actualmente las lentes tóricas presentan una excelente estabilidad rotacional. El astigmatismo total es importante al planear una cirugía refractiva corneal, pero cuando se plantea una cirugía de catarata es irrelevante y se debe prestar especial atención al astigmatismo corneal medido por queratometría. Especial cuidado en confiar solamente en IOL Master para la medición pues se ha observado cierta tendencia a la sobre corrección en ciertos tipos de astigmatismo. El estandar actual es la medición del astigmatismo por topografía corneal (33). Las pruebas realizadas por la FDA con Acrysoft muestran 93,8% de pacientes con agudeza visual sin corrección igual o mejor a 20/40 versus el 77% en el grupo control al que se le implantó Lente monofocal esférica. Se reportan rotaciones menores o igual a 10 grados en el 97% de los casos.

5. Ahmed IIK, Rocha G, Slomovic AR, Climenhaga H, Gohill J, Grégoire A, Ma J.

Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses. Journal of Cataract & Refractive Surgery 2010;36(4):609–616.

En este estudio se evalua la eficacia, estabilidad, predictibilidad como así también se hace una encuesta a los pacientes después de implantar lentes intraoculares tóricas en casos de cataratas con astigmatismo preexistente. Se incluyeron pacientes con cataratas y astigmatismo de 1,00 a 2,50 D, estudio prospectivo de implantación bilateral de AcrySof tórico. El estudio incluyó 117 pacientes (234 ojos). La agudeza visual binocular sin corrección de lejos fue de 20/40 o mejor en el 99% de los casos y de 20/20 o mejor en el 63%. El astigmatismo residual medio fue $0,4 \text{ D} \pm 0,4\text{D}$ (DS). El equivalente esférico estuvo dentro de $\pm 0,5 \text{ D}$ del objetivo en el 77% de los casos. En el último control (6 meses postoperatorio) La alineación de las LIOs estuvo entre ± 5 grados en el 91% de los ojos y entre ± 10 grados en el 99%. 69% de los pacientes no utilizan gafas correctoras para lejos. La frecuencia e importancia de halos y deslumbramiento se redujo significativamente al comparar el pre con el postoperatorio. El 94% de los pacientes valoró la mejoría en 7 puntos o mas (escala 1:completamente insatisfecho a 10: completamente satisfecho). Se concluye que la implantación bilateral de Lentes tóricas presentan una excelente estabilidad rotacional y los resultados visuales son altamente satisfactorios.

6. Jin H, Limberger IJ, Ehmer A, Guo H, Auffarth GU. **Impact of axis misalignment of toric intraocular lenses on refractive outcomes after cataract surgery.** Journal of Cataract & Refractive Surgery 2010;36(12):2061–2072.

El objetivo del estudio es evaluar de forma teórica y clínica el impacto de la mala alineación de las lentes intraoculares tóricas al realizar refracción postoperatoria. Es una serie de casos. Se implementó un modelo matemático teórico de cilindros cruzados oblicuos de acuerdo a las propiedades refractivas pseudofáquicas y se utilizó para analizar el impacto de la malposición de las lentes tóricas al realizar refracción en el postoperatorio. Estos resultados refractivos teóricos fueron analizados y comparados con los datos reales obtenidos para confirmar el impacto teórico posible. La rotación media fue de $12,5 \text{ grados} \pm 6,7$ (DS). El resultado refractivo fue afectado principalmente por tres factores mas importantes: cambio hipermetrópico en la esfera refractiva, disminución del efecto de corrección astigmática y rotación del eje del astigmatismo. El cambio esférico teórico calculado fue $0,32 \pm 0,23$ D y el cambio real fue $0,36 \pm 0,71$ D. La reducción media en la corrección astigmática calculada teóricamente fue $0,65 \pm 0,45$ D y la reducción real fue, $0,95 \pm 0,54$ D, indicando una hipocorrección del astigmatismo preexistente. La rotación media según el cálculo teórico fue $32,7 \pm 13,2$ grados (rango 8 a 55 grados) y la rotación real fue $29,1 \pm 17,4$ grados. Se encontró una correlación entre la reducción calculada con el modelo teórico y la reducción real ($r^2=0,51$; $P=0,001$) y entre la rotación calculada y la real ($r^2= 0,86$; $p < 0,001$). Se concluye que además de una disminución en la corrección del astigmatismo al

producirse una malposición rotacional de la lente tórica se induce un cambio esférico hipermetrópico y una rotación del astigmatismo refractivo.

7. Zaranz-Ventura J, Moreno-Montañés J, others. **Implante de lentes intraoculares tóricas Acrysof en cirugía de la catarata.** Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. 2010

El propósito de este trabajo fue valorar los resultados a medio plazo del implante de lentes intraoculares tóricas Acrysof en 54 pacientes (54 ojos). Método: Los parámetros analizados fueron mejor agudeza visual sin corrección (AVSC) y agudeza visual mejor corregida (AVMC), astigmatismo preoperatorio y residual postoperatorio, y rotación de la lente globalmente y en cada modelo de lente intraocular empleado. Resultados: A los 2 meses del seguimiento, la AVSC media total fue de 0,83 (DS: 0,14) Snellen, estando el 73,9% de ellos con AVSC $\geq 0,8$ y el 32,6% en 1,0. La AVMC fue de 0,94 (DS: 0,10). El astigmatismo medio preoperatorio fue de -2,25 dioptrías (D) (DS: 0,78), siendo el astigmatismo medio postoperatorio total de -0,32 D (DS: 0,56), con diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ($p < 0,001$). Desglosado por tipo de lente el astigmatismo fue -0,1 para las lentes T3, -0,27 D para las T4, y -0,43 para las T5, sin diferencias significativas entre los grupos estudiados ($p = 0,483$). La rotación media del eje de la LIO respecto al eje previsto fue de $3,87 \pm 3,25$ grados, con rotación menor a 10° en el 91,6% de las LIO implantadas. Discusión: Las lentes tóricas modelo Acrysof T3, T4 y T5 permiten corregir el astigmatismo preoperatorio con un porcentaje elevado de éxito en lo que a

AVSC y astigmatismo residual postoperatorio se refiere, con un mínimo grado de rotación de la lente a los 2 meses.

8. Koshy JJ, Nishi Y, Hirnschall N, Crnej A, Gangwani V, Maurino V, Findl O. **Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens.** Journal of Cataract & Refractive Surgery 2010;36(10):1665–1670.

El estudio se realizó para valorar la estabilidad rotacional de lente tórica acrílica hidrofóbica hidrófoba AcrySof SN60T con un seguimiento de 6 meses de postoperatorio. Es una serie de casos prospectiva. Se seleccionaron ojos con catarata mas astigmatismo corneal preexistente (1,00 a 3,00 D) medido por interferometría de coherencia parcial (IOL Master). La estabilidad rotacional fue valorada realizando fotografías con técnica de retroiluminación en la lámpara de hendidura a 1 hora de postoperatorio a 1 mes y a los 6 meses de la intervención. se midió la agudeza visual sin corrección de lejos y la agudeza visual corregida de lejos, defecto refractivo residual y también se midieron los cilindros queratométricos y refractivo. Se estudiaron n:30 ojos de 30 pacientes. La rotación media absoluta fue $2,44 \text{ grados} \pm 1,84$ (DS) al mes y $2,66 \pm 1,99$ grados a los 6 meses. La técnica fotográfica implementada tuvo una alta reproductibilidad en la medición de los meridianos, mediciones consecutivas presentaron variaciones menores a 2,0 grados. La agudeza visual de lejos sin corrección fue 0,16 logMAR (rango 0,42-0,18 logMAR) al mes y 0,20 logMAR (rango 0,60 a -0,20 logMAR) a los 6 meses. El defecto cilíndrico refractivo utilizando el autorefractómetro fue -0,84 D (rango -2,00 a 0,00 D) al mes de la

cirugía y -0,80 D (rango -1,75 a 0,00 D) a los 6 meses de la cirugía. Se concluye que este modelo de lente intraocular tórica presenta estabilidad rotacional a los 6 meses de realizada la cirugía. También se concluye que el método para analizar los ejes de implantación de las lentes realizado con una técnica fotográfica con lámpara de hendidura tuvo una alta reproducibilidad y fue capaz de detectar pequeñas rotaciones respecto del eje de implantación planeado.

9. Ernest P, Potvin R. **Effects of preoperative corneal astigmatism orientation on results with a low-cylinder-power toric intraocular lens.** Journal of Cataract & Refractive Surgery 2011

El objetivo del trabajo es valorar los resultados refractivos con lentes tóricas de baja potencia cilíndrica y el efecto del astigmatismo corneal preoperatorio sobre el resultado. Es una serie de casos retrospectiva de casos entre 0,75 a 1,38 D de astigmatismo preoperatorio que fueron operados de cataratas y se les implantó una lente AcrySof T3 tórica o AcrySof IQ monofocal esférica. Se calculó el astigmatismo inducido quirúrgicamente midiendo la queratometría postoperatoria. Se comparó el astigmatismo refractivo postoperatorio entre grupos y subgrupos basándose en la orientación del astigmatismo corneal preoperatorio. n:185 con lente tórica y n:138 con lente esférica. El astigmatismo corneal preoperatorio fue 1,06 D, sin diferencias significativas entre grupos. El astigmatismo inducido quirúrgicamente fue 0,25 D (se realizó incisión corneal limbar temporal de 2,2 mm cuadrada) sin diferencia significativa entre grupos. El astigmatismo refractivo medio fue

menor en el grupo de lentes tóricas que en el de lentes esféricas (0,31 D versus 1,06 D) ($p=0.001$). El eje del astigmatismo corneal preoperatorio no fue un factor significativo en los resultados obtenidos en el grupo de lentes tóricas. En el grupo de lentes esféricas, el astigmatismo residual fue ligeramente mayor en astigmatismos a favor de la regla versus en contra de la regla (1,07 D versus 0,70 D; $P< 0.001$). La conclusión del estudio es que el astigmatismo medio refractivo después de la cirugía de catarata en este grupo de pacientes fue significativamente más bajo en pacientes implantados con lentes intraoculares tóricas. El astigmatismo refractivo postoperatorio en el grupo de lentes tóricas fue independiente de la orientación del eje del astigmatismo corneal preoperatorio.

10. Entabi M, Harman F, Lee N, Bloom PA. **Injectable 1-piece hydrophilic acrylic toric intraocular lens for cataract surgery: Efficacy and stability.** Journal of Cataract & Refractive Surgery 2011;37(2):235–240.

El objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia y la estabilidad rotacional de Lente intraocular tórica monobloque acrílica hidrofílica T-flex 623T (Rayner Intraocular Lenses Ltd. East Sussex, England) es un estudio observacional prospectivo que incluyó a pacientes con cataratas que presentaran astigmatismo preexistente igual o mayor a 2,0 D. Se estudiaron 33 ojos de 25 pacientes. El astigmatismo medio refractivo preoperatorio fue $3,35 \pm 1,20$ (DS) y el astigmatismo queratométrico medio $3,98 \pm 1,89$ D respectivamente. A los 4 meses de la intervención la agudeza visual sin corrección de lejos fue $0,28 \pm 0,23$ logMAR, mejorando a $0,19 \pm 0,23$ logMAR al medir la agudeza visual corregida de lejos. El astigmatismo medio refractivo a los 4 meses de la implantación fue $0,95$ D $\pm 0,66$ D; se realizó un análisis de vectores mediante el método de Holladay-Cravy-Koch, este análisis mostró una reducción media del astigmatismo refractivo de $2,94 \pm 0,89$ D. La diferencia media entre el eje de implantación planeado y el real fue 3,44 grados (rango 0 a 12 grados). Se concluye que la lente intraocular tórica estudiada reduce significativamente el astigmatismo corneal preoperatorio y reduce la dependencia de gafas en el postoperatorio. No se observaron casos de rotación significativa respecto del eje de implantación planeado a los 4 meses postoperatorios

3. Objetivos e hipótesis de trabajo:

La evolución en la técnica utilizada para la cirugía de catarata, nos ha llevado de la cirugía intracapsular con afaquia corregida con gafas, a la cirugía extracapsular con incisiones anastigmáticas menores a 3 mm, capsulorhexis circular continua, facoemulsificación con técnicas endosaculares, el uso de parámetros que permiten la utilización cada vez de menos ultrasonido, la colocación de lentes intraoculares plegables sin necesidad de agrandar la incisión y la evolución en las fórmulas para calcular el poder dióptrico de las lentes intraoculares con la posibilidad de utilizar biometría óptica (interferometría de coherencia parcial) han convertido a la cirugía de catarata en un procedimiento de tipo refractivo en los que se plantea lograr un buen resultado visual sin el uso de corrección en el postoperatorio.

Si bien los defectos esféricos pueden ser corregidos con una medición precisa del poder de la lente intraocular a implantar; los pacientes con astigmatismo requirieron algún procedimiento adicional para la corrección del defecto cilíndrico. Se estima que entre el 15 y 29% de los pacientes sometidos a cirugía de catarata tienen más de 1,50 Dioptías (D) de astigmatismo preexistente.

Para corregir el astigmatismo se describen técnicas que actúan a nivel corneal: elección selectiva del sitio de la incisión en el meridiano más curvo, incisiones corneales relajantes, queratectomía con excimer laser.

El uso de estas técnicas dependerá del grado de astigmatismo del paciente y el resultado puede ser variable en función de parámetros que modifiquen la estabilidad del procedimiento en el tiempo tales como la edad del paciente, el tipo de incisiones, el número y la profundidad en el caso de las queratotomías arqueadas.

Otra opción para la corrección del defecto cilíndrico es la utilización de lentes intraoculares tóricas.

Desde su introducción se ha evidenciado que el principal problema relacionado con la utilización de lentes intraoculares tóricas tiene que ver con su estabilidad rotacional. Se estima que aproximadamente por cada grado de rotación del eje de la lente intraocular se pierde un 3,3% del poder cilíndrico de la lente, lo que es igual a decir que si la lente rota 30 grados se pierde completamente el poder cilíndrico.

Los objetivos de este trabajo prospectivo observacional son:

- 1- Investigar la reducción del astigmatismo refractivo obtenida con lente intraocular tórica Acrysof® SN60T (Alcon) en una serie de pacientes sometidos a cirugía de cataratas con astigmatismo corneal mayor a 1,50D.
- 2- Evaluar la estabilidad rotacional a las 24 horas y al mes de la intervención con LIO Acrysof® SN60T (Alcon) en una serie de pacientes sometidos a cirugía de cataratas con astigmatismo corneal mayor a 1,50D.

4. Material y métodos:

El presente es un estudio observacional prospectivo; 21 ojos sometidos a cirugía de catarata con astigmatismo corneal regular preexistente.

Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado previa explicación de las características del procedimiento a realizar.

Se incluyeron pacientes con diagnóstico de catarata de cualquier edad con astigmatismo regular entre 1,50 a 3,00 D corneales, medido por queratometría (se utilizó la queratometría obtenida en el IOL Master), con expectativa de buena agudeza visual postoperatoria.

Fueron excluidos pacientes con astigmatismos irregulares, cualquier patología evidente que pudiera afectar la función visual en el postoperatorio: Degeneración macular asociada a la edad, desprendimiento de retina, neuropatía óptica, glaucoma con o sin cirugía previa, retinopatía diabética, patología corneal, ojos ambliopes. Y Patologías que puedan afectar al centrado de la lente intraocular: Pseudoexfoliación capsular, uveítis, diáisis zonular, catarata traumática. También se excluyeron pacientes que tuvieran saco capsular mayor a 12,5 mm o menor a 10,5 mm según la fórmula:

$$\text{Diámetro saco capsular (mm)} = \text{medidablanco a blanco en } 180^\circ - 1$$

Se realizó biometría con un biómetro óptico (IOL Master®) y se calculó una LIO buscando una refracción esférica final de emetropía con la fórmula SRK-T.

Para determinar la potencia de la lente Tórica a implantar se recurrió al software del fabricante (acrysoftoriccalculator.com) como he explicado previamente en dicha página web se deben consignar: la queratometría, el eje de la incisión, el astigmatismo inducido por el cirujano y el poder esférico resultante de la biometría; de acuerdo a estos parámetros el programa consigna el poder esférico, el poder cilíndrico y el eje a posicionar el componente tórico de la lente.

Modelos que se implantaron



	Plano LIO	Plano Córnea	Rango de corrección
SN60T3	1,50	1.03	0,75 a 1,50
SN60T4	2,25	1,55	1,50 a 2,00
SN60T5	3.00	2,06	> 2,00

Figura 25: Modelos de Lentes implantadas

Los pacientes fueron operados de catarata por el mismo cirujano (DN) con técnica convencional de facoemulsificación con anestesia tópica, incisión de 2,75 mm corneal por el meridiano de 120 grados en todos los casos, capsulorhexis circular continua y colocación de lente intraocular en el saco capsular con inyector Monarch II (Alcon) (Fig.25)

Para determinar el eje de implantación se realizó una marcación en el prequirófano con el paciente en posición sentado para evitar el efecto torsional que se produce en el decúbito, en el eje de 0-180 grados (Fig.26, 27). En el quirófano previa visualización del impreso obtenido de la página de Alcon (acrysoftoriccalculator.com)

se realizó el marcado del eje de implantación del eje tórico con anillo de Mendez (fig.28)

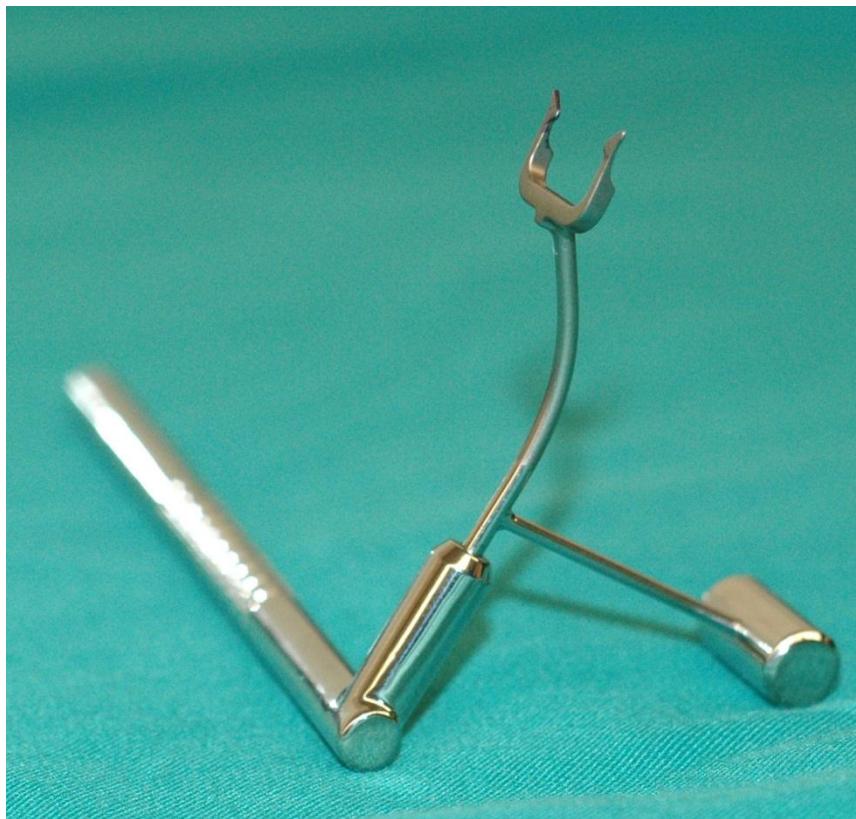


Figura 26: Marcador de Elies con plomada.

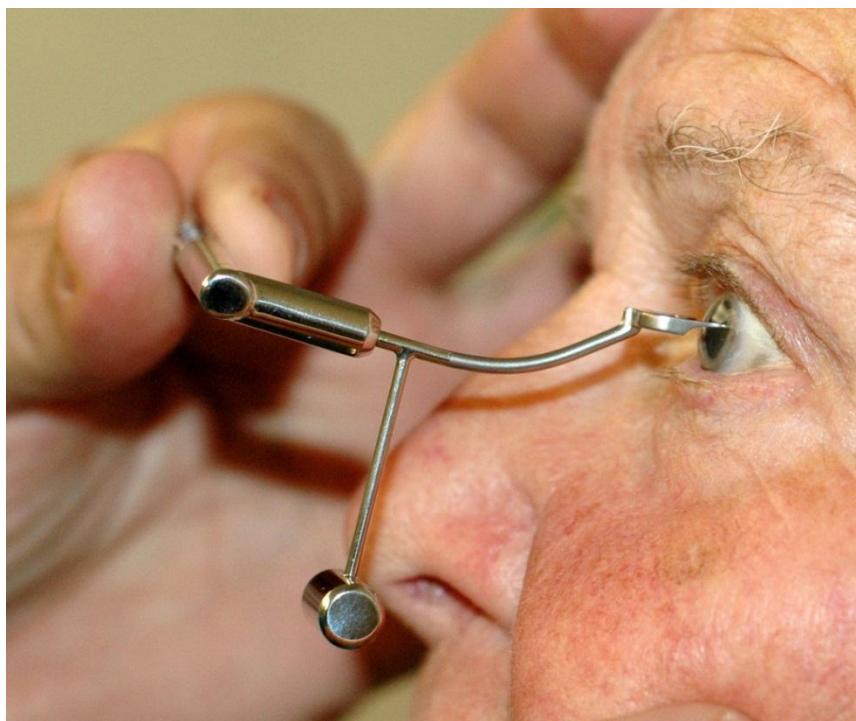


Figura 27: Medición del eje 0-180 ° en el quirófano.

La medición en el quirófano fue realizada con marcador de violeta de genciana punta fina (Fig. 29, 30, 31) o en su defecto realizando el marcado con pinza angulada sin dientes previamente marcada; se realizó un secado previo con hemosteta para evitar difusión del colorante.



Figura 28: Anillo de Mendez



Figura 29: Diferencia de grosor entre marcadores.

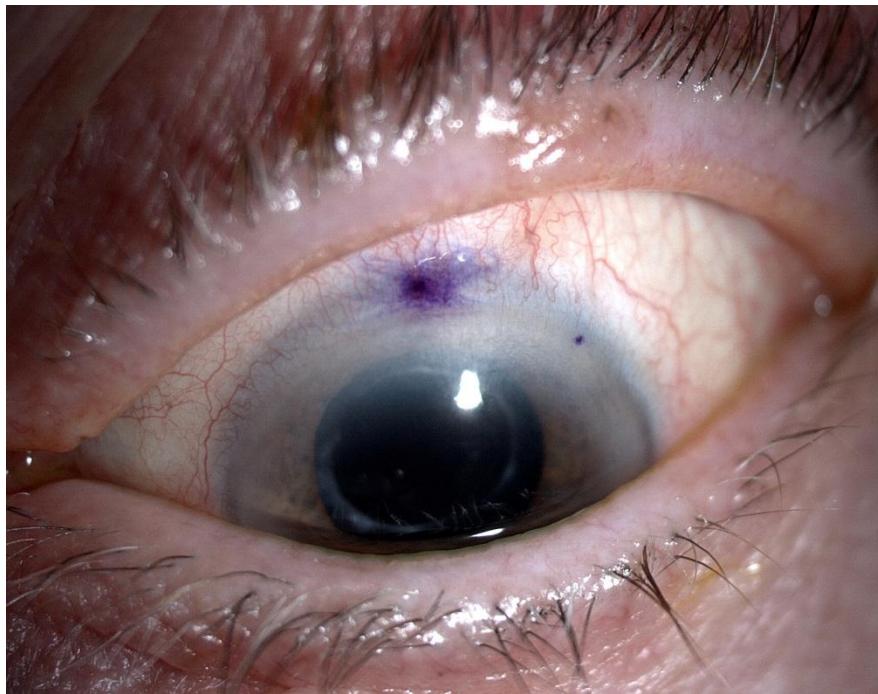


Figura 30: Diferencia de grosor entre marcadores reflejada en el paciente



Figura 31: Marcado preoperatorio eje de 180 grados y eje de implantación planificada.

Para valorar la estabilidad rotacional de la lente se consignó el eje planificado, el eje real intraoperatorio, el eje a las 24 horas y el eje al mes de la intervención.

Para determinar el meridiano real en el que estaba posicionada la lente, se realizó examen en lámpara de hendidura (Fig. 32) con midriasis farmacológica (tropicamida 10mg/ml + fenilefrina al 10%), se posicionaba al paciente confirmando apoyo en mentonera y frontal y se procedía a localizar el eje de la lente intraocular superponiendo el haz de la lámpara de hendidura sobre las marcas de la lente para posteriormente consignar el valor obtenido leyendo el ángulo obtenido en el cabezal de la lámpara de hendidura.

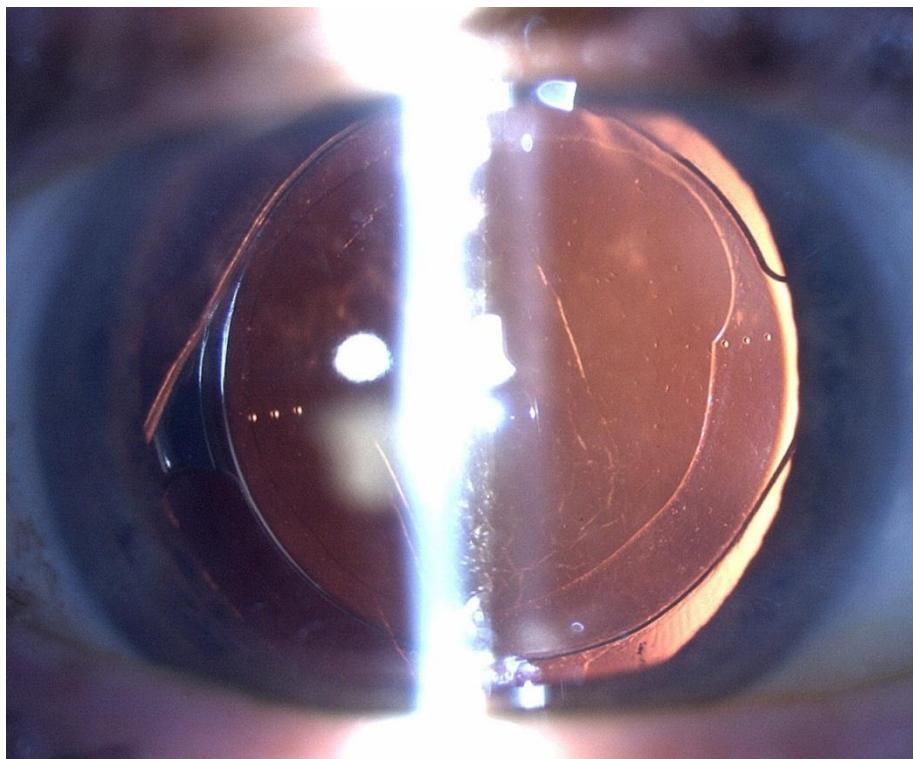


Figura 32: Fotografía en lámpara de hendidura

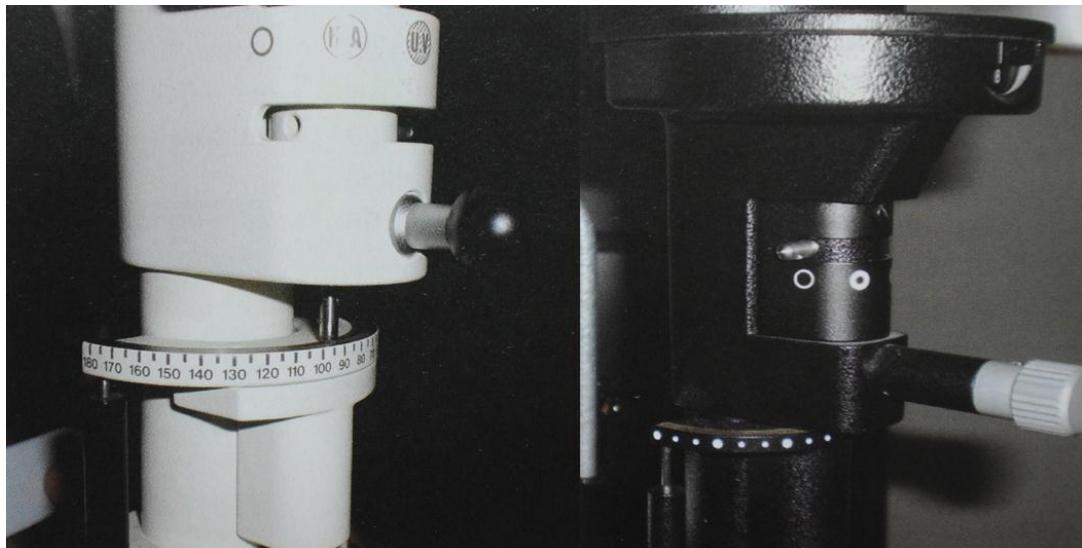


Figura 33: Marcadores de inclinación del haz de luz en la lámpara de hendidura

Se utilizaron para la medición los marcadores de las lámparas de hendidura (fig.33) Uno de los modelos con marcador numérico y el otro con la lámpara con marcador por puntos; los puntos gruesos se distribuyen cada 30 grados y los puntos finos cada 10 grados.

Los parámetros estudiados fueron:

-Preoperatorio:

Edad y sexo

Potencia y eje del cilindro

-Postoperatorio:

Estabilidad rotacional a las 24 horas y al mes de la cirugía según el método previamente descripto

Potencia y eje del cilindro queratométrico al mes de la cirugía.

Potencia y eje del astigmatismo refractivo al mes de la cirugía.

Agudeza visual de lejos sin corrección y con corrección al mes de la cirugía

Tiempo de seguimiento

Equivalente esférico y equivalente de desenfoque.

5. Resultados:

Demografía (Tabla 3):

En el presente estudio fueron estudiados 21 ojos de 14 pacientes, 6 hombres 8 mujeres. La edad promedio de los pacientes estudiados fue de $70,7$ años $\pm 6,2$ (Desvío estándar DS). El seguimiento medio de los pacientes fue de 2,5 meses (Rango 1-8 meses).

Se implantaron 14 lentes T5 (cilindro 3,00 D), 4 lentes T4 (cilindro 2,25 D) y 3 lentes T3 (cilindro 1,5 D) (Potencia en plano de la lente). El 62% (n: 8) presentaba astigmatismo en contra de la regla y el 38% (n: 13) a favor de la regla (Fig.34).

El poder dióptrico esférico promedio implantado fue 20,5 D (rango +13 a +27 D)

Características de la muestra	Valor
Número de ojos (n)	21
Número de pacientes	14
Edad en años \pm DS	$70,7 \pm 6,2$
Sexo (Hombres/Mujeres)	6/8
Resultados visuales	
Av. mayor de 0,8	70%
Av. media sc	0,6
Av. media cc	0,78

Tabla N°3: Características de la muestra y agudeza visual a los 30 días.

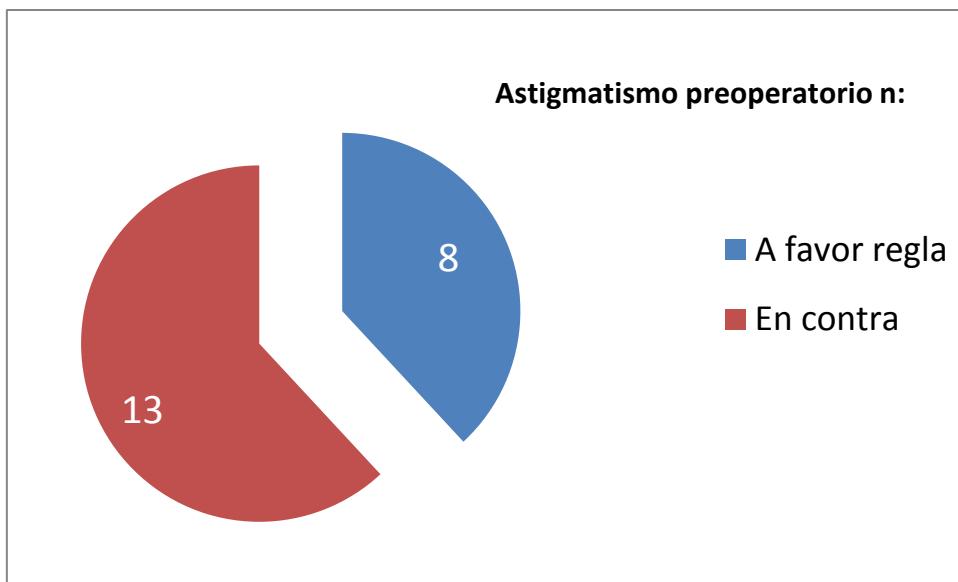


Figura 34: Distribución de tipo de astigmatismo preoperatorio

Resultados visuales (Tabla 3):

La agudeza visual promedio sin corrección al mes de la cirugía fue $0,6 \pm 0,2$ (DS), la agudeza visual promedio con corrección al mes de la cirugía fue $0,78 \pm 0,1$ (DS). La mejor agudeza visual sin corrección fue $\geq 0,5$ en el 80% de los casos y la mejor agudeza visual con corrección fue $\geq 0,8$ en el 70% de los casos.

Resultados refractivos (tabla 4, fig. 35):

El astigmatismo medio queratométrico preoperatorio fue 2,42 Dioptrías $\pm 0,7$ (DS), el astigmatismo medio queratométrico al mes de postoperatorio fue 2,31 Dioptrías $\pm 0,88$ (DS). El astigmatismo refractivo a 1 mes de postoperatorio fue 1,05 Dioptrías $\pm 0,72$ (DS).

El equivalente esférico promedio al mes de la intervención fue 0.07 D y el equivalente de desenfoque fue de 0,45 D.

Valores promedio de n:21	Dioptras
Cilindro previo K	2,42
Cilindro postop. K	2,31
Cilindro refractivo postop.	1,05
Eq. Esférico	0,07
Eq. Desenfoque	0,45

Tabla 4: Resumen resultados refractivos

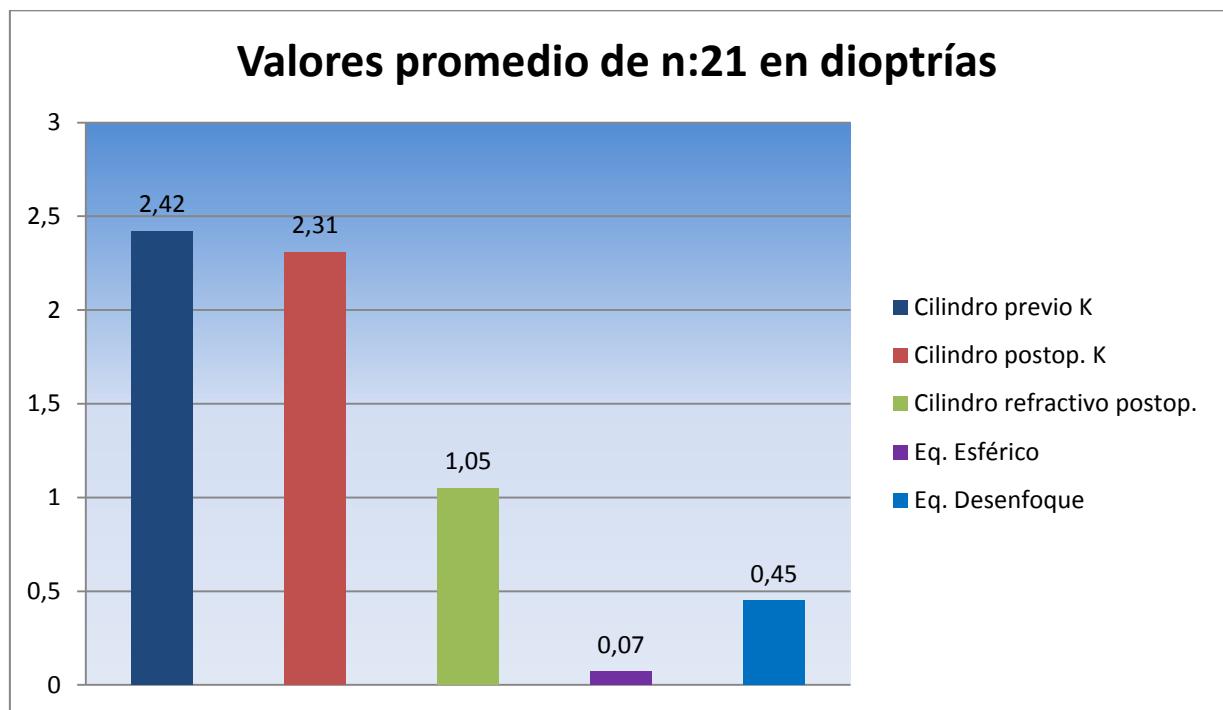


Figura 35: Valores de astigmatismo pre y postoperatorio. Equivalente esférico y de desenfoque

Estabilidad rotacional (Tabla 5):

Se observó una diferencia media entre el eje planeado para la implantación y el conseguido a las 24 horas de postoperatorio de 6.24 grados (rango: 2-21 grados) y el conseguido a los 30 días de postoperatorio de 5,95 (rango 1-16 grados).

A las 24 horas de postoperatorio el 57% (n: 12) estaban desviados entre 0-5 grados, el 24% (n: 5) estaban desviados entre 6-10 grados y el 19% (n: 4) habían rotado más de 10 grados.

A los 30 días de postoperatorio el 52% (n: 11) estaban desviados entre 0-5 grados, el 29% (n: 6) estaban desviados entre 6-10 grados y el 19% (n: 4) habían rotado más de 10 grados.

Error eje		
24 horas	6,24 (rango 2-21 grados)	
30 días	5,95 (rango 1-16 grados)	
Rotación respecto eje planeado		
a las 24 horas	n	
0 a 5 grados	12	57%
6 a 10 grados	5	24%
> de 10 grados	4	19%
a los 30 días	n	
0 a 5 grados	11	52%
6 a 10 grados	6	29%
> de 10 grados	4	19%

Tabla 5: Estabilidad rotacional

EJE LIO			
n:	planeado	a las 24 hs.	dif. Grados
1	13	10	3
2	108	115	7
3	94	98	4
4	14	18	4
5	169	166	3
6	2	5	3
7	82	80	2
8	84	87	3
9	85	80	5
10	180	5	5
11	4	15	11
12	14	17	3
13	3	15	12
14	29	40	11
15	49	57	8
16	152	155	3
17	54	75	21
18	2	8	6
19	81	75	6
20	89	97	8
21	82	85	3
			6,24

Tabla 6: Estabilidad rotacional a las 24 horas en grados respecto del eje planeado de implantación

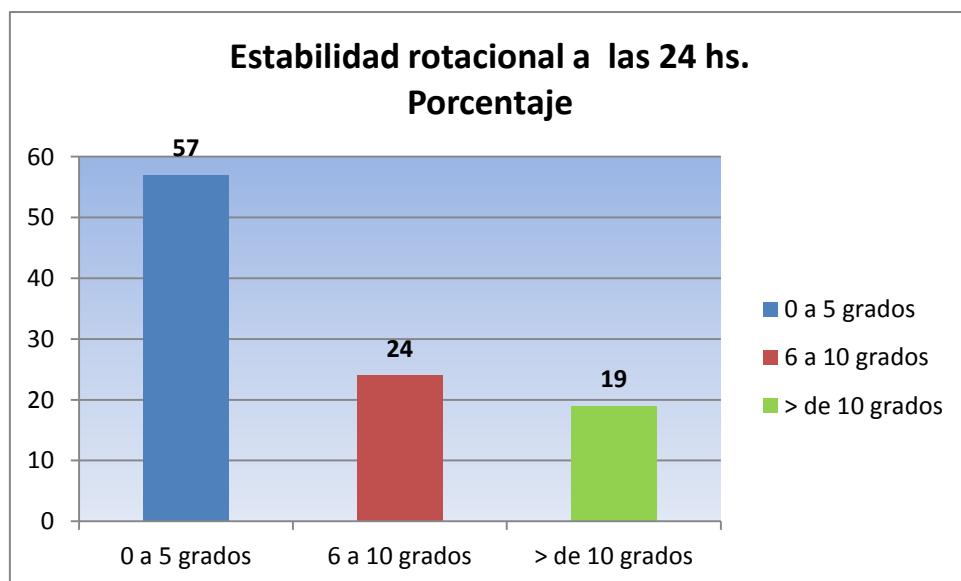


Figura 36: Estabilidad rotacional a las 24 horas en grados respecto del eje planeado de implantación

	EJE LIO		
n	PLANEADO	a los 30 días	dif. Grados
1	13	15	2
2	108	110	2
3	94	100	6
4	14	18	4
5	169	166	3
6	2	5	3
7	82	80	2
8	84	85	1
9	85	75	10
10	180	5	5
11	4	15	11
12	14	15	1
13	3	18	5
14	29	40	11
15	49	55	6
16	152	165	13
17	54	70	16
18	2	8	6
19	81	75	6
20	89	98	9
21	82	85	3
			5,95

Tabla 7: Estabilidad rotacional a los 30 días en grados respecto del eje planeado de implantación

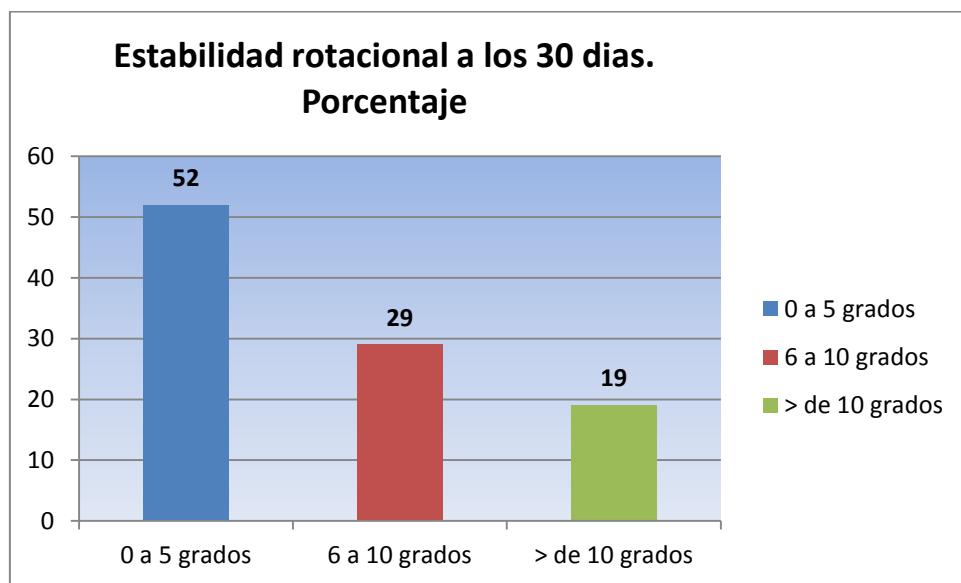


Figura 37: Estabilidad rotacional a los 30 días en grados respecto del eje planeado de implantación

Complicaciones:

En ninguno de los casos se presentaron complicaciones intra o postoperatorias que requirieran una segunda intervención para reemplazar o recolocar la lente intraocular, o que comprometieran la visión durante el seguimiento realizado.

6. Discusión:

El astigmatismo corneal puede ser corregido quirúrgicamente utilizando incisiones relajantes en los meridianos más curvos (queratotomías arqueadas) o con queratectomía foto refractiva con excimer laser.

La utilización de una lente intraocular tórica se plantea como una alternativa para la corrección del astigmatismo. (34)(30)(33)

Se observó poca modificación del astigmatismo queratométrico comparando el pre con el postoperatorio, en todos los casos la incisión se realizó en el eje de 120 grados; se observó una importante reducción del astigmatismo refractivo al mes de la cirugía.

Se evidenció una buena estabilidad rotacional de la lente Acrysof, sin embargo en nuestra casuística observamos 19% de casos (n: 4) con más de 10 grados de rotación respecto del eje planeado de implantación. Sobre este punto es importante mencionar que existen ciertas particularidades técnicas para la medición exacta de la rotación de la lente en el postoperatorio; Una mínima alteración en la posición de la cabeza del paciente al hacer la medición en la lámpara de hendidura pueden provocar un falso cambio de meridiano entre un control y otro estando el eje tórico exactamente en el mismo sitio; para comprobar este hecho utilicé el método descripto por Weinand modificado. (35)(36)(37)

El método consiste en realizar una fotografía en lámpara de hendidura a las 24 horas del postoperatorio y en el control al mes de la cirugía bajo midriasis farmacológica y con retroiluminación para que sean evidentes las marcas tóricas de la lente. Las imágenes son evaluadas mediante el programa adobe Photoshop de la siguiente manera:

-Se toman dos referencias anatómicas identificables y persistentes en el área esclero-conjuntival.

-Se traza una línea recta entre estas dos referencias (en este caso son dos vasos epiesclerales), se traslada la línea para que coincida con el centro de la lente.

-Se traza una segunda línea recta que pase por las marcas del componente tórico de la lente intraocular.

-La intersección de ambas líneas forma un ángulo que denominé α a las 24 horas y β en el control al mes de la cirugía.

-El ángulo determinado a las 24 horas se determinó como α y tuvo un valor de 16 grados (Fig. 38)

-El ángulo determinado a los 30 días se determinó como β y tuvo un valor de 16 grados. (Fig.39)

Estos 16 grados medidos son partiendo del eje de la referencia anatómica esclero conjuntival.

El caso que presento como ejemplo tenía un eje de implantación planeado de 10 grados. La medición hecha en lámpara de hendidura a las 24 horas fue 10 grados y a los 30 días 15 grados, es decir, una diferencia de 5 grados entre un control y otro cuando en realidad la lente no rotó un solo grado según el método anteriormente expuesto.

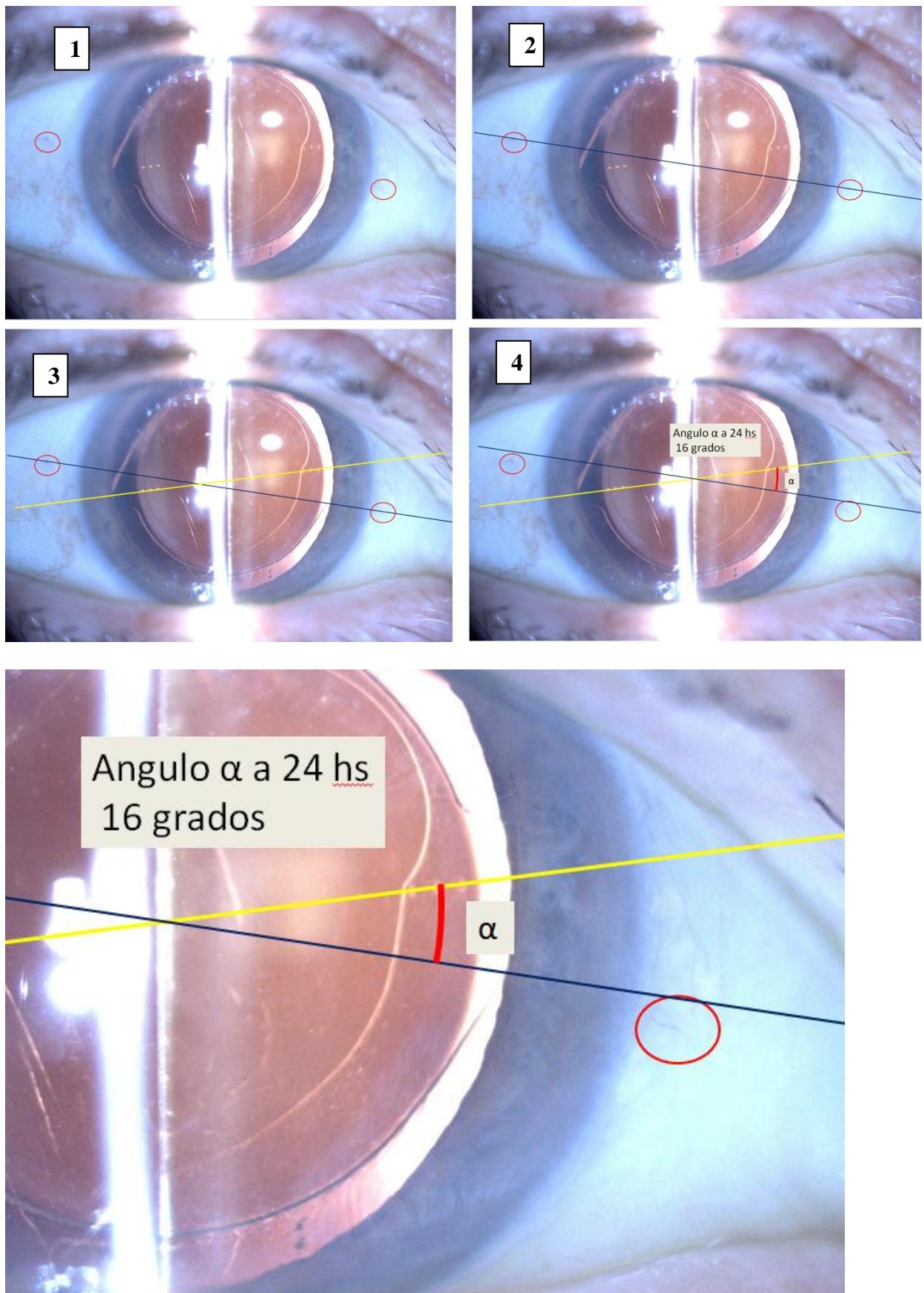


Figura 38: Control de ángulo alfa, 24 horas postoperatorio.

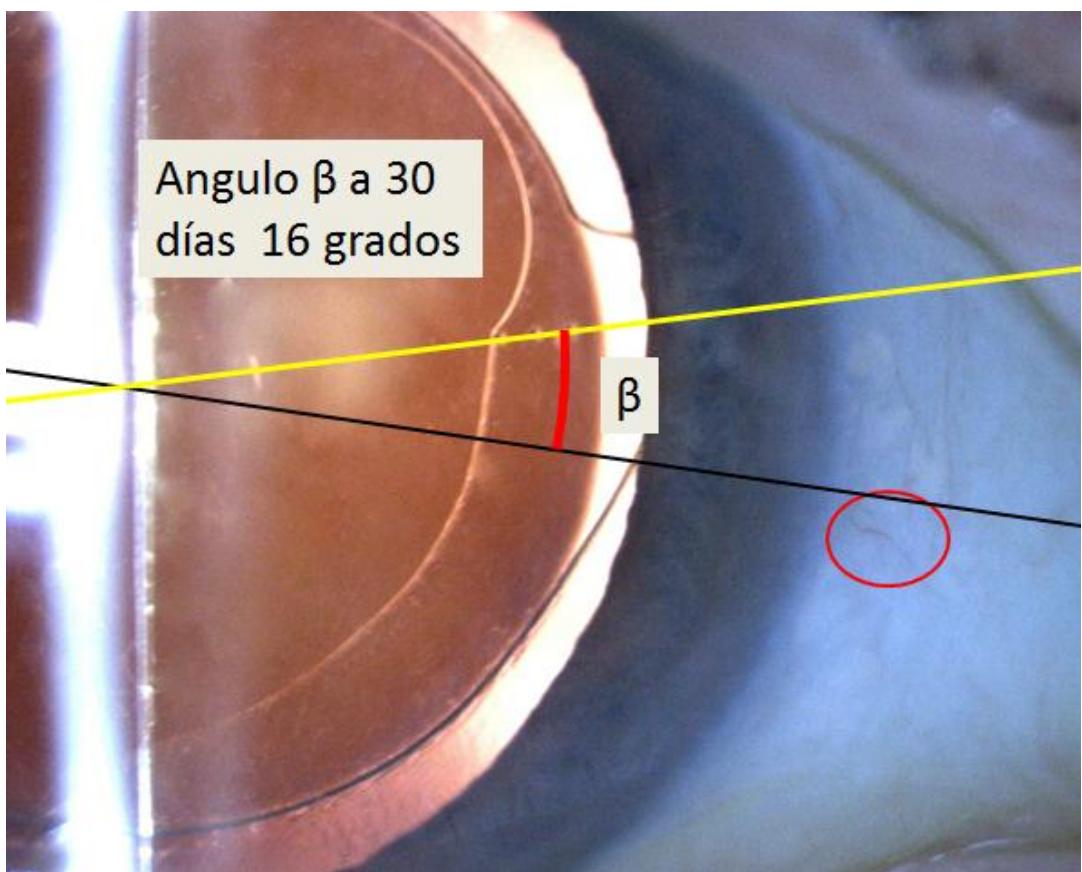
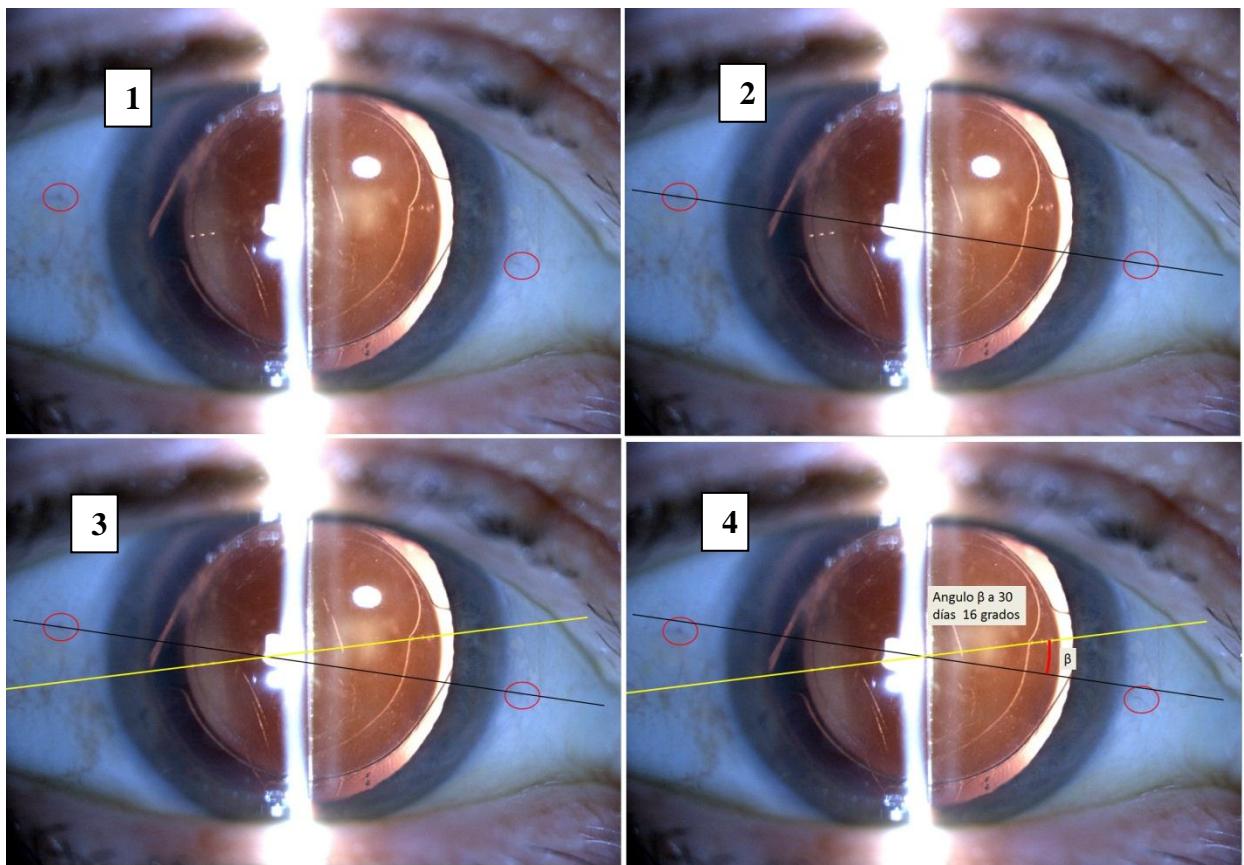


Figura 39: Control ángulo beta a los 30 días de la cirugía.

En la bibliografía se mencionan según los diferentes autores y el tipo de lentes los siguientes porcentajes de estabilidad rotacional

Lente STAAR AA-4203TF, 60% entre 0 y 5 grados de rotación, 28% entre 6 y 15 grados de rotación, 6% entre 6 y 30 grados de rotación y el 6% más de 30 grados de rotación (38)

Lente STAAR AA-4203TL, Chang (29) publica 72% entre 0 y 5 grados, 90% entre 0 y 10 grados, y el 98% están entre 0 y 25 grados. Solo en un paciente rotó más de 20 grados.

Lente HumanOptics Tórica S, Dick (39) sobre n: 68 refiere un 85% de los casos con una rotación igual o menor a 5 grados.

Lente Rayner T-Flex, Entabi et al (40) sobre n: 33 refieren una diferencia media entre el eje de implantación planeado y el real de 3,4 grados (rango 0-12 grados) a los 4 meses de postoperatorio, 100% a 15 o menos grados y el 91% a 10 o menos grados a los 4 meses de postoperatorio.

Como hemos mencionado previamente la estabilidad rotacional de la lente de ALCON Acrysof® es según diferentes autores: Koshy (41) rotación media absoluta fue $2,44 \text{ grados} \pm 1,84$ (DS) al mes y $2,66 \pm 1,99$ grados a los 6 meses. Mendicute (32) La rotación media de la lente fue de $3,63 \pm 3,11$ grados, con una rotación menor o igual a 10 grados en el 96,7% de los casos.

En nuestro estudio se evidencia una rotación media de 6,24 grados a las 24 horas y de 5,95 grados a los 30 días de postoperatorio con un 81 % de los casos con rotación menor o igual a 10 grados.

Es probable que el método que hemos utilizado para comprobar la estabilidad rotacional no es lo suficientemente preciso y reproducible, esto queda evidenciado en la

comprobación que realicé con el método de Weinand y en una sencilla explicación matemática que expongo a continuación:

Asumiendo que la distancia blanco a blanco corneal es de promedio 11 mm y, según la fórmula:

$$l = 2 * \pi * r$$

Donde l : perímetro o longitud de la circunferencia, π : 3,14 y r : radio

Esto implica que

$$l = 2 * 3.14 * 5,5$$

$$l = 34.54 \text{ mm}$$

Esto significa que si dividimos los 360 grados de la circunferencia corneal entre estos 34,54 mm, obtenemos que cada milímetro de rotación respecto de un eje determinado equivale a 10,42 grados (Fig.40).

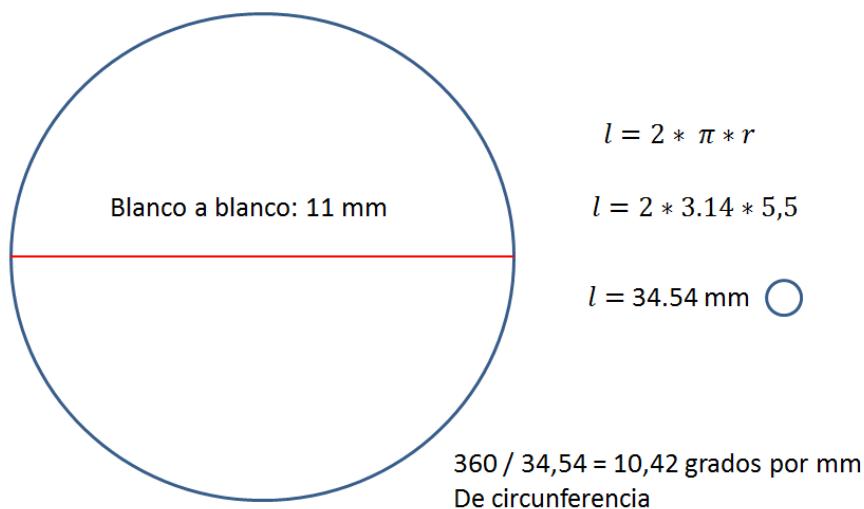


Figura 40: Representación gráfica 1 mm equivale a 10,42 grados.

Como he expuesto, un número importante de trabajos publicados mencionan estabilidades rotacionales del orden de 70 a 80% de pacientes dentro del rango de 0 a 5 grados, es decir, 0,5 mm al observarlo en la lámpara de hendidura.

Se deduce que alcanzar niveles altos de predictibilidad y reproducibilidad en estas mediciones no es posible utilizando la lámpara de hendidura graduada y un observador humano, y que es muy probablemente una fuente de error.

Si bien el método propuesto por Weinand (35) para valorar estabilidad rotacional es de muy alta precisión no es una opción práctica para el seguimiento de los pacientes debido a las dificultades técnicas que presenta. El mismo Weinand sobre un total de 40 pacientes seleccionados tuvo que rechazar mas de 20 pacientes por mala dilatación y por mala calidad de fotografías obtenidas.

Otro método, es propuesto por Mendicute (32), consiste en utilizar un ocular agregado a la lámpara de hendidura que presenta la marcación de los 360 grados, se examina al paciente bajo midriasis farmacológica con tropicamida y de esta manera al posicionar la hendidura fina sobre las marcas de la lente se lee directamente a cuantos grados respecto del eje 180-0 grados se encuentra el componente tórico de la lente.

En un trabajo mas reciente, Koshy et al (41) describe un método preciso y reproducible consistente en realizar fotografías a la hora del postoperatorio, al mes y a los 6 meses, utilizando un módulo de retroiluminación adicional en la lámpara de hendidura (Zeiss) y una cámara de alta definición (Canon D5); las imágenes eran procesadas por ordenador siendo analizadas en orden aleatorio y de esta manera evitar sesgos relacionados con el observador. Es importante mencionar que todos los métodos descriptos requieren una midriasis suficiente como para identificar las marcas tóricas en la lente intraocular.

En el presente estudio se observó, sin embargo, una coincidencia en cambios rotacionales mayores; al comparar las diferencias entre el control de 24 horas y el de los 30 días, el grupo con 10 grados o mas de rotación respecto del eje de implantación planeado fue idéntico (19% de los casos) en ambos grupos.

7. Conclusiones:

La implantación de lente intraocular tórica Acrysof® SN60T es una opción quirúrgica efectiva para corregir pacientes con astigmatismo corneal preoperatorio que se operan de catarata.

El método utilizado para medir la estabilidad rotacional es poco reproducible y poco preciso si se compara con los publicados en la bibliografía internacional, encontrar un mejor método para realizar el seguimiento puede ser motivo de futuras investigaciones.

8. Bibliografía:

1. Lorente R. Cirugía del cristalino: Cap. 130 Astigmatismo y valoración de tratamiento. 1o ed. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología; 2008.
2. Satterfield DS. Prevalence and variation of astigmatism in a military population. J Am Optom Assoc. 1989 Ene;60(1):14-18.
3. Hecht E, Zajac A. Optica. Massachusetts.: Addison-Wesley; 1974.
4. Millan MS, Escofet J, Lupón M. Optica geométrica. UPC. Barcelon: 1993.
5. Pujol J, Tápias M, Alvarez JL. Óptica fisiológica. Barcelona: Edicions UPC; 1993.
6. Duke-Elder S. Refracción teórica y práctica. Jims SA; 1985.
7. Ophthalmology AA of. Basic And Clinical Science Course Section 3: Optics, Refraction, And Contact Lenses. Amer Academy of Ophthalmology; 2006.
8. Goggin M, Pesudovs K. Assessment of surgically induced astigmatism: toward an international standard II. J Cataract Refract Surg. 1998 Dic;24(12):1552-1553.

9. Cheng C-Y, Hsu W-M, Liu J-H, Tsai S-Y, Chou P. Refractive errors in an elderly Chinese population in Taiwan: the Shihpai Eye Study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2003 Nov;44(11):4630-4638.
10. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM, Cervi\ no A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2009;35(1):70-75.
11. Duke-Elder S. *System of Ophthalmology.* Mosby; 1970.
12. FLOYD G. Changes in the corneal curvature following cataract extraction. *Am. J. Ophthalmol.* 1951 Nov;34(11):1525-1533.
13. Parker WT, Clorfeine GS. Long-term evolution of astigmatism following planned extracapsular cataract extraction. *Arch. Ophthalmol.* 1989 Mar;107(3):353-357.
14. Talamo JH, Stark WJ, Gottsch JD, Goodman DF, Pratzer K, Cravy TV, et al. Natural history of corneal astigmatism after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 1991 May;17(3):313-318.
15. Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am. J. Ophthalmol.* 1967 Jul;64(1):23-35.
16. Miller D. *Textbook of Ophthalmology - Podos & Yanoff.* Gower Medical Publishing; 1991.

17. Waring GO HJ. Optics and topography of corneal astigmatism, from: Refractive keratotomy for myopia and astigmatism. Mosby year book. 1992.
18. American Association of Ophthalmology (Estados Unidos);Sociedad Española de Oftalmología. Curso de ciencias básicas y clínicas : 2007-2008. Madrid: Elsevier; 2008.
19. Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error, and intraocular astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2001 Ene;27(1):61-79.
20. Carkeet A. Interpreting the defocus equivalent index. *J Refract Surg*. 2001 Jun;17(3):383-385.
21. Albert DM ED. *The History of Ophthalmology*. Blackwell Science Inc. 1996.
22. Lorente R. Cirugía del cristalino: Cap. 1. La catarata en la historia de la humanidad. 1o ed. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología; 2008.
23. Krwawicz T. INTRACAPSULAR EXTRACTION OF INTUMESCENT CATARACT BY APPLICATION OF LOW TEMPERATURE. *Br J Ophthalmol*. 1961 Abr;45(4):279-283.

24. BARRAQUER J. [Total extraction of the lens after disintegration of the zonula by alpha-chymotrypsin=enzymatic zonulysis]. *Klin Monbl Augenheilkd Augenarztl Fortbild.* 1958;133(5):609-615.
25. Cavallini GM, Lugli N, Campi L, Lazzerini A, Longanesi L. Surgically induced astigmatism after manual extracapsular cataract extraction or after phacoemulsification procedure. *Eur J Ophthalmol.* 1996 Sep;6(3):257-263.
26. Katz M KP. The human eye as an optical system. In: Tasman W, Jaeger EA, eds. *Duane's Clinical Ophthalmology.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
27. Lorente R. *Cirugía del cristalino Cap. 131 Opciones quirúrgicas para el tratamiento del astigmatismo.* 1o ed. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología; 2008.
28. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg.* 1994 Sep;20(5):523-526.
29. Chang DF. Early rotational stability of the longer Staar toric intraocular lens: fifty consecutive cases. *J Cataract Refract Surg.* 2003 May;29(5):935-940.
30. Lorente R. *Cirugía del cristalino Cap. 132 Lentes tóricas.* 1o ed. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología; 2008.

31. Nagata T, Minakata A, Watanabe I. Adhesiveness of Acrysof to a collagen film. *J Cataract Refract Surg.* 1998 Mar;24(3):367-370.
32. Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, Ondarra A, Montés-Micó R. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2008;34(4):601-607.
33. Bradley MJ, Coombs J, Olson RJ. Analysis of an approach to astigmatism correction during cataract surgery. *Ophthalmologica.* 2006;220(5):311-316.
34. Horn JD. Status of toric intraocular lenses. *Current opinion in ophthalmology.* 2007;18(1):58.
35. Weinand F, Jung A, Stein A, Pfützner A, Becker R, Pavlovic S. Rotational stability of a single-piece hydrophobic acrylic intraocular lens: new method for high-precision rotation control. *J Cataract Refract Surg.* 2007 May;33(5):800-803.
36. Viestenz A, Seitz B, Langenbucher A. Evaluating the eye's rotational stability during standard photography: effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2005 Mar;31(3):557-561.
37. Nguyen TM, Miller KM. Digital overlay technique for documenting toric intraocular lens axis orientation. *J Cataract Refract Surg.* 2000 Oct;26(10):1496-1504.

38. Sanders DR KM. Clinical investigation of a Toric IOL: DFA study update. Chapter 11. Surgical treatment of astigmatism. Slack INC; 1994.
39. Dick HB, Krummenauer F, Tröber L. [Compensation of corneal astigmatism with toric intraocular lens: results of a multicentre study]. Klin Monbl Augenheilkd. 2006 Jul;223(7):593-608.
40. Entabi M, Harman F, Lee N, Bloom PA. Injectable 1-piece hydrophilic acrylic toric intraocular lens for cataract surgery: Efficacy and stability. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2011;37(2):235–240.
41. Koshy JJ, Nishi Y, Hirnschall N, Crnej A, Gangwani V, Maurino V, et al. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2010;36(10):1665–1670.