

Javier Mateo Gabás

Tratamiento del astigmatismo moderado en pacientes con cataratas

Departamento
Cirugía, Ginecología y Obstetricia

Director/es
Ascaso Puyuelo, Francisco Javier
Cristóbal Bescós, José Ángel

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

TRATAMIENTO DEL ASTIGMATISMO MODERADO EN PACIENTES CON CATARATAS

Autor

Javier Mateo Gabás

Director/es

Ascaso Puyuelo, Francisco Javier
Cristóbal Bescós, José Ángel

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Cirugía, Ginecología y Obstetricia

2013

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

FACULTAD DE MEDICINA

**Departamento de Cirugía, Ginecología y
Obstetricia**



**TRATAMIENTO DEL ASTIGMATISMO
MODERADO EN PACIENTES CON
CATARATAS**

JAVIER MATEO GABÁS

ZARAGOZA 2013

D. José Ángel Cristóbal Bescós, Profesor Asociado del Departamento de Cirugía, Ginecología y Obstetricia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza, Jefe de Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza, en calidad de director de esta tesis doctoral,

Hace constar que:

La tesis doctoral titulada “Tratamiento del astigmatismo moderado en pacientes con cataratas”, ha sido realizada por D. Javier Mateo Gabás, bajo mi dirección, y reúne las condiciones necesarias para su presentación y defensa, en su día, ante el tribunal correspondiente.

El cual firma en Zaragoza, a 21 de Junio de 2013.

José Ángel Cristóbal Bescós

D. Francisco Javier Ascaso Puyuelo, Profesor Asociado del Departamento de Cirugía, Ginecología y Obstetricia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza, médico adjunto del Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza, en calidad de director de esta tesis doctoral,

Hace constar que:

La tesis doctoral titulada “Tratamiento del astigmatismo moderado en pacientes con cataratas”, ha sido realizada por D. Javier Mateo Gabás, bajo mi dirección, y reúne las condiciones necesarias para su presentación y defensa, en su día, ante el tribunal correspondiente.

El cual firma en Zaragoza, a 21 de Junio de 2013.

Francisco Javier Ascaso Puyuelo

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. D. José Ángel Cristóbal Bescós, Profesor Asociado de la Facultad de Medicina de Zaragoza y Jefe de Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza, por haber aceptado la dirección de este trabajo, concediéndome así el privilegio de participar en la línea de investigación sobre astigmatismo, en la cual ha demostrado su excelencia a lo largo de los años. Por su guía constante y por haberme brindado sus conocimientos, su experiencia y su tiempo para llevar a cabo este proyecto.

Al Dr. Francisco Javier Ascaso Puyuelo, Profesor Asociado de la Facultad de Medicina de Zaragoza y compañero del Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza, por aceptar la dirección de este trabajo, aportando su gran saber y su experiencia, así como por su supervisión, sus consejos, apoyo y guía a lo largo de la realización del mismo.

A todos mis compañeros del Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza, donde vengo desempeñando mi labor como oftalmólogo, por sus enseñanzas, consejos, afecto y amistad a lo largo de estos años.

A Pepe Muñoz, delegado comercial de Farma-Lepori S.A. en Zaragoza, por su ayuda y disposición.

A todos aquellos que, de una manera directa o indirecta, han contribuido a la realización de este trabajo.

El autor manifiesta no tener ningún interés comercial ni vínculo económico con los medios técnicos empleados para la realización de este trabajo

A mis padres y mi hermano, por su apoyo constante
e incondicional

OS QUIERO

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

FACULTAD DE MEDICINA

**Departamento de Cirugía, Ginecología y
Obstetricia**

TESIS DOCTORAL

**“TRATAMIENTO DEL ASTIGMATISMO
MODERADO EN PACIENTES CON
CATARATAS”**

Doctorando:

D. Javier Mateo Gabás

Directores de tesis:

D. José Ángel Cristóbal Bescós

D. Francisco Javier Ascaso Puyuelo

Zaragoza, 2013

1. ÍNDICE:

1. Índice.....	8
2. Listado de abreviaturas.....	10
3. Justificación del tema.....	11
4. Objetivos.....	13
5. Introducción	
5.1. Visión y calidad de vida.....	15
5.2. Óptica del ojo humano	
5.2.1. Ojo esquemático.....	19
5.2.2. Emotropía.....	21
5.2.3. Defectos de refracción.....	23
5.3. Astigmatismo	
5.3.1. Conoide de Sturm.....	26
5.3.2. Epidemiología.....	28
5.3.3. Clasificación.....	29
5.3.4. Medición del astigmatismo.....	33
5.3.5. Cirugía del astigmatismo.....	37
5.3.6. La cirugía incisional en el tratamiento del astigmatismo.....	44
5.3.7. Análisis vectorial del astigmatismo.....	49
5.4. Cataratas	
5.4.1. Introducción histórica.....	53
5.4.2. Epidemiología.....	62
5.4.3. Clasificación.....	63
5.4.4. Etiología.....	66
5.4.5. Cirugía de las cataratas.....	71
5.4.6. Implante de lentes intraoculares tóricas para el tratamiento simultáneo de las cataratas y el astigmatismo.....	77
6. Hipótesis de trabajo	
6.1. Hipótesis conceptual.....	80
6.2. Hipótesis alternativa.....	80
6.3. Hipótesis nula.....	80
7. Material y métodos	
7.1. Diseño.....	81
7.2. Sujetos y cálculo del tamaño muestral.....	86
7.3. Material	
7.3.1. Cuestionario sobre capacidad funcional.....	94
7.3.2. Optotipo.....	98

7.3.3. Sistema de valoración de la sensibilidad al contraste.....	101
7.3.4. Sistema de cálculo de la potencia de la LIO ...	103
7.3.5. Autorrefracto-queratómetro.....	105
7.3.6. Personalización de la LIO tórica	106
7.4. Procedimientos y métodos	
7.4.1. Recogida de datos y seguimiento de los pacientes.....	108
7.4.2. Variables estudiadas	111
7.4.3. Programa utilizado.....	119
8. Resultados	
8.1. Análisis descriptivo	
8.1.1. Datos demográficos	120
8.1.2. Valores basales de las principales variables clínicas	124
8.1.3. Otros estadísticos descriptivos	128
8.2. Comparabilidad de los grupos de estudio	
8.2.1. Astigmatismo corneal preoperatorio	131
8.2.2. Resto de variables basales	134
8.3. Test de contraste de hipótesis.....	142
8.4. Valoración de los cambios producidos por la cirugía	
8.4.1. Astigmatismo.....	145
8.4.2. Agudeza visual	149
8.4.3. Análisis vectorial.....	153
8.4.4. Sensibilidad al contraste	154
8.4.5. Cuestionario sobre capacidad funcional relacionada con la visión VF-14.....	165
8.5. Comparación entre los resultados obtenidos por ambas técnicas	
8.5.1. Astigmatismo corneal.....	168
8.5.2. Agudeza visual	169
8.5.3. Borrosidad	170
8.5.4. Sensibilidad al contraste	171
8.5.5. Cuestionario sobre capacidad funcional relacionada con la visión VF-14.....	172
8.5.6. Utilización de gafas tras la cirugía	173
9. Discusión	174
10. Conclusiones.....	185
11. Bibliografía.....	187

2. LISTADO DE ABREVIATURAS:

AE: ángulo de error.
AV: agudeza visual.
B: borrosidad.
CCC: capsulorrexis circular continua.
CI: correction index o índice de corrección.
Cols: colaboradores
D: dioptrías.
DV: difference vector o vector diferencial.
EECC: extracción extracapsular del cristalino.
EICC: extracción intracapsular del cristalino.
Epi-LASIK: queratomileusis epitelial in situ asistida por láser.
ETDRS: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
FE: flattening effect o efecto de aplanamiento.
FI: flattening index o índice de aplanamiento.
HAR: herencia autosómica recesiva.
ICO: incisiones corneales opuestas.
IOS: index of success o índice de éxito.
IRL: incisiones relajantes limbares.
LASEK: queratectomía subepitelial asistida por láser.
LASIK: queratomileusis in situ asistida por láser.
LIO: lente intraocular.
LOCS: lens opacities classification system. Sistema de clasificación de opacidades lentales.
PMMA: polimetilmetacrilato.
PRK: queratectomía fotorrefractiva.
PTK: fotoqueratectomía terapéutica.
SIA: surgically induced astigmatism o astigmatismo inducido quirúrgicamente.
SCP: subcapsular posterior.
SNR: signal-to-noise ratio
TIA: target induced astigmatism u objetivo de astigmatismo inducido.
VF-14: cuestionario de capacidad funcional relacionada con la visión Visual Functioning 14.
VP: visión próxima.

3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA:

La visión tiene un gran impacto sobre la vida de las personas. Diversos estudios han mostrado que una mala función visual repercute negativamente en la calidad de vida, generando problemas tales como dificultad en la realización de las actividades cotidianas, aislamiento social o depresión.^{1,2}

La baja agudeza visual es el factor que más influye en el deterioro de la calidad de vida de los pacientes, aunque hay problemas como las cataratas, los defectos refractivos no corregidos, el glaucoma o la retinopatía diabética, que provocan por sí mismos una pérdida de calidad de vida, además de la causada por el deterioro visual que generan.^{1,2,3}

La catarata consiste en la opacificación del cristalino. Cuanto mayor es el grado de opacificación, más pérdida de visión se produce y, por tanto, mayor deterioro de la calidad de vida ocasiona. La inmensa mayoría de las cataratas están relacionadas con el proceso de envejecimiento, aunque también se asocian a la exposición a la radiación solar, a factores tóxicos, traumatismos, factores genéticos, tratamiento con determinados fármacos y ciertas enfermedades sistémicas y oculares.^{4,5}

Además, las cataratas suponen la primera causa de ceguera evitable en el mundo y, en países en vías de desarrollo, la principal causa de ceguera, evitable o no. El aumento de la edad media de la población hace que se incremente el número de personas afectas de cataratas, convirtiendo éste en uno de los primeros problemas de orden socio-sanitario en el mundo.^{6,7}

La extracción de catarata mediante la técnica de facoemulsificación seguida del implante de una lente intraocular (LIO) es, probablemente, el procedimiento quirúrgico más realizado en el mundo. Los progresivos avances técnicos en dicha intervención quirúrgica, así como el uso de fórmulas biométricas cada vez más exactas y el implante de lentes de mayor calidad, permiten la extracción del cristalino opacificado de forma poco invasiva, a través de una incisión de menos de 3 milímetros, lo que facilita una recuperación y rehabilitación visual mucho más rápida que con otras técnicas y con muy buenos resultados refractivos, logrando alcanzar la emetropía con frecuencia.^{8,9,10,11}

La cirugía de cataratas, ya sea con o sin implante de LIO, lleva consigo una mejora en la calidad de vida de los pacientes operados, aunque este impacto es mucho mayor cuando se asocia el implante de una LIO.¹²

Los defectos de refracción son una de las causas más frecuentes de baja visión corregible en el mundo. Su falta de corrección supone una pérdida de capacidad funcional en aquellos que los padecen.¹³

El astigmatismo es un defecto refractivo en el que los rayos de luz procedentes de un objeto situado en el infinito no se enfocan en un solo punto, sino en dos líneas focales. Se produce porque no todos los meridianos del sistema óptico tienen el mismo poder de refracción, principalmente por variaciones en la curvatura de la córnea o del cristalino. Su corrección se suele realizar mediante una lente cilíndrica (tórica) o una lente de contacto tórica, aunque en ocasiones se utiliza una lente esférica, denominada equivalente esférico del cilindro.^{14,15}

Existen múltiples técnicas quirúrgicas para el tratamiento del astigmatismo, la mayoría de las cuales actúan modificando la curvatura corneal. Las más utilizadas incluyen el tratamiento mediante láser excimer (LASIK, PRK, epi-LASIK, LASEK), la cirugía incisional (incisión en el meridiano más curvo, incisiones perforantes enfrentadas, incisiones relajantes limbares, arcuatas), implante de anillos intraestromales, suturas compresivas y resecciones en cuña. Estas técnicas pueden asociarse a la cirugía de cataratas en aquellos pacientes que presenten cataratas y astigmatismo.^{16,17}

El implante de una lente intraocular tórica permite el tratamiento simultáneo de la catarata y el astigmatismo, sin tener que modificar sustancialmente la técnica quirúrgica habitual de la facoemulsificación con implante de lente en saco capsular. Estas lentes añaden la corrección del astigmatismo a su potencia esférica.^{18,19,20}

El astigmatismo no corregido en los pacientes operados de cataratas provoca una disminución en la calidad de vida, dificultad en actividades como la conducción y la lectura, así como un aumento en las caídas y pérdida de independencia en los pacientes ancianos. Ya que el astigmatismo corneal es mayor de 1,25 dioptrías en más del 20% de los pacientes que van a ser operados de cataratas, parece lógico intentar tratarlo durante la cirugía, para así lograr mejorar su calidad de vida y dotarles de una mayor independencia tras la misma.^{21,22}

4. OBJETIVOS:

El objetivo principal de esta tesis doctoral es la comparación de los resultados obtenidos mediante dos técnicas quirúrgicas en el **tratamiento del astigmatismo corneal moderado en pacientes con cataratas**.

La primera técnica quirúrgica es la **facioemulsificación con incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano más curvo de la córnea**, con implante de una lente intraocular con corrección esférica en saco capsular.

La segunda técnica consiste en la **facioemulsificación con implante de una lente intraocular tórica** en el saco capsular.

Para comparar ambas técnicas, se medirán:

- El astigmatismo refractivo preoperatorio.
- El astigmatismo refractivo postoperatorio.
- El astigmatismo corneal preoperatorio.
- El astigmatismo corneal postoperatorio.
- La agudeza visual AV en visión lejana con la mejor corrección.
- La AV en visión lejana sin corrección.
- La visión próxima con la mejor corrección óptica.

Como objetivos secundarios, se valorarán:

- El análisis vectorial del astigmatismo, mediante el análisis de la borrosidad, J_0 y J_{45} .
- La calidad visual a través del test de sensibilidad al contraste.
- La calidad de vida del paciente mediante el cuestionario de capacidad funcional relacionada con la visión Visual Functioning 14 (VF-14).
- La independencia del uso de gafas en las actividades de la vida diaria.

5. INTRODUCCIÓN:

5.1. VISIÓN Y CALIDAD DE VIDA:

El impacto de la visión sobre la vida diaria de las personas es muy significativo. Diversos estudios han mostrado que una mala función visual repercute negativamente en su **calidad de vida**, generando problemas tales como dificultad en la realización de las actividades cotidianas, aislamiento social o depresión.^{1,2}

Existen multitud de instrumentos, principalmente en forma de encuestas o cuestionarios, que se utilizan para valorar la calidad de vida relacionada con la salud. Entre ellos, hay muchos que están diseñados específicamente para valorar la capacidad funcional relacionada con la visión, como el National Eye Institute Visual Functioning Questionnaire VFQ-25, Visual Activity Questionnaire VAQ, Visual Symptoms and Quality of Life Questionnaire VSQ o el más breve Índice de función visual VF-14. Estos tests muestran la percepción que los pacientes tienen sobre el impacto que supone en diferentes aspectos de su vida diaria su visión.

El **VF-14** es uno de los test más utilizados para la valoración de la capacidad funcional en oftalmología. Está diseñado para medir la repercusión funcional de la catarata en la vida de los pacientes y la eficacia de su cirugía. Es un test válido, fiable y sensible a los cambios clínicos, que valora los siguientes aspectos de la función visual a través de sus 14 preguntas:^{23,24,25,26}

- Visión de lejos.
- Visión de cerca.
- Precisión y claridad visual.
- Conducción diurna.
- Conducción nocturna.

Los test como el VF-14 y las pruebas funcionales como la **sensibilidad al contraste** se utilizan cada vez con mayor frecuencia para completar los estudios que buscan valorar el impacto y la eficacia que tienen los procedimientos oftalmológicos en la función visual y en la capacidad funcional de los pacientes. Aunque la agudeza visual es un indicador de gran importancia, él solo no es suficiente para realizar una valoración completa de dichos procedimientos.

El envejecimiento progresivo de la población mundial ha traído consigo un aumento de las enfermedades crónicas incapacitantes. Estas patologías incluyen muchos problemas que perjudican a la visión, destacando entre ellos las cataratas seniles.²⁶

La baja agudeza visual es el factor que más influye en el deterioro de la calidad de vida de los pacientes, aunque algunos problemas como las cataratas, los defectos refractivos no corregidos, el glaucoma o la retinopatía diabética, provocan por sí mismos una pérdida de capacidad funcional, que se añade a la causada por el deterioro que generan en la agudeza visual.^{1,2,3}

La medición de la agudeza visual es el principal parámetro estudiado en la práctica clínica diaria para la valoración de la necesidad de la realización de intervenciones quirúrgicas y el estudio de su resultado, así como para el seguimiento de la evolución de la función visual de los pacientes. Desde hace décadas, el optotipo del Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) ha sido ampliamente utilizado y considerado como el *gold standard* en multitud de estudios clínicos.

La **catarata** consiste en la opacificación del cristalino. Cuanto mayor es el grado de opacificación cristaliniana, más pérdida de visión se produce y, por consiguiente, mayor deterioro de la capacidad funcional. La inmensa mayoría de las cataratas son cataratas seniles, relacionadas con el proceso de envejecimiento, aunque también se pueden asociar a la exposición a la radiación solar, a factores tóxicos, traumatismos, factores genéticos, tratamiento con determinados fármacos y ciertas enfermedades sistémicas y oculares.^{4,5}

Además, las cataratas son la primera causa de ceguera evitable en el mundo y, en países en vías de desarrollo, la principal causa de ceguera, ya sea evitable o no. El aumento de la edad media de la población hace que se incremente el número de personas afectas de cataratas, convirtiendo éste en uno de los primeros problemas de orden socio-sanitario en el mundo.^{6,7}

La extracción de la catarata mediante la técnica de **facoemulsificación** cristaliniada seguida del implante de una lente intraocular (**LIO**) en el saco capsular es, probablemente, la cirugía más frecuentemente realizada en el mundo en la actualidad.

Los progresivos avances técnicos en dicha intervención quirúrgica, así como el uso de fórmulas biométricas cada vez más exactas y el implante de mejores lentes, permiten la extracción del cristalino opacificado de forma poco invasiva, a través de una incisión de menos de 3 milímetros, lo que facilita una recuperación y rehabilitación visual mucho más rápida que con otras técnicas y con muy buenos resultados refractivos, que con frecuencia logran la emetropía.^{8,9,10}

La cirugía de cataratas, ya sea con o sin implante de LIO, lleva consigo una mejora en la capacidad funcional de los pacientes operados, aunque este impacto es mayor cuando se realiza el implante de una LIO.¹²

Los defectos refractivos son una de las causas más frecuentes de baja visión corregible en el mundo. Su falta de corrección supone una pérdida de calidad de vida en aquellos que los padecen.¹³

El **astigmatismo** es un defecto de refracción en el que los rayos de luz procedentes de un objeto situado en el infinito no se enfocan en un solo punto, sino en dos líneas focales.

Se produce porque no todos los meridianos del sistema óptico tienen el mismo poder de refracción, principalmente por variaciones en la curvatura de la córnea o, en menor medida, del cristalino.

Su corrección se suele realizar mediante la prescripción de una lente cilíndrica (tórica) o una lente de contacto tórica, aunque en ocasiones se utiliza una lente esférica, denominada equivalente esférico del cilindro.^{14,15}

Existen múltiples técnicas quirúrgicas para el tratamiento del astigmatismo, la mayoría de las cuales actúan modificando la curvatura corneal. Las más utilizadas incluyen:

- Tratamiento mediante láser excimer: LASIK, PRK, epi-LASIK o LASEK.
- Cirugía incisional: incisión en el meridiano más curvo, **incisiones perforantes enfrentadas**, incisiones relajantes limbares o arcuatas.
- Implante de anillos intraestromales.
- Suturas compresivas.
- Resecciones en cuña.

Estas técnicas pueden asociarse a la cirugía de cataratas en aquellos pacientes que presenten cataratas y astigmatismo.^{16,17}

El implante de una **lente intraocular tórica** permite el tratamiento simultáneo de la catarata y el astigmatismo, sin que sea necesario modificar sustancialmente la técnica quirúrgica habitual de la facoemulsificación con implante de lente en saco capsular. Estas lentes añaden la corrección del astigmatismo a su potencia esférica.^{18,19}

El astigmatismo no corregido en los pacientes operados de cataratas provoca una disminución en la capacidad funcional, dificultad en actividades como la conducción y la lectura, así como un aumento en las caídas y pérdida de independencia en los pacientes ancianos. Ya que el astigmatismo corneal es mayor de 1,25 dioptrías en más del 20% de los pacientes que van a ser operados de cataratas, parece lógico intentar tratarlo durante la cirugía, para así lograr mejorar su calidad de vida y dotarles de una mayor independencia tras la misma.^{21,22}

5.2. ÓPTICA DEL OJO HUMANO:

La luz viaja por el aire en línea recta, a una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo. El índice de refracción del aire es 1,0002926 aunque para efectos prácticos se considera como 1, que es el índice de refracción del vacío. Cuando un haz de luz pasa a un medio con un índice de refracción diferente, cambia su dirección, dependiendo del ángulo con el que incida y el índice de refracción de dicho medio.¹⁴

5.2.1. OJO ESQUEMÁTICO:

El ojo humano constituye un sistema óptico de gran complejidad y perfección, que forma sobre la retina imágenes invertidas de objetos que se encuentran a diferentes distancias del mismo. Dichas imágenes son transmitidas al área cerebral encargada del procesamiento de la sensación visual, situada en el lóbulo occipital, a través del nervio óptico.

Para una comprensión más sencilla del proceso, normalmente se utiliza un “ojo esquemático”, como herramienta conceptual que nos ayuda a entender mejor los mecanismos básicos de la óptica ocular.

Dicho modelo supone una simplificación del ojo real, ya que suele obviar algunas “imperfecciones” del ojo humano, si se compara con un objeto matemático ideal; por poner algún ejemplo, la cara anterior de la córnea no es perfectamente esférica, sino que tiende a aplanarse hacia el limbo y el centro del cristalino no suele coincidir con el centro de la córnea y el eje visual del ojo. Aún así, supone una aproximación más que aceptable que facilita en gran medida la comprensión de los procesos ópticos oculares.^{14,15,27}

Los principales elementos de dicho ojo esquemático son:

a) Córnea:

Es el primer elemento del ojo sobre el que inciden los rayos de luz.

Su índice de refracción es de 1,37 y su poder dióptrico de +43 dioptrías junto con el humor acuoso.

b) Humor vítreo y acuoso:

El humor acuoso se encuentra ocupando las cámaras anterior y posterior, entre la cara posterior de la córnea y la cápsula anterior del cristalino, mientras que el humor vítreo ocupa la cámara vítrea, entre la cápsula posterior del cristalino y la retina.

El índice de refracción de ambas sustancias es de 1,336.

c) Cristalino:

Tiene un índice de refracción de 1,38 y un poder dióptrico de aproximadamente +21 dioptrías que, en niños en acomodación máxima, podría llegar hasta las 30-33 dioptrías.

La capacidad de acomodación va disminuyendo con la edad. Los pacientes ancianos con cataratas y los pseudofáquicos no tienen capacidad de acomodación.

d) Longitud axial:

Distancia entre la superficie anterior de la córnea y la fovea, que es el punto de la retina en el que deberían enfocarse las imágenes percibidas.

En un ojo emétrepe es de 22,6 milímetros aproximadamente.

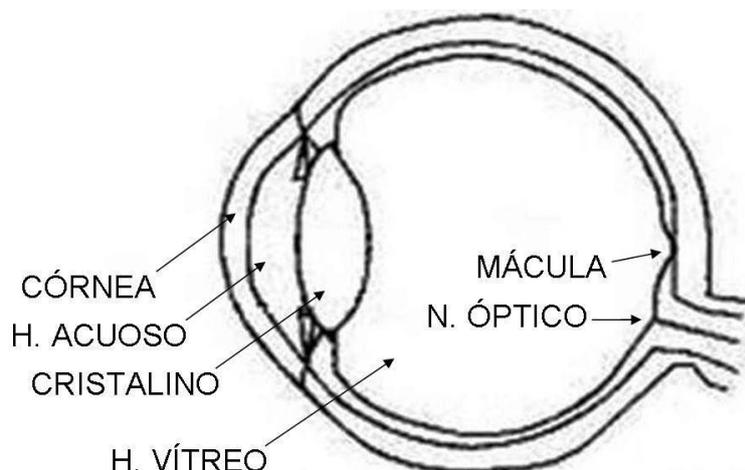


Fig. 1. Ojo esquemático.

5.2.2. EMETROPÍA:

El punto en que se forman las imágenes de los objetos observados se denomina **punto focal**, que se define como el lugar que ocupa la imagen formada a partir de un objeto situado en el infinito a través de un ojo sin intervención de la acomodación. Los objetos enfocados delante o detrás de la retina generan una imagen borrosa en ella, mientras que los enfocados en la propia retina dan lugar a una imagen nítida.¹⁵

La **emetropía** es el estado refractivo del ojo en que los rayos de luz paralelos procedentes de un objeto alejado se enfocan en la retina sin necesidad de acomodar. En contraste, la ametropía es la ausencia de emetropía. En los ojos emétopes, el punto focal coincide con la fóvea.¹⁵

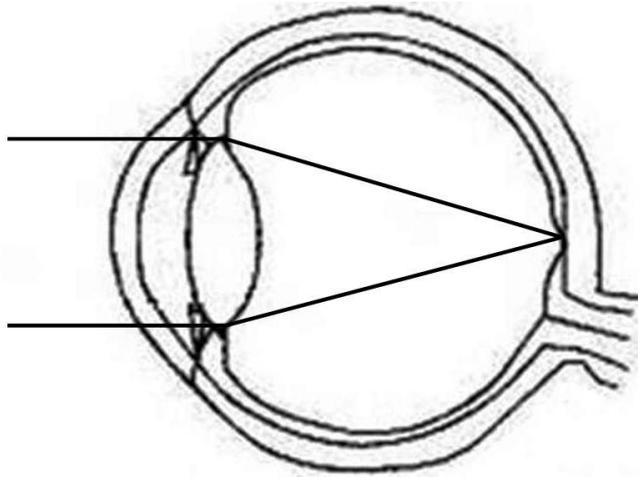


Fig. 2. Ojo emétopo.

La ametropía se puede clasificar de la siguiente manera:

a) Ametropía axial:

Estado en el que el globo ocular tiene una longitud axial excesivamente larga, en el caso de la miopía, o corta, en el de la hipermetropía, para su poder dióptrico.

b) Ametropía refractiva:

Mientras que la longitud axial del ojo es estadísticamente normal, su poder refractivo es excesivo, generando miopía, o reducido, si hablamos de la hipermetropía.

Por poner un ejemplo, la afaquia sería una hipermetropía refractiva extrema de aproximadamente +21 dioptrías.

5.2.3. DEFECTOS DE REFRACCIÓN:

Según el tipo de desajuste que se produzca entre la longitud axial del ojo y su poder refractivo, los defectos refractivos se pueden clasificar en:^{14,15}

a) Miopía:

Es aquel defecto de refracción en que los rayos luminosos procedentes de un objeto situado en el infinito se enfocan delante de la retina, generando una imagen borrosa o desenfocada en ella. Se produce porque el poder óptico del ojo es excesivo para su longitud axial.

Su etiología más frecuente es el aumento de longitud axial con el crecimiento; este tipo de miopía se presenta en EEUU en el 3% de los niños de 5 años, aumentando con la edad hasta una prevalencia del 25% a los 15 años de edad. En asiáticos, las tasas de miopía axial son mucho mayores a cualquier edad. Se dice que el esfuerzo visual para cerca, como ocurre en estudiantes u opositores, es un factor de riesgo para la aparición de miopía en edades más avanzadas, a partir de los 20 años. Otras causas menos frecuentes de miopía son las debidas al excesivo poder refractivo ocular por un aumento de la curvatura corneal, como en el queratocono, o del cristalino, como en la esferofaquia. En ancianos, es frecuente la miopía de índice, debida al aumento de la potencia dióptrica del cristalino por esclerosis nuclear o formación de cataratas.

El tratamiento de la miopía se realiza mediante lentes esféricas negativas o divergentes, o con lentes de contacto, que situarán el punto focal de nuevo en la retina. La cirugía láser, como LASIK o PRK, se realiza de manera habitual para su tratamiento definitivo. En casos no operables con láser, por patología corneal o por el elevado número de dioptrías de miopía, puede realizarse un implante de lente intraocular precristaliniana o una cirugía refractiva del cristalino.

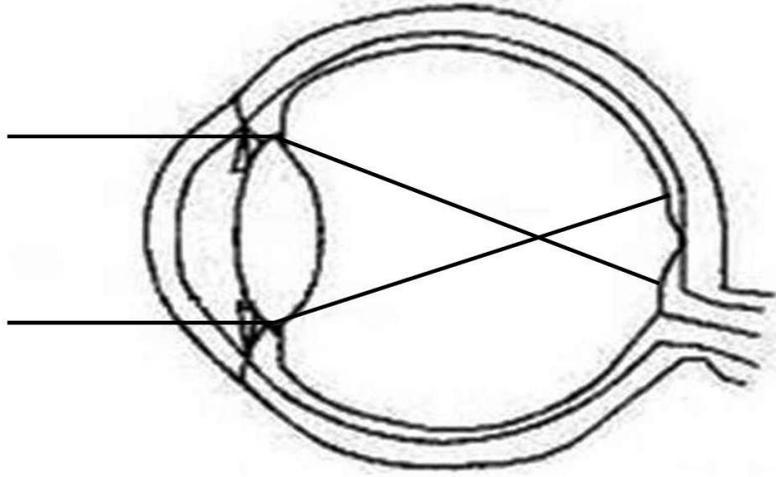


Fig. 3. Miopía axial.

b) Hipermetropía:

Es el defecto refractivo contrario a la miopía. En él, el ojo carece de un poder refractivo suficiente para su longitud axial, por lo que los rayos de luz procedentes de un objeto situado en el infinito se enfocan detrás de la retina, cuando el ojo no está acomodando.

De manera habitual, los recién nacidos tienen unas 3 dioptrías de hipermetropía, aunque este defecto disminuye con el crecimiento. En adultos es un problema común y se calcula que en torno al 20% de las personas de raza blanca de 40 años son hipermétropes.

Su tratamiento puede realizarse mediante lentes esféricas positivas o convergentes, o con lentes de contacto. También puede tratarse mediante cirugía láser o con una LIO precrystaliniana.

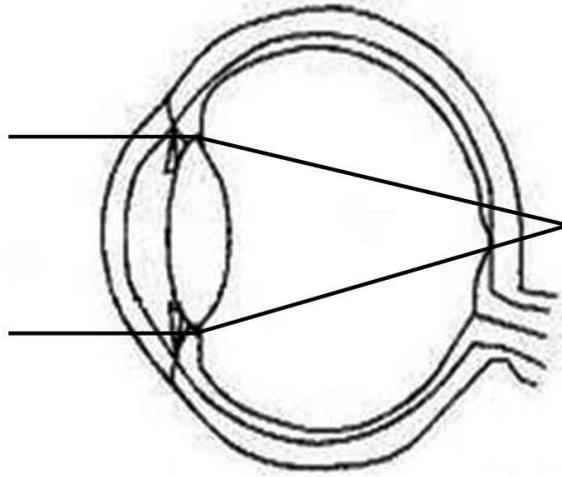


Fig. 4. Hipermetropía.

c) Astigmatismo:

Los rayos de luz procedentes de un objeto situado en el infinito no se enfocan en un solo punto, sino en dos líneas focales.

Se produce porque no todos los meridianos del sistema óptico tienen el mismo poder de refracción, principalmente por variaciones en la curvatura de la córnea o del cristalino.

Se corrige habitualmente mediante lentes cilíndricas.

5.3. ASTIGMATISMO:

El astigmatismo es el defecto de refracción en el que los rayos de luz procedentes de un objeto situado en el infinito no se enfocan en un solo punto, sino en dos líneas focales.

Se produce porque no todos los meridianos del sistema óptico tienen el mismo poder de refracción, casi siempre por variaciones en la curvatura de la córnea o del cristalino. En casos de patologías maculares que alteran su morfología normal, en pacientes con papilas oblicuas, o en casos de importante turbidez vítrea, se habla también de astigmatismo macular, papilar e incluso vítreo, aunque éstos son términos más discutibles.^{14,15,28,29}

Hay que distinguir entre astigmatismo corneal, que es el debido a la diferente curvatura de los meridianos corneales y el astigmatismo refractivo o total, que es la suma del astigmatismo corneal y el extracorneal, cristaliniano principalmente.

5.3.1. CONOIDE DE STURM:

La marcha de los rayos de luz en un sistema óptico astigmático se representa mediante el conoide de Sturm. En él pueden verse las dos líneas focales, ambas paralelas a los meridianos principales del sistema. Entre ambas líneas se encuentra el círculo de menor difusión, de mínima distorsión o de menor confusión, que es el lugar donde la imagen obtenida por este sistema se vería mejor.

En ocasiones, para corregir el astigmatismo no se utiliza una lente cilíndrica, porque el cilindro es de pequeña cuantía o porque podría tolerarse mal, sino que se usa la lente esférica cuya potencia coloca el círculo de menor difusión sobre la fovea. Esta lente esférica se denomina **equivalente esférico** del cilindro y con ella se logra la mejor agudeza visual sin corregir el cilindro.^{14,28,30,31,32}

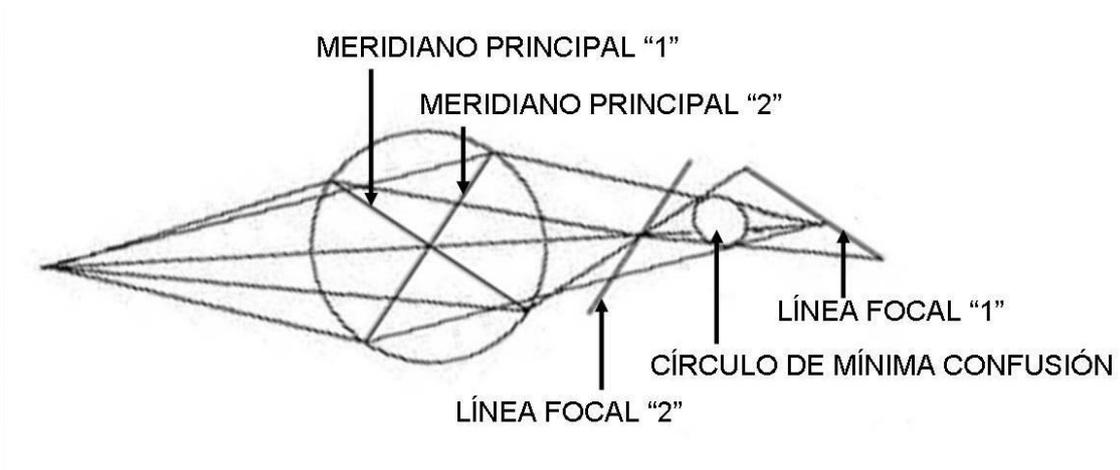


Fig.5. Conoide de Sturm.

El cálculo del equivalente esférico se realiza de la siguiente manera:

Equivalente esférico = Defecto esférico + defecto cilindro/2

Ejemplo: equivalente esférico de $-0,5 -1,5 \times 90^\circ = -0,5 -1,5/2 = -1,25$

5.3.2. EPIDEMIOLOGÍA:

Los defectos refractivos son una de las principales causas de baja visión corregibles en todo el mundo. Se estima que el gasto anual en EEUU para la corrección de defectos refractivos en población mayor de 40 años es de 5500 millones de dólares. La no corrección de estos defectos supone un importante impacto negativo en la calidad de vida de quienes los padecen.^{1,3,13,21,33}

El astigmatismo es un defecto de refracción muy común, apareciendo en algún grado en al menos el 85% de la población, sin que haya diferencia en cuanto a su distribución o su cuantía en dependencia del sexo. La prevalencia del astigmatismo refractivo mayor o igual a 0,75 dioptrías es mayor al aumentar la edad de la población y al opacificarse el cristalino, siendo de un 23% en menores de 40 años y superando el 50% en los mayores de 60 años e incluso el 85% en los mayores de 80.

Se calcula que el astigmatismo igual o mayor a las 1,5 dioptrías afecta a un 15-29% de los pacientes con cataratas. Asimismo, el astigmatismo en contra de la regla se va haciendo más frecuente cuanto mayor es la edad de la población estudiada. En los diferentes estudios realizados, no se encuentran diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la frecuencia o la magnitud del astigmatismo en los diferentes grupos de edad.^{13,21,30,31,33,34,35,36,37}

5.3.3. CLASIFICACIÓN:

El astigmatismo se puede clasificar de distintas formas según se preste atención a la regularidad o no de las superficies refringentes del ojo, la situación de los meridianos principales, la posición de las líneas focales respecto a la retina o la comparación entre el astigmatismo presente en ambos ojos.

a) Astigmatismo regular/irregular:

El **astigmatismo regular** es, con diferencia, el tipo de astigmatismo más frecuente. Suele ser congénito. El dioptrio ocular, en vez de ser esférico, forma un sistema astigmático o tórico, que puede corregirse con una lente cilíndrica. Su origen está casi siempre en la córnea, en la que hay dos meridianos principales, el de mayor y el de menor curvatura, perpendiculares entre sí, que generan las dos líneas focales: la más proximal, que corresponde al meridiano más curvo o de mayor refracción y la más distal, correspondiente al meridiano menos curvo o de menor refracción.^{14,28,29,30}

El **astigmatismo irregular** se debe a una falta de uniformidad de las superficies refringentes del ojo, con diferente poder refractivo en los distintos puntos de un mismo meridiano. Suele estar causado por cicatrices, ectasias o deformidades corneales. Con frecuencia no puede compensarse con lentes convencionales.^{29,30,31}

b) Clasificación en función de las líneas focales:

El astigmatismo regular, según la posición en que se colocan las líneas focales respecto a la retina, en ausencia de acomodación, se puede clasificar en:^{15,28,29,30,31}

- Simple: una de las líneas focales se sitúa en la retina y la otra no, ya que uno de los meridianos principales de la córnea es emétrope.
- Compuesto: ninguna de las dos líneas focales se encuentra en la retina.

- Miópico compuesto: ambas líneas focales están por delante de la retina, ya que ambos meridianos principales corneales son miópicos. Para tratarlo habría que utilizar una lente tórica y una lente esférica negativa.

Ejemplo: $-2 -1 \times 90^\circ$

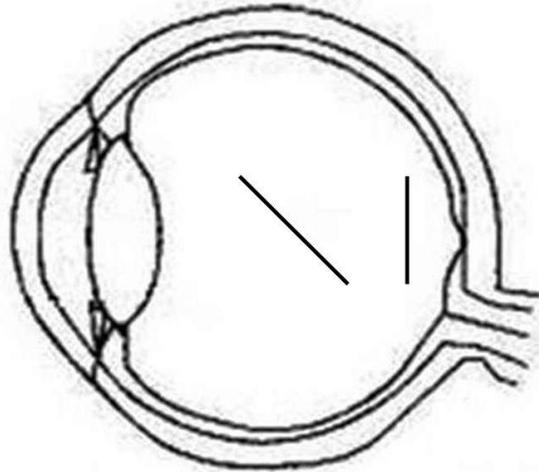


Fig. 6. Astigmatismo miópico compuesto.

- Miópico simple: una de las líneas focales está en la retina y la otra delante de la misma. Se produce porque uno de los meridianos principales es emétrope y el otro miópico. Se puede tratar con una lente tórica negativa. Ejemplo: $-2 \times 180^\circ$

- Mixto: una línea focal queda delante y la otra detrás de la retina. Un meridiano principal es miópico y el otro hipermetrópico. Se corrige con una lente esférica de un signo y una cilíndrica de signo contrario y de mayor potencia. Ejemplo: $+1 -3 \times 90^\circ$

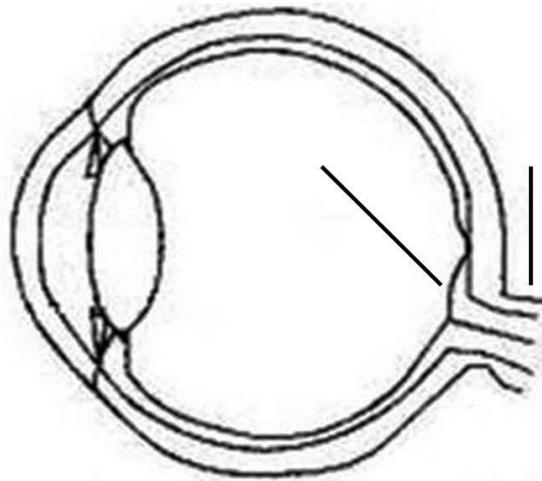


Fig. 7. Astigmatismo mixto.

- Hipermetrópico simple: una de las líneas focales está en la retina y la otra detrás de ella, ya que uno de los meridianos principales es emétopo y el otro es hipermetrópico. Puede ser tratado mediante una lente cilíndrica positiva. Ejemplo: $+1,75 \times 80^\circ$

- Hipermetrópico compuesto: las dos líneas focales se encuentran detrás de la retina, porque ambos meridianos principales son hipermetrópicos. Se puede corregir con una lente esférica positiva y una cilíndrica positiva. Ejemplo: $+1,25 +1 \times 135^\circ$

c) Clasificación por los meridianos principales:

El astigmatismo regular, teniendo en cuenta el ángulo del meridiano corneal más curvo, se clasifica de la siguiente manera:^{15,29,30,31,33,34,35}

- Directo o a favor de la regla: es el más frecuente, ya que es el que presentan el 90% de los jóvenes y el 65% de la población adulta. El meridiano corneal más curvo se encuentra en la proximidad de los 90° . Para corregirlo puede utilizarse una lente cilíndrica positiva cerca de los 90° ó una negativa cerca de los 0° . Ejemplo: $-2 \times 0^\circ$

- Indirecto o en contra de la regla: su frecuencia se va incrementando conforme aumenta la edad de los pacientes. El meridiano más curvo está en la proximidad de los 0° . Se trata con una lente cilíndrica positiva cerca de los 0° ó con una negativa cerca de los 90° . Ejemplo: $-1,5 \times 85^\circ$

- Oblicuo: el meridiano más curvo de la córnea está a más de 30° de los meridianos vertical u horizontal. Ejemplo: $-1,37 \times 50^\circ$

d) Clasificación del astigmatismo regular según el tipo de astigmatismo presente en ambos ojos:^{29,31}

- Simétrico: los ejes principales de ambos ojos están inclinados en una posición simétrica de desviación respecto a la línea media, sumando los grados de los ejes principales 180° . Ejemplo: OD $-1 \times 5^\circ$ y OI $-0,75 \times 175^\circ$

- Simétrico homólogo: astigmatismo simétrico en el que los ejes principales de ambos ojos están a favor de la regla. Ejemplo: OD $-1,25 \times 10^\circ$ y OI $-2 \times 170^\circ$

- Simétrico heterólogo: astigmatismo simétrico con los meridianos más curvos de ambos ojos en contra de la regla. Ejemplo: OD $-0,5 \times 80^\circ$ y OI $-1,5 \times 100^\circ$

- Asimétrico: existe una falta de simetría de los meridianos más curvos de ambos ojos, que no sumarán 180° . Ejemplo: OD $-1 \times 45^\circ$ y OI $-0,75 \times 80^\circ$

- Homónimo: cuando ambos ojos presentan astigmatismo a favor o en contra de la regla. Ejemplo: OD $-1 \times 90^\circ$ y OI $-1,25 \times 100^\circ$

- Heterónimo: uno de los ojos tiene un astigmatismo a favor, mientras el otro lo presenta en contra de la regla. Ejemplo: OD $-0,75 \times 5^\circ$ y OI $-1,75 \times 105^\circ$

5.3.4. MEDICIÓN DEL ASTIGMATISMO:

Cuando se mide el astigmatismo, debemos diferenciar entre el astigmatismo corneal o queratométrico, que es el debido exclusivamente a las alteraciones en la curvatura de la córnea, del astigmatismo refractivo total, que supone la suma del corneal más el intraocular, que incluye principalmente al cristalino, aunque también pueden influir el vítreo, el macular o el papilar.

Los métodos más utilizados en la práctica clínica diaria para la medición del astigmatismo incluyen los siguientes:^{14,30,38,39,40}

a) Retinoscopia/esquiascopia:

Éste era, junto con los queratómetros manuales, el método más utilizado para la valoración objetiva de la refracción hasta la aparición de los autorrefractómetros.

Aún es muy utilizado cuando a los pacientes no se les puede examinar con un refractómetro automático por falta de colaboración, como ocurre a menudo con los niños.

El examen debe realizarse con la acomodación relajada, previa instilación de colirios ciclopléjicos o con la vista del paciente fija en un punto lejano que no le obligue a acomodar.

Se utiliza una fuente de luz y un espejo plano de esquiascopia o, en su defecto, un retinoscopio con fuente de luz propia. Se proyecta una franja de luz en la pupila del paciente realizando un barrido con ella de derecha a izquierda y de izquierda a derecha y se observa el reflejo que devuelve la retina. Si el ojo es emétrope, el reflejo retiniano se verá paralelo a la luz proyectada, si es hipermétrope el reflejo de luz irá en el mismo sentido que el barrido, lo que se conoce como movimiento favorable o “con”, mientras que, si es miope, irá en el sentido opuesto al del barrido, realizando un movimiento contrario o “contra”.

Colocando delante del ojo las lentes de corrección adecuadas, el reflejo retiniano se “neutraliza”, no produciéndose ningún movimiento del reflejo, ni favorable ni contra la luz proyectada, viéndose toda la pupila iluminada.

Teniendo en cuenta la lente correctora utilizada para neutralizar el reflejo retiniano y la distancia a la que trabaja el examinador del paciente, se puede calcular el error refractivo esférico, de miopía o hipermetropía, del ojo examinado. Comparando el defecto refractivo hallado al realizar el barrido en sentido horizontal con el visto al hacerlo en sentido vertical, puede estimarse el astigmatismo total.

Mide tanto el astigmatismo total como el defecto refractivo esférico y también permite valorar la presencia de opacidades de medios, como las cataratas.

b) Queratómetros manuales:

Los queratómetros manuales, como el de Javal o el de Helmholtz, se basan en el reflejo de ciertas imágenes proyectadas en la cara anterior de la córnea. La mayor o menor proximidad entre las figuras indica una mayor o menor curvatura de los diferentes meridianos corneales.

Miden el astigmatismo en los 3 milímetros centrales de la córnea, dando los radios de curvatura en milímetros y la potencia de K en dioptrías en los dos meridianos corneales principales.

El manejo de las K obtenidas con estos queratómetros será el mismo que el de las obtenidas con autorrefracto-queratómetros.



Fig. 8. Queratómetro de Javal-Schiötz.

c) Autorrefractómetros / querato-refractómetros:

Los refractómetros automatizados realizan de manera automática la medición tanto del astigmatismo total o refractivo como del defecto esférico. Los querato-refractómetros automatizados también miden la potencia dióptrica de K y los radios de curvatura (en milímetros) de los 3 milímetros centrales corneales, permitiendo comparar la medida del astigmatismo corneal con el total medido por el mismo instrumento.

Aunque existen cientos de modelos diferentes, la mayoría de ellos realizan la medición por medio de luz infrarroja que se refleja en la retina del paciente. Es un método de medición objetivo que requiere muy poca colaboración por parte del paciente.

El valor más elevado de K indica cuál es el meridiano más curvo de la córnea, mientras que la K más baja se refiere al meridiano más plano o de menor refracción y con el eje del cilindro expresado en negativo en la fórmula de refracción. La diferencia entre la K más alta y la más baja nos da la magnitud del astigmatismo corneal.

Ejemplo: K1 o máxima $45,5 \times 10^0$ y K2 o mínima 44×10^0 El astigmatismo corneal será de $-1,5 \times 10^0$

d) Topógrafos corneales:

Los topógrafos corneales no se limitan al estudio de la curvatura de los 3 milímetros centrales de la córnea, sino que también estiman el astigmatismo periférico, dando valores sobre la curvatura, regularidad y radio de curvatura de la cara anterior de la córnea en cada punto de la misma, ofreciendo un mapa de toda la superficie corneal.

También pueden estudiar la superficie posterior de la córnea, la amplitud de la cámara anterior y el espesor corneal desde el centro hasta el limbo esclerocorneal.

Los mapas obtenidos resultan sumamente útiles para el estudio previo a la adaptación de lentes de contacto y la realización de cirugía refractiva, especialmente LASIK, así como para el diagnóstico de patologías corneales como el queratocono, degeneración marginal pelúcida o la ectasia corneal post-LASIK.

Estos dispositivos obtienen información a través de métodos como los discos de Plácido, que constan de múltiples anillos concéntricos iluminados, cuyo reflejo en la superficie anterior de la córnea se analiza para valorar la curvatura corneal.

Este dispositivo junto con un haz de hendidura se utiliza en el sistema Orbscan[®], mientras que el sistema Pentacam[®] se basa en el uso de una cámara rotatoria y el principio de Scheimpflug, y el sistema Galilei en la topografía mediante anillos de Plácido y la fotografía de doble cámara de Scheimpflug.



Fig. 9. Discos de Plácido en un sistema de diagnóstico Orbscan II[®].

5.3.5. CIRUGÍA DEL ASTIGMATISMO:

La mayoría de las técnicas quirúrgicas empleadas en el tratamiento del astigmatismo actúan alterando la curvatura anterior de la córnea, ya sea mediante incisiones, implantes en el estroma o ablación de tejido corneal.

Cuando el tratamiento del astigmatismo se asocia a la eliminación de la catarata, puede implantarse una lente tórica en el saco capsular para tratarlo. Según la magnitud y el tipo de astigmatismo, pueden combinarse diferentes técnicas quirúrgicas.^{41,42,43,44,45,46}

Estas son las principales técnicas utilizadas en la actualidad para el tratamiento quirúrgico del astigmatismo:

a) Incisiones relajantes corneales:^{14,47,48,49,50}

Incisiones realizadas en el meridiano más curvo de la córnea con la intención de aplanar dicho meridiano e incurvar el más plano y, de esta manera, igualar sus potencias, disminuyendo así el astigmatismo.

Cuando el paciente tratado también presenta cataratas, dichas técnicas pueden combinarse con la cirugía de cataratas o, en un momento posterior, aplicarlas para la corrección del astigmatismo postquirúrgico.

Incluyen:

- Incisión principal de la facoemulsificación en el meridiano corneal más curvo.
- Incisiones perforantes enfrentadas.
- Incisiones relajantes limbares IRL.
- Incisiones relajantes en media periferia, rectas o arcuatas.

Según la técnica utilizada, se puede corregir una mayor o menor potencia astigmática.

Son técnicas sencillas de realizar, baratas y normalmente con pocas complicaciones.

b) Láser excimer:^{51,52,53}

El tratamiento mediante láser excimer de los defectos refractivos está muy extendido en la actualidad y permite la corrección de la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo.

El límite del defecto refractivo que se puede tratar depende del grosor de la córnea tratada, puesto que estas técnicas realizan una ablación del estroma anterior corneal para alterar el radio de curvatura y así compensar el defecto de refracción presente.

Cuando el lecho estromal residual es demasiado escaso, las propiedades biomecánicas corneales se deterioran, pudiendo aparecer una ectasia corneal.

Hablando en términos muy generales, una cirugía refractiva segura es casi siempre posible con defectos refractivos entre +3 y -6 dioptrías de defecto esférico y unas 3 dioptrías para el astigmatismo. Más allá de esos límites, la predictibilidad de estas técnicas disminuye, a la vez que aumentan sus complicaciones.

Las técnicas más habituales para el tratamiento de los defectos refractivos mediante láser excimer son las siguientes:

- Queratectomía fotorrefractiva **PRK**:

Técnica “de superficie” en la que se realiza un desbridamiento del epitelio corneal ya sea mecánico, mediante una espátula o cepillo, o químico, con alcohol puro al 20% durante 30 segundos, seguido de ablación del estroma corneal anterior con láser excimer.

Esta técnica es utilizada habitualmente para el tratamiento de miopías de bajo grado, no superiores a -3 dioptrías, o para retoques en pacientes ya tratados a los que les ha quedado un pequeño defecto residual.

La pérdida del epitelio corneal hace que los 3-4 días posteriores a la cirugía puedan ser dolorosos para el paciente, mientras su epitelio se regenera completamente. Durante ese tiempo los pacientes suelen llevar una lente de contacto terapéutica y reciben tratamiento con colirios antibióticos, corticoideos y lubricantes.

- Queratomileusis in situ asistida por láser **LASIK**:

Se trata de la cirugía refractiva con mayor aceptación en el mundo en la actualidad y se calcula que varios millones de personas se operan cada año mediante esta técnica. Se utiliza habitualmente para la corrección de defectos de miopía, hipermetropía o astigmatismo leves o moderados, así como para la corrección de defectos residuales en pacientes ya operados.

Barraquer ya describió la cirugía lamelar corneal para la corrección de los defectos refractivos en el año 1949, desarrollando el microqueratomo y la queratomileusis, aunque fue Pallikaris quien desarrolló y realizó, en 1990, la primera intervención de LASIK.

Para su realización, se crea un flap o colgajo que incluye el epitelio corneal, para lo que se puede utilizar un microqueratomo o un láser de femtosegundo. El colgajo se separa, exponiendo la interfase y el estroma corneal anterior, sobre el que se realiza la ablación con el láser excimer. Al final de la cirugía, se recoloca el flap sobre el lecho estromal residual.

La conservación del epitelio corneal permite un postoperatorio mucho más confortable para el paciente, así como una rehabilitación visual más rápida.

- Otras técnicas:

Existen otras técnicas, utilizadas con menos frecuencia por los cirujanos refractivos, que intentan conservar el epitelio corneal sin tener que recurrir a la creación de un flap o colgajo como el del LASIK para conseguirlo.

La queratomileusis epitelial in situ con láser **epi-LASIK** busca crear un colgajo epitelial con un microqueratomo con hoja roma y una lámina de aplanado que separa mecánicamente el epitelio corneal.

La queratectomía subepitelial **LASEK** tiene el objetivo de lograr la retirada de una lámina intacta de epitelio corneal, que será recolocada al final de la cirugía. Para ello, hay que aplicar alcohol puro al 20% durante 30 segundos sobre el epitelio corneal.

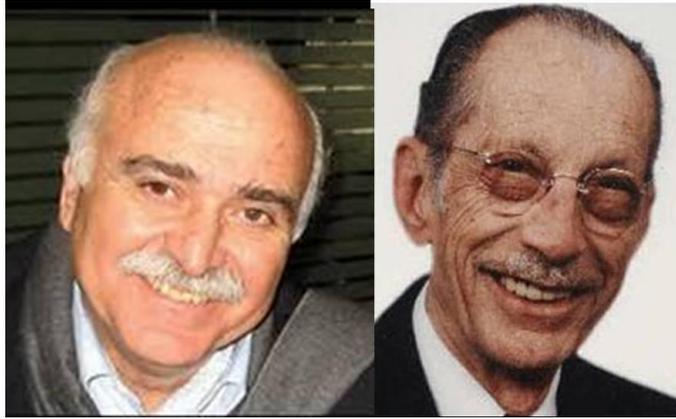


Fig. 10. Los Dres. Ioannis Pallikaris (izquierda) y José Ignacio Barraquer (derecha), figuras centrales en la historia de la cirugía refractiva.

Los resultados en cuanto a refracción y agudeza visual de todas estas técnicas quirúrgicas suelen ser excelentes, con un alto grado de satisfacción por parte de los pacientes, ya que se trata de técnicas previsibles, efectivas y seguras, aunque son muy caras. Aún así no están exentas de **complicaciones** que, aunque poco frecuentes, son potencialmente graves.

Entre ellas cabe destacar las siguientes:

- Defectos epiteliales: por problemas con el flap epitelial o por mala reepitelización en las técnicas de superficie. Suelen tratarse mediante lubricación intensiva, tratamiento antibiótico tópico y uso de una lente de contacto terapéutica.
- Ojo seco: aparece con mucha frecuencia tras la realización de LASIK. Se trata mediante lubricación ocular con lágrimas artificiales.
- Exceso o defecto de corrección: suele deberse a la utilización de un nomograma excesivamente conservador o agresivo. Puede solucionarse mediante retratamiento con láser excimer, siempre que la córnea conserve el grosor suficiente para que se pueda realizar sin riesgo de sufrir un debilitamiento excesivo.
- Descentramiento de la ablación: debido al desplazamiento del ojo durante la ablación o a una mala colocación de la cabeza del paciente. Puede provocar visión de halos o peor agudeza visual.

- *Haze* corneal: es una opacificación corneal subepitelial que suele aparecer pocas semanas después de la realización de una técnica de superficie y desaparecer gradualmente a lo largo de varios meses o incluso un año. El *haze* más intenso y persistente suele verse tras una corrección de un defecto refractivo grande, en el que la ablación de estroma ha sido mayor. Puede usarse mitomicina C tópica para prevenir su aparición. Cuando resulta clínicamente significativo para el paciente, puede tratarse mediante fotoqueratectomía terapéutica PTK.

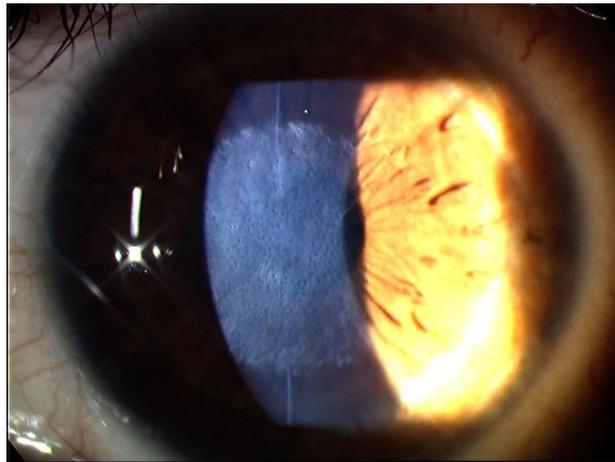


Fig. 11. *Haze* corneal en un paciente al que se le han realizado una PRK y queratotomías radiales para el tratamiento de su miopía.

- Ectasia corneal: se produce cuando el lecho estromal residual es insuficiente, quedando una estructura corneal excesivamente debilitada. Suele asociarse a la corrección de un alto grado de miopía mediante LASIK en pacientes con córneas finas, o a casos de tratamientos repetidos con LASIK por defectos residuales, aunque a veces aparece en pacientes a los que no se diagnosticó una forma frustrada de queratocono en el estudio preoperatorio. Genera una baja visión y astigmatismo irregular. Puede ser tratado mediante el implante de anillos intraestromales aunque, en los casos más extremos, es necesario realizar un trasplante de córnea.

- Queratitis lamelar difusa: consiste en una inflamación estéril de la interfase entre el flap y el estroma corneales, que afecta a la agudeza visual del paciente. Suele responder bien al tratamiento con corticoides tópicos aunque, en los casos más severos, puede ser necesario levantar el colgajo y realizar un lavado de su cara interna. Hay que distinguirlo de la queratitis infecciosa, que potencialmente es mucho más grave, ya que puede causar “*melting*” del colgajo corneal, causando dolor ocular, astigmatismo

irregular e incluso formación de un leucoma corneal. Ante una sospecha de queratitis infecciosa hay que levantar el colgajo, tomar muestras de la interfase para cultivo y realizar un lavado intensivo con antibióticos.

- Crecimiento epitelial: es una complicación poco frecuente en la que crecen nidos de células epiteliales en la interfase entre colgajo y estroma, pudiendo provocar un astigmatismo irregular. Para tratarlo, hay que levantar el flap y raspar su superficie interna antes de recolocararlo.

c) Implante de lentes intraoculares tóricas:^{54,55,56,57,58,59,60,61}

El implante de una LIO tórica en el saco capsular de un paciente con catarata y astigmatismo permite el tratamiento simultáneo de ambos problemas, en un solo acto quirúrgico, sin tener que variar sustancialmente la técnica habitual de la facoemulsificación y sin tener que actuar sobre la córnea nada más que para la realización de las incisiones habituales.

Las LIOs tóricas añaden la corrección del astigmatismo a la potencia esférica de la lente, tratando de compensar el astigmatismo corneal del paciente para obtener un resultado refractivo óptimo.

Es una técnica fiable y segura, cuyos resultados se mantienen estables en el tiempo.

d) Suturas de compresión, resecciones en cuña:^{48,50,51}

Son técnicas que se realizan sobre el meridiano corneal más plano, intentando aumentar su curvatura.

Debido a su escasa predictibilidad y a sus complicaciones, su uso es escaso en la actualidad, utilizándose en casos de grandes astigmatismos corneales, de hasta 20 dioptrías, como puede ocurrir tras cirugías como la queratoplastia penetrante o la extracción extracapsular de la catarata.

e) Anillos intraestromales:^{62,63}

Los anillos intraestromales, tanto Intacts[®] como anillos de Ferrara, son anillos de polimetilmetacrilato PMMA que se implantan en el estroma corneal de la media periferia corneal. Según el grosor del segmento y su situación, provocan un mayor o menor aplanamiento del centro de la córnea. Los anillos de Ferrara tienen un mayor efecto de aplanamiento que los Intacts[®].

Su implante no es sencillo, ya que el cirujano tiene que crear un canal lamelar aproximadamente al 70% de la profundidad del estroma corneal, ya sea mediante instrumental quirúrgico específico o con un láser de femtosegundo, para luego insertar en él el anillo o los anillos. Se suelen implantar 2 segmentos de PMMA en cada ojo intervenido.

Su uso no está exento de complicaciones, ya que el implante se puede extruir, quedar implantado demasiado superficial o demasiado profundo, perforar la cámara anterior, inducir un astigmatismo corneal mayor, causar neovascularización en la zona de la incisión o infectarse. Como ventaja, se trata de una técnica reversible, ya que el anillo puede ser retirado o sustituirse por otro más adecuado.

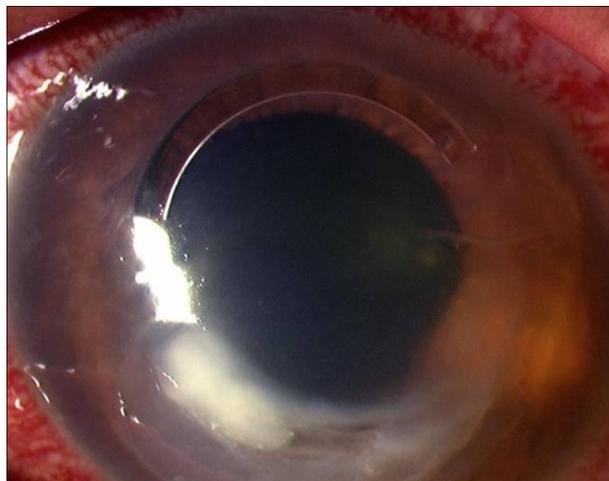


Fig. 12. Formación de un absceso corneal tras la extrusión de un anillo intraestromal.

Aunque puede utilizarse para el tratamiento del astigmatismo regular, sus principales indicaciones son la miopía leve, donde cuenta con mucha menos aceptación que el LASIK, o en el tratamiento del queratocono o la degeneración marginal pelúcida, como alternativa a la realización de una queratoplastia penetrante o lamelar.

5.3.6. LA CIRUGÍA INCISIONAL EN EL TRATAMIENTO DEL ASTIGMATISMO:

La cirugía corneal incisional se desarrolló en los años 80 del siglo XX y se ha utilizado para el tratamiento de la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo. Aunque ha sido sustituida hasta casi desaparecer en el tratamiento de la miopía y la hipermetropía, aún se utiliza para la corrección del astigmatismo corneal primario y del secundario a cirugía de catarata o queratoplastia penetrante.

En lo que se refiere al tratamiento del astigmatismo, las incisiones relajantes corneales buscan reducirlo provocando un aplanamiento del meridiano más curvo y un encurvamiento del más plano. Lo hacen incidiendo en el limbo o la media periferia del meridiano más curvo de la córnea.

En general, se consigue un mayor efecto en cuanto a la corrección del astigmatismo:

- Cuanto más alto es el número de incisiones.
- A mayor proximidad de las incisiones al eje óptico.
- Más profundidad de la incisión.
- Mayor longitud de las mismas aunque, si superan los 90° de arco, producen aplanamiento tanto en el eje incidido como en el perpendicular, por lo que son menos efectivas.

Otros factores que influyen en el resultado refractivo de las incisiones son la edad del paciente, con mayor posibilidad de regresión en pacientes jóvenes, y la paquimetría o grosor corneal.

Cuanto mayor sea el astigmatismo que se pretenda corregir, principalmente a partir de 3 dioptrías, más difícil será predecir el resultado final de la cirugía.

Cuando una incisión transversa aplanar un meridiano, la curvatura del meridiano perpendicular, alejado 90°, aumenta. Este fenómeno se denomina **acoplamiento** o *coupling*.

El **índice de acoplamiento** o *coupling ratio* se define como el grado de aplanamiento en el meridiano de la incisión dividido por el grado de encurvamiento en el perpendicular. Cuando es igual a 1, el equivalente esférico no cambia; esto suele cumplirse con incisiones intermedias de entre 30 y 90° de arco. Si el índice de acoplamiento es mayor de 1, es decir, positivo, se produce una hipermetropización, lo cual es típico de las incisiones largas, de más de 110°, que aplanan ambos meridianos, y de las cortas, de menos de 30°, que aplanan más el meridiano incidido de lo que incurvan el perpendicular. Las incisiones más alejadas del centro de la córnea tendrán un acoplamiento más positivo.^{30, 47,48,49,50,55,64,65}

En los pacientes con cataratas y astigmatismo, las incisiones relajantes pueden realizarse durante la cirugía de catarata en un solo acto quirúrgico, o en un segundo tiempo, para el tratamiento del astigmatismo residual.

Las principales técnicas de cirugía incisional relajante corneal son las siguientes:

a) Incisión para la facoemulsificación en el meridiano más curvo:^{48,66}

Son incisiones que se practican en córnea clara, junto al limbo esclerocorneal, durante la cirugía de la catarata.

Su longitud, con las técnicas que se practican en la actualidad, oscila entre los 2 y los 2,75 mm habitualmente, lo que permite corregir entre 0,25 y 0,5 dioptrías de astigmatismo corneal.

Las incisiones valvuladas, más pequeñas y mejor construidas, inducen una menor variación del astigmatismo.

Las realizadas en el meridiano vertical de los 90° tienen más efecto que las hechas en el horizontal.

Cuando el meridiano más curvo no se encuentra en el cuadrante quirúrgico que utiliza habitualmente el cirujano, que normalmente está en el sector de los 120-140° para los diestros y en los 60-75° para los zurdos, la cirugía puede resultar más difícil de realizar, al variar el lugar de la incisión.

b) Incisiones relajantes perforantes enfrentadas o incisiones corneales opuestas ICO:^{8,48,66,67,68}

Consiste en la realización de una incisión de espesor completo en córnea clara, enfrentada a la incisión principal para la facoemulsificación, actuando de esta manera sobre ambos extremos del meridiano corneal más curvo.

Con dichas incisiones se puede corregir un astigmatismo corneal de **entre 1 y 2,5 dioptrías** aproximadamente, dependiendo de su tamaño, que normalmente variará entre los 2,5 y los 3,5 mm, y su distancia al eje óptico, ya que tendrán más efecto cuanto más cerca del mismo se realicen.

La incisión opuesta se suele realizar al terminar la cirugía de la catarata, aunque puede también hacerse antes de la facoemulsificación. Es conveniente que se lleve a cabo con la cámara anterior llena de material viscoelástico, que dé una tensión adecuada a la córnea.

Se trata de una técnica sencilla, rápida y segura. Además resulta muy económica, ya que normalmente se utiliza el mismo cuchillete que para la incisión principal.

El nomograma de Cristóbal para el tratamiento del astigmatismo con ICOs es el utilizado en el presente estudio.

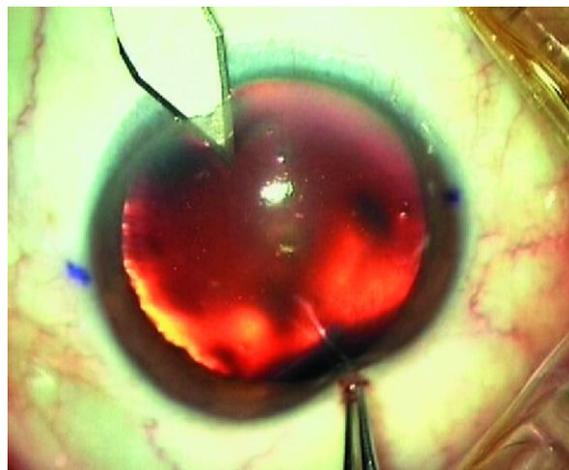


Fig. 13. Realización de ICO con la cámara anterior llena de material viscoelástico.

c) Incisiones relajantes limbares IRLs: ^{47,48,49,50,69,70}

Se trata de incisiones corneales no perforantes, con una profundidad del 80-90% del espesor corneal periférico. Se realizan en el meridiano corneal más curvo, en la córnea inmediata al limbo esclerocorneal. Pueden ser incisiones aisladas o ir en parejas enfrentadas.

Las IRLs, al estar más alejadas del eje visual que las incisiones arcuatas, tienen un efecto más moderado y estable. Se pueden realizar en el mismo tiempo quirúrgico que la cirugía de cataratas. Suelen usarse para la corrección de astigmatismos moderados de entre 1,5 y 3 dioptrías.

Cuando su longitud está entre los 30 y los 90°, su acoplamiento es cercano a 1, por lo que no modifican el equivalente esférico. No se suelen realizar incisiones de más de 90° de longitud, ya que se alteraría la relación aplanamiento/encurvamiento entre los meridianos ortogonales.

Se utilizan diversos nomogramas, como los de Gills, Nichamin o Cristóbal, que sirven para planear el número de incisiones a realizar, así como su localización, longitud y profundidad, según la cantidad de astigmatismo queratométrico que se quiera corregir.

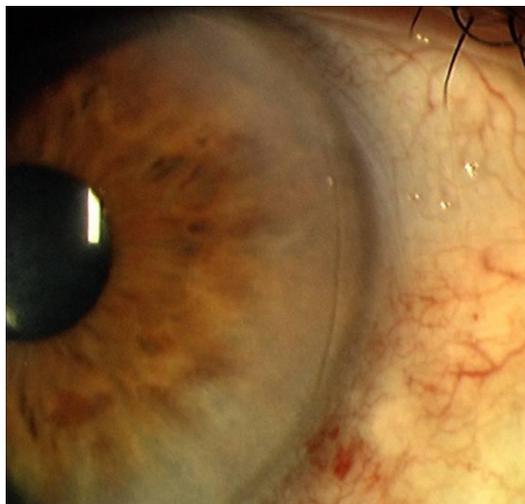


Fig. 14. IRL en el meridiano horizontal, en un paciente operado de cataratas.

Las incisiones pueden efectuarse tanto antes como después de la facoemulsificación. Para su realización es aconsejable utilizar cuchilletos de diamante calibrables y marcadores corneales, aunque también pueden usarse cuchilletos desechables precalibrados y un compás.

d) Incisiones arcuatas y transversas rectas:^{47,48,49,50,65,70,71}

Son incisiones realizadas en media periferia corneal y no son perforantes, sino que llegan al 80-95% de profundidad.

Se realizan en el meridiano corneal más curvo y, al practicarse más cerca del eje visual que las IRLs, consiguen corregir astigmatismos corneales superiores a las 3 dioptrías, que son frecuentes tras queratoplastia penetrante o tras cirugía de catarata de gran incisión, con extracción intra o extracapsular del cristalino, y que en ocasiones aparecen en pacientes que se van a operar de cataratas.

Las incisiones arcuatas son más fisiológicas por su morfología que las transversas rectas que, por otra parte, son técnicamente más fáciles de hacer.

Suelen realizarse entre los diámetros de los 5 y los 8 mm corneales. Las incisiones transversas rectas tienen un índice de acoplamiento mayor de 1, por lo que inducen una cierta hipermetropización.

Para su realización suele utilizarse el nomograma de Lindstrom, aunque existen otros, como los de Buzard o Cristóbal.

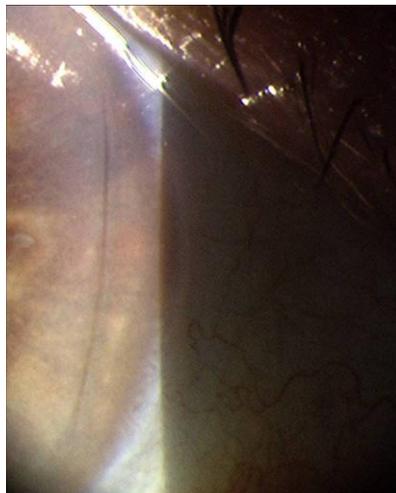


Fig. 15. Incisión arcuata, realizada en la media periferia de la córnea.

Con este tipo de incisiones, es más fácil que pueda aparecer un astigmatismo irregular postoperatorio que con las IRLs. Asimismo, cuanto más cerca del eje visual estén las incisiones, más probable es que el paciente sufra deslumbramiento postoperatorio.

5.3.7. ANÁLISIS VECTORIAL DEL ASTIGMATISMO:

La representación matemática y el estudio estadístico del error refractivo esfero-cilíndrico han sido temas tratados frecuentemente por la literatura oftalmológica. El tratamiento estadístico del astigmatismo refractivo y corneal y de su cambio tras la realización de cirugía refractiva es un tema especialmente difícil, ya que no se les puede aplicar los mismos métodos estadísticos que a datos que no tienen un componente direccional.^{72,73,74}

El correcto análisis de los resultados de las diferentes cirugías para el tratamiento del astigmatismo, ya sean incisionales o con láser y asociadas o no a la cirugía de la catarata, es vital, ya que permitirá cuantificar el grado de éxito alcanzado en el tratamiento del astigmatismo así como la comparación entre diferentes técnicas para ver cuál de ellas es mejor y de esta manera poder planear mejor futuras cirugías.^{75,76}

El método del análisis vectorial del astigmatismo facilita este estudio convirtiendo los valores de astigmatismo refractivo y corneal en vectores dotados de una magnitud y una dirección que los definen. El cálculo de dichos vectores se realiza a partir de los datos de astigmatismo previos y posteriores a la cirugía.

Existen diversos métodos para la realización de dicho análisis, entre los cuales destacan:

a) Método **Alpins**:^{77,78,79,80,81}

Una vez conocidos los astigmatismos pre y postquirúrgicos, utiliza tres vectores principales:

- *Target induced astigmatism* **TIA** u objetivo de astigmatismo inducido: es el astigmatismo que se intenta inducir mediante el acto quirúrgico, es decir, el objetivo de la cirugía.

- *Surgically induced astigmatism* **SIA** o astigmatismo inducido quirúrgicamente: cambio astigmático real conseguido con el tratamiento.

- *Difference vector DV* o vector diferencial: vector diferencial entre el TIA y el SIA. Es el cambio astigmático adicional que sería necesario tras la cirugía para alcanzar el TIA y sirve para medir el error quirúrgico.

Para el estudio del grado de acierto o de error de la cirugía, este método utiliza varios índices y cálculos:

- Índice de corrección o *correction index CI*: es el cociente entre las magnitudes del SIA y el TIA. Idealmente, su valor sería 1, mientras que un valor superior indicaría sobrecorrección y uno menor infracorrección. Sin embargo, si el alineamiento de los dos vectores SIA y TIA no es correcto, la corrección del astigmatismo no sería completa.

$$CI = SIA / TIA$$

- Índice de éxito o *index of success IOS*: es el resultado de dividir el DV por el TIA. Su valor ideal sería el 0, ya que eso indicaría que el vector diferencial sería 0, es decir, no sería necesario ningún nuevo tratamiento para alcanzar el TIA.

$$IOS = DV / TIA$$

- Ángulo de error AE: el que hay entre los vectores SIA y TIA. Su valor da una idea del grado de desalineamiento entre los dos.

- Efecto de aplanamiento o *flattening effect FE*: es la cantidad de reducción del astigmatismo previo conseguida por la proporción efectiva del SIA que actúa en el meridiano buscado.

- Índice de aplanamiento o *flattening index FI*: cociente entre el FE y el TIA. Su valor ideal sería 1, lo cual querría decir que el efecto del SIA ha sido aplicado en el meridiano correcto y en la medida adecuada.

$$FI = FE / TIA$$

- “*Torque*”: astigmatismo inducido por el SIA, debido al alineamiento incorrecto del tratamiento. Tras una cirugía perfecta, su valor sería 0.

b) Método de los vectores de fuerza o “*power vectors*” de **Thibos**:^{72,82,83,84}

Este sistema de análisis del astigmatismo, que es el utilizado en el presente trabajo, expresa los errores refractivos esferocilíndricos como vectores de fuerza que pueden mostrarse como puntos en un sistema dióptrico tridimensional.

Representa el error refractivo esfero-cilíndrico mediante sus tres componentes dióptricos, que son matemáticamente independientes; por un lado la esfera y, mediante cilindros cruzados de Jackson, el astigmatismo, de la siguiente manera:

- Equivalente esférico M: como ya se ha explicado anteriormente, se obtiene sumándole la mitad del astigmatismo al defecto esférico del ojo.

$$M = S + C / 2$$

- J_0 : el componente del astigmatismo en el eje de los 0-180°, donde α será el ángulo del astigmatismo.

$$J_0 = (-C / 2) \cos (2 \alpha)$$

- J_{45} : el componente del astigmatismo en el eje de los 45°, donde α será el ángulo del astigmatismo.

$$J_{45} = (-C / 2) \sin (2 \alpha)$$

Estos tres componentes dióptricos del error refractivo (M, J_0 , J_{45}), serán las coordenadas (x, y, z) en el espacio dióptrico tridimensional del vector de fuerza que lo representa. Así, el vector de fuerza P irá desde el origen de coordenadas al punto (M, J_0 , J_{45}).

Otro valor importante es el que refleja la borrosidad B en la visión, que viene dado por la longitud del vector de fuerza P.

$$B = \sqrt{M^2 + J_0^2 + J_{45}^2}$$

Para ver el cambio producido por la cirugía refractiva, se realiza una sustracción de vectores, comparando el vector P del defecto refractivo previo a la cirugía con el P' del defecto posterior a la misma.

$$P_{\text{previo}} = (M, J_0, J_{45})$$

$$P'_{\text{posterior}} = (M', J'_0, J'_{45})$$

$$P_{\text{cambio}} = P_{\text{posterior}} - P_{\text{previo}} = (M' - M, J'_0 - J_0, J'_{45} - J_{45})$$

Puede realizarse una representación visual del componente astigmático del defecto refractivo, mediante un gráfico bidimensional del vector (J_0, J_{45}) . Si el vector correspondiente a cada ojo se representa mediante el punto con las coordenadas (J_0, J_{45}) , se conseguirá representar en una gráfica el racimo de puntos correspondiente al grupo de ojos estudiados. Al comparar la gráfica que muestra el astigmatismo de los ojos previo a la cirugía con el posterior a la misma, se verá un agrupamiento de los puntos en el centro del gráfico si la técnica quirúrgica empleada ha sido efectiva en la reducción del astigmatismo.

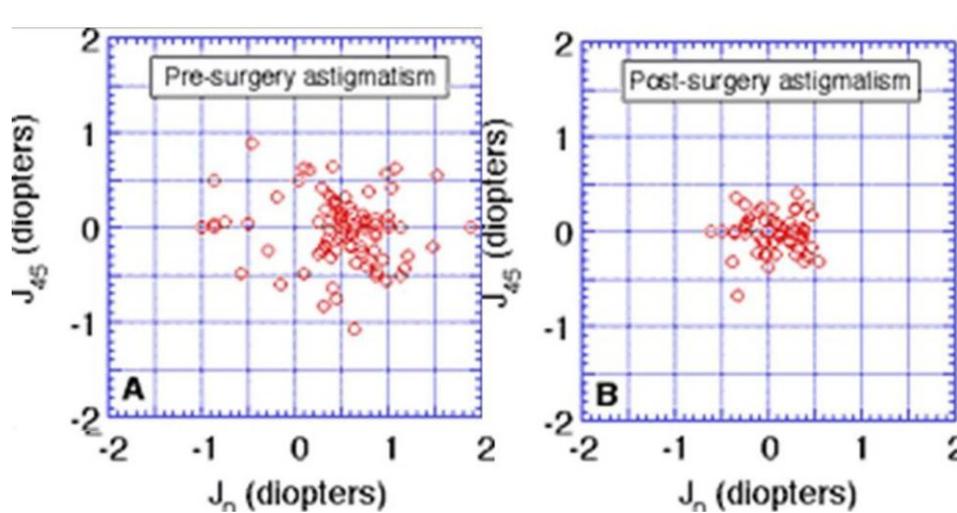


Fig. 16. Ejemplo de gráfica que muestra el agrupamiento del racimo de puntos tras la cirugía refractiva.⁷²

5.4. CATARATAS:

Se define la catarata como la opacificación del cristalino. Esta opacificación puede presentarse en muy diferentes grados, provocando una mayor o menor pérdida de visión y, por tanto, de calidad de vida en quien la padece.

5.4.1. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA:

Aunque hoy sean conceptos básicos en la oftalmología, el conocimiento sobre qué es, dónde está y qué función cumple el cristalino se ha alcanzado tras muchos siglos de estudios.^{85,86}

Originalmente, la escuela pitagórica consideró al cristalino como el órgano que emitía los rayos visuales que, tras rebotar contra los objetos o las personas, volvían al cristalino para formar las imágenes.

Galeno, en el siglo II de nuestra era, que fue el primero en hablar de la “*lens cristaliniana*”, también atribuía al cristalino la misma función. Esta interpretación se mantuvo hasta el Renacimiento con pocas variaciones.

Para los griegos y romanos, la catarata no afectaba al cristalino, sino que se debía a una exudación y coagulación que se producía en el fluido que hay entre la pupila y el cristalino. Sin embargo, para ellos el glaucoma era una enfermedad incurable del cristalino, que se desecaba haciendo que la pupila adquiriera una coloración azulada.

Se sabe que los antiguos egipcios eran capaces de diagnosticar las cataratas, como puede verse en la estatua del sacerdote-lector *Ka-aper*, realizada durante la V dinastía, en el Imperio Antiguo (2457-2467 a. de C.), que es la representación de una catarata más antigua que se conoce.^{87,88}

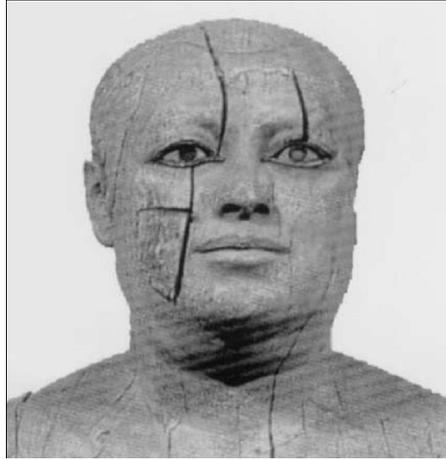


Fig. 17. Talla en madera del sacerdote-lector *Ka-aper*, que muestra una leucocoria secundaria a una catarata hipermadura en el ojo izquierdo. Museo Egipcio de El Cairo (Egipto).

Con los árabes, la oftalmología y la óptica alcanzaron un gran desarrollo, aunque grandes sabios como Rhazes o Averroes siguieron considerando que el cristalino era el órgano receptor de la visión y que la catarata consistía en un fluido que se coagulaba en la superficie anterior de la pupila. Con frecuencia se refirieron a ella como “*ma*”, que significa agua, o “*nuzul-al-ma*”, que quiere decir caída de agua. El término **catarata** apareció tras la traducción de estas expresiones al latín por el monje Constantino el Africano de Monte Cassino.

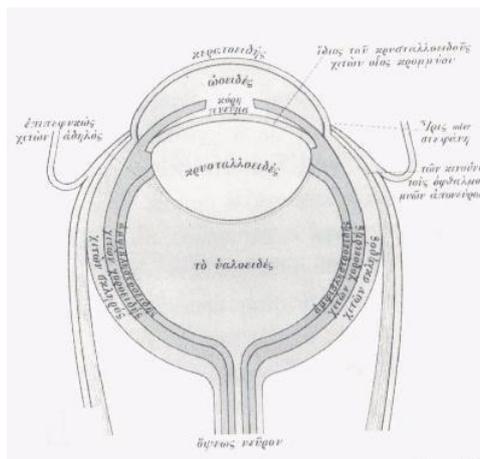


Fig. 18. Esquema del globo ocular según Galeno, representado en un manuscrito árabe.

En el Renacimiento mejoraron los conocimientos anatómicos, con descripciones del globo ocular como las de Vesalio o Leonardo da Vinci, aunque con frecuencia se situaba el cristalino en el centro del ojo. Además, la catarata se describía con frecuencia como una membrana que crecía entre la córnea y el cristalino. Fue a lo largo del siglo XVI cuando d'Aquapendente demostró el lugar que ocupa el cristalino dentro del globo ocular y en el XVII cuando Kepler dedujo a partir de sus estudios de óptica que la imagen se formaba en la retina y no en el cristalino. Aunque varios estudiosos ya habían dicho durante el siglo XVII que la catarata era el cristalino opacificado, fue Rolfinck el primero que lo demostró fehacientemente, a partir del estudio de cadáveres.

A pesar de estos hallazgos y aunque la cirugía del abatimiento de la catarata se practicaba con cierta frecuencia, la idea de que la catarata era el cristalino opacificado y la de que el cristalino no era el órgano de la visión, no se aceptaron de manera generalizada hasta el siglo XVIII, después de que Brisseau primero y Maître-Jan después expusieran en la Academia de Ciencias Francesa sus estudios hechos en ojos de cadáver a los que se había practicado la cirugía del abatimiento de la catarata.

La cirugía de **reclinación** o abatimiento de la catarata (o *couching*) es una de las técnicas quirúrgicas más antiguas de la humanidad, ya que se cree que se practica desde hace 4000 años. En el código de Hammurabi, del 1760 a. de C., se fijan los honorarios para el médico por la realización de dicha intervención, así como el castigo si el resultado de la misma fuera la pérdida del ojo. Tanto el sueldo del médico como la indemnización variaban dependiendo de si la persona tratada era un hombre libre o un esclavo. La pena para el médico por la pérdida del ojo o la muerte de un hombre libre era que le cortaran las manos mientras que, si el que moría era un esclavo, el médico debía darle al dueño un nuevo esclavo.^{85,89,90,91}

En esta técnica, se introduce cerca del limbo esclerocorneal una aguja o una lanceta metálica con la que, a través de la pupila, se empuja la catarata para luxarla a la cámara vítrea. Aunque relativamente sencilla de realizar, esta técnica presenta numerosas complicaciones, como la posibilidad de sufrir endoftalmitis, desprendimiento de retina, uveítis, hemorragia intraocular o glaucoma secundario.

La primera descripción que se conoce de esta cirugía aparece en la obra “*Suhsruta-Samhita Uttar Tantra*”, de la medicina hindú, de unos 600 años a. de C, aunque hay representaciones artísticas anteriores que la muestran, como la encontrada en uno de los muros de una tumba egipcia del 1200 a. de C. en Tebas. Al parecer, dicha técnica llegó hasta Grecia a través de los

médicos del ejército de Alejandro Magno. Celso, que recopiló en Roma en el siglo I de nuestra era el saber médico griego, describió también la técnica de la reclinación en sus libros.

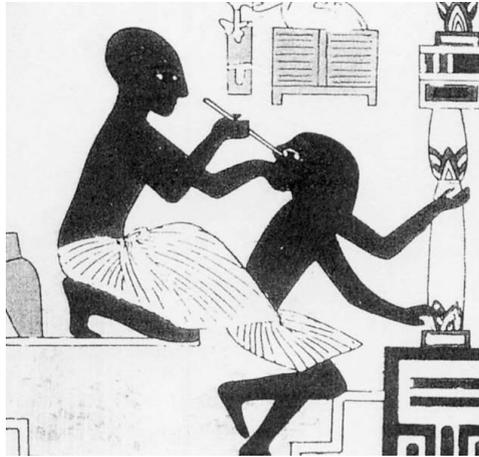


Fig. 21. Copia de la pintura mural de la tumba del maestro constructor Ipwy en Tebas (Egipto), que muestra la técnica del reclinación de la catarata o *couching*.

Tras la caída del imperio romano, fueron los árabes y los bizantinos quienes heredaron los conocimientos médicos de griegos y romanos, siendo los principales centros del saber Bizancio, Bagdad y Córdoba. Los médicos árabes practicaron la cirugía del abatimiento, utilizando dos técnicas: una en la que usaban un solo punzón para incidir en el ojo y abatir la catarata y otra en que utilizaban una aguja afilada para realizar la incisión en el globo ocular y otra con punta redondeada para empujar el cristalino a la cavidad vítrea.



Fig. 20. Grabado que muestra el abatimiento de una catarata, en un texto médico árabe.

En la Europa medieval, los mejores médicos eran de origen judío, aunque también había cirujanos barberos que realizaban cirugías oculares.

Pese al resurgir de la medicina en Europa a partir del Renacimiento, la técnica del abatimiento fue la única utilizada hasta el siglo XVIII, sin haber sufrido prácticamente cambios desde que se empezó a realizar, varios miles de años antes.

Tras el afianzamiento de la nueva teoría sobre la opacificación cristaliniada como causa de la catarata en el siglo XVIII, se desarrollaron nuevas técnicas quirúrgicas, aunque el abatimiento de la catarata siguió siendo una técnica muy popular hasta mediados del siglo XIX. Aún hoy en día, se sigue realizando con cierta frecuencia en algunas áreas subdesarrolladas de la India o África central.

La **extracción extracapsular** EECC de la catarata se empezó a realizar a mediados del siglo XVIII, tras la aceptación de la idea de que la catarata se debe a la opacificación del cristalino. Su principal impulsor fue el cirujano francés Jacques Daviel quien, tras iniciarse en la realización del abatimiento de la catarata, desarrolló la técnica de la extracción extracapsular del cristalino, llevándola a cabo con éxito en varios cientos de pacientes. Fue nombrado oculista real por Luis XV de Francia y realizó demostraciones de su técnica en varios países europeos.^{85,89,92,93}

Daviel realizaba una incisión en la parte inferior de la córnea, que luego ampliaba hasta la mitad o los 2/3 de su circunferencia. Después incidía en la cápsula anterior del cristalino con una lanceta y extraía la catarata con una cucharilla, mientras presionaba suavemente la parte inferior del globo ocular, retirando los restos que quedarán con unas pinzas. Todo esto era realizado sin ningún tipo de asepsia, anestesia, ni dilatación pupilar.



Fig .21. El francés Jacques Daviel (1693-1762) fue el principal impulsor de la cirugía extracapsular de la catarata.

La difusión y popularización de esta técnica, que era mucho más difícil de realizar que el simple abatimiento de la catarata, propició la aparición de cirujanos especializados en oftalmología, con un entrenamiento específico y orientado, apartando a los “cirujanos barberos” de la cirugía oftalmológica. Supuso un avance importante respecto a la cirugía de abatimiento de la catarata, ya que traumatiza menos el endotelio corneal y respeta la compartimentación del ojo, al conservar la cápsula posterior del cristalino. Aún así, presentaba importantes problemas, como la cicatrización de la córnea, endoftalmitis, inflamación postquirúrgica o prolapso vítreo o retiniano.

La cirugía extracapsular siguió desarrollándose y haciéndose más popular, llegando a convertirse en la más utilizada a lo largo del siglo XIX. Durante el siglo XX perdió terreno a favor de la cirugía intracapsular, hasta los años 70, en que resurgió con fuerza, volviendo a ser la técnica más practicada hasta la llegada de la facoemulsificación. En esta segunda época, la cirugía presentaba muchas menos complicaciones, gracias al mejor conocimiento de la anatomía y la fisiología de la córnea, el cristalino y el humor acuoso, así como a avances técnicos como la esterilización del material quirúrgico, las suturas finas, el microscopio quirúrgico, el uso de soluciones salinas equilibradas o los viscoelásticos.

A pesar de que ya no es la técnica quirúrgica más utilizada para el tratamiento de las cataratas, aún es la elegida en algunos casos para la extracción de cataratas muy maduras o con una importante inestabilidad zonular.

La **extracción intracapsular** EICC del cristalino fue otra de las técnicas ideadas tras la aceptación de que la causa de la catarata era la opacificación cristaliniana. Se empezó a realizar a mediados del siglo XVIII, aunque no logró alcanzar la difusión de la EECC. Continuó desarrollándose a lo largo del siglo XIX y se impuso como la técnica más utilizada desde finales del siglo XIX hasta los años 60 del siglo XX.^{85,89,92,94}

La familia Barraquer fue vital en el avance de la cirugía intracapsular, ya que el erisifaco, instrumento similar a la ventosa utilizado para tirar del cristalino, fue inventado por Ignacio Barraquer y su hijo, Joaquín Barraquer, fue el primero en proponer el uso de alfa-quimotripsina para romper la fibras zonulares antes de extraer la catarata, realizando una “zonulolisis enzimática”.

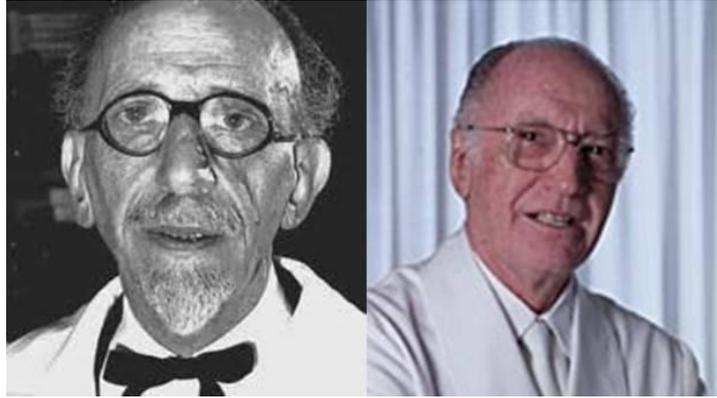


Fig. 22. El Dr. Ignacio Barraquer (izquierda) y su hijo, el Dr. Joaquín Barraquer (derecha), contribuyeron decisivamente al avance de la cirugía intracapsular de la catarata.

En la EICC, se realiza una gran incisión corneal para poder extraer “in toto” el cristalino opacificado junto con el saco capsular. Su retroceso frente a la cirugía extracapsular se debió principalmente a que la EICC no permite la introducción de una lente intraocular de cámara posterior, ya que no deja soporte capsular, a que induce un astigmatismo importante por el tamaño de la incisión y a que algunas complicaciones importantes como el desprendimiento de retina o la descompensación corneal aparecen con mayor frecuencia que en la EECC.

Aunque en el mundo más desarrollado esta técnica ya prácticamente no se utiliza, en los países más desfavorecidos aún ocupa un lugar importante, ya que puede realizarse con instrumental quirúrgico poco sofisticado y relativamente barato y aporta una gran mejoría en la calidad de vida a muchos pacientes que, de otra manera, sufrirían una ceguera completa debido a las cataratas.

La segunda mitad del siglo XIX fue muy importante para el avance de la cirugía en general y de la de las cataratas en particular, ya que fue cuando se empezaron a utilizar tanto la anestesia como la antisepsia. Estas medidas mejoraron las condiciones para la cirugía tanto para pacientes como para cirujanos y ayudaron a disminuir las complicaciones infecciosas de las operaciones. Si nos centramos en la cirugía de las cataratas, en estos años aparecieron diversas técnicas como la extracción lineal del cristalino de von Graefe, la aspiración de cataratas blandas y múltiples variaciones de las técnicas de EECC y EICC.⁸⁵

La última gran revolución en cuanto a la cirugía para la extracción de cataratas la supuso la aparición de la **facoemulsificación**. Esta técnica fue creada por Charles Kelman en 1967, mediante la utilización de una sonda emisora de ultrasonidos, inspirada en instrumental utilizado por dentistas, para la fragmentación y emulsificación del núcleo y córtex cristalinos, que posteriormente eran aspirados.^{89,95,96,97}



Fig. 23. El Dr. Charles Kelman (1930-2004), de los EEUU, diseñó la técnica de la facoemulsificación cristalina en 1967.

La técnica no fue aceptada de inmediato, pero logró convertirse en la preferida por la mayoría de los oftalmólogos en los años 90 del siglo pasado gracias a los avances tecnológicos, tanto en los aparatos de facoemulsificación como en los materiales viscoelásticos y las lentes intraoculares plegables, que permitían operar a través de incisiones mucho más pequeñas y con un sufrimiento menor del endotelio corneal. Hasta el día de hoy, sigue siendo la técnica más utilizada en el mundo para el tratamiento de las cataratas.

Un aspecto vital tras la eliminación de la catarata es la rehabilitación visual del paciente que, al igual que las técnicas quirúrgicas, ha ido evolucionando a lo largo de los siglos. El primer gran avance fue el uso de anteojos para la compensación del defecto refractivo en los pacientes afáquicos, aunque el mayor salto fue el que se dio tras la introducción del uso de **lentes intraoculares** LIOs por Harold Ridley tras la segunda guerra mundial.^{92,95,96,98,99}



Fig. 24. El oftalmólogo inglés Harold Ridley (1906-2001) realizó el primer implante permanente de una lente intraocular en el hospital St. Thomas de Londres, en 1950.

Las primeras lentes intraoculares de la era moderna, implantadas en la década de los 50 del siglo XX, no obtenían grandes resultados, ya que tenían un soporte angular y escasa estabilidad dentro de la cámara anterior, lo que causaba frecuentemente descompensación corneal. Los avances aparecidos en las sucesivas generaciones de LIOs desarrolladas desde entonces han logrado que en la actualidad dispongamos de lentes mucho mejor toleradas que son capaces de lograr un rápida y efectiva rehabilitación visual.

Entre la amplísima gama de LIOs disponibles en la actualidad hay lentes utilizables en pacientes con o sin cristalino, para implante en cámara anterior o posterior, ya sea en sulcus ciliar o saco capsular y también capaces de corregir tanto el defecto esférico como el cilíndrico, así como lentes multifocales capaces de devolver a los pacientes un rango de visión similar al que otorga la capacidad de acomodación.

Los sucesivos avances producidos tanto en el campo de la cirugía, como en el de las LIOs implantadas, han transformado radicalmente la operación de cataratas, que ha pasado de ser una intervención rehabilitadora a convertirse en una “cirugía refractiva” de la que se esperan unos excelentes resultados visuales.¹⁰⁰

5.4.2. EPIDEMIOLOGÍA:

Es difícil decir cuál es la prevalencia de las cataratas, ya que los estudios presentan resultados variables según qué criterio utilicen para valorar la presencia o no de cataratas en la población estudiada; por un lado puede usarse el criterio morfológico, basado en la presencia o no de opacidad cristalina en el examen clínico, y por otro el funcional, referido a una agudeza visual AV por debajo de 5/10 ó de 3/10 según establezcan los estudios. Algunas publicaciones usan ambos criterios.⁶

Lo que sí se puede asegurar es que la catarata es la primera causa de ceguera evitable en el mundo y, en países en vías de desarrollo, supone la primera causa de ceguera, evitable o no.

Según la Organización Mundial de la Salud OMS, en el año 2002 había 161 millones de personas en el mundo con baja visión, definida como una AV menor de 6/18 en el mejor ojo, de los que 37 millones eran ciegos, es decir, con una AV menor de 3/60 en el ojo con mejor visión. El 47,8% de los casos de ceguera en el mundo eran atribuibles a las cataratas.^{6,101,102}

El aumento de la edad media de la población está haciendo que se incremente considerablemente el número de personas con cataratas en todo el planeta, convirtiendo éste en un problema socio-sanitario de primer orden.

5.4.3. CLASIFICACIÓN:

Aunque existen múltiples sistemas de clasificación para las cataratas, si nos basamos en la parte del cristalino que se encuentre más opacificada, los principales tipos de cataratas son:^{4,103,104}

a) Nucleares:

Opacificación del núcleo cristalino.

Son las que se ven con mayor frecuencia en la práctica clínica en nuestro medio.

b) Corticales:

Debido a la opacificación del córtex cristalino, aparecen las típicas cuñas, que definen este tipo de catarata.

Es la más prevalente en la raza negra.

c) Subcapsulares posteriores SCP:

Opacificación de la parte más próxima a la cápsula posterior del saco cristalino.

Son mucho menos frecuentes que las anteriores, producen mucho deslumbramiento y causan una gran pérdida visual con un grado de opacidad poco importante.

Aparecen típicamente en pacientes que han sido tratados con corticoides.

d) Mixtas:

Con componente tanto nuclear como cortical y, en ocasiones, subcapsular posterior.

Se ven más en los pacientes de mayor edad, siendo el tipo más frecuente en los mayores de 85 años.

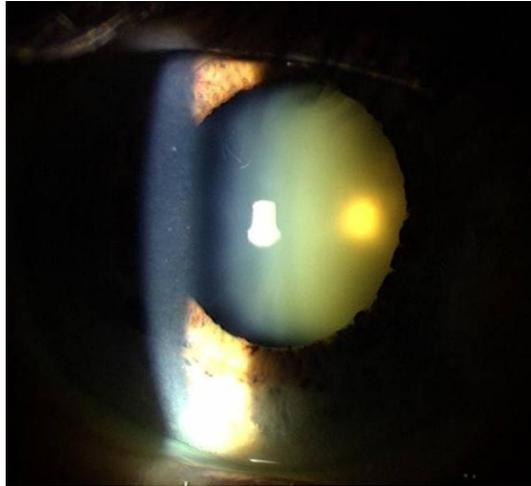


Fig. 25. Catarata nuclear.

Los diferentes sistemas que utilizan este tipo de clasificación para las cataratas utilizan métodos tan diversos para su valoración como las imágenes obtenidas por lámpara de hendidura, oftalmoscopio directo o cámara de Scheimpflug. Algunos utilizan imágenes en color y otros en blanco y negro. Los sistemas basados en la lámpara de hendidura usan tanto la iluminación directa con la hendidura de luz como la retroiluminación. También se fijan en la coloración del núcleo cristalino, su dureza, diámetro y espesor.

De entre los sistemas utilizados en la actualidad, destacan los siguientes:

- *The lens opacities classification system (LOCS)*: fue creado en 1988 y mejorado posteriormente. La versión LOCS III es, probablemente, la más utilizada en la actualidad. Se basa en el estudio del cristalino esclerosado con la lámpara de hendidura y retroiluminación.
- Clasificación de Barraquer: es un sistema muy similar al LOCS III.
- *The age-related eye disease study (AREDS) system* (estudio de enfermedades oculares asociadas a la edad): se basa en la evaluación de fotografías de la catarata realizadas con la lámpara de hendidura.

- *Oxford clinical cataract classification and grading system* (sistema de gradación y clasificación de cataratas de Oxford): compara la morfología de la catarata con una serie de diagramas estándar.
- *Beaver Dam eye study*: se valoran las cataratas bajo dilatación pupilar, con iluminación directa y retroiluminación.

5.4.4. ETIOLOGÍA:

Las cataratas tienen una etiología multifactorial. A lo largo de los años se han estudiado, principalmente a través de estudios epidemiológicos, multitud de factores de riesgo asociados a su aparición, de los cuales los más destacables son los siguientes:^{4,5,103}

a) Edad:

La mayoría de las cataratas que se ven en la práctica clínica diaria son cataratas seniles o asociadas a la edad. Además la tendencia es a aumentar, debido al envejecimiento progresivo de la población.

Este tipo de cataratas comienzan a verse a partir de los 50 años de edad, aumentando progresivamente su prevalencia más adelante.

Se considera que, a partir de los 65 años, el 70% de las personas presentan cataratas seniles en mayor o menor grado. Esta cifra se elevaría hasta el 100% en los mayores de 85 años.

b) Exposición a la luz solar:

La exposición a la luz solar, principalmente al componente ultravioleta de la misma, parece favorecer la aparición de cataratas, especialmente de tipo cortical.

Las cataratas aparecen con mayor frecuencia y a una edad más temprana en los países más cercanos al ecuador, donde la población está más expuesta a la radiación solar.

c) Patologías médicas:

Muchas enfermedades se han relacionado con la aparición de cataratas, especialmente la diabetes mellitus, a la que muchos estudios epidemiológicos atribuyen un aumento del riesgo de padecer cataratas. La hiperglucemia que se da en los pacientes diabéticos generaría glicosilación de las proteínas cristalinas y causaría un estrés oxidativo que aceleraría

la formación de las cataratas, principalmente de tipo cortical, subcapsular posterior o mixtas.

Otras patologías que han sido estudiadas como factores de riesgo para la formación de cataratas incluyen:

- Hipertensión arterial.
- Artritis.
- Dermatitis atópica.
- Insuficiencia renal.
- Malnutrición.
- Diarreas: aumentarían el riesgo por los mecanismos de malnutrición, deshidratación, uremia y acidosis.

d) Medicamentos:

De entre todas, destaca la asociación entre el tratamiento tópico o sistémico con corticosteroides y la aparición de catarata SCP.

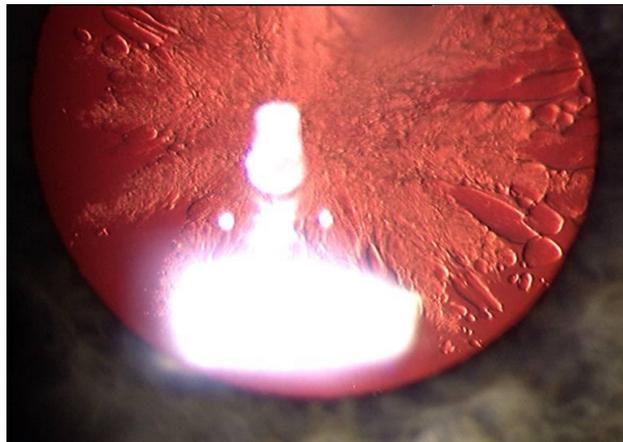


Fig. 26. Catarata subcapsular posterior, vista por retroiluminación con la lámpara de hendidura.

También se han relacionado con las cataratas otros muchos fármacos como, por ejemplo, fenotiacinas, clorpromazina, amiodarona o mióticos de uso tópico.

e) Tóxicos:

El tabaco es el principal factor de riesgo prevenible para la aparición de cataratas. Fumar aumenta el riesgo de padecer cataratas nucleares y SCP, pero este riesgo disminuye cuando se deja de fumar. El tabaco disminuye la concentración de sustancias antioxidantes en la sangre y su humo contiene multitud de sustancias tóxicas como nicotina, monóxido de carbono, benceno, acetona o formaldehído.

El exceso en el consumo de alcohol aumenta el riesgo de aparición de cataratas SCP. El etanol aumenta el estrés oxidativo y genera acidosis, que tiene consecuencias negativas para todo el organismo, incluyendo el cristalino.

f) Traumatismos:

Las cataratas de origen traumático se pueden dividir en:

- Accidentales: principalmente por traumatismos perforantes que afecten al cristalino.

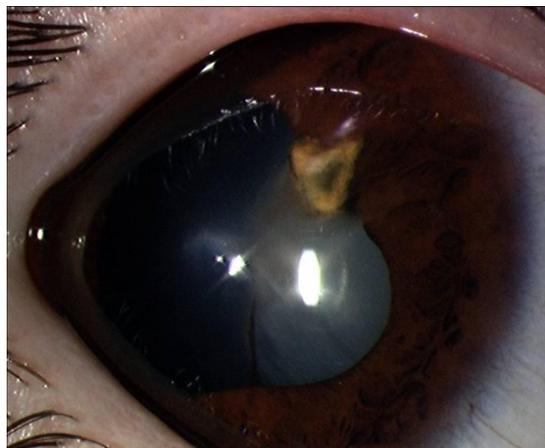


Fig. 27. Formación de catarata traumática en un paciente con un cuerpo extraño intraocular.

- Postquirúrgicas: tras cirugías como la del glaucoma, implante de LIOs fáquicas o vitrectomía posterior.

- Traumatismo físico: las radiaciones ionizantes aumentan la frecuencia de aparición de cataratas SCP. Este tipo de radiaciones las sufren principalmente pacientes que reciben radioterapia.

g) Enfermedades oculares:

Hay varias enfermedades oftalmológicas a las que se ha asociado con una mayor frecuencia de cataratas. De entre ellas, cabe destacar las siguientes:

- Miopía elevada: las cataratas son más frecuentes y aparecen antes en los pacientes con miopía elevada. Se ha postulado como posible mecanismo etiológico el traumatismo de las fibras corticales del cristalino por la menor acomodación y, en consecuencia, la mayor tensión zonular que se da en los pacientes miopes.

- Uveítis: una de las complicaciones de esta patología son las cataratas SCP, aunque el tratamiento repetido con corticoides tópicos o sistémicos puede también contribuir a su aparición en estos pacientes. Con relativa frecuencia, los ojos con antecedentes de uveítis presentan sinequias iridocristalinianas o inestabilidad zonular, que dificultan la cirugía de cataratas.

- Síndrome pseudoexfoliativo: favorece la aparición de glaucoma pseudoexfoliativo, de atrofia iridiana y de cataratas. Normalmente estos pacientes muestran una mala dilatación pupilar, así como debilidad zonular, factores que hay que tener en cuenta si hay que intervenirles por presentar cataratas.

h) Genética:

Algunas patologías médicas, de causa genética, favorecen la formación de cataratas. Entre ellas, destacan las que siguen:

- Enfermedad de Wilson: alteración de herencia autosómica recesiva HAR del metabolismo del cobre. Además del anillo corneal de Kayser-Fleischer, es característica la aparición de una “catarata en girasol” por depósitos de

pigmento rojizo en el cristalino, que normalmente no causa una gran pérdida de visión.

- Distrofia miotónica de Steinert: es una enfermedad de herencia autosómica dominante que asocia calvicie frontal, retraso de la relajación muscular, ptosis palpebral y formación de cataratas SCP.

- Galactosemia: enfermedad con HAR, por defectos en las enzimas que realizan el metabolismo de la galactosa. Los enfermos que la sufren suelen presentar cataratas en las primeras semanas de vida.

5.4.5. CIRUGÍA DE LAS CATARATAS:

La cirugía de la reclinación de la catarata viene practicándose desde hace casi 4000 años; ya en el código de Hammurabi, del 1760 a.C., se establecían los honorarios para la intervención, además del castigo correspondiente si el paciente perdía el ojo como consecuencia de la misma.

La extracción de la catarata con implante de lente intraocular empezó a desarrollarse a partir de 1948 con Ridley. Es, probablemente, la cirugía que más se realiza en el mundo en la actualidad.^{85,92,95,96}

Las principales técnicas quirúrgicas para la extracción de las cataratas que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo son:

a) Extracción intracapsular EICC:^{85,89,92,94,105}

Consiste en la extracción en bloque o “*in toto*” de la catarata con el saco capsular.

Aunque se empezó a practicar en el siglo XVIII, alcanzó su máxima difusión desde finales del XIX hasta los años 60 del siglo XX, fecha a partir de la cual la EECC ocupó su lugar como técnica más utilizada.

La técnica “clásica” de EICC consta de los siguientes pasos:

- Colocación de anillo de Flieringa: de uso opcional, previene la hipotonía del ojo durante la cirugía.
- Incisión: habitualmente es una incisión amplia corneo-escleral en la zona superior.
- Zonulolisis enzimática: se destruyen las fibras de la zónula mediante la aplicación de una solución de alfaquimotripsina para facilitar la extracción posterior del cristalino.
- Extracción del cristalino: mediante una ventosa que aplica vacío o con una criosonda que utiliza frío.

- Iridotomía: normalmente una iridotomía superior periférica, para prevenir complicaciones en el postoperatorio, principalmente un glaucoma agudo por bloqueo pupilar.
- Implante de LIO: al no haber soporte capsular, se implanta una lente de cámara anterior.
- Sutura: en general se sutura la córnea y se recubre con el colgajo conjuntival.

Es una técnica que, al eliminar el soporte del saco capsular, sólo permite el implante de una LIO en cámara anterior, ya sea con apoyo angular o iridiano.

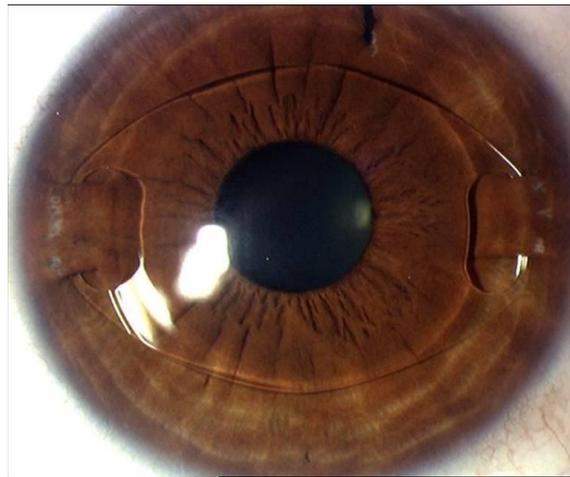


Fig. 28. Lente intraocular de cámara anterior con anclaje iridiano.

Además, es una técnica agresiva, en la que se realiza una gran incisión que induce astigmatismo y en la que complicaciones postquirúrgicas como el desprendimiento de retina o descompensación corneal aparecen con relativa frecuencia.

En la actualidad está prácticamente abandonada.

b) Extracción extracapsular EECC:^{85,89,92,105}

Mediante esta técnica, se realiza la extracción de la catarata a través de una incisión en la cápsula anterior del cristalino, lo que permite dejar el saco capsular en su lugar al final de la cirugía.

Apareció en el siglo XVIII y se fue imponiendo como la más usada a lo largo del XIX. Durante el siglo XX fue perdiendo terreno en favor de la cirugía intracapsular, hasta los años 70, en los que resurgió con fuerza gracias en parte al impulso de oftalmólogos como Binkhorst y Worst, convirtiéndose en la técnica más practicada hasta la llegada de la facoemulsificación.

Los pasos de una EECC planeada son los siguientes:

- Incisión: se realiza una incisión amplia corneo-escleral o corneo-corneal en la zona superior.
- Relleno de la cámara anterior con material viscoelástico: con el objeto de mantener una buena cámara anterior durante la cirugía.
- Capsulotomía anterior: aunque hay varias posibilidades, la capsulorrexis circular continua CCC, descrita en los años 80, es la más segura y estable para la cirugía, si se compara con otras, como la capsulotomía “en abrelatas” o “en sobre”.
- Hidrodissección y rotación del núcleo: separación del núcleo de las masas corticales inyectando suero con una cánula para crear una interfase entre ambas estructuras. Después se rota el núcleo con la misma cánula para completarla. Estas maniobras deben ser realizadas con gran delicadeza si la capsulorrexis es en abrelatas o en sobre, por el mayor riesgo de dehiscencia zonular o rotura de la cápsula posterior.
- Extracción del núcleo y las masas: la extracción del núcleo con el epinúcleo se realiza mediante maniobras de presión-contrapresión. Después se aspiran las masas con alguna cánula de irrigación-aspiración o con un terminal mecánico de irrigación-aspiración.
- Implante de LIO: salvo que se haya producido alguna complicación que lo impida, normalmente se coloca una LIO en saco capsular. Previamente a

su implante, se puede volver a llenar la cámara anterior y el saco capsular de sustancias viscoelásticas.

- Lavado del material viscoelástico de la cámara anterior: para prevenir la aparición de picos de hipertensión intraocular postoperatorios.

- Sutura corneal: se suele realizar mediante 5 ó 6 puntos sueltos con sutura monofilamento de nylon 10/0.



Fig. 29. Cánula de Simcoe, utilizada para la aspiración de las masas cristalinas en la EECC.

Para su realización precisa de una incisión corneal grande, por lo que, al igual que la EICC, también induce astigmatismo, pero mantiene la compartimentación del ojo, al conservar la cápsula posterior, y traumatiza menos el endotelio, siendo mejor tolerada que la intracapsular.

Al mantener el soporte capsular, hace posible la implantación de LIOs de cámara posterior, que dan menos complicaciones postoperatorias que las de cámara anterior.

En la actualidad, en nuestro medio se deja para la extracción de cataratas muy duras o con una inestabilidad zonular importante.

c) Facoemulsificación cristaliniiana:^{89,92}

Mediante una pieza de mano que emite ultrasonidos, se realiza la emulsificación y aspiración del núcleo y el córtex cristaliniianos, conservando el saco cristaliniiano, que se ha abierto mediante una capsulorrexis anterior.

Aunque surgió a finales de los años 60 del siglo XX con Kelman, no se impuso como la técnica más utilizada hasta los años 90, suponiendo la última gran revolución de la cirugía de cataratas. Es la cirugía de cataratas más realizada en todo el mundo, especialmente en los lugares en que se dispone de más medios económicos.

Los pasos que se siguen habitualmente para la realización de la facoemulsificación son éstos:

- Incisión corneal: habitualmente de 2,75 mm, aunque se puede operar a través de incisiones menores de 2 mm. Normalmente, un cirujano diestro la realiza hacia las XI horas, entre los 105-120°.
- Llenado de la cámara anterior con viscoelástico: para mantener el espacio necesario para trabajar durante la cirugía.
- Capsulorrexis circular continua CCC.
- Hidrodissección y rotación del núcleo.
- Facoemulsificación y aspiración del núcleo y las masas cristaliniianas: la emulsificación se realiza con la pieza de mano que emite ultrasonidos, mientras que la aspiración de masas suele realizarse con otra pieza de mano, diseñada para la irrigación-aspiración.
- Implante de LIO: habitualmente se realiza el implante de una LIO plegable en saco capsular en el que previamente se ha inyectado material viscoelástico.
- Lavado del material viscoelástico remanente de la cámara anterior y el saco capsular.
- Sellado de la incisión corneal: en el caso de las incisiones valvuladas muchas veces se produce el autosellado de las mismas, aunque en

ocasiones es necesario hidratar los bordes de la incisión o dar un punto de sutura con nylon 10/0.

Permite la realización de la cirugía a través de incisiones mucho más pequeñas, que casi no inducen astigmatismo, el implante de lente intraocular y un tiempo de recuperación mucho más corto que con otras técnicas.

5.4.6. IMPLANTE DE LENTES INTRA-OCULARES TÓRICAS PARA EL TRATA-MIENTO CONJUNTO DE LAS CATARATAS Y EL ASTIGMATISMO:

La primera lente intraocular LIO permanente la implantó Harold Ridley en Londres en 1950. Los materiales, la morfología y el lugar de implante de la lente han ido evolucionando desde entonces. La implantación de LIOs se generalizó en los años 80 y, sobre todo, los 90 del siglo XX.

Las primeras LIOs tóricas aparecieron a mediados de los años 90 del siglo pasado. Estas lentes añaden la corrección del astigmatismo a su potencia esférica, permitiendo el tratamiento simultáneo de las cataratas, el defecto refractivo esférico y el astigmatismo, en un solo tiempo quirúrgico, sin necesidad de actuar sobre la córnea, aparte de la incisión para la facoemulsificación, y sin tener que variar sustancialmente la técnica habitual para la cirugía de cataratas.

Suelen implantarse en pacientes con más de 1 ó 1,5 dioptrías de astigmatismo, situación que se da en el 15-25% de los pacientes que presentan cataratas.^{54,55,56,57,58,95,96,106,107}

La lente lleva incorporado un cilindro positivo, por lo que el eje de la misma deberá coincidir con el del meridiano más curvo de la córnea. Se implanta en saco capsular, debido a lo cual, en principio, están contraindicadas en roturas de cápsula posterior y en alteraciones zonulares, y es importante que no rote tras la cirugía.

Las lentes tóricas actuales pueden implantarse a través incisiones de 2,5 mm o incluso menores, que prácticamente no inducen astigmatismo. Sus resultados refractivos son predecibles y con ellas no hay regresión, algo que sí puede ocurrir en la cirugía incisional.

Si las lentes de que disponemos no alcanzan a corregir el astigmatismo del paciente, se puede asociar el implante de la LIO tórica a otras técnicas para el tratamiento del astigmatismo, como cirugía incisional o LASIK, en el mismo o en un segundo tiempo quirúrgico.^{54,55,56,57,58,108}

Es importante, cuando se va a implantar una lente tórica en un paciente con catarata y astigmatismo:^{54,55,56,57,58,59,60,109,106,107,110,111}

a) Estudiar el astigmatismo corneal:

Realizar queratometría y/o topografía corneal y no mirar sólo el astigmatismo refractivo total, que incluye tanto el corneal como el intraocular, que es cristaliniario principalmente.

b) Conocer el efecto astigmático de las propias incisiones:

Aunque en la actualidad la mayoría de las cirugías se realizan con incisiones de 2,75 mm o menos, que casi no inducen astigmatismo, conviene que el cirujano conozca el astigmatismo que suele causar con su técnica habitual, tanto si incide en el meridiano corneal más curvo como si lo hace en otro.

c) Efectuar el marcado previo a la cirugía del eje más curvo:

Hay que hacerlo con el paciente sentado en la lámpara de hendidura, para evitar el movimiento torsional del ojo que se produce cuando el paciente está tumbado.

Como alternativa se puede utilizar alguna referencia que nos indique cuál es ese eje, como algún vaso conjuntival cercano al limbo, un marcado en una fotografía o en un dibujo previo.

d) Realizar una técnica quirúrgica especialmente cuidadosa:

Es muy importante que el saco quede íntegro, sin rotura de la cápsula posterior ni daño en la zónula, ya que está contraindicado el implante de LIOs tóricas diseñadas para su implante en el saco, fuera de saco capsular.

Si la lente no permanece estable tras la cirugía y se mueve, su efecto corrector se verá muy alterado.

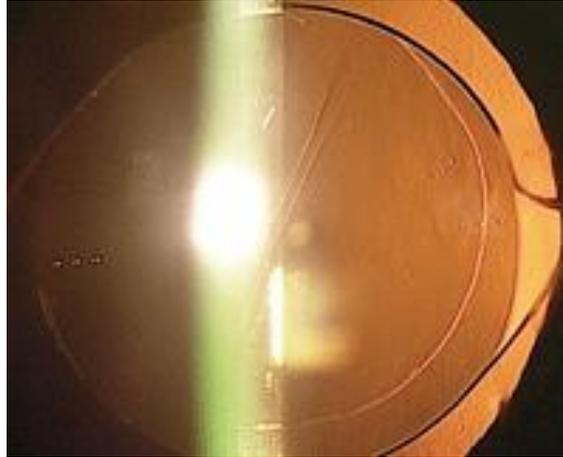


Fig. 30. LIO tórica implantada en saco capsular.

e) Alinear correctamente la lente con el eje corneal más curvo:

Si la lente se implanta en un eje diferente al más curvo o, si se implanta correctamente pero rota después de la cirugía, lo cual puede ocurrir principalmente en las primeras dos semanas tras la operación, pierde gran parte de su efecto corrector.

Se calcula que la LIO tórica disminuye un tercio su corrección por cada 10° de desviación respecto al eje más curvo y, si la rotación que se produce es mayor de 30° , puede aumentar el astigmatismo previo a la cirugía.

6. HIPÓTESIS DE TRABAJO:

6.1. HIPÓTESIS CONCEPTUAL:

En el tratamiento de pacientes afectos de catarata y astigmatismo queratométrico moderado, la facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO tórica en saco capsular obtiene mejores resultados refractivos que la facoemulsificación con incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo más implante de LIO en saco capsular.

6.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA:

En pacientes afectos de cataratas y un astigmatismo queratométrico preoperatorio de entre 1,5 y 2,5 dioptrías, la facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO tórica en saco capsular logra unos valores menores de astigmatismo refractivo postoperatorio que la facoemulsificación con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano más curvo.

6.3. HIPÓTESIS NULA:

La facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO tórica en saco capsular es tan eficiente para el tratamiento de los pacientes con cataratas y astigmatismo queratométrico moderado como la facoemulsificación con incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano más curvo más implante de LIO en saco capsular.

7. MATERIAL Y MÉTODOS:

7.1. DISEÑO:

En la elaboración de este trabajo se ha llevado a cabo un estudio de tipo **experimental**, en el que se han comparado dos técnicas quirúrgicas para el **tratamiento del astigmatismo moderado en pacientes afectos de cataratas**.

Se trata de un estudio **prospectivo**, con valoraciones realizadas tanto basalmente antes de la cirugía como después de la misma, y **longitudinal**, con múltiples observaciones efectuadas a cada sujeto a lo largo del experimento.

Las técnicas quirúrgicas comparadas han sido las siguientes:

- Facoemulsificación cristaliniiana con **incisiones corneales perforantes enfrentadas** en el meridiano más curvo de la córnea, con implante de una lente intraocular monofocal en el saco capsular.
- Facoemulsificación cristaliniiana con implante de una **lente intraocular monofocal tórica** en el saco capsular.

Los controles que se realizaron a los pacientes participantes en el estudio fueron los siguientes:

a) Visita inicial:

Valoración preoperatoria del paciente, para su incorporación al estudio, en la que se estudiaban:

- La agudeza visual AV sin corrección óptica en visión lejana medida con optotipo ETDRS.
- La AV con la mejor corrección óptica en visión lejana.

- La visión próxima VP con la mejor corrección óptica.
- El astigmatismo corneal medido con autorrefracto-queratómetro.
- El astigmatismo refractivo medido con autorrefracto-queratómetro.
- Examen del segmento anterior del globo ocular mediante biomicroscopía con lámpara de hendidura, así como toma de referencias anatómicas para utilizarlas como guía a la hora de colocar la LIO tórica en la cirugía.
- La sensibilidad al contraste, cuantificada mediante el sistema Sifimav[®].
- La capacidad funcional del paciente relacionada con la visión medida mediante el test VF-14.
- Contaje endotelial mediante microscopía especular.
- Biometría de no contacto utilizando el sistema IOL-Master[®].
- Canalización de la vía lagrimal.
- Examen de fondo de ojo mediante oftalmoscopia indirecta.
- Firma de consentimiento informado para la cirugía.

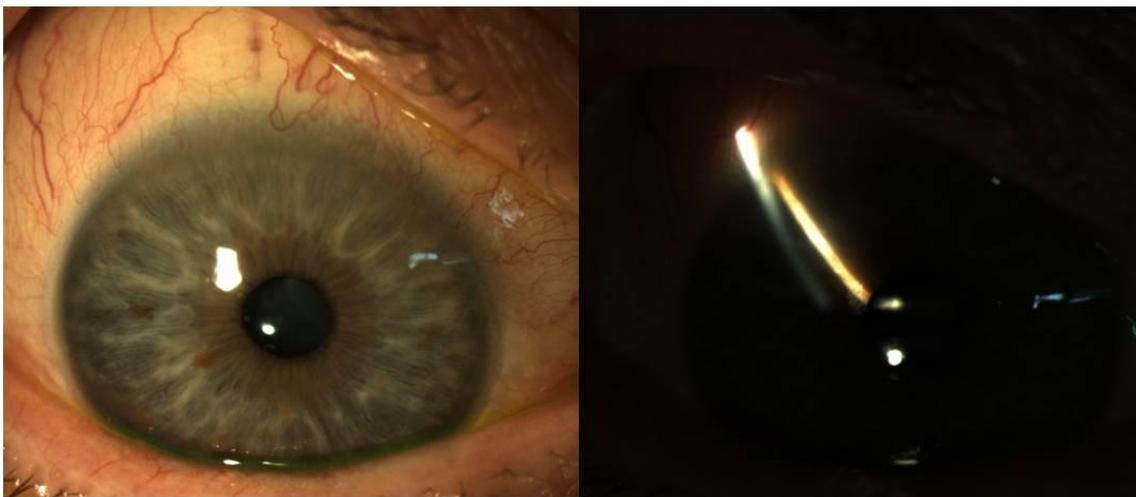


Fig.32. Identificación mediante lámpara de hendidura del vaso perforante que se utilizará como referencia en la cirugía.

b) Técnica quirúrgica:

Se realizó la facoemulsificación cristaliniiana siguiendo los siguientes pasos:

- Instilación de colirio anestésico de tetracaína. Anestésico doble[®] de laboratorios Alcon[®].
- Limpieza de la piel con solución povidona yodada al 10%. Betadine[®] monodosis 1gr en 10ml.
- Colocación del blefarostato.
- Instilación de colirio de povidona yodada diluída al 5%. Unidosis preparadas en farmacia.
- Paracentesis con cuchillete más inyección de lidocaína intracamerular y viscoelástico. Viscoelástico Viscoat[®] de laboratorios Alcon[®].
- Incisión principal con cuchillete de 2,75mm más capsulorrexis circular continua. En el meridiano más curvo en el caso de pacientes tratados con ICOs.
- Hidrodissección del núcleo cristaliniiano y rotación del mismo.
- Facoemulsificación cristaliniiana y aspiración de masas utilizando la pieza de mano y el irrigador-aspirador del sistema Infiniti[®] Vision System de Alcon[®].
- Inyección de viscoelástico Provisc[®] de laboratorios Alcon[®] en saco capsular.
- Colocación de la LIO en saco capsular utilizando inyector a través de la incisión principal.
- Alineamiento de la LIO con el eje más curvo de la córnea en pacientes con implante de una LIO tórica.
- Realización de la ICO en pacientes con cirugía con ICOs.
- Aspiración del material viscoelástico con el irrigador-aspirador.

- Inyección de acetilcolina y de cefuroxima 0,1cc intracamerular preparada en la farmacia hospitalaria.

- Instilación de los colirios de pilocarpina, de antibióticos y de corticoides. Colircusi[®] Pilocarpina y Tobradex[®] de laboratorios Alcon[®] y Chibroxin[®] de laboratorios Thea[®].

- Cura oclusiva.

c) Primer control postoperatorio, realizado una semana después de la cirugía, en el que se valoraban:

- La agudeza visual AV en visión lejana con la mejor corrección óptica.

- La AV en visión lejana sin corrección óptica.

- La VP con la mejor corrección óptica.

- El astigmatismo corneal.

- El astigmatismo refractivo.

d) Segundo control postoperatorio, hecho un mes tras la cirugía, para valorar los siguientes parámetros:

- La agudeza visual AV en visión lejana con la mejor corrección óptica.

- La AV en visión lejana sin corrección óptica.

- La VP con la mejor corrección óptica.

- El astigmatismo corneal.

- El astigmatismo refractivo.

e) Último control postoperatorio, que tenía lugar a los 6 meses de la operación y en el que se estudiaban las siguientes variables:

- La agudeza visual AV en visión lejana con la mejor corrección óptica.
- La AV en visión lejana sin corrección óptica.
- La VP con la mejor corrección óptica.
- El astigmatismo corneal.
- El astigmatismo refractivo.
- La sensibilidad al contraste.
- La capacidad funcional del paciente relacionada con la visión.
- La dependencia o no de las gafas para la realización de las actividades de la vida diaria.

7.2. SUJETOS Y CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL:

Los sujetos participantes en el estudio se seleccionaron de entre aquellos remitidos a nuestro centro hospitalario por presentar cataratas.

La **población diana** incluía a todos los pacientes que iban a ser intervenidos de cataratas del Sector Sanitario Zaragoza III de Aragón, que tiene al Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, de Zaragoza, como centro de referencia.

Para el cálculo del **tamaño muestral**, se tuvo en cuenta el número de pacientes operados de cataratas en el Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza en los últimos 10 años.

Año	Pacientes operados
2001	1484
2002	1683
2003	1454
2004	1080
2005	976
2006	1276
2007	1340
2008	1494
2009	1555
2010	1672

Tabla 1. Cirugías de cataratas realizadas anualmente en el HCU “Lozano Blesa” en la década de 2001-2010.

La media de pacientes operados cada año fue de 1401,4. Partiendo de ese dato, con un 5% de margen de error y un 95% de nivel de confianza, el tamaño muestral requerido era de **302 pacientes**. Si se aumentaba el margen de error a un 10% y se disminuía el nivel de confianza al 90%, el tamaño muestral requerido disminuía a **65 pacientes**.

Los individuos incluidos en el estudio fueron los que, además de pertenecer a la población diana, cumplían los siguientes **criterios de inclusión**:

- Edad mayor de 18 años.
- Presentar cataratas clínicamente significativas. Se consideraban cataratas clínicamente significativas aquellas en la que el paciente presentaba una agudeza visual lejana con la mejor corrección óptica inferior a 0,5 en la escala decimal o menos de 20/40 en la escala de Snellen. Asimismo, y de manera excepcional, se incluyeron a aquellos pacientes que, a pesar de alcanzar una visión superior, referían una pérdida de visión tal que les provocaba una dificultad importante en la realización de sus actividades diarias.
- Astigmatismo corneal de entre 1,5 y 2,5 dioptrías.
- Firmar el consentimiento informado para la cirugía de cataratas y, en su caso, para el implante de LIO tórica.
- Saber leer, para poder realizarles la exploración de agudeza visual con el optotipo ETDRS.



HOSPITAL CLÍNICO
UNIVERSITARIO
"LOZANO BLESA"

Avda. San Juan Bosco, 15
50009-ZARAGOZA

1^{er} Apellido: _____

2^o Apellido: _____

Nombre _____ n^o Historia

Fecha _____ Cama: _____ Servicio _____

AUTORIZACIÓN DE
TÉCNICAS DE RIESGO

AUTORIZACIÓN TÉCNICAS DE RIESGO

CATARATA

La operación a que usted se va a someter consiste en la extracción del cristalino opaco (catarata), con o sin colocación de un cristalino artificial o lente intraocular.

Existen riesgos importantes, aunque poco frecuente, derivados de la anestesia, ya sea local o general, pudiendo ocurrir un coma irreversible por depresión del sistema nervioso central, e incluso el fallecimiento por fallo cardio-respiratorio.

Asimismo, pueden ocurrir complicaciones graves derivadas de la propia intervención, como la pérdida del globo ocular por hemorragia expulsiva o por infección grave (panoftalmía).

Existen posibles complicaciones graves que en algunos casos pueden requerir una segunda intervención quirúrgica para intentar solucionarlas, como pueden ser la queratopatía bullosa o alteración corneal que precisaría un trasplante; el desprendimiento de retina que puede ser favorecido por la intervención de catarata; el glaucoma o subida de tensión ocular; la rotura de sutura con apertura de la herida; pérdida de vítreo; cicatriz que filtre; enfermedades retinianas (maculopatías) existentes previamente o secundarias a la operación y que impedirían la recuperación visual. También podría producirse tras la intervención la caída del párpado (ptosis), que podría precisar de cirugía correctora.

Por su situación actual pueden aumentar tanto el riesgo como la posibilidad de complicaciones, tales como

.....

Alternativas a esta intervención

.....

Si en el momento del acto quirúrgico surgiera algún imprevisto, el equipo médico podrá variar la técnica quirúrgica programada.

He comprendido las explicaciones, que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo; y el médico que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

Se me ha informado de los riesgos posibles de la anestesia que se me va a aplicar.

También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo el alcance y los riesgos del tratamiento.

CONSENTIMIENTO

D. / Dñamanifiesta que ha recibido información suficiente y en términos comprensibles para tomar la decisión de acuerdo con su propia y libre voluntad y **presta su consentimiento y autorización** a la práctica de la intervención reseñada.

En Zaragoza adede

Firma del Médico
(nº colegiado)

Firma del paciente o representante legal

DENEGACIÓN DE CONSENTIMIENTO:

D. / Dña decido no dar mi consentimiento para que se efectúe la intervención reseñada. Me han sido explicadas, entiendo y asumo las repercusiones que esta decisión pudiera ocasionar sobre la evolución del proceso

En Zaragoza a..... dede

Firma del paciente o representante legal

REVOCACIÓN

D. / Dña retiro mi consentimiento prestado anteriormente, sin que sea necesario aducir justificación alguna.

En Zaragoza adede

Firma del paciente o representante legal

Fig. 32. Modelo de consentimiento informado empleado en el estudio para la cirugía de cataratas.

No fueron incluidos en el estudio aquellos pacientes que, aún formando parte de la población diana, presentaban alguno de los siguientes **criterios de exclusión**:

- Rechazo del paciente a la firma del consentimiento informado.
- Astigmatismo corneal irregular. Se consideraba irregular el astigmatismo presente en pacientes con invasión corneal por pterigion o con leucomas o cicatrices corneales. En los casos dudosos, se realizaba una valoración del astigmatismo corneal con el sistema de diagnóstico Orbscan II[®].
- Imposibilidad de realizar la biometría con IOL-Master.
- Diferencia mayor de 0,25 D entre el astigmatismo corneal medido con el autoquerato-refractómetro y el IOL-Master.
- Diferencia mayor de 5 grados entre el autoquerato-refractómetro y el IOL-Master en la medición del ángulo del astigmatismo corneal.
- Antecedente de cirugía ocular en los 6 meses anteriores a la operación de cataratas.
- Cualquier cirugía previa que afectara a la córnea: LASIK, pterigion con invasión de la córnea, queratoplastia....
- Inestabilidad del saco capsular: debilidad zonular, pseudoexfoliación capsular, catarata traumática...
- Patologías oculares capaces de mermar la capacidad visual del paciente: retinopatía diabética, glaucoma, maculopatía...
- Pérdida del seguimiento del paciente a lo largo de las visitas posteriores a la cirugía.

CONSENTIMIENTO INFORMADO:

CIRUGÍA ANASTIGMÁTICA INCISIONAL

LEY 41/2002, BÁSICA REGULADORA DE LA AUTONOMÍA DEL PACIENTE Y DE DERECHOS Y OBLIGACIONES EN MATERIA DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN CLÍNICA (BOE 15-11-02)

¿Qué son las alteraciones en la refracción?

En un ojo normal la imagen exterior es modificada por la córnea y el cristalino para converger (enfocar) en la retina. Generalmente el ojo *miope* es más grande situando la imagen delante de la retina, el ojo *hipermétrope* es más pequeño situando la imagen detrás de la retina y en el *astigmatismo* se presenta una alteración en la curvatura corneal.

Las técnicas de cirugía refractiva tienen como finalidad reducir o eliminar la dependencia de corrección óptica (gafas o lentillas), no actuando sobre el resto de estructuras internas del ojo, como la retina, que pueden presentar alteraciones previas e independientes de la cirugía.

¿En qué consiste la cirugía refractiva, Anastigmática incisional?

Esta intervención consiste en realizar cortes profundos en la córnea con la finalidad de **modificar la potencia refractiva de la córnea** para la corrección del astigmatismo, asociado o no a otras alteraciones de la refracción.

La técnica quirúrgica se realiza habitualmente con **anestesia local** y consiste en realizar una serie de cortes en la córnea respetando la zona central. Se practica en quirófano con las medidas de esterilidad necesarias. Es importante la **colaboración del paciente**.

Después de la cirugía pueden aparecer molestias, fotofobia, lagrimeo, enrojecimiento ocular..., que desaparecen con el tiempo y tratamiento adecuado.

La **evolución postoperatoria** habitualmente permite la incorporación a actividades cotidianas de forma rápida que le irá comentando el oftalmólogo. Precisa tratamiento con colirios y ocasionalmente tratamiento general.

Complicaciones que pueden aparecer después de la Cirugía Refractiva Anastigmática Incisional

Hay que tener presente que aunque estamos ante una técnica de eficacia suficientemente contrastada en gran número de pacientes, no está exenta de potenciales complicaciones.

Durante la cirugía se pueden producir perforaciones que pueden precisar sutura.

Otras complicaciones más tardías: visión de halos con las luces (más por la noche) que pueden dificultar la conducción, borrosidad en la imagen, infecciones...

Existen descritas otras complicaciones infrecuentes no incluidas en este texto dada su extensión, que podrán ser comentadas por su oftalmólogo si usted lo desea.

Los resultados previstos se basan en tablas estadísticas, teniendo en cuenta el proceso de cicatrización es característico de cada persona, puede ser necesario volver a operar para conseguir la mejor visión posible, *sin que ello se considere una complicación.*

Consideraciones sobre la Cirugía Refractiva Anastigmática Incisional

La agudeza visual que pretendemos conseguir después de la cirugía no será superior a la previa con corrección óptica.

La visión puede no recuperarse aunque la operación sea satisfactoria si existe lesión en otras partes del globo ocular, alteraciones en la retina, patología del nervio óptico, ojo vago, etc.

La cirugía trata el defecto refractivo actual pero no previene variación futura de la refracción.

Aunque la cirugía refractiva puede conseguir que el paciente no dependa de corrección óptica para sus actividades cotidianas, requiere un seguimiento adecuado y periódico independientemente del hecho de estar operado, puesto que la presencia de defectos refractivos elevados conlleva una patología específica asociada.

Puede ser necesaria una corrección óptica (gafas o lentillas) después de la cirugía para conseguir la mejor visión posible, y también se puede necesitar gafas para la visión cercana (p.ej, lectura) en mayores de 40 años (presbicia). Existen limitaciones legales de carácter temporal en cuanto a la conducción de vehículos después de la cirugía.

Alternativas a la Cirugía Refractiva Anastigmática Incisional

La cirugía refractiva Anastigmática Incisional pretende reducir o eliminar la dependencia de corrección óptica, gafas o lentillas. Existen otras técnicas de cirugía refractiva que le puede comentar su oftalmólogo, así como seguir utilizando sus gafas o lentillas.

D/ª: _____	Fecha: _____
<p>He comprendido la naturaleza de la operación que me ha sido explicada satisfactoriamente por el médico oftalmólogo. La cirugía descrita es una de las indicaciones establecidas en Oftalmología para la solución de mi problema no existiendo contraindicación para su realización, así pues de forma voluntaria:</p> <p>Doy mi consentimiento para que se me realice la Cirugía Refractiva Anastigmática Incisional, así como las maniobras u operaciones que sean necesarias durante la intervención quirúrgica.</p> <p><i>Doy mi consentimiento</i> para que se me administre la anestesia que se considere adecuada para la operación así como las medidas complementarias oportunas.</p> <p><i>Doy mi consentimiento</i> para que se puedan realizar fotografías o grabar la intervención así como su utilización con fines didácticos o científicos. Nunca se identificará el nombre del paciente o sus familiares en las grabaciones.</p> <p><i>Doy mi consentimiento</i> para que a la cirugía pueda asistir personal autorizado.</p> <p>He informado al médico oftalmólogo de mis enfermedades generales y oculares, para la valoración de las posibles contraindicaciones. En mujeres se debe informar si está embarazada o en periodo de lactancia.</p> <p>Puedo retirar la autorización para la cirugía si lo estimo oportuno, sin que ello repercuta en los cuidados médicos.</p> <p><i>Soy consciente de que no existen garantías absolutas de que el resultado de la cirugía sea el más satisfactorio.</i></p> <p>Información complementaria solicitada y/o circunstancia especial..... </p>	
FIRMA DEL MÉDICO	FIRMA DEL PACIENTE
Institución/Clinica/Dr.	
<p>TUTOR LEGAL O FAMILIAR : Debido a que el paciente ha sido considerado no capacitado para aceptar o rechazar la cirugía descrita, por todo ello YO:</p>	
D/ª _____	DNI _____
<p>como _____ doy mi consentimiento para que se realice la operación, asumiendo los riesgos y complicaciones que puedan aparecer. Puedo retirar este consentimiento cuando en bien del paciente lo estimo oportuno.</p>	
FIRMA DEL TUTOR O FAMILIAR	

* Este documento forma parte de los consentimientos informados elaborados por la Sociedad Española de Cirugía Ocular Implanto-Refractiva (S.E.C.O.I.R.).

Fig. 33. Consentimiento informado empleado para la cirugía anastigmática corneal incisional.

Los pacientes fueron asignados a los grupos de LIO tórica o ICO de manera aleatoria. Para su **aleatorización** se usó un **generador de números aleatorios** que mostraba los números 0 ó 1. Si el número mostrado era el 0, el paciente era asignado al grupo de ICO y, si era el 1, al de las LIOs tóricas.

7.3. MATERIALES:

A lo largo de las sucesivas visitas realizadas a los pacientes, se han utilizado múltiples instrumentos y aparatos, de entre los cuales cabe destacar los siguientes.

7.3.1. CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDAD FUNCIONAL:

El cuestionario Visual Functioning 14, o **VF-14**, es uno de los instrumentos más utilizados para valorar la capacidad funcional relacionada con la visión en la práctica clínica. Fue diseñado para valorar el grado de repercusión funcional de la catarata en la vida de los pacientes y la eficacia de su cirugía, así como en otras enfermedades oftalmológicas como la degeneración macular asociada a la edad o el glaucoma. Ha demostrado ser un test válido, fiable y sensible a los cambios clínicos.

Se trata de una encuesta de 14 preguntas que debe contestar el paciente y que cuantifican el grado de afectación de los distintos aspectos de la función visual:

- Visión de lejos.
- Visión de cerca.
- Precisión y claridad visual.
- Conducción diurna.
- Conducción nocturna.

En cada una de las preguntas, el paciente debe contestar sobre el grado de dificultad que encuentra para realizar ciertas actividades, cuando las lleva a cabo con su mejor corrección óptica. En función de la respuesta dada, cada pregunta obtendrá un número de puntos que se sumará al de las demás respuestas.

Las posibles respuestas que puede dar son:

- Ninguna dificultad para llevar a cabo la actividad. Se le asigna un valor de 4 puntos.
- Poca. 3 puntos.
- Bastante. 2 puntos.
- Mucha. 1 punto.
- Incapaz de hacerlo. 0 puntos.
- No lo hago por otras razones. La pregunta no se tendrá en cuenta a la hora de realizar la suma final de puntos.

Para obtener la puntuación final del cuestionario se debe calcular el promedio de las respuestas válidas, es decir, excluyendo las preguntas no respondidas y las respuestas “no lo hago por otras razones” y multiplicarlo por 25. Así se obtiene una puntuación entre 0 y 100, siendo el 100 la mejor función visual posible y 0 la peor.

1. A causa de la vista, ¿cuánta dificultad tiene para leer letras pequeñas como la guía telefónica, los nombres de los medicamentos o las etiquetas de artículos de comida, incluso llevando gafas?

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

2. A causa de la vista, ¿cuánta dificultad tiene para leer un periódico o un libro?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

3. A causa de la vista, ¿cuánta dificultad tiene para leer letras grandes de un libro o de un periódico o los números del teléfono?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

4. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para reconocer personas cuando están cerca de usted?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

5. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para ver escalones, peldaños o el bordillo de la acera?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

6. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para leer letreros de las calles y tiendas, los números de las casas o ver los semáforos?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

7. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para hacer trabajos manuales finos como coser, arreglar un enchufe o clavar un clavo?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

8. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para hacer crucigramas, rellenar un impreso, o hacer una quiniela?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

9. A causa de la vista, ¿cuánta dificultad tiene para jugar a las cartas, al dominó o al bingo?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

10. A causa de la vista, ¿cuánta dificultad tiene para participar en actividades como la petanca, buscar setas, cuidar plantas, mirar escaparates?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

11. A causa de la vista, ¿cuánta dificultad tiene para cocinar?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

12. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para ver la televisión?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

13. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para conducir de día?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

14. A causa de la vista ¿cuánta dificultad tiene para conducir de noche?, incluso llevando gafas.

4. Ninguna **3.** Poca **2.** Bastante **1.** Mucha **0.** Incapaz de hacerlo **9.** No lo hago por otras razones

Fig. 34. Versión española del Visual functioning 14 (VF-14), adaptada del inglés por J. Alonso y M. Espallargues.

7.3.2. OPTOTIPO:

La medición de la agudeza visual es el principal parámetro estudiado en la práctica clínica diaria para la valorar la necesidad de una determinada intervención quirúrgica, estudiar el resultado de la misma, así como para seguir la evolución de la función visual de los pacientes.

La agudeza visual espacial se define como la capacidad de distinguir los elementos separados de un objeto e identificarlos como un todo. Se cuantifica como el ángulo mínimo de separación entre dos objetos que permite percibirlos como objetos separados.

Desde hace décadas, el **optotipo** del Early Treatment Diabetic Retinopathy Study **ETDRS** ha sido ampliamente utilizado y considerado como el *gold standard* en multitud de estudios clínicos en oftalmología. Es un optotipo formado por líneas de 5 letras cada una. El espacio entre las letras y las filas se relaciona con el grosor y el tamaño de las letras, que va disminuyendo progresivamente.

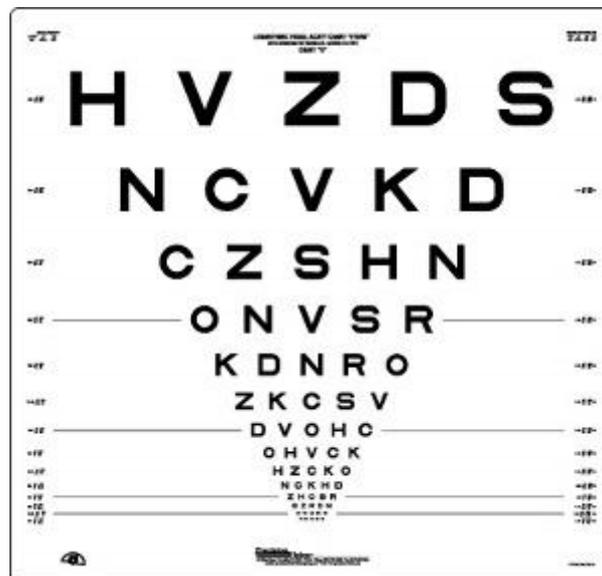


Fig. 35. Optotipo Early Treatment Diabetic Retinopathy Study ETDRS.

Los resultados de agudeza visual pueden anotarse de diferente manera, según la escala que se utilice para su valoración.

Algunas de las anotaciones más utilizadas en los estudios oftalmológicos y la práctica clínica habitual son las siguientes:

- logMAR: logaritmo del ángulo mínimo de resolución que el paciente precisa para identificar los elementos de una letra. La agudeza visual considerada normal se anota como 0.00

- Escala de Snellen: se expresa como un quebrado, en el que el numerador es la distancia a la que se realiza el test, expresada en metros o en pies, y el denominador la distancia a la que el paciente debería poder ver el carácter más pequeño que ha leído si su agudeza visual fuera la normal. La agudeza visual normal se anota como 20/20 si es expresada en pies ó 6/6 si lo es en metros.

- Escala decimal: es el resultado de la división de la escala de Snellen. La agudeza visual normal, por lo tanto, se anota como 1.00

- Valor de agudeza visual VAR: es un sistema empleado con frecuencia en investigación, que utiliza el valor de logMar y el número de letras leídas por el paciente en el optotipo ETDRS. La agudeza visual normal se corresponde con un valor de 100 en la escala VAR.

Snellen (m)	Snellen (ft)	Decimal	LogMAR	VAR
6/3	20/10	2,00	-0,3	115
6/3,75	20/12,5	1,60	-0,2	110
6/5	20/16	1,25	-0,1	105
6/6	20/20	1,00	0,0	100
6/7,5	20/25	0,80	+0,1	95
6/10	20/32	0,63	+0,2	90
6/12	20/40	0,50	+0,3	85
6/15	20/50	0,40	+0,4	80
6/20	20/63	0,32	+0,5	75
6/24	20/80	0,25	+0,6	70
6/30	20/100	0,20	+0,7	65
6/38	20/125	0,16	+0,8	60
6/48	20/160	0,125	+0,9	55
6/60	20/200	0,1	+1,0	50

Fig. 36. Tabla de conversión de la agudeza visual.

7.3.3. SISTEMA DE VALORACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE:

La sensibilidad al contraste es una variable importante para el estudio de la función visual, aunque con frecuencia es subestimada. La agudeza visual suele explorarse con optotipos que muestran un contraste muy marcado de las letras contra la tabla en que se muestran. Sin embargo, en la vida diaria, la mayoría de las tareas se llevan a cabo en condiciones de bajo contraste.

El estudio de la sensibilidad al contraste es útil en la valoración de muchas alteraciones oculares, como las cataratas o la neuritis óptica, aunque también se ve influida por el tamaño pupilar, enfermedades corneales, patología retiniana, el glaucoma o la ambliopía. En concreto, en cataratas incipientes, se puede ver una afectación importante de la sensibilidad al contraste incluso conservando una agudeza visual normal.

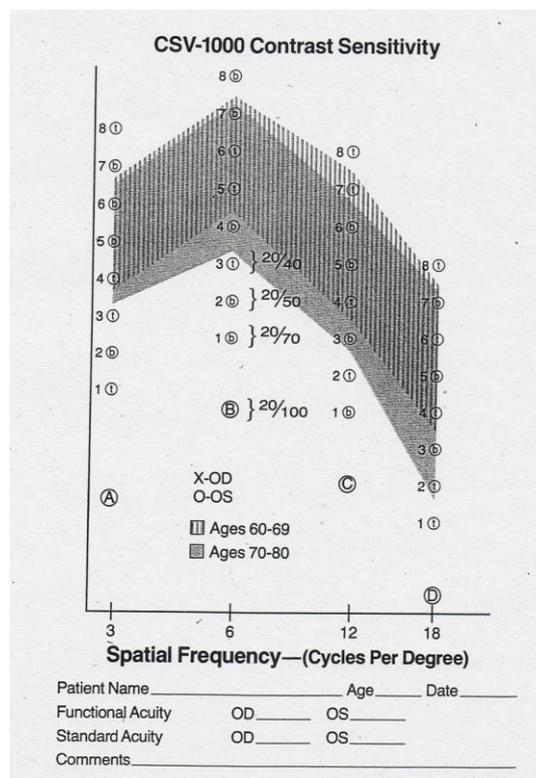


Fig. 37. Gráfica para el registro de la sensibilidad al contraste.

Para explorar la sensibilidad al contraste suelen utilizarse sinusoides con diferente frecuencia espacial y nivel de contraste, con el aspecto de diagramas de barras con los bordes suavizados. Los contrastes más visibles son los de las frecuencias medias. Los resultados obtenidos se anotan en una gráfica, obteniéndose una curva de sensibilidad al contraste, que mostrará el nivel de contraste percibido por el paciente frente a los valores considerados normales para cada frecuencia espacial.

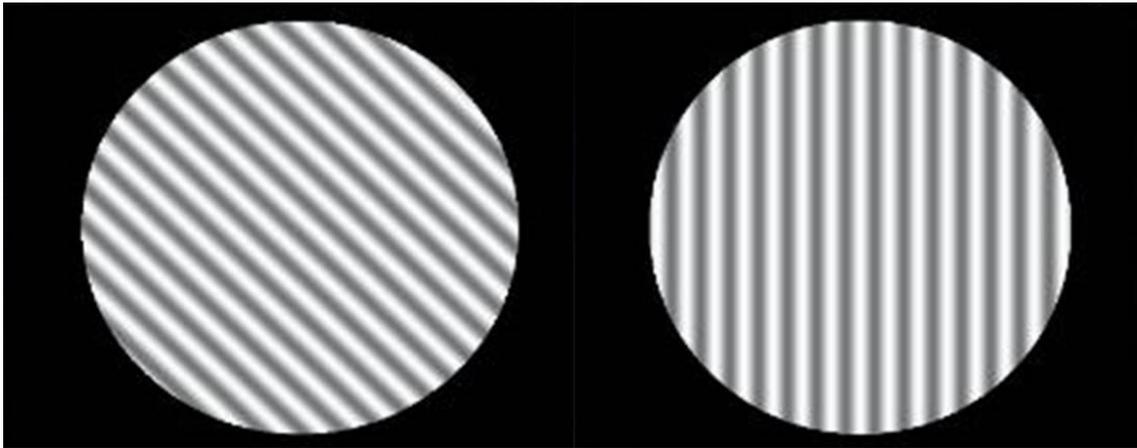


Fig. 38. Sinusoides para la valoración de la sensibilidad al contraste.

En nuestro estudio se utilizó el test de sensibilidad al contraste del sistema **SIFIMAV**[®] para la valoración cuantitativa y cualitativa de la visión. Con este dispositivo se midió la sensibilidad al contraste a 2 metros con sinusoides de 5 frecuencias espaciales diferentes: 1,5 – 3 – 6 – 12 y 18 ciclos respectivamente. Para cada frecuencia hay 8 niveles distintos de sensibilidad al contraste, en que las barras aparecen rectas o inclinadas a derecha o izquierda con un nivel progresivamente creciente de difuminado.

7.3.4. SISTEMA DE CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA LENTE INTRAOCULAR:

Un cálculo acertado de la potencia de la LIO que se va a implantar es crucial para lograr un buen resultado refractivo y funcional tras la cirugía de cataratas, y así conseguir mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Existen multitud de dispositivos diseñados para el cálculo de dicha potencia dióptrica, los cuales utilizan principalmente los datos relativos a la **longitud axial** ocular y a la **curvatura corneal** para, utilizando determinadas fórmulas matemáticas, realizar el cálculo de la LIO que acercará más a la emetropía al ojo operado.

El biómetro **IOL Master**[®] (Carl Zeiss Meditec) es un dispositivo óptico de no contacto que realiza la medida de la distancia entre el vertex corneal y el epitelio pigmentario de la retina mediante interferometría de coherencia parcial, a diferencia de los biómetros de contacto “clásicos”, que llevan a cabo la biometría a través de un *A-scan* de ultrasonidos.

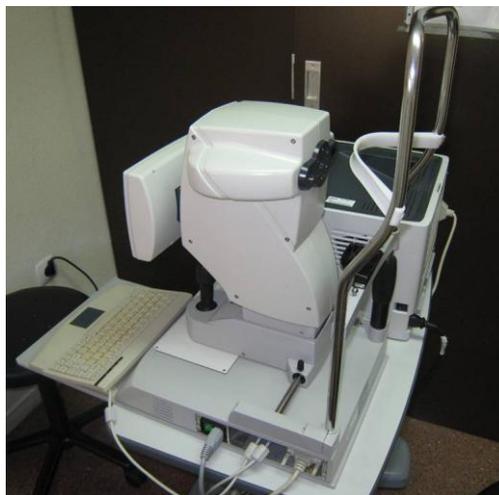


Fig. 39. El IOL-Master[®] fue el biómetro utilizado en el estudio.

El IOL Master presenta una mayor precisión para la biometría que los biómetros ultrasónicos, cuya máxima resolución está en torno a los 0,1-0,12 mm. El parámetro *Signal-to-Noise Ratio* SNR indica el grado de fiabilidad de la medición de longitud axial obtenida; cuando su valor supera el 2.0 se puede considerar que la medición es suficientemente fiable.

Pese a todo, se trata de un sistema con limitaciones, ya que no es capaz de medir correctamente la longitud axial en casos de opacidad de medios importante, como ocurre en cataratas muy densas, leucomas corneales o hemorragias vítreas.

Tras la biometría, el propio aparato permite realizar la queratometría y, posteriormente, el cálculo de la LIO que se implantará en el ojo del paciente operado, utilizando para ello cualquiera de las fórmulas que el sistema proporciona para ello. En nuestro estudio, la fórmula de cálculo utilizada fue la **SRK-T**.

7.3.5. AUTORREFRACTO-QUERATÓMETRO:

Los refractómetros automatizados o autorrefractómetros realizan de manera automática la medición tanto del astigmatismo total o refractivo como del defecto esférico. Los querato-refractómetros automatizados miden además la potencia dióptrica de K y los radios de curvatura (en milímetros) en los 3 milímetros centrales corneales, permitiendo comparar la medida del astigmatismo corneal con el total medido por el mismo instrumento.

Es un método de medición objetivo que requiere muy poca colaboración por parte del paciente.

El valor más elevado de K indica cuál es el meridiano más curvo de la córnea, mientras que la K más baja se refiere al meridiano más plano o de menor refracción y con el eje del cilindro expresado en negativo en la fórmula de refracción. La diferencia entre la K más alta y la más baja nos proporciona la magnitud del astigmatismo corneal.



Fig. 40. Autorrefractómetro-queratómetro KR-8100 (Topcon®).

En el presente estudio, se usó el autorrefractómetro-queratómetro KR-8100 (Topcon®) en todas las visitas, antes y después de la cirugía, para la medición tanto del astigmatismo refractivo como del corneal.

7.3.6. PERSONALIZACIÓN DE LA LIO TÓRICA:

El ajuste preciso o personalización de la LIO tórica que se va a implantar a un paciente es, si cabe, aún más trascendental que el requerido para una LIO no tórica ya que, además del defecto esférico del paciente, se busca compensar su astigmatismo corneal, de modo que el resultado refractivo final sea óptimo.

La LIO tórica utilizada en este estudio ha sido, en todos los casos, la lente AcrySof Toric[®] SN60T (Alcon).

Para realizar un cálculo preciso de la LIO tórica que hay que implantar a cada paciente, existe una herramienta, la **calculadora de la LIO** AcrySof[®] tórica o IOL-calculator, cuyo enlace web, a fecha 1 de agosto de 2012 era:

<http://www.acrysoftoriccalculator.com/Calculator.aspx>

En dicha página web, tras elegir el país desde el que se trabaja y el idioma, y aceptar las condiciones de uso de la calculadora, se introduce una serie de datos para realizar el cálculo ajustado de la LIO:

- Ojo que se va a operar.
- K plana en dioptrías o milímetros.
- Ángulo del eje más plano.
- K curva en dioptrías o milímetros.
- Ángulo del eje más curvo.
- Potencia esférica de la LIO que hay que implantar, con un rango comprendido entre +6 y +30 dioptrías.
- Ángulo en que se realiza la incisión.
- Astigmatismo inducido quirúrgicamente: 0,5 D por defecto, 0,25 D en el presente caso.

Alcon TORIC SINGLE-PIECE NATURAL IOL		Alcon CE	
Por favor, revise la información preoperatoria y presione continuar.			
Nombre del Médico	JAC		
Nombre del Paciente	PT		
Información adicional del Paciente (I.D., Caso, etc.)			
Selección del ojo	<input type="radio"/> OD (Derecho) <input checked="" type="radio"/> OI (Izqdo)		
Notación K	<input checked="" type="radio"/> Dioptrías <input type="radio"/> Milímetros		
K plana	42.50	35.00D ~ 50.00D	
en eje plano	45	0° ~ 180°	
K curva	44.25	35.00D ~ 50.00D	
en eje curvo	135	0° ~ 180°	
Potencia esférica de la LIO (P-IOL)	21.5 D	6.0 D ~ 30.0 D	
Astigmatismo inducido quirúrgicamente (SIA)	0.25	Por defecto 0.50 0,00D ~ 2,00D	
Ubicación de la incisión (IL)	115	0° ~ 360°	
<input type="button" value="Continuar"/>			
V: 3.4.3			
Tutorial Ayuda País Política de Privacidad y Condiciones Legales			

Diagrama de un ojo humano que muestra la curvatura corneal y la posición de la LIO. Se indican los ejes plano y curvo, la incisión y los ángulos de referencia (90°, 180°, 270°, 0°).

Flat K: 42.50D @ 45° Steep K: 44.25D @ 135°
P-IOL: 21.5D SIA: 0.25D IL: 115° [V3.4.3]
1093104870556843267175422245 8/2/12 5:18:10

Eje curvo
Eje plano
Incisión

Fig. 41. Captura de pantalla que muestra la calculadora online para LIOs tóricas de Alcon®.

Una vez introducidos dichos datos y tras ser procesados por la calculadora, aparece un gráfico que indica las características del ojo que se va a operar, con los ejes más curvo y más plano, la incisión y los datos de curvatura corneal. Cuando se pulsa la tecla “continuar”, se muestra la LIO que hay que implantar, con un gráfico que muestra el eje con que hay que alinearla para que compense adecuadamente el astigmatismo corneal del paciente, así como su potencia de cilindro en plano corneal y en plano de la LIO y su equivalente esférico.

7.4.PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS:

La recogida de datos, así como su posterior procesamiento, se han realizado siguiendo los procedimientos y métodos que a continuación se describen.

7.4.1. RECOGIDA DE DATOS Y SEGUIMIENTO DE LOS PACIENTES:

Las intervenciones quirúrgicas, tanto las realizadas con implante de LIOs tóricas como las hechas con ICOs, fueron llevadas a cabo en todos los casos por un mismo cirujano (J.A.C.).

La recogida de datos, en todas las visitas de los pacientes, ha sido efectuada por una única persona (J.M.), que llevó a cabo las siguientes tareas:

a) Visita inicial, que incluía:

- Estudio preoperatorio de los pacientes.
- Inclusión de los mismos en el estudio.
- Toma de referencias anatómicas para utilizarlas como guía para la colocación de la LIO tórica en la cirugía.
- Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión prequirúrgica.
- Sensibilidad al contraste previa a la cirugía.
- AV lejana con la mejor corrección óptica.
- AV lejana sin corrección óptica.
- Visión próxima con la mejor corrección óptica.
- Astigmatismo corneal.
- Astigmatismo refractivo.

b) Primer control postoperatorio, una semana después de la cirugía, en el que se valoraban:

- AV lejana con la mejor corrección óptica.
- AV lejana sin corrección óptica.
- Visión próxima con la mejor corrección óptica.
- Astigmatismo corneal.
- Astigmatismo refractivo.

c) Segundo control postoperatorio, que tenía lugar un mes tras la operación, para estudiar:

- AV lejana con la mejor corrección óptica.
- AV lejana sin corrección óptica.
- Visión próxima con la mejor corrección óptica.
- Astigmatismo corneal.
- Astigmatismo refractivo.

d) Tercer control postoperatorio, a los 6 meses de la cirugía, para estudiar:

- AV lejana con la mejor corrección óptica.
- AV lejana sin corrección óptica.
- Visión próxima con la mejor corrección óptica.
- Astigmatismo corneal.
- Astigmatismo refractivo.
- Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión postquirúrgica.

- Sensibilidad al contraste posterior a la cirugía.
- Dependencia o no de las gafas para las actividades de la vida diaria.

7.4.2. VARIABLES ESTUDIADAS:

Las variables que se han utilizado en el estudio, tanto “originales”, como “secundarias”, que fueron calculadas a partir de las originales, son las que se enumeran a continuación:

- Orden: variable numérica utilizada exclusivamente para la ordenación de los pacientes.

- Sexo: variable categórica.

- Día de nacimiento: variable de fecha, utilizada para el cálculo de la edad del paciente en el momento de la intervención quirúrgica.

- Día de la cirugía: variable de fecha, usada para obtener la edad del paciente, junto con el día de nacimiento. También utilizada para el cálculo del tiempo de seguimiento.

- Fecha del alta: variable de fecha, utilizada para el cálculo del tiempo de seguimiento de cada paciente, junto con el día de la cirugía.

- Edad: variable secundaria, calculada a partir del día de nacimiento y el día de la cirugía. Cuantitativa, continua.

- Tiempo de seguimiento: variable secundaria, obtenida a través del día de la cirugía y la fecha del alta. Cuantitativa, continua.

- Ojo: variable categórica.

- Tratamiento: categórica, para informar si el paciente fue tratado mediante ICOs o implante de LIO tórica.

- Defecto esférico preoperatorio: variable cuantitativa, continua, para expresar la refracción esférica en dioptrías, es decir, el error miópico o hipermetrópico que presentaba el paciente antes de ser operado.

- Cilindro refractivo preoperatorio: variable cuantitativa y continua, que muestra el astigmatismo refractivo en dioptrías de cada paciente antes de la operación.

- Ángulo refractivo preoperatorio: ángulo en grados del astigmatismo refractivo preoperatorio. Variable cuantitativa continua.

- Equivalente esférico preoperatorio o componente M del vector de fuerza P del astigmatismo refractivo: variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo y el defecto esférico preoperatorios. Medido en dioptrías. Variable cuantitativa, continua.
- J_0 refractivo preoperatorio: componente del astigmatismo en el eje de 0 a 180° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo preoperatorio y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- J_{45} refractivo preoperatorio: componente del astigmatismo en el eje de los 45° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo preoperatorio y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- B preoperatorio: borrosidad preoperatoria, correspondiente a la longitud del vector de fuerza P. Variable secundaria, calculada a partir de los datos de M, J_0 y J_{45} .
- K máxima preoperatoria: valor máximo en dioptrías de las K antes de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- Ángulo de la K máxima preoperatoria en grados.
- K mínima preoperatoria: cuantitativa, continua. Medida en dioptrías.
- Ángulo de la K mínima preoperatoria en grados.
- Cilindro queratométrico preoperatorio: cuantitativa, continua, que expresa el astigmatismo queratométrico en dioptrías de los pacientes previo a la cirugía.
- Ángulo queratométrico preoperatorio: ángulo del astigmatismo queratométrico preoperatorio en grados. Cuantitativa, continua.
- J_0 queratométrico preoperatorio: componente del astigmatismo corneal preoperatorio en el eje de los $0-180^\circ$. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal preoperatorio y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- J_{45} queratométrico preoperatorio: componente del astigmatismo corneal preoperatorio en el eje de los 45° . Variable secundaria, obtenida a partir del

astigmatismo corneal preoperatorio y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.

- Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5: número de aciertos para la frecuencia espacial de 1,5 ciclos en la visita preoperatoria. Variable cuantitativa, discreta.

- Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 ciclos.

- Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 ciclos.

- Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 ciclos.

- Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 ciclos.

- AV sin corrección preoperatoria: AV para lejos sin corrección antes de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.

- AV con corrección preoperatoria: AV con la mejor corrección óptica de los pacientes antes de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.

- AV con estenopeico preoperatoria: AV conseguida a través del agujero estenopeico por los pacientes antes de la operación. Variable cuantitativa, continua.

- VP preoperatoria: visión próxima con la mejor corrección óptica de los pacientes previa a la operación. Variable cuantitativa, continua.

- VF-14 preoperatoria: puntuación obtenida en la encuesta de calidad de vida relacionada con la visión VF-14 antes de la operación. Variable continua, continua.

- Defecto esférico a la semana: defecto refractivo esférico una semana después de la cirugía, medido en dioptrías. Cuantitativa, continua.

- Cilindro refractivo a la semana: defecto astigmático medido en dioptrías con el autoquerato-refractómetro una semana después de la operación. Variable cuantitativa, continua.

- Ángulo del cilindro refractivo a la semana medido en grados: variable cuantitativa, continua.

- Equivalente esférico a la semana o componente M del vector de fuerza P del astigmatismo refractivo a la semana de la cirugía: variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo y el defecto esférico una semana después de la cirugía. Medido en dioptrías. Variable cuantitativa, continua.

- J_0 refractivo a la semana: componente del astigmatismo en el eje 0-180° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo a la semana de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.

- J_{45} refractivo una semana tras la cirugía: componente del astigmatismo en el eje de los 45° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo a la semana de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.

- B a la semana: borrosidad preoperatoria, correspondiente a la longitud del vector de fuerza P. Variable secundaria, calculada a partir de los datos de M, J_0 y J_{45} .

- Cilindro queratométrico a la semana: defecto astigmático queratométrico medido en dioptrías de los pacientes una semana después de ser operados. Variable cuantitativa, continua.

- Ángulo del cilindro queratométrico a la semana medido en grados: variable cuantitativa, continua.

- J_0 queratométrico a la semana: componente del astigmatismo corneal una semana tras la cirugía en el eje de los 0-180°. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal a la semana de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.

- J_{45} queratométrico a la semana: componente del astigmatismo corneal a la semana de la operación en el eje de los 45°. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal una semana tras la cirugía y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.

- Agudeza visual sin corrección óptica a la semana: AV para visión lejana sin corrección una semana tras la operación. Variable cuantitativa, continua.

- AV con la mejor corrección óptica la semana: AV para lejos con la mejor corrección a la semana de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.

- AV con estenopeico a la semana: AV conseguida a través del agujero estenopeico por los pacientes una semana tras la operación. Variable cuantitativa, continua.
- VP a la semana: visión próxima con la mejor corrección óptica de los pacientes una semana tras la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- Defecto esférico al mes: defecto refractivo esférico medido en dioptrías un mes después de la cirugía. Cuantitativa, continua.
- Cilindro refractivo al mes: defecto astigmático medido en dioptrías con el autoquerato-refractómetro un mes después de la operación. Variable cuantitativa, continua.
- Ángulo en grados del cilindro refractivo al mes: variable cuantitativa, continua.
- Equivalente esférico al mes o componente M del vector de fuerza P del astigmatismo refractivo un mes tras la operación: variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo y el defecto esférico un mes después de la cirugía. Medido en dioptrías. Variable cuantitativa, continua.
- J_0 refractivo al mes: componente del astigmatismo en el eje 0-180° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo al mes de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- J_{45} refractivo al mes: componente del astigmatismo en el eje de los 45° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo al mes de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- B al mes: borrosidad preoperatoria, correspondiente a la longitud del vector de fuerza P. Variable secundaria, calculada a partir de los datos de M, J_0 y J_{45} .
- Cilindro queratométrico al mes: defecto astigmático queratométrico medido en dioptrías de los pacientes un mes después de ser operados. Variable cuantitativa, continua.
- Ángulo del cilindro queratométrico en grados al mes: variable cuantitativa, continua.

- J_0 queratométrico al mes: componente del astigmatismo corneal un mes tras la operación en el eje de 0 a 180°. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal al mes de la cirugía y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- J_{45} queratométrico a la semana: componente del astigmatismo corneal al mes de la cirugía en el eje de los 45°. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal un mes tras la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- Agudeza visual sin corrección óptica al mes: AV para visión lejana sin corrección un mes tras la operación. Variable cuantitativa, continua.
- AV con la mejor corrección óptica al mes: AV para lejos con la mejor corrección al mes de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- AV con estenopeico al mes: AV conseguida a través del agujero estenopeico por los pacientes un mes tras la operación. Variable cuantitativa, continua.
- VP al mes: visión próxima con la mejor corrección óptica de los pacientes un mes tras la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- Necesidad o no de llevar gafas para la realización de las actividades habituales por los pacientes al mes de la cirugía: variable categórica.
- Defecto esférico a los 6 meses: defecto refractivo esférico un mes después de la cirugía, medido en dioptrías. Cuantitativa, continua.
- Cilindro refractivo a los 6 meses: defecto astigmático medido en dioptrías con el autoquerato-refractómetro 6 meses tras la operación. Variable cuantitativa, continua.
- Ángulo del cilindro refractivo en grados a los 6 meses: variable cuantitativa, continua.
- Equivalente esférico a los 6 meses o componente M del vector de fuerza P del astigmatismo refractivo 6 meses tras la operación: variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo y el defecto esférico 6 meses después de la cirugía. Medido en dioptrías. Variable cuantitativa, continua.

- J_0 refractivo a los 6 meses: componente del astigmatismo en el eje de 0 a 180° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo a los 6 meses de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- J_{45} refractivo a los 6 meses: componente del astigmatismo en el eje de los 45° del vector de fuerza P. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo refractivo a los 6 meses de la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- B a los 6 meses: borrosidad preoperatoria, correspondiente a la longitud del vector de fuerza P. Variable secundaria, calculada a partir de los datos de M, J_0 y J_{45} .
- K máxima a los 6 meses: valor máximo de las K 6 meses después de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- Ángulo de la K máxima en grados a los 6 meses.
- K mínima a los 6 meses: cuantitativa, continua.
- Ángulo de la K mínima en grados a los 6 meses.
- Cilindro queratométrico a los 6 meses: defecto astigmático queratométrico en dioptrías de los pacientes 6 meses después de ser operados. Variable cuantitativa, continua.
- Ángulo del cilindro queratométrico en grados a los 6 meses: variable cuantitativa, continua.
- J_0 queratométrico a los 6 meses: componente del astigmatismo corneal 6 meses tras la operación en el eje de 0 a 180°. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal a los 6 meses de la cirugía y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- J_{45} queratométrico a los 6 meses: componente del astigmatismo corneal a los 6 meses de la cirugía en el eje de los 45°. Variable secundaria, obtenida a partir del astigmatismo corneal 6 meses tras la operación y su ángulo. Variable cuantitativa, continua.
- Sensibilidad al contraste a los 6 meses 1,5: número de aciertos para la frecuencia espacial de 1,5 ciclos en la visita de 6 meses después de la cirugía. Variable cuantitativa, discreta.

- Sensibilidad al contraste a los 6 meses 3 ciclos.
- Sensibilidad al contraste a los 6 meses 6 ciclos.
- Sensibilidad al contraste a los 6 meses 12 ciclos.
- Sensibilidad al contraste a los 6 meses 18 ciclos.
- Agudeza visual sin corrección óptica a los 6 meses: AV para visión lejana sin corrección 6 meses tras la operación. Variable cuantitativa, continua.
- AV con corrección óptica a los 6 meses: AV para lejos con la mejor corrección a los 6 meses de la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- AV con estenopeico a los 6 meses: AV conseguida a través del agujero estenopeico por los pacientes 6 meses tras la operación. Variable cuantitativa, continua.
- VP a los 6 meses: visión próxima con la mejor corrección óptica de los pacientes 6 meses tras la cirugía. Variable cuantitativa, continua.
- Necesidad o no de llevar gafas para la realización de las actividades habituales por los pacientes a los 6 meses de la cirugía: variable categórica.
- VF-14 a los 6 meses: puntuación obtenida en la encuesta de calidad de vida relacionada con la visión VF-14 antes de la operación. Variable continua, continua.

7.4.3. PROGRAMA UTILIZADO:

Para el tratamiento estadístico de los datos del estudio se ha utilizado el programa **IBM® SPSS® Statistics versión 19.0.**

8. RESULTADOS:

8.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO:

En esta primera parte se estudiaron diferentes estadísticos en ambos grupos de la muestra.

8.1.1. DATOS DEMOGRÁFICOS:

a) **Edad** de los pacientes en el momento de la cirugía:

Estadísticos de grupo				
		N	Media	Desviación típ.
Edad	ICO	46	73,1	9,653
	Tórica	40	74,09	10,394
		86	73,56	9,957

Tabla 2. Edad media de los pacientes estudiados.

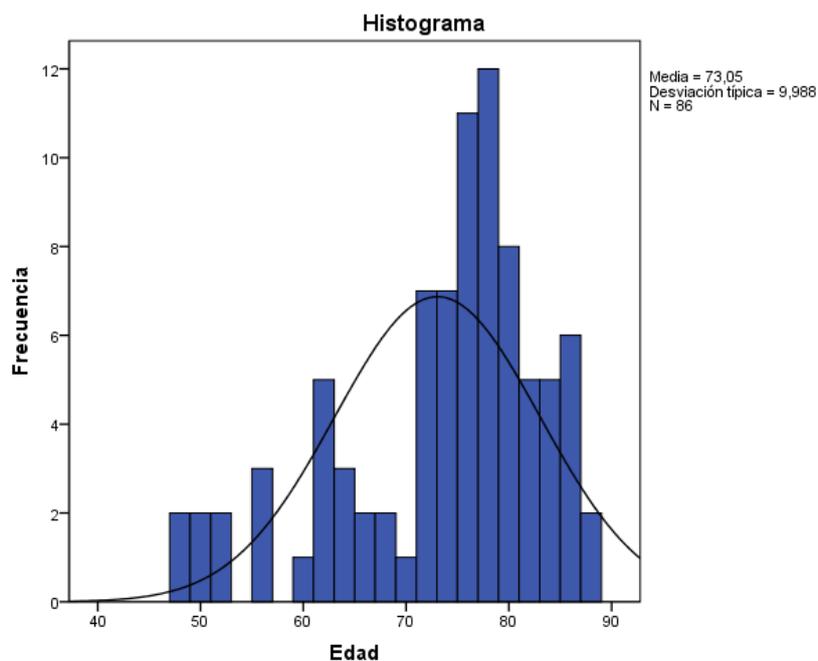


Fig. 42. Distribución de los pacientes por edades.

La edad media de los pacientes en el día de su intervención quirúrgica fue de $73,1 \pm 9,65$ años en el grupo de los pacientes operados mediante la técnica de incisiones corneales opuestas ICO y de $74,09 \pm 10,39$ años en el de operados con LIOs tóricas. En el conjunto de todos los pacientes, la edad media fue de $73,56 \pm 9,95$ años, con un mínimo de 48 y un máximo de 88 años.

b) **Sexo** de los pacientes:

Sexo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Hombre	23	26,7	26,7	26,7
	Mujer	63	73,3	73,3	100
	Total	86	100	100	

Tabla 3. Distribución del total de pacientes en función del sexo.



Fig. 43. Distribución de los pacientes en la muestra según el sexo.

		Sexo		
Tipo cirugía			Frecuencia	Porcentaje
ICO	Válidos	Hombre	14	30,4
		Mujer	32	69,6
		Total	46	100
Tórica	Válidos	Hombre	9	22,5
		Mujer	31	77,5
		Total	40	100

Tabla 4. Distribución de los pacientes de ambos grupos de tratamiento en función del sexo.



Fig. 44. Distribución por sexo de los pacientes en el grupo de ICOs.



Fig. 45. Distribución de los pacientes por sexo en el grupo de LIOs tóricas.

El porcentaje de hombres fue del 30,4% en el grupo de ICO y del 22,5% en el de LIOs tóricas, mientras que el de mujeres fue del 69,6% en el de ICO y del 77,5% en el de tóricas. En el conjunto de todos los pacientes, el 26,7% eran hombres y el 73,3% mujeres.

8.1.2. VALORES BASALES DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLÍNICAS:

a) **Astigmatismo** refractivo y queratométrico:

Tipo cirugía	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	
ICO	Astigmatismo refractivo previo a la cirugía	46	-5,37	-0,5	-2,2848	1,20413
	Astigmatismo corneal previo a la cirugía	46	-2,5	-1,5	-2,1024	0,3077
Tórica	Astigmatismo refractivo previo a la cirugía	40	-5,75	-0,25	-3,1862	1,32635
	Astigmatismo corneal previo a la cirugía	40	-2,5	-1,5	-2,161	0,31566

Tabla 5. Valores basales medios del astigmatismo refractivo y corneal en los grupos de tratamiento.

El **astigmatismo queratométrico** medio fue de -2,1 dioptrías en el grupo de pacientes operados con ICOs y de -2,16 dioptrías en el de LIOs tóricas. En ambos grupos, el rango de valores iba desde los -1,5 a los -2,5 dioptrías.

En cuanto al **astigmatismo refractivo**, su valor medio fue de -2,28 dioptrías con un rango entre -0,5 y -5,37 en grupo de las ICOs y de -3,18 dioptrías en grupo de LIOs tóricas, con un rango entre -0,25 y -5,75 dioptrías.

b) **Agudeza visual**:

Estadísticos descriptivos						
Tipo cirugía	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	
ICO	AV de lejos sin corrección preoperatoria	46	0,05	0,63	0,205	0,14049
	AV de lejos con corrección preoperatoria	46	0,1	0,8	0,4561	0,18843
	VP preoperatoria	46	0,1	0,8	0,5065	0,21437
Tórica	AV de lejos sin corrección preoperatoria	40	0,1	0,5	0,1708	0,1008
	AV de lejos con corrección preoperatoria	40	0,1	0,63	0,378	0,16207
	VP preoperatoria	40	0,1	0,8	0,465	0,19021

Tabla 6. Valores basales medios para la AV y la VP en los grupos de tratamiento.

El valor medio de la AV de lejos sin corrección fue de 0,2 en el grupo de ICOs y de 0,17 en grupo de LIOs tóricas.

Para la AV de lejos con la mejor corrección, el valor medio fue de 0,45 en grupo de las ICOs y de 0,37 en el de LIOs tóricas.

En cuanto a la visión próxima con la mejor corrección óptica, su valor medio preoperatorio fue de 0,5 en el grupo de las ICOs y de 0,46 en el de LIOs tóricas.

c) **Análisis vectorial** del astigmatismo refractivo:

Estadísticos descriptivos						
Tipo cirugía		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ICO	J0 refractivo antes de operar	46	-2,25	1,53	0,1472	0,95728
	J45 refractivo antes de operar	46	-1,82	2,06	-0,0259	0,86993
	M o equivalente esférico refractivo antes de la cirugía	46	-14,63	4	-1,7707	4,0313
	Borrosidad o longitud del vector PRef antes de la cirugía	46	0,9	14,76	3,4676	2,9779
Tórica	J0 refractivo antes de operar	40	-2,56	2,17	-0,5155	1,37394
	J45 refractivo antes de operar	40	-2	2,5	0,1287	0,93038
	M o equivalente esférico refractivo antes de la cirugía	40	-18,75	3,75	-3,3447	4,40661
	Borrosidad o longitud del vector PRef antes de la cirugía	40	1,06	18,83	4,4368	3,70828

Tabla 7. Valores basales medios para J_0 , J_{45} , M y B en los grupos de tratamiento.

El valor medio preoperatorio de J_0 en grupo de ICOs fue de 0,14 mientras que en el de LIOs tóricas fue -0,51.

Para J_{45} , el valor medio antes de la cirugía fue -0,02 en el grupo de pacientes a los que se realizaron ICOs y 0,12 en el de aquellos que recibieron implantes de LIOs.

El valor medio de M , el equivalente esférico, tercera coordenada del vector de fuerza de Thibos, fue -1,77 dioptrías en el grupo de ICOs y -3,34 dioptrías en el de LIOs tóricas.

En cuanto a la borrosidad **B**, correspondiente a la longitud del vector de fuerza **P** con coordenadas (M, J_0, J_{45}) , su valor medio fue de 3,46 en el grupo de ICOs y de 4,43 en el de LIOs tóricas.

d) Sensibilidad al contraste:

		Estadísticos descriptivos				
Tipo cirugía		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ICO	Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	46	0	5	2,76	1,015
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	46	0	6	2,41	1,309
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	46	0	5	1,17	1,039
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	46	0	2	0,11	0,379
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz	46	0	0	0	0
Tórica	Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	40	1	5	2,78	0,891
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	40	0	4	2,33	0,859
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	40	0	2	0,82	0,446
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	40	0	0	0	0
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz	40	0	0	0	0

Tabla 8. Valores basales medios de la sensibilidad al contraste en los grupos de tratamiento.

En relación al test de sensibilidad al contraste, los valores medios preoperatorios fueron los siguientes:

- Para 1,5 Htz: 2,76 en el grupo de ICOs y 2,78 en el de LIOs tóricas.
- Para 3 Htz: 2,41 en el grupo de ICOs y 2,33 en el de LIOs tóricas.
- Para 6 Htz: 1,17 en el grupo de ICOs y 0,82 en el de LIOs tóricas.
- Para 12 Htz: 0,11 en el grupo e ICOs y 0 en el de LIOs tóricas.
- Para 18 Htz: 0 en ambos grupos.

e) Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión **VF-14**:

Tipo cirugía		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ICO	Encuesta de calidad de vida preoperatoria	46	5,77	85,42	60,3228	19,36726
Tórica	Encuesta de calidad de vida preoperatoria	40	3,57	81,25	54,1583	19,02818

Tabla 9. Puntuaciones basales medias para el cuestionario VF-14 en los grupos de tratamiento.

Las puntuaciones medias preoperatorias obtenidas en la encuesta VF-14 de capacidad funcional relacionada con la visión fueron las siguientes:

- En el grupo de ICOs $60,32 \pm 19,36$ puntos.
- En el grupo de LIOs tóricas $54,15 \pm 19,02$ puntos.

8.1.3. OTROS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:

a) Ojo operado:

Ojo operado		
	Frecuencia	Porcentaje
Derecho	46	53,5
Izquierdo	40	46,5
Total	86	100

Tabla 10. Distribución por porcentaje de los ojos operados en la muestra.



Fig. 46. Distribución en la muestra en función del ojo intervenido.

De los 86 ojos operados, el 53,5% (46) fueron ojos derechos y el 46,5% (40), fueron izquierdos.

b) Tipo de cirugía:

Tto. Tipo de Cirugía		
	Frecuencia	Porcentaje
ICO	46	53,5
Tórica	40	46,5
Total	86	100

Tabla 11. Distribución porcentual de los pacientes por grupos de tratamiento.



Fig. 47. Distribución de los pacientes por grupos de tratamiento.

Al 53,5% de los pacientes operados (46 casos) se les realizaron ICOs y al 47,5% (40) se les implantó una LIO tórica.

c) Tiempo de seguimiento:

Estadísticos de grupo					
	Tto Tipo cirugía	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Días de seguimiento	ICO	46	329,87	99,19	14,62
	Tórica	40	357,98	82,34	13,02

Tabla 12. Tiempo medio de seguimiento en días en ambos grupos de tratamiento.

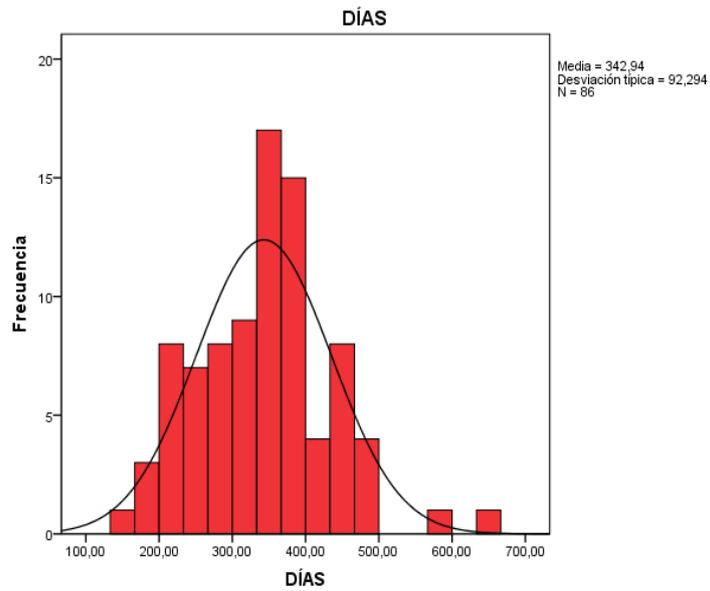


Fig. 48. Distribución de los pacientes según su tiempo de seguimiento.

El tiempo medio de seguimiento de los pacientes fue de 329,87 días en el grupo de operados mediante ICOs y de 357,98 en los que recibieron un implante de LIO tórica. En el total de los pacientes, el seguimiento medio fue de 342,94 días.

8.2. COMPARABILIDAD DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO:

En esta sección, se comprobó la comparabilidad entre los dos grupos de pacientes en cuanto a las principales variables basales del estudio.

8.2.1. ASTIGMATISMO CORNEAL PREOPERATORIO:

En primer lugar, se buscó comprobar la comparabilidad entre los dos grupos de tratamiento en cuanto a la característica basal principal del estudio, es decir, el **astigmatismo corneal preoperatorio**.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
	Astigmatismo corneal previo a la cirugía
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,289
Sig. asintót. (bilateral)	,072

Tabla 13. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el astigmatismo corneal preoperatorio.

Para ello, se estudió la normalidad de la distribución de la muestra, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Su significación fue de 0,072 lo que indicaba que **la distribución de la muestra era normal**.

A continuación, se estudió si había diferencias significativas en la media del astigmatismo corneal preoperatorio entre los grupos de los pacientes operados mediante ICOs más implante de LIO y los que recibieron implantes de LIOs tóricas.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior		Superior
Astigmatismo corneal previo a la cirugía	Se han asumido varianzas iguales	0,123	0,727	0,871	84	,386	,05861	,06733	-,07528	,19249
	No se han asumido varianzas iguales			0,869	81,72	,387	,05861	,06745	-,07557	,19279

Tabla 14. Prueba de t de Student. Comparación de las medias del astigmatismo corneal previo a la cirugía para cada grupo de tratamiento.

Se realizó una prueba de t de Student para muestras independientes, que mostró una significación de 0,386 es decir, que **no existían diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en cuanto al astigmatismo corneal prequirúrgico.**

8.2.2. RESTO DE VARIABLES BASALES:

Tras comprobar la comparabilidad en cuanto al astigmatismo corneal preoperatorio, se hizo lo mismo con el resto de las principales variables basales del estudio.

a) Edad:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
	Edad de los pacientes el día de la operación
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,408
Sig. asintót. (bilateral)	,038

Tabla 15. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la edad de los pacientes el día de la cirugía.

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se comprobó que la distribución de la edad era no normal.

Estadísticos de contraste	
	VP 6 meses tras cirugía
Z	-,711
Sig. asintót. (bilateral)	,477

Tabla 16. Prueba de Mann-Whitney para la edad de los pacientes en el momento de la cirugía para cada grupo de tratamiento.

La prueba de Mann-Whitney mostró que **no había diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en cuanto a la edad en el momento de la cirugía.**

b) Tiempo de seguimiento:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
	Días de seguimiento
Z de Kolmogorov-Smirnov	,546
Sig. asintót. (bilateral)	,926

Tabla 17. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el tiempo de seguimiento.

Por la prueba de Komogorov-Smirnov se vio que la distribución del tiempo de seguimiento era normal.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior	
Días de seguimiento	Se han asumido varianzas iguales	,462	,499	-1,417	84	,160	-28,105	19,836	-67,551	11,341
	No se han asumido varianzas iguales			-1,435	83,834	,155	-28,105	19,58	-67,043	10,832

Tabla 18. Prueba de t de Student. Comparación de las medias del tiempo de seguimiento a los pacientes para cada grupo de tratamiento.

Se realizó la prueba de t de Student para muestras independientes, que mostró que **no había diferencias significativas entre los grupos en cuanto al tiempo de seguimiento.**

c) Sexo

Sexo				
		Tipo cirugía		Total
		ICO	Tórica	
Sexo	Hombre	14	9	23
	Mujer	32	31	63
Total		46	40	86

Tabla 19. Tabla de contingencia que muestra la distribución de los pacientes por sexo en los grupos de tratamiento.

La distribución de los 86 pacientes del estudio en los dos grupos de tratamiento en cuanto al sexo fue la siguiente:

- ICOs: 14 hombres y 32 mujeres.
- LIOs tóricas: 9 hombres y 31 mujeres.

Prueba de chi-cuadrado		
	Valor	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,688	,407
N de casos válidos	86	

Tabla 20. Prueba de chi-cuadrado. Comparación de la distribución por sexos en ambos grupos de tratamiento.

La prueba de chi-cuadrado mostró que **no había diferencias significativas en cuanto a la distribución por sexo en ambos grupos de tratamiento.**

d) Ojo operado:

Ojo operado				
		Tipo cirugía		Total
		ICO	Tórica	
Ojo operado	Derecho	26	20	46
	Izquierdo	20	20	40
Total		46	40	86

Tabla 21. Tabla de contingencia que muestra la distribución de los pacientes según el ojo operado en ambos grupos de tratamiento.

La distribución de los 86 pacientes del estudio en los dos grupos de tratamiento en cuanto al ojo operado fue la siguiente:

- Grupo de ICOs: 26 ojos derechos y 20 ojos izquierdos.
- Grupo de LIOs tóricas: 20 ojos derechos y 20 ojos izquierdos.

Prueba de chi-cuadrado		
	Valor	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,366	,545
N de casos válidos	86	

Tabla 22. Prueba de chi-cuadrado. Comparación de la distribución según el ojo operado en los grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de chi-cuadrado, que mostró que **no había diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en cuanto al ojo operado.**

e) Astigmatismo refractivo preoperatorio:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
	Astigmatismo refractivo prequirúrgico
Z de Kolmogorov-Smirnov	,564
Sig. asintót. (bilateral)	,908

Tabla 23. Prueba de Komogorov-Smirnov para el astigmatismo refractivo preoperatorio.

Mediante la prueba de Kolomogorov-Smirnov se vio que la distribución del astigmatismo refractivo previo a la cirugía era normal.

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior	
Astigmatismo refractivo previo a la cirugía	Se han asumido varianzas iguales	,261	,61	3,303	84	,001	,90147	,27291	,35876	1,44418
	No se han asumido varianzas iguales			3,281	79,53	,002	,90147	,27477	,3546	1,44833

Tabla 24. Prueba de t de Student. Comparación de las medias del astigmatismo refractivo preoperatorio en los grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de t de Student para muestras independientes, que mostró que **el astigmatismo refractivo preoperatorio era significativamente mayor en el grupo de las LIOs tóricas (P=0,001).**

f) Agudeza visual:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
	AV de lejos sin corrección preoperatoria	AV de lejos con corrección preoperatoria	VP preoperatoria
Z de Kolmogorov- Smirnov	2,604	1,381	2,49
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,044	,000

Tabla 25. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la AV de lejos sin corrección, la AV de lejos con corrección y la VP preoperatorias.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que la distribución era no normal tanto para la AV de lejos sin corrección, como para la AV de lejos con corrección y la VP preoperatorias.

Estadísticos de contraste			
	AV de lejos sin corrección preoperatoria	AV de lejos con corrección preoperatoria	VP preoperatoria
Z	2,604	1,381	2,49
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,044	,000

Tabla 26. Prueba de Mann-Whitney para la AV de lejos sin corrección, la AV de lejos con corrección y la VP preoperatorias en los dos grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de Mann-Whitney, que mostró los siguientes resultados:

- **La AV lejana sin corrección preoperatoria era significativamente mayor en el grupo de las ICOs ($P < 0,001$).**
- **La AV lejana con la mejor corrección óptica preoperatoria era significativamente mayor en el grupo de las ICOs ($P = 0,044$).**
- **La VP con la mejor corrección óptica era significativamente mayor en el grupo de las ICOs ($P < 0,001$).**

g) Borrosidad:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
	Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,719
Sig. asintót. (bilateral)	,005

Tabla 27. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la borrosidad preoperatoria.

Por la prueba de Kolmogorov-Smirnov se vio que la distribución de la borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía era no normal.

Estadísticos de contraste	
	Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía
Z	-1,779
Sig. asintót. (bilateral)	,075

Tabla 28. Prueba de Mann-Whitney para la borrosidad preoperatoria.

Se realizó la prueba de Mann-Whitney, que mostró que **no había diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en cuanto a la borrosidad o longitud del vector P.**

h) Sensibilidad al contraste:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
	Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)
Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	2,126	0
Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	2,133	0
Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	3,61	0
Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	4,966	0
Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz		

Tabla 29. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la sensibilidad al contraste preoperatoria.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que la distribución de la sensibilidad al contraste preoperatoria era no normal para todas las frecuencias estudiadas.

Estadísticos de contraste					
	Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz
Z	-,125	-,106	-1,612	-1,898	,000
Sig. asintót. (bilateral)	,901	,915	,107	,058	1,000

Tabla 30. Prueba de Mann-Whitney para la sensibilidad al contraste preoperatoria.

Se realizó la prueba de Mann-Whitney, que mostró que **no había diferencias significativas entre los grupos de tratamiento para la sensibilidad al contraste en todas las frecuencias estudiadas.**

i) Cuestionario de capacidad funcional relacionada con la visión VF-14:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
	Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión preoperatoria
Z de Kolmogorov-Smirnov	,965
Sig. asintót. (bilateral)	,310

Tabla 31. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el cuestionario VF-14 de capacidad funcional relacionado con la visión preoperatorio.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que las puntuaciones en el cuestionario VF-14 de capacidad funcional relacionado con la visión antes de la cirugía tuvieron una distribución normal.

		Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión preoperatoria	Se han asumido varianzas iguales	,572	,451	1,484	84	,141	6,16458	4,15318	-2,09448	14,42363	
	No se han asumido varianzas iguales			1,486	82,73	,141	6,16458	4,148	-2,08604	14,41519	

Tabla 32. Prueba de t de Student. Comparación de las medias de puntuación en el cuestionario VF-14 antes de la cirugía en los grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de t de Student, por la cual se vio que **no había diferencias significativas en cuanto a las puntuaciones obtenidas en el cuestionario VF-14 de capacidad funcional relacionada con la visión preoperatoria entre los grupos de tratamiento.**

8.3. TEST DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS:

Para la aceptación o no de la hipótesis nula del presente estudio, expuesta en el apartado 6.3, se buscaron diferencias significativas entre los grupos de estudio en cuanto al astigmatismo refractivo tras la cirugía. Se compararon los resultados en ambos grupos de tratamiento a la semana, al mes y a los 6 meses de la cirugía.

Estadísticos descriptivos				
Tto Tipo cirugía		Media	Desviación típica	N
Astigmatismo refractivo previo a la cirugía	ICO	-2,2848	1,20413	46
	Tórica	-3,1863	1,32635	40
Astigmatismo refractivo a la semana	ICO	-1,3533	,63372	46
	Tórica	-1,053	,50995	40
Astigmatismo refractivo al mes	ICO	-1,3254	,67704	46
	Tórica	-,9900	,54627	40
Astigmatismo refractivo a los 6 meses	ICO	-1,2593	,73854	46
	Total	-,9050	,57385	86

Tabla 33. Estadísticos descriptivos para el astigmatismo refractivo a la semana, al mes y los 6 meses.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
	Astigmatismo refractivo 1 semana tras cirugía	Astigmatismo refractivo 1 mes tras cirugía	Astigmatismo refractivo 6 meses tras cirugía
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,414	1,26	1,542
Sig. asintót. (bilateral)	,037	,084	,017

Tabla 34. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el astigmatismo refractivo postoperatorio.

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se comprobó que la distribución era normal al mes de la cirugía, mientras que no lo era tanto a la semana como a los 6 meses de la cirugía.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Astigmatismo refractivo 1 mes tras cirugía	Se han asumido varianzas iguales	2,222	0,14	-2,503	,014	-,33543	,13399	-,60189	-,06898
	No se han asumido varianzas iguales			-2,541	,013	-,33543	,132	-,59796	-,07291

Tabla 35. Prueba de t de Student. Comparación de las medias del astigmatismo refractivo al mes de la cirugía para ambos grupos de tratamiento.

Estadísticos de contraste		
	Astigmatismo refractivo 1 semana tras cirugía	Astigmatismo refractivo 6 meses tras cirugía
Z	-2,393	-2,296
Sig. asintót. (bilateral)	,017	,022

Tabla 36. Prueba de Mann-Whitney. Comparación del astigmatismo refractivo a la semana y a los 6 meses de la cirugía en los grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de t de Student para muestras independientes para el mes de postoperatorio y la prueba de Mann-Whitney para la semana y los 6 meses tras la cirugía, obteniéndose los siguientes resultados:

- **El astigmatismo refractivo a la semana de la cirugía era significativamente mayor en el grupo de ICOs (P=0,017).**
- **El astigmatismo refractivo al mes de la cirugía era significativamente mayor en el grupo de ICOs (P=0,014).**
- **El astigmatismo refractivo a los 6 meses de la cirugía era significativamente mayor en el grupo de ICOs (P=0,016).**

8.4. VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA CIRUGÍA:

Se compararon las principales variables antes y después de la cirugía en los dos grupos de tratamiento, para ver si se habían producido variaciones significativas en sus valores.

8.4.1. ASTIGMATISMO:

a) Astigmatismo corneal:

Estadísticos descriptivos				
	Tto Tipo cirugía	Media	Desviación típica	N
Astigmatismo corneal previo a la cirugía	ICO	-2,1024	,3077	46
	Tórica	-2,161	,31566	40
	Total	-2,1297	,31097	86
Astigmatismo corneal 6 meses tras cirugía	ICO	-1,3359	,52169	46
	Tórica	-2,08	,44298	40
	Total	-1,682	,61115	86

Tabla 37. Estadísticos descriptivos del astigmatismo corneal.

En el grupo de ICOs, el valor medio del astigmatismo corneal antes de la cirugía era de -2,1 dioptrías, mientras que el valor 6 meses tras la operación era de -1,33 dioptrías.

En el grupo de LIOs tóricas, el valor medio del astigmatismo corneal antes de la operación fue de -2,16 dioptrías y el valor medio 6 meses después de la misma fue de -2,08 dioptrías.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
	Astigmatismo corneal previo a la cirugía	Astigmatismo corneal 6 meses tras cirugía
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,289	1,146
Sig. asintót. (bilateral)	0,072	,145

Tabla 38. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el astigmatismo corneal.

Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se comprobó que los valores del astigmatismo queratométrico tanto antes de la cirugía como a los 6 meses de la misma seguían una distribución normal.

Prueba de muestras relacionadas								
Tipo cirugía		Diferencias relacionadas					t	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia			
					Inferior	Superior		
ICO	Astigmatismo corneal previo a la cirugía - Astigmatismo corneal 6 meses tras cirugía	-,76652	,46483	,06853	-,90456	-,62849	-11,184	,000
Tórica	Astigmatismo corneal previo a la cirugía - Astigmatismo corneal 6 meses tras cirugía	-,081	,32921	,05205	-,18629	,02429	-1,556	,128

Tabla 39. Prueba de t de Student. Comparación de las medias del astigmatismo corneal previo y 6 meses después de la cirugía en los grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de t de Student para muestras relacionadas, que mostró los siguientes resultados:

- El astigmatismo corneal disminuyó de manera significativa en el grupo de ICOs tras la cirugía ($P < 0,001$).

- El astigmatismo corneal no varió de manera significativa en el grupo de LIOs tóricas tras la cirugía.

b) Astigmatismo refractivo:

Estadísticos descriptivos				
Tto	Tipo cirugía	Media	Desviación típica	N
Astigmatismo refractivo previo a la cirugía	ICO	-2,2848	1,20413	46
	Tórica	-3,1863	1,32635	40
	Total	-2,7041	1,33391	86
Astigmatismo refractivo tras cirugía	ICO	-1,2593	,73854	46
	Tórica	-,905	,57385	40
	Total	-1,0945	,68663	86

Tabla 40. Estadísticos descriptivos para el astigmatismo refractivo.

En el grupo de ICOs, el valor medio del astigmatismo refractivo antes de la cirugía fue de -2,28 dioptrías, mientras que el valor medio a los 6 meses de la cirugía fue de -1,25 dioptrías.

En el grupo de LIOs tóricas, el valor medio del astigmatismo refractivo previo a la cirugía fue de -3,18 dioptrías, mientras que el valor medio 6 meses tras la operación fue de -0,9.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
	Astigmatismo refractivo previo a la cirugía	Astigmatismo refractivo tras cirugía a los 6 meses
Z de Kolmogorov-Smirnov	,564	1,542
Sig. asintót. (bilateral)	,908	,017

Tabla 41. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el astigmatismo refractivo.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que los valores del astigmatismo refractivo antes de la cirugía seguían una distribución normal mientras que a los 6 meses de la cirugía no se distribuía mediante ley normal.

Estadísticos de contraste		
Tipo cirugía	Astigmatismo refractivo 6 meses tras cirugía - Astigmatismo corneal previo a la cirugía	
ICO	Z	-5,305
	Sig. asintót. (bilateral)	,000
Tórica	Z	-5,44
	Sig. asintót. (bilateral)	,000

Tabla 42. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación del astigmatismo refractivo previo y 6 meses posterior a la cirugía en los grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de los rangos de Wilcoxon, que ofreció los siguientes resultados:

- **El astigmatismo refractivo disminuyó de manera significativa en el grupo de ICOs con la cirugía ($P < 0,001$).**
- **El astigmatismo refractivo disminuyó de manera significativa en el grupo de LIOs tóricas con la cirugía ($P < 0,001$).**

8.4.2. AGUDEZA VISUAL:

Estadísticos descriptivos ICO				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
AV de lejos con corrección preoperatoria	,4561	46	,18843	,02778
AV de lejos con corrección a los 6 meses	,9541	46	,10687	,01576
AV de lejos sin corrección preoperatoria	,205	46	,14049	,02071
AV de lejos sin corrección a los 6 meses	,7015	46	,17937	,02645
VP preoperatoria	,5065	46	,21437	,03161
VP 6 meses tras cirugía	1	46	,029	,004

Tabla 43. Estadísticos descriptivos para la AV y la VP en el grupo de ICOs.

En el grupo de ICOs, los valores medios fueron los que siguen:

- Para la AV de lejos con la mejor corrección: 0,45 antes de la cirugía y 0,9541 a los 6 meses de la cirugía.
- Para la AV de lejos sin corrección: 0,2 antes de la cirugía y 0,7 después de la operación.
- Para la VP con la mejor corrección óptica: 0,5 antes de la operación y 1 a los 6 meses.

Estadísticos descriptivos LIOs tóricas				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
AV de lejos con corrección preoperatoria	,378	40	,16207	,02563
AV de lejos con corrección a los 6 meses	,919	40	,13022	,02059
AV de lejos sin corrección preoperatoria	,1708	40	,1008	,01594
AV de lejos sin corrección a los 6 meses	,76	40	,17795	,02814
VP preoperatoria	,465	40	,19021	,03007
VP 6 meses tras cirugía	,99	40	,044	,007

Tabla 44. Estadísticos descriptivos para la AV y la VP en el grupo de LIOs tóricas.

En el grupo de LIOs tóricas, los valores medios fueron los siguientes:

- Para la AV de lejos con la mejor corrección: 0,37 antes de la cirugía y 0,919 a los 6 meses de la operación.
- Para la AV de lejos sin corrección: 0,17 antes de operar y 0,76 a los 6 meses de la cirugía.
- Para la VP con la mejor corrección: 0,46 antes de la cirugía y 0,99 a los 6 meses de la cirugía.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra						
	AV de lejos sin corrección preoperatoria	AV de lejos con corrección preoperatoria	VP preoperatoria	AV de lejos sin corrección a los 6 meses	AV de lejos con corrección a los 6 meses	VP 6 meses tras cirugía
Z de Kolmogorov-Smirnov	2,604	1,381	2,49	1,715	4,223	5,008
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,044	,000	,006	,000	,000

Tabla 45. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la AV y la VP.

Realizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se comprobó que ninguna de las variables tenía una distribución normal.

Estadísticos de contraste ICOs			
	AV de lejos con corrección a los 6 meses - AV de lejos con corrección preoperatoria	AV de lejos sin corrección a los 6 meses - AV de lejos sin corrección preoperatoria	VP 6 meses tras cirugía - VP preoperatoria
Z	-5,793	-5,783	-5,988
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

Tabla 46. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de la AV con corrección, sin corrección y la VP antes y 6 meses después de la cirugía en el grupo de las ICOs.

Se realizó la prueba de los rangos de Wilcoxon, que mostró los siguientes resultados para el grupo de las **ICOs**:

- **La AV de lejos con la mejor corrección óptica mostró una mejoría significativa tras la cirugía (P<0,001).**
- **La AV de lejos sin corrección mejoró significativamente tras la cirugía (P<0,001).**
- **La VP con la mejor corrección mostró una mejoría significativa tras la cirugía (P<0,001).**

Estadísticos de contraste LIOs tóricas			
	AV de lejos con corrección a los 6 meses - AV de lejos con corrección preoperatoria	AV de lejos sin corrección a los 6 meses - AV de lejos sin corrección preoperatoria	VP 6 meses tras cirugía - VP preoperatoria
Z	-5,521	-5,522	-5,608
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000

Tabla 47. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de la AV con corrección, sin corrección y la VP antes y 6 meses después de la cirugía en el grupo de las LIOs tóricas.

La prueba de los rangos de Wilcoxon mostró estos resultados en el grupo de las **LIOs tóricas**:

- **La AV de lejos con la mejor corrección óptica mostró una mejoría significativa tras la cirugía ($P < 0,001$).**
- **La AV de lejos sin corrección mejoró significativamente tras la cirugía ($P < 0,001$).**
- **La VP mejoró de manera significativa tras la cirugía ($P < 0,001$).**

8.4.3. ANÁLISIS VECTORIAL:

a) Borrosidad:

Estadísticos descriptivos ICOs				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía	3,4676	46	2,9779	,43907
Borrosidad o longitud del vector P a los 6 meses de la cirugía	,9328	46	,47642	,07025

Tabla 48. Estadísticos descriptivos de la borrosidad en el grupo de ICOs.

En el grupo de ICOs, el valor medio de la borrosidad B, correspondiente a la longitud del vector de fuerza P con coordenadas (M, J_0 , J_{45}) fue de 3,46 antes de la cirugía y 0,93 a los 6 meses de la operación.

Estadísticos descriptivos LIOs tóricas				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía	4,4368	40	3,70828	,58633
Borrosidad o longitud del vector P a los 6 meses de la cirugía	,6985	40	,3463	,05476

Tabla 49. Estadísticos descriptivos de la borrosidad en el grupo de LIOs tóricas.

En el grupo de LIOs tóricas, el valor medio de B fue de 4,43 antes de la intervención quirúrgica, mientras que, 6 meses después de la operación, fue de 0,69.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
	N	Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)
Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía	86	1,719	,005
Borrosidad o longitud del vector P a los 6 meses de la cirugía	86	,973	,301

Tabla 50. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la borrosidad.

El estudio de la normalidad se realizó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que mostró distribución no normal en la borrosidad antes de la cirugía y normal en la de 6 meses después de la operación.

Estadísticos de contraste ICOs	
	Borrosidad o longitud del vector P a los 6 meses de la cirugía - Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía
Z	-5,632
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Tabla 51. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de la borrosidad previa y 6 meses posterior a la cirugía en el grupo de las ICOs.

La prueba de los rangos de Wilcoxon mostró que **la borrosidad disminuyó significativamente en el grupo de ICOs a raíz de la cirugía** ($P < 0,001$).

Estadísticos de contraste LIOs tóricas	
	Borrosidad o longitud del vector P a los 6 meses de la cirugía - Borrosidad o longitud del vector P antes de la cirugía
Z	-5,511
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Tabla 52. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de la borrosidad previa y 6 meses después de la cirugía en el grupo de las LIOs tóricas.

La prueba de los rangos de Wilcoxon mostró que **la borrosidad disminuyó de manera significativa en el grupo de LIOs tóricas tras la cirugía** ($P < 0,001$).

b) Gráficos de dispersión de puntos:

Estos gráficos tratan de representar de una manera visual el cambio producido a raíz de la operación en el componente astigmático del defecto refractivo presente en los pacientes. Se tratan de gráficos bidimensionales en los que el astigmatismo refractivo de cada ojo se representa mediante el punto con las coordenadas (J_0 , J_{45}). El racimo de puntos que representa el grupo de ojos tratados tiende a estar más disperso antes del tratamiento y más agrupado en torno al centro, que representa el valor "0" para J_0 y J_{45} , cuanto más efectivo haya sido el tratamiento realizado a la hora de reducir el astigmatismo.

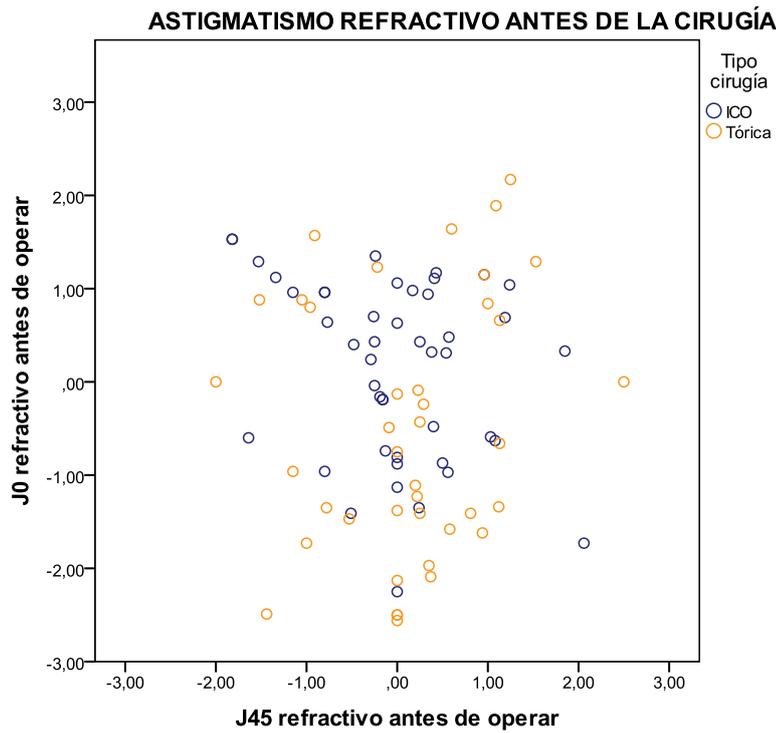


Fig. 49. Dispersión del racimo de puntos que representan el astigmatismo refractivo antes de la cirugía en los grupos de tratamiento.

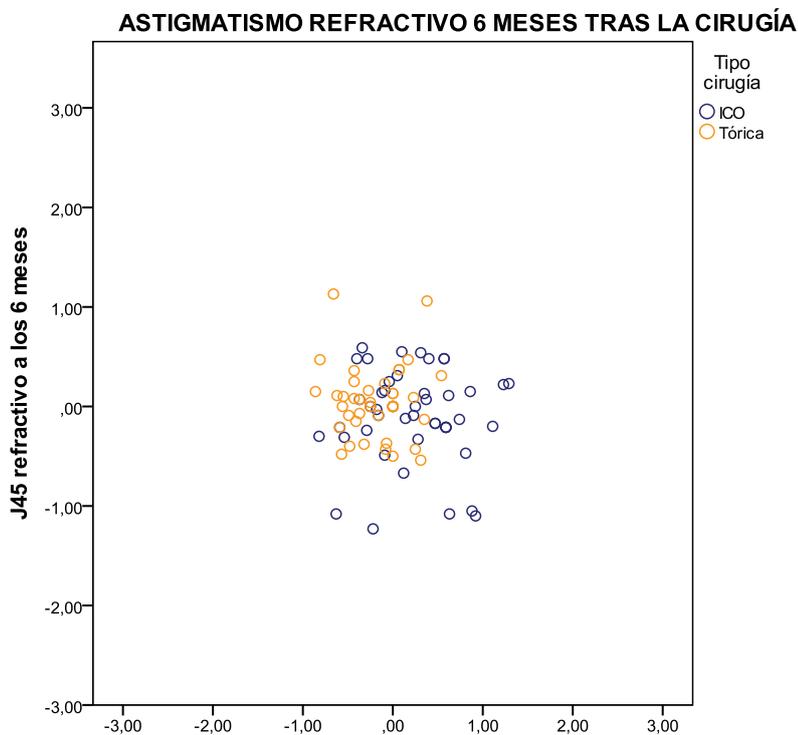


Fig. 50. Agrupamiento del racimo de puntos que representan el astigmatismo refractivo 6 meses después de la cirugía en los grupos de tratamiento.

En este estudio, se vio un evidente **agrupamiento de los puntos que representan el astigmatismo refractivo en ambos grupos de tratamiento tras la cirugía.**

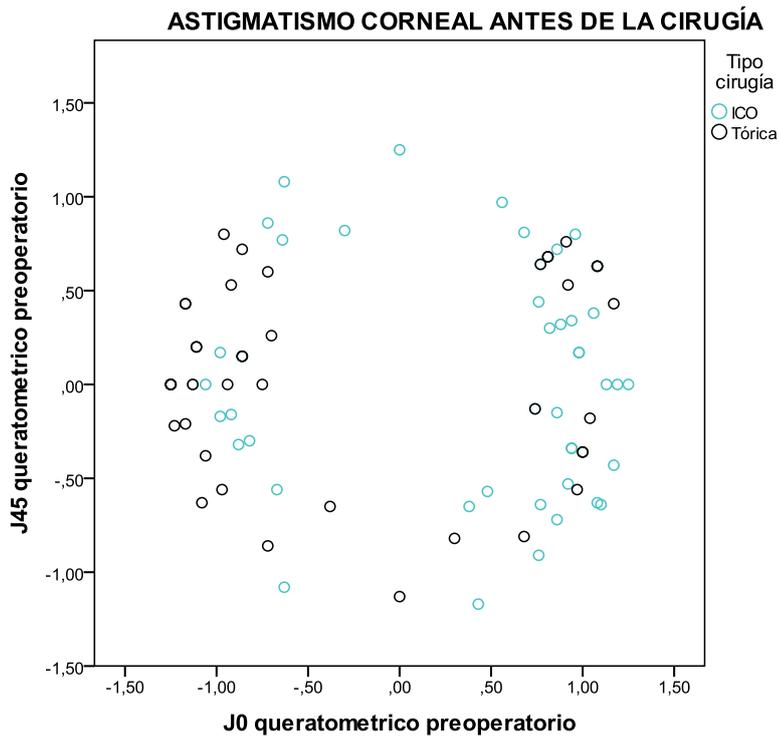


Fig. 51. Dispersión del racimo de puntos que representan el astigmatismo corneal antes de la cirugía en los grupos de tratamiento.

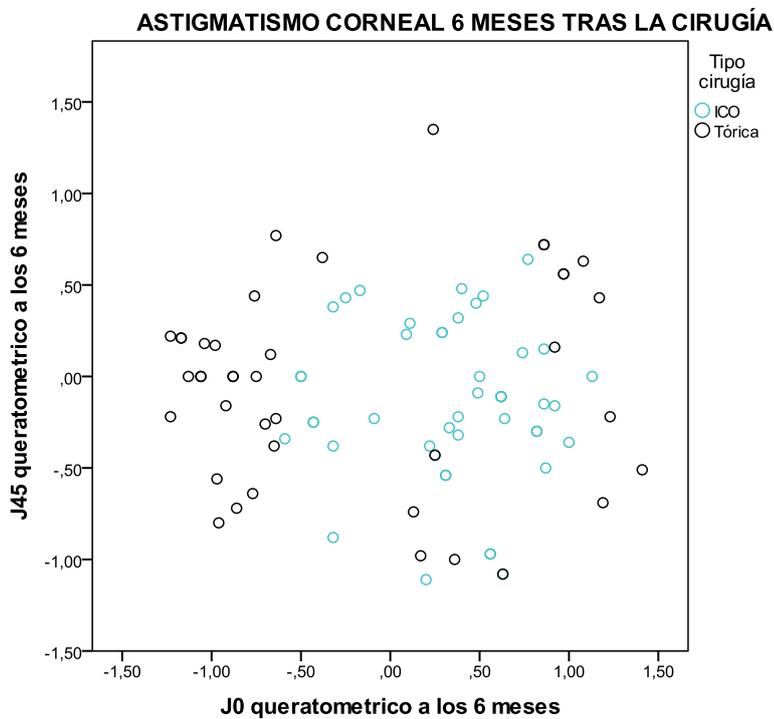


Fig. 52. Agrupamiento del racimo de puntos que representan al astigmatismo corneal en el grupo de ICOs de los puntos 6 meses tras la cirugía. El racimo del grupo de LIOs tóricas permanece disperso.

En cuanto al estudio del astigmatismo queratométrico, se vio que, tras la cirugía, **había un claro agrupamiento de los puntos que representan al astigmatismo corneal en el grupo de ICOs, mientras que, en el grupo de LIOs tóricas, la dispersión era similar a la previa a la operación.**

8.4.4. SENSIBILIDAD AL CONTRASTE:

Estadísticos descriptivos ICOs				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	2,76	46	1,015	,15
Sensibilidad al contraste 6 meses 1.5 Htz	5,15	46	,631	,093
Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	2,41	46	1,309	,193
Sensibilidad al contraste 6 meses 3 Htz	4,8	46	,778	,115
Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	1,17	46	1,039	,153
Sensibilidad al contraste 6 meses 6 Htz	2,85	46	1,173	,173
Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	,11	46	,379	,056
Sensibilidad al contraste 6 meses 12 Htz	1,24	46	1,119	,165
Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz	,00	46	,000	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 18 Htz	0,35	46	,706	,104

Tabla 53. Estadísticos descriptivos de la sensibilidad al contraste en el grupo de las ICOs.

Los valores medios en el grupo de ICOs para la sensibilidad al contraste fueron los siguientes:

- 1,5 Htz: la media de aciertos antes de la cirugía fue de 2,76 y a los 6 meses de la misma 5,15.
- 3 Htz: la media de aciertos previa a la cirugía fue de 2,41 y, 6 meses después, de 4,8.
- 6 Htz: la media de aciertos antes de la cirugía fue de 1,17 y de 2,85 a los 6 meses de la misma.
- 12 Htz: la media de aciertos prequirúrgicos fue de 0,11 y, 6 meses después de la misma, fue 1,24.
- 18 Htz: la media de aciertos antes de la cirugía fue 0 y, 6 meses tras la misma, fue de 0,35.

Estadísticos descriptivos LIOs tóricas				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	2,78	40	,891	,141
Sensibilidad al contraste 6 meses 1.5 Htz	5,18	40	,594	,094
Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	2,33	40	,859	,136
Sensibilidad al contraste 6 meses 3 Htz	4,73	40	,679	,107
Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	,83	40	,446	,071
Sensibilidad al contraste 6 meses 6 Htz	2,48	40	,599	,095
Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	,00	40	,000	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 12 Htz	,88	40	,516	,082
Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz	,00	40	,000	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 18 Htz	,1	40	,379	,06

Tabla 54. Estadísticos descriptivos de la sensibilidad al contraste en el grupo de LIOs tóricas.

En cuanto al grupo de LIOs tóricas, los valores medios de la sensibilidad al contraste fueron los siguientes:

- 1,5 Htz: los valores medios prequirúrgicos fueron de 2,78 aciertos, mientras que los obtenidos a los 6 meses de la cirugía fueron de 5,18 aciertos.
- 3 Htz: la media de aciertos antes de la cirugía fue de 2,33; a los 6 meses de la operación fue de 4,73 aciertos.
- 6 Htz: la media de aciertos previa a la cirugía fue 0,83 aciertos y, 6 meses tras la misma, fue de 2,48 aciertos.
- 12 Htz: la media de aciertos antes de la cirugía fue de 0 y, 6 meses después de la misma, 0,88 aciertos.
- 18 Htz: la media de aciertos antes de la cirugía fue 0; a los 6 meses de la operación, fue de 0,1.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
	Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintót. (bilateral)
Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	2,126	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 1.5 Htz	3,347	,000
Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	2,133	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 3 Htz	2,991	,000
Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	3,61	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 6 Htz	2,439	,000
Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	4,966	,000
Sensibilidad al contraste 6 meses 12 Htz	3,628	,000
Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz		
Sensibilidad al contraste 6 meses 18 Htz	4,554	,000

Tabla 55. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la sensibilidad al contraste.

Por la prueba de Kolmogorov-Smirnov se comprobó que todas las variables tenían una distribución no normal.

Estadísticos de contraste ICOs					
	Sensibilidad al contraste 6 meses 1.5 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 3 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 6 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 12 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 18 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz
Z	-5,945	-5,785	-5,267	-5,435	-3,025
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,002

Tabla 56. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de la sensibilidad al contraste antes y 6 meses después de la cirugía en el grupo de las ICOs.

La prueba de los rangos de Wilcoxon mostró, en el grupo de ICOs:

- La sensibilidad al contraste para los 1,5 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).
- La sensibilidad al contraste para los 3 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).
- La sensibilidad al contraste para los 6 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).
- La sensibilidad al contraste para los 12 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).
- La sensibilidad al contraste para los 18 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P = 0,002$).

Estadísticos de contraste LIOs tóricas					
	Sensibilidad al contraste 6 meses 1.5 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 1,5 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 3 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 3 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 6 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 6 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 12 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 12 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 18 Htz - Sensibilidad al contraste preoperatoria 18 Htz
Z	-5,454	-5,593	-5,568	-5,667	-1,633
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,102

Tabla 57. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de la sensibilidad al contraste antes y 6 meses después de la cirugía en el grupo de las LIOs tóricas.

La prueba de los rangos de Wilcoxon mostró que, en el grupo de LIOs tóricas:

- La sensibilidad al contraste para los 1,5 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).
- La sensibilidad al contraste para los 3 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).
- La sensibilidad al contraste para los 6 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).

- **La sensibilidad al contraste para los 12 Htz mejoró de manera significativa con la cirugía ($P < 0,001$).**
- **La sensibilidad al contraste para los 18 Htz mejoró con la cirugía, aunque esta mejoría no fue estadísticamente significativa.**

8.4.5. CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDAD FUNCIONAL RELACIONADA CON LA VISIÓN VF-14:

		Estadísticos descriptivos ICOs				
Tipo cirugía		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ICO	Encuesta de calidad de vida preoperatoria	46	5,77	85,42	60,3228	19,36726
	Encuesta de calidad de vida por visión postoperatoria	46	79,17	100	93,8552	4,36338

Tabla 58. Estadísticos descriptivos del cuestionario VF-14 en el grupo de las ICOs.

En el grupo de ICOs, las puntuaciones medias obtenidas en el cuestionario VF-14 fueron de 60,32 puntos antes de la cirugía y 93,85 puntos 6 meses después de la misma.

		Estadísticos descriptivos LIOs tóricas				
Tipo cirugía		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Tórica	Encuesta de calidad de vida preoperatoria	40	3,57	81,25	54,1583	19,02818
	Encuesta de calidad de vida por visión postoperatoria	40	72,27	98,08	93,4723	4,74441

Tabla 59. Estadísticos descriptivos del cuestionario VF-14 en el grupo de las LIOs tóricas.

En el grupo de LIOs tóricas, las puntuaciones medias obtenidas por los pacientes en el cuestionario de capacidad funcional relacionada con la visión VF-14 fueron de 54,15 puntos antes de la cirugía y 93,47 puntos a los 6 meses de la misma.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
	Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión preoperatoria	Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión a los 6 meses
Z de Kolmogorov-Smirnov	,965	1,738
Sig. asintót. (bilateral)	,31	,005

Tabla 60. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el cuestionario VF-14.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que la distribución de los valores era normal para los resultados de VF-14 antes de la cirugía, mientras que, para los resultados a los 6 meses de la misma, era no normal.

Estadísticos de contraste ICOs	
	Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión postoperatoria - Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión preoperatoria
Z	-5,894
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Tabla 61. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de los resultados en el cuestionario VF-14 antes y después de la cirugía en el grupo de las ICOs.

Mediante de la prueba de los rangos de Wilcoxon, se vió que **la puntuación de los pacientes en el cuestionario sobre capacidad funcional relacionada con la visión VF-14 mejoró de manera significativa tras la cirugía en el grupo de ICOs ($P < 0,001$).**

Estadísticos de contraste LIOs tóricas	
	Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión postoperatoria – Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión preoperatoria
Z	-5,511
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Tabla 62. Prueba de los rangos de Wilcoxon. Comparación de los resultados en el cuestionario VF-14 antes y después de la cirugía en el grupo de las LIOs tóricas.

Mediante de la prueba de los rangos de Wilcoxon, se vió que **la puntuación de los pacientes en el cuestionario sobre capacidad funcional relacionada con la visión VF-14 mejoró de manera significativa tras la cirugía en el grupo de LIOs tóricas ($P < 0,001$).**

8.5. COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR AMBAS TÉCNICAS:

En este apartado, se compararon los resultados obtenidos tras el tratamiento quirúrgico en ambos grupos para valorar si había diferencias significativas entre ellos.

8.5.1. ASTIGMATISMO CORNEAL:

En la tabla 19 del apartado 8.4. se vio que la distribución de los valores del astigmatismo corneal 6 meses después de la cirugía era normal.

		Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas			Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Astigmatismo corneal 6 meses tras cirugía	Se han asumido varianzas iguales	1,617	,207	7,072	,000	,74413	,10523	,53487	,95339
	No se han asumido varianzas iguales			7,153	,000	,74413	,10403	,53725	,95101

Tabla 63. Prueba de t de Student. Comparación de la media del astigmatismo corneal 6 meses tras la cirugía en los grupos de tratamiento.

Mediante la prueba t de Student para muestras independientes se demostró que **el astigmatismo corneal a los 6 meses de la cirugía era superior en el grupo de LIOs tóricas**, con una diferencia que era estadísticamente significativa ($P < 0,001$).

8.5.2. AGUDEZA VISUAL:

En la tabla 26 del apartado 8.4. se vio que tanto la AV con corrección, como la AV sin corrección y la visión próxima, tenían una distribución no normal 6 meses después de la cirugía.

Estadísticos de contraste			
	AV de lejos con corrección a los 6 meses	AV de lejos sin corrección a los 6 meses	VP 6 meses tras cirugía
Z	-1,535	-1,458	-0,708
Sig. asintót. (bilateral)	0,125	0,145	0,479

Tabla 64. Prueba de Mann-Whitney. Comparación de la AV y la VP 6 meses tras la cirugía, en ambos grupos de tratamiento.

Mediante la prueba de Mann-Whitney, se comprobó que **no había diferencias estadísticamente significativas 6 meses tras la cirugía entre los dos tratamientos en cuanto a la AV de lejos con la mejor corrección, la AV de lejos sin corrección y la visión próxima.**

8.5.3. BORROSIDAD:

En la tabla 31 del aparato 8.4. se comprobó que la distribución de valores de la borrosidad era normal a los 6 meses de la misma.

		Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas			Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Borrosidad o longitud del vector P a los 6 meses de la cirugía	Se han asumido varianzas iguales	5,442	,022	2,574	,012	,23433	,09103	,05331	,41534
	No se han asumido varianzas iguales			2,631	,010	,23433	,08906	,05713	,41152

Tabla 65. Prueba de t de Student. Comparación de la media de la borrosidad a los 6 meses de la cirugía en ambos grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de la t de Student para muestras independientes, que mostró que, **6 meses tras la cirugía, la borrosidad era significativamente mayor en el grupo de ICOs (P=0,010).**

8.5.4. SENSIBILIDAD AL CONTRASTE:

En la tabla 36 del apartado 8.4. se comprobó que los valores de sensibilidad al contraste tenían una distribución no normal para todas las frecuencias que se estudiaron.

Estadísticos de contraste ^a					
	Sensibilidad al contraste 6 meses 1.5 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 3 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 6 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 12 Htz	Sensibilidad al contraste 6 meses 18 Htz
Z	-0,22	-0,349	-1,421	-1,702	-2,05
Sig. asintót. (bilateral)	,826	,727	,155	,089	,040

Tabla 66. Prueba de Mann-Whitney. Comparación de la sensibilidad al contraste 6 meses tras la cirugía en ambos grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de Mann-Whitney, que mostró los siguientes resultados:

- **No se observaron diferencias significativas entre los grupos de ICOs y LIOs tóricas a los 6 meses de la cirugía en cuanto a la sensibilidad al contraste para los 1,5 Htz.**
- **No se observaron diferencias significativas entre los grupos de ICOs y LIOs tóricas a los 6 meses de la cirugía en cuanto a la sensibilidad al contraste para los 3 Htz.**
- **No se observaron diferencias significativas entre los grupos de ICOs y LIOs tóricas a los 6 meses de la cirugía en cuanto a la sensibilidad al contraste para los 6 Htz.**
- **No se observaron diferencias significativas entre los grupos de ICOs y LIOs tóricas a los 6 meses de la cirugía en cuanto a la sensibilidad al contraste para los 12 Htz.**
- **Los aciertos en la sensibilidad al contraste para los 18 Htz fueron significativamente mayores en el grupo de ICOs a los 6 meses de la cirugía (P=0,04).**

8.5.5. CUESTIONARIO SOBRE CAPACIDAD FUNCIONAL RELACIONADA CON LA VISIÓN VF-14:

En la tabla 41 del apartado 8.4. se observó que la distribución de las puntuaciones en el cuestionario VF-14 a los 6 meses de la cirugía fue no normal.

Estadísticos de contraste	
	Encuesta de capacidad funcional relacionada con la visión
Z	-0,204
Sig. asintót. (bilateral)	0,838

Tabla 67. Prueba de Mann-Whitney. Comparación de los resultados en el cuestionario VF-14 tras la cirugía en ambos grupos de tratamiento.

La prueba de Mann-Whitney mostró que **no existían diferencias significativas en cuanto a la puntuación obtenida en el cuestionario VF-14 entre los dos grupos de estudio a los 6 meses de la cirugía.**

8.5.6. UTILIZACIÓN DE GAFAS TRAS LA CIRUGÍA:

Uso habitual de gafas 6 meses tras cirugía					
		Tto	Tipo cirugía		Total
			0 ICO	1 Tórica	
Uso habitual de gafas 6 meses tras cirugía	0 No	Recuento	25	27	52
	1 Sí	Recuento	21	13	34
Total		Recuento	46	40	86

Tabla 68. Tabla de contingencia que muestra la distribución de los pacientes en cuanto al uso habitual de las gafas 6 meses tras la cirugía.

A los 6 meses de la cirugía:

- De los 46 pacientes del grupo de ICOs, 25 pacientes, el 54,3% del total, no necesitaron gafas para la realización de las actividades habituales de su vida diaria. Los otros 21 pacientes, el 45,7%, sí las necesitaron.

- De los 40 pacientes del grupo de LIOs tóricas, 27 pacientes, el 67,5% del total, no necesitaron gafas para la realización de las actividades habituales de su vida diaria. Los otros 13 pacientes, el 32,5%, sí que las necesitaron.

Prueba de chi-cuadrado		
	Valor	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,548	,213
N de casos válidos	86	

Tabla 69. Prueba de chi-cuadrado. Comparación del uso habitual de las gafas 6 meses tras la cirugía en ambos grupos de tratamiento.

Se realizó la prueba de chi-cuadrado, que mostró que **no había diferencias significativas en el uso de gafas para la realización de las actividades habituales de la vida diaria 6 meses después de la cirugía entre ambos grupos de tratamiento.**

9. DISCUSIÓN:

El tratamiento de las cataratas mediante la técnica de facoemulsificación cristaliniiana más implante de una LIO en el saco capsular ha experimentado un vertiginoso desarrollo en las últimas décadas. Desde el implante de la primera LIO permanente por Harold Ridley en 1950 y la introducción de la facoemulsificación por Charles Kelman en 1967, los enormes avances que se han producido tanto en la propia cirugía, como en las LIOs implantadas, han transformado de tal manera la operación de cataratas, su tiempo de recuperación y rehabilitación visual y las expectativas en cuanto a sus resultados, que ha pasado de ser una intervención rehabilitadora a convertirse en una cirugía refractiva de la que se esperan unos excelentes resultados visuales.^{92,96,97,98}

Los pacientes aspiran a lograr una visión óptima tras la operación y, si es posible, a conseguirla sin necesidad de utilizar gafas y mediante una única intervención quirúrgica.

Las posibilidades técnicas actuales permiten abordar el tratamiento del astigmatismo moderado y la catarata en un solo acto quirúrgico, de modo que se puedan corregir ambos problemas para lograr con frecuencia la emetropía y una excelente agudeza visual sin corrección óptica tras la intervención quirúrgica. Para ello la facoemulsificación puede asociarse a cirugía incisional corneal, tratamiento con láser excimer, implante de anillos intraestromales o implante de una LIO tórica en el saco capsular.^{43,44,48,58,112,113,114,115}

De las diferentes técnicas quirúrgicas disponibles, el presente estudio comparó los resultados de la facoemulsificación cristaliniiana con implante de LIO tórica en saco capsular con la facoemulsificación con incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo más implante de LIO en saco capsular, en el tratamiento del astigmatismo corneal moderado en pacientes con cataratas.

Para poder comparar adecuadamente los resultados de ambas técnicas, era importante que los dos grupos de tratamiento fueran comparables, especialmente en lo que a la característica basal principal se refiere, esto es, un astigmatismo corneal moderado, de entre -1,5 y -2,5 dioptrías.

Tras comprobar que, efectivamente, no había diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en cuanto al **astigmatismo corneal preoperatorio**, se verificaron posibles diferencias entre los demás parámetros basales.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de tratamiento en relación a su edad, distribución por sexos, el ojo operado (izquierdo o derecho), el tiempo medio de seguimiento, la puntuación media obtenida en el cuestionario sobre capacidad funcional relacionada con la visión VF-14 antes de la cirugía, el test de sensibilidad al contraste preoperatorio ni el valor medio preoperatorio de la borrosidad o longitud del vector P (M,J₀,J₄₅).

Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en los valores del **astigmatismo refractivo preoperatorio**, que era mayor en el grupo de las LIOs tóricas, así como la agudeza visual lejana con o sin corrección óptica y la visión próxima, que eran mayores en el grupo de las ICOs.

Estas diferencias pueden ser explicadas por variaciones en las cataratas de los pacientes de cada grupo. Si el astigmatismo corneal era equivalente en ambos grupos, la diferencia en el astigmatismo refractivo tenía que deberse al otro factor que determina junto con el astigmatismo corneal el valor del astigmatismo refractivo, es decir el astigmatismo cristalino, que es especialmente relevante cuando el cristalino se vuelve cataratoso y, por tanto, más irregular.^{15,28,29}

Unas cataratas más densas en el grupo de las LIOs tóricas justificarían un mayor astigmatismo refractivo, además de una menor visión, tanto para lejos como para cerca.

Cabe pensar que estas diferencias podrían afectar a los resultados postoperatorios y, por lo tanto, a las conclusiones extraídas a partir de los mismos. Nosotros opinamos que no es así ya que, una vez operados los pacientes, quedan eliminadas las cataratas, principal factor causante de las diferencias preoperatorias entre ambos grupos.

En cuanto al **tamaño muestral**, éste fue de 86 pacientes, que fueron distribuidos de manera aleatoria entre ambos grupos, con 46 pacientes en el grupo de las ICOs y 40 en el de las LIOs tóricas. Calculando que el tamaño de la población eran los 1401 pacientes que cada año se operan de media en el Sector Sanitario Zaragoza III de Aragón y estimando un margen de error de un 5% y un nivel de confianza del 5%, el tamaño muestral

requerido era de 302 pacientes. Que el tamaño muestral no haya alcanzado esa cifra resta sin duda algo de potencia al presente estudio.

Tras realizar el estudio de comparabilidad entre los dos grupos de tratamiento, se procedió a analizar los resultados obtenidos con ambas técnicas quirúrgicas.

En primer lugar se valoró el cambio producido en el **astigmatismo refractivo**, que es el parámetro estudiado con mayor frecuencia en los estudios realizados sobre el tratamiento quirúrgico del astigmatismo. Se comprobó que dicho astigmatismo se había reducido de manera significativa tras la cirugía en ambos grupos de tratamiento y que su valor era significativamente menor en el grupo de LIOs tóricas tanto a la semana, como al mes y a los 6 meses de la operación.

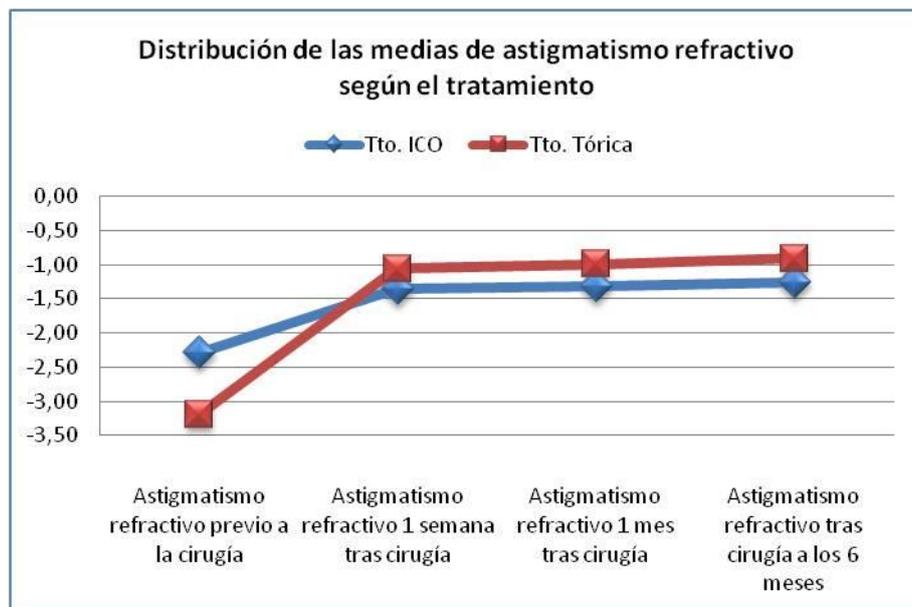


Figura 53. Valor medio del astigmatismo refractivo antes y después de la cirugía en los grupos de tratamiento.

En el grupo de las ICOs, el astigmatismo refractivo pasó de -2,28 dioptrías de media antes de la cirugía a -1,25 a los 6 meses de la misma, mientras que en el grupo de LIOs tóricas pasó de -3,18 a -0,95 dioptrías.

Esta disminución del astigmatismo refractivo queda claramente reflejada en los diagramas de dispersión que representan el componente astigmático (J_0 ,

J₄₅) del defecto refractivo, en las que se aprecia el agrupamiento de puntos que se produce en ambos grupos de tratamiento tras la operación.

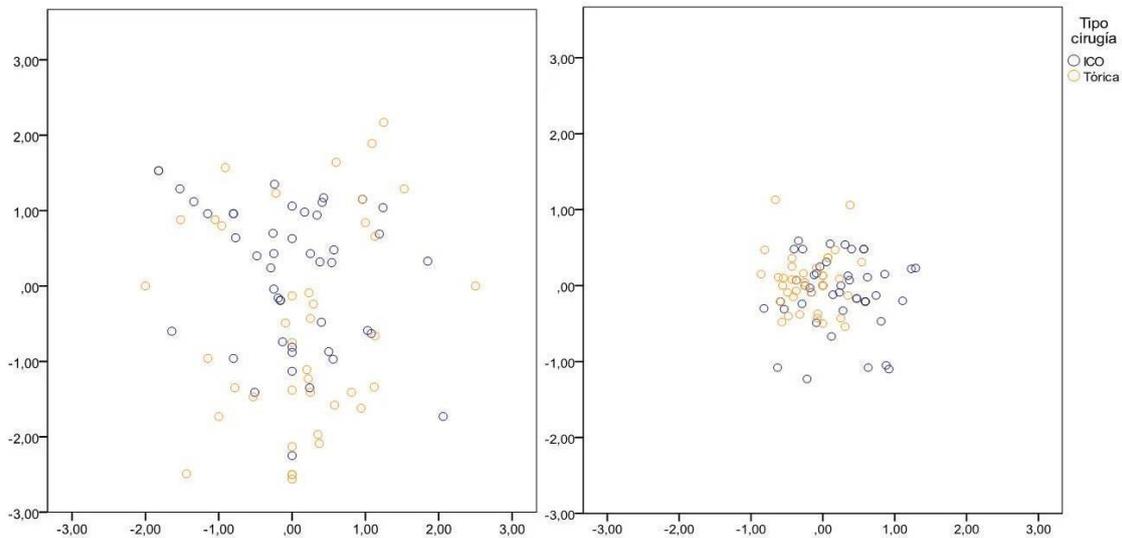


Fig. 54. Diagramas de dispersión los componentes J₀ y J₄₅ del defecto refractivo tras la cirugía en ambos grupos de tratamiento.

En estudios similares, también se produjo una reducción significativa y de una magnitud similar del astigmatismo refractivo con el tratamiento quirúrgico.

Así, Mendicute y cols¹¹⁶, que compararon, como en este estudio, los resultados de LIOs tóricas y de ICOs, el astigmatismo se redujo de 1,61 a 0,97 en el grupo de las ICOs y de 1,75 a 0,62 en el de LIOs tóricas.

También Mendicute¹¹⁷, en su artículo sobre LIOs tóricas, refiere una disminución del astigmatismo refractivo de 2,34 a 0,72 dioptrías. Otros estudios con LIOs tóricas que muestran una disminución importante del astigmatismo refractivo tras la cirugía son el de Sun y cols¹¹⁰, en el que se pasa de 2,57 a 1,03 dioptrías, el de Rushwurm y cols¹⁰⁶, con una disminución desde 2,68 a 0,84 dioptrías, el de Till y cols¹⁰⁷, en el que se redujo de 2,48 a 0,87 dioptrías, el de Dardzhikova y cols¹¹⁸, en que bajó de 1,25 a 0,32 dioptrías, o el de Holland y cols¹¹⁹, en el que el valor final del astigmatismo fue de 0,59 dioptrías.

Mingo-Botín y cols¹²⁰ publicaron un artículo en el que comparaban los resultados de LIOs tóricas frente a IRLs, logrando con las LIOs tóricas una reducción del astigmatismo refractivo de 1,89 a 0,61 dioptrías. Bazzani y

cols¹²¹ realizaron un estudio sobre ICOs, en el que se objetivó una reducción del astigmatismo refractivo de 1,82 a 1,31 dioptrías.

Alfonso y cols¹²² llevaron a cabo un estudio con LIOs tóricas fáquicas, en el cual se redujo el astigmatismo refractivo de -4,85 a -0,55 dioptrías. Aunque en el estudio de Alfonso y cols no se realizó la cirugía de cataratas y, por lo tanto, seguía presente el cristalino y su posible influencia sobre el astigmatismo refractivo final, los pacientes estudiados no tenían un cristalino cataratoso, por lo que dicha influencia sería mucho menor y, en nuestra opinión, permite realizar la comparación de dicho estudio con el presente.

En resumen, en los artículos revisados en que se trató a pacientes con un rango de astigmatismo similar al del presente estudio, éste disminuyó entre 1 y 2 dioptrías aproximadamente, cuando se les trató mediante facoemulsificación más implante de LIO tórica, frente a las 2,23 dioptrías de disminución en el grupo de LIOs tóricas de este trabajo.

En los que trataron el astigmatismo utilizando ICOs, se redujo en 0,5 dioptrías aproximadamente, mientras que en este estudio lo hizo en 1,03 dioptrías.

Tras la comparación de los resultados en cuanto al astigmatismo refractivo, se pasó a comparar los cambios logrados en ambos grupos de tratamiento en cuanto al **astigmatismo corneal**. Mientras que en el grupo de las ICOs se produjo una disminución significativa tras la cirugía, en el de las LIOs tóricas las diferencias no fueron significativas. Los valores postoperatorios del astigmatismo corneal fueron significativamente menores en el grupo de las ICOs.

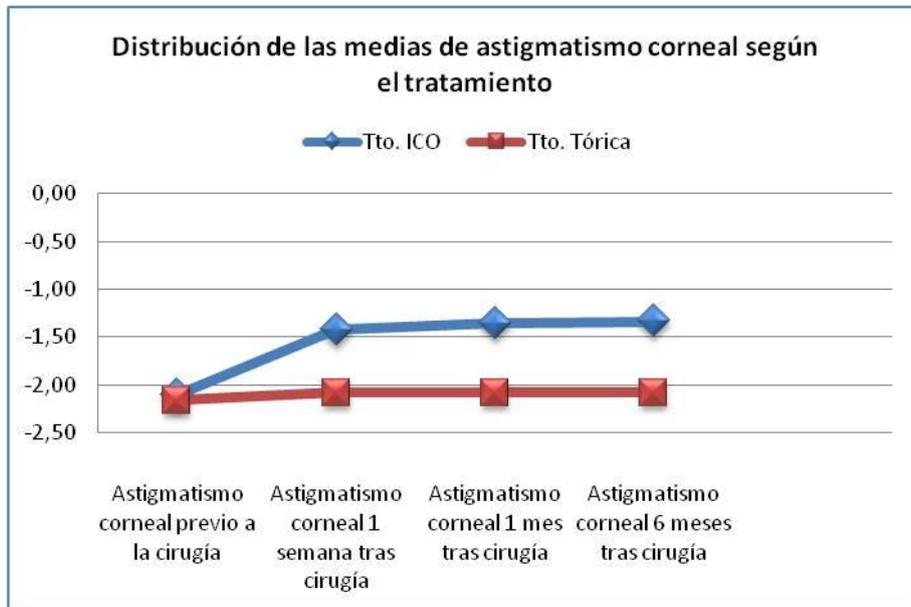


Figura 55. Valor medio del astigmatismo corneal en ambos grupos de tratamiento antes y después de la cirugía.

El astigmatismo corneal disminuyó de -2,1 a -1,33 dioptrías en el grupo de las ICOs. En el grupo de LIOs tóricas, pasó de -2,16 dioptrías antes de la cirugía a -2,08 tras la misma.

Las gráficas de dispersión de puntos mostraron un agrupamiento de los mismos en el grupo de las ICOs, mientras que en el de LIOs tóricas apenas varió el grado de dispersión de los puntos.

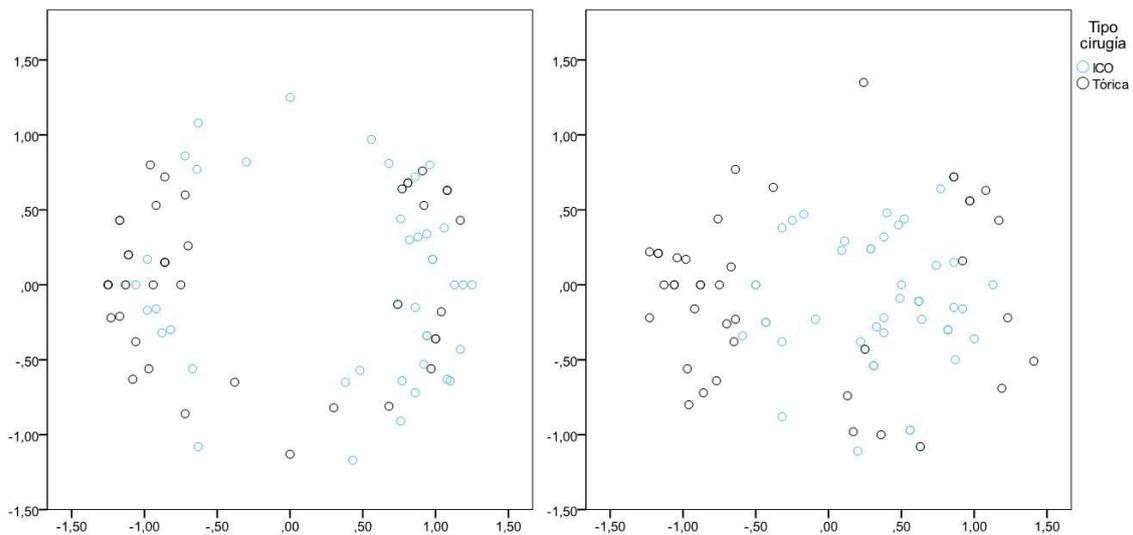


Figura 57. Agrupamiento de los puntos que representan los componentes J_0 y J_{45} del defecto refractivo en el grupo de las ICOs, mientras los del grupo de LIOs tóricas apenas varían.

Se revisaron diferentes artículos en los que se vieron cambios similares en cuanto al astigmatismo corneal. Así, en el estudio de Rushwurm y cols¹⁰⁶ sobre los resultados obtenidos con LIOs tóricas, el astigmatismo corneal pasó de 2,7 a 2,3 dioptrías. En el de Till y cols¹⁰⁷, pasó de 2,11 a 2,05. El de Mingo-Botín y cols¹²⁰, mostró que en el grupo de las LIOs tóricas aumentó el astigmatismo corneal de 1,73 a 1,87 dioptrías.

Ben Simon y cols¹²³ publicaron un artículo en el que comparaban los resultados refractivos de la cirugía de cataratas utilizando ICOs frente a la realización de una única incisión en el meridiano más curvo. En el grupo de las ICOs, se produjo un descenso del astigmatismo corneal con la cirugía desde 2,6 a 1,4 dioptrías. Khokhar y cols¹²⁴ realizaron un estudio similar en el que la reducción en el grupo de las ICOs fue de 2,51 a 0,91 dioptrías.

Otros grupos estudiaron también el efecto de las ICOs durante la cirugía de cataratas sobre el astigmatismo corneal. Qammar y cols¹²⁵ refirieron una disminución del astigmatismo corneal de 3,26 a 2,02 dioptrías. Tadros y cols¹²⁶ mostraron en su trabajo una reducción de 0,5 dioptrías respecto a las 1,48 dioptrías del astigmatismo corneal preoperatorio. En el artículo de Lever y cols¹²⁷ se refiere una disminución del astigmatismo corneal de 2,81 a 0,75 dioptrías.

Mientras, en el presente estudio, el astigmatismo corneal en el grupo de las ICOs se redujo en 0,77 dioptrías, en los artículos revisados con estudios similares se observó una disminución del astigmatismo corneal de entre 0,5 y 2 dioptrías.

En cuanto al cambio observado cuando el tratamiento fue el implante de LIOs tóricas, en este estudio disminuyó en 0,08 dioptrías. En los trabajos revisados, se vio desde una disminución de 0,4 hasta un aumento de 0,14 dioptrías.

También se realizó la comparación en cuanto a los resultados de la **agudeza visual** en ambos grupos de tratamiento.

Se estudiaron la agudeza visual para lejos con la mejor corrección, la agudeza visual lejana sin corrección y la visión próxima con la mejor corrección óptica. En ambos grupos hubo una mejoría significativa de todas las agudezas visuales.

La AV para lejos con la mejor corrección mejoró en el grupo de las ICOs de 0,45 a 0,95 y en el de LIOs tóricas de 0,37 a 0,91. Para la AV lejana sin corrección, la mejoría fue de 0,2 a 0,7 en el grupo de ICOs y de 0,13 a 0,76

en el de LIOs tóricas. En cuanto a la VP, mejoró de 0,5 a 1 en el grupo de ICOs, mientras que en el de LIOs tóricas, lo hizo de 0,46 a 0,99.

Las diferencias en los resultados finales de ambos grupos de tratamiento para la AV con la mejor corrección, la AV sin corrección y la VP, no fueron significativas.

	LIOs tóricas	ICOs
Mateo J	0,76	0,7
Sun XY	0,61	
Mendicute J	0,69	
Mingo-Botín D	0,74	
Alfonso JF	0,62	
Alfonso JF (2)	0,81	
Mendicute J (2)	0,77	0,74
Ben Simon GJ		0,54

Tabla 70. AV para lejos sin corrección, anotada en escala decimal, en los diferentes estudios revisados.

En cuanto a la AV para lejos sin corrección para pacientes en los que se habían implantado LIOs tóricas, Sun y cols¹¹⁰ refirieron una AV final de 0,61. Mendicute y cols¹¹⁷ registraron una AV de 0,69. En el trabajo de Mingo-Botín y cols¹²⁰ la AV final fue 0,74. En el estudio comparativo entre LIOs tóricas e ICOs de Mendicute y cols¹¹⁶, la AV sin corrección final en el grupo de LIOs tóricas fue 0,77. En los dos estudios de Alfonso y cols^{122,128} sobre LIOs tóricas fáquicas, la AV sin corrección obtenida al final fue de 0,62 y 0,81 respectivamente.

Para la AV lejana sin corrección óptica en pacientes a los que se había realizado ICOs, Ben Simon y cols¹²³ lograron una AV final de 0,54 mientras que Mendicute y cols¹¹⁶ refirieron una AV de 0,74.

Los resultados del presente estudio son muy similares a los encontrados en la bibliografía revisada en ambos grupos de tratamiento. Mientras en el grupo de las LIOs tóricas se llegó a una AV sin corrección de 0,76 al final del seguimiento, en la literatura revisada osciló entre 0,61 y 0,81. Para los pacientes tratados con ICOs, en este estudio se logró una AV final de 0,7 frente a los resultados de 0,54 y 0,74 de otros trabajos.

Para la AV lejana con la mejor corrección óptica, Mendicute y cols¹¹⁶ mostraron una AV final con corrección de 0,97 tanto para los pacientes tratados con ICOs como para los que recibieron un implante de LIO intraocular. En otros trabajos con pacientes tratados con LIOs tóricas, los resultados finales para la AV lejana con corrección fueron 0,95 en el estudio de Mendicute y cols¹¹⁷ y 0,81 en el de Mingo-Botín y cols¹²⁰. En los estudios de Alfonso y cols^{122,128} sobre implante de LIOs tóricas fáquicas, la AV final con corrección fue de 0,85 y 0,78 respectivamente.

La AV con la mejor corrección de 0,95 para el grupo de pacientes tratado con ICOs en el presente estudio es muy similar a la de 0,97 alcanzada en el estudio de Mendicute y cols. La de 0,91 conseguida en los pacientes tratados con LIOs tóricas en este estudio se sitúa en la media de la obtenida en otros trabajos, que osciló entre 0,78 y 0,97.

No se han encontrado en PubMed trabajos similares al presente en los que se haya valorado la VP.

Para la realización del análisis vectorial del astigmatismo, se llevó a cabo el estudio del cambio en los componentes J_0 y J_{45} del vector P (M, J_0, J_{45}) mediante los racimos de puntos que los representan y su agrupación o no tras la cirugía. Por otro lado, se analizó el cambio en la **borrosidad B**, es decir, de la longitud del vector de fuerza P (M, J_0, J_{45}). En ambos grupos de tratamiento se produjo una reducción significativa de la borrosidad tras la cirugía.

En el grupo de ICOs pasó de 3,46 a 0,93 y, en el de las LIOs tóricas, de 4,43 a 0,69. La reducción fue de mayor cuantía y el valor final de la borrosidad fue significativamente más bajo en el grupo de las LIOs tóricas.

Aunque no se han hallado estudios similares al presente que analicen los cambios en la borrosidad en pacientes tratados con ICOs, sí hay varios que lo hacen tras el implante de LIOs tóricas. Mingo-Botín¹²⁰ y cols refirieron una disminución de la borrosidad desde 2,32 hasta un valor de 0,42 en el grupo de LIOs tóricas. En los estudios de Alfonso y cols^{122,128} sobre implante de LIOs tóricas fáquicas, el descenso de la borrosidad fue de 6,41 a 0,15 y de 5,07 a 0,42 respectivamente. Ambos descensos son similares a los observados en este estudio, en que bajó de 4,43 a 0,69 en el grupo de las LIOs tóricas.

También se analizaron los cambios producidos en la **sensibilidad al contraste** con el tratamiento. En los dos grupos de tratamiento se produjo una mejoría significativa de la sensibilidad al contraste en todas las

frecuencias espaciales estudiadas (1,5-3-6-12 y 18 ciclos). Solamente en el grupo de LIOs tóricas, se produjo una mejoría que no fue significativa para los 18 ciclos.

Los valores postoperatorios finales no fueron difirieron significativamente entre ambos grupos, excepto para los 18 ciclos, en que los resultados en el grupo de las ICOs sí superaron a los del grupo de las LIOs tóricas.

En el artículo de Mendicute y cols, que compara los resultados de pacientes tratados con ICOs y LIOs tóricas, sucedió lo contrario que en este estudio, ya que los resultados fueron mejores para los 18 ciclos en el grupo de LIOs tóricas¹¹⁶. En el trabajo de Mingo-Botín y cols¹²⁰, que compara los resultados de tóricas con los de IRLs, la sensibilidad al contraste fue mejor en el grupo de las LIOs tóricas para los 1,5 y 3 ciclos.

Para valorar el cambio producido en la calidad de vida de los pacientes a raíz del tratamiento, se utilizó el cuestionario de capacidad funcional relacionada con la visión Visual Functioning 14 o **VF-14**. En ambos grupos de tratamiento se produjo un aumento significativo en la puntuación obtenida en el cuestionario tras la cirugía.

En el grupo de los pacientes tratados con ICOs, la puntuación pasó de 60,32 a 93,85 puntos y, en el de los pacientes a los que se implantaron LIOs tóricas, de 54,15 a 93,47 puntos. Los valores finales obtenidos en ambos grupos no mostraron diferencias significativas.

Sólo en el trabajo de Mingo-Botín y cols¹²⁰ se encontró la valoración mediante el VF-14 de la mejoría de calidad de vida en pacientes tratados con LIOs tóricas, con una mejoría desde 60,13 a 90,73 puntos, bastante similar a la del presente estudio, de 54,15 a 93,47 puntos.

Varios estudios han valorado mediante el cuestionario VF-14 la mejoría en la calidad de vida en pacientes operados de cataratas, con mejorías significativas y semejantes a las producidas en los dos grupos de tratamiento del presente estudio. Así, Olawoye y cols¹²⁹ refieren una mejoría de 40,17 a 88,79 puntos, Owsley y cols¹³⁰ desde 68,7 a 93,6 y Gothwal VK y cols¹³¹ de 82,49 a 90,81 puntos.

Finalmente, se comparó si la necesidad de **uso de gafas** para la realización de las actividades de la vida diaria era mayor en alguno de los grupos de tratamiento del estudio. En el grupo de las ICOs, el 54,3% de los pacientes eran independientes de las gafas para la realización de las actividades

diarias, mientras que en el grupo de las LIOs tóricas lo eran el 67,5% de los pacientes. Las diferencias entre los dos grupos no fueron significativas.

Mingo-Botín y cols¹²⁰ refieren, en su trabajo, una independencia en el uso de gafas en el 85% de los pacientes y Holland y cols¹¹⁹ lo hacen en el 61% de los pacientes del suyo. En ambos estudios los pacientes fueron tratados mediante el implante de LIOs tóricas. No se hallaron artículos que estudiaran la independencia respecto al uso de gafas en el postoperatorio de pacientes tratados mediante ICOs.

10. CONCLUSIONES:

En pacientes afectos de cataratas y un astigmatismo queratométrico preoperatorio de entre 1,5 y 2,5 dioptrías:

1ª CONCLUSIÓN:

La facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO tórica en saco capsular logra unos valores menores de astigmatismo refractivo postoperatorio a la semana, al mes y a los 6 meses de la cirugía que la facoemulsificación con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo.

2ª CONCLUSIÓN:

La facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo logra unos valores menores de astigmatismo corneal postoperatorio que la facoemulsificación con implante de LIO tórica en saco capsular.

3ª CONCLUSIÓN:

No se observan diferencias significativas en cuanto a la agudeza visual lejana con la mejor corrección óptica, la agudeza visual lejana sin corrección, ni la visión próxima con la mejor corrección óptica entre la facoemulsificación con implante de LIO tórica en saco capsular y la facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo.

4ª CONCLUSIÓN:

La facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO tórica en saco capsular logra unos valores menores de borrosidad que la facoemulsificación con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo.

5ª CONCLUSIÓN:

No se observan diferencias significativas en cuanto a la sensibilidad al contraste postoperatoria para los valores de 1,5 ciclos, 3 ciclos, 6 ciclos y 12 ciclos entre la facoemulsificación con implante de LIO tórica en saco capsular y la facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo. **La facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo logra unos valores mayores de sensibilidad al contraste postoperatoria para los 18 ciclos.**

6ª CONCLUSIÓN:

No se observan diferencias significativas en cuanto a la puntuación obtenida en el cuestionario de capacidad funcional relacionada con la visión VF-14 entre la facoemulsificación con implante de LIO tórica en saco capsular y la facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo.

7ª CONCLUSIÓN:

No se observan diferencias significativas en cuanto a la necesidad de lentes correctoras para la realización de las actividades habituales de la vida diaria 6 meses después de la cirugía entre la facoemulsificación con implante de LIO tórica en saco capsular y la facoemulsificación cristaliniana con implante de LIO en saco capsular asociada a incisiones corneales perforantes enfrentadas en el meridiano corneal más curvo.

11. BIBLIOGRAFÍA:

1- Broman AT, Muñoz B, Rodríguez J, Sánchez R, Quigley HA, Klein R, Snyder R, West SK. The impact of visual impairment and eye disease on vision-related quality of life in a Mexican-American population: Proyecto VER. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002; 43:3393-3398.

2- Owen CG, Rudnicka AR, Smeets L, Evans JR, Wormald RPL, Fletcher AE. Is the NEI-VFQ-25 a useful tool in identifying visual impairment in an elderly population? *BMC Ophthalmol* 2006; 6:24.

3- Nirmalan PK, Tielsch JM, Katz J, Thulasiraj RD, Krishnadas R, Ramakrishnan R, Robin AL. Relationship between vision impairment and eye disease to vision-specific quality of life and function in rural India: the Aravind Comprehensive Eye Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46:2308-2312.

4- García-Castiñeiras S. Cataratas: etiopatogenia y bioquímica. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología*. Madrid: MacLine; 2008;I:117-139.

5- Anatomía patológica. In: *Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 11. American Academy of Ophthalmology*. Barcelona: Elsevier; 2009:43-69.

6- Beguiristain JM, Ibarzulea J, Elizalde B, Larrañaga I, Garitano B, Mendicute J. Incidencia y prevalencia de cataratas. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología*. Madrid: MacLine; 2008;I:165-172.

7- Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokharel GP, Mariotti SP. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull World Health Organ*. 2004;82:844-851.

8- Cirugía de las cataratas. In: *Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 11. American Academy of Ophthalmology*. Barcelona: Elsevier; 2009:91-161.

9- Findl O. Biometry and intraocular lens power calculation. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:61-64.

10- Lee AC, Qazi MA, Pepose JS. Biometry and intraocular lens power calculation. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:13-17.

11- Talley-Rostov A. Patient-centered care and refractive cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:5-9.

-
- 12- Wu SY, Hennis A, Nemesure B, Leske MC. Impact of glaucoma, lens opacities, and cataract surgery on visual functioning and related quality of life: The Barbados Eye Studies. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49:1333-1338.
- 13- Vitale S, Ellwein L, Cotch MF, Ferris FL 3rd, Sperduto R. Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004. *Arch Ophthalmol*. 2008;126:1111-1119.
- 14- Durán de la Colina JA. Defectos de refracción. In: Kanski JJ. *Oftalmología clínica* 5ª ed. Madrid: Elsevier; 2004:732-745.
- 15- Óptica del ojo humano. In: *Óptica Clínica. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 3.* American Academy of Ophthalmology. Madrid: Elsevier; 2008:105-123.
- 16- Cristóbal JA, del Buey MA, Mínguez E. Opciones quirúrgicas para el tratamiento del astigmatismo en la cirugía del cristalino. In: Lorente R, Mendicutte J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología.* Madrid: MacLine; 2008;II:1435-1444.
- 17- Cirugía corneal incisional. In: *Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 13.* American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:61-71.
- 18- Lorente R, Moreno C. Lentes tóricas. In: Lorente R, Mendicutte J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología.* Madrid: MacLine; 2008;II:1445-1460.
- 19- Cristóbal JA, del Buey MA, Mínguez E. Cirugía combinada de astigmatismo y catarata mediante implante de lente intraocular tórica In: Palomino C. *Procedimientos combinados en cirugía faco-refractiva. Monografía de la SECOIR.* Madrid: MacLine; 2008:265-279.
- 20- Kersey JP, O'Donnell A, Illingworth CD. Cataract surgery with toric intraocular lenses can optimize uncorrected postoperative visual acuity in patients with marked corneal astigmatism. *Cornea* 2007;26:133-135.
- 21- Wolffsohn JS, Bhogal G, Shah S. Effect of uncorrected astigmatism on vision. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:454-460.
- 22- Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35:70-75.
- 23- Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, Javitt JC, Sharkey PD, Cassard SD, Legro MW, Dieter-West M, Bass EB, Damiano AM. The VF-14: an index of functional impairment in patients with cataract. *Arch Ophthalmol* 1994;112:630-638.

-
- 24- Cassard SD, Patrick DL, Damiano AM, Legro MW, Tielsch JM, Diener-West M, Schein OD, Javitt JC, Bass EB, Steinberg EP. Reproducibility and responsiveness of the VF-14. An index of visual impairment in patients with cataracts. *Arch Ophthalmol* 1995;113:1508-1513.
- 25- Friedman DS, Tielsch JM, Vitale S, Bass EB, Schein OD, Steinberg EP. VF-14 item specific responses in patients undergoing first eye cataract surgery: can the length of the VF-14 be reduced?. *Br J Ophthalmol* 2002;86:885-891.
- 26- Larrañaga I, Beguiristain JM, Elizalde B, Garitano B, Mendicute J. Cirugía de catarata y calidad de vida. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología*. Madrid: MacLine; 2008;I:347-354.
- 27- Palomo C, Cuiña R, García-Feijó J, García-Sánchez J. El dioptrio ocular. In: Solans T, García-Sánchez J, Cárceles JA, Martínez-Puente A, Rodríguez-Hernández JV, Martín E, Lalaurie F. *Refracción ocular y baja visión. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología*. Madrid: MacLine; 2003:27-35.
- 28- Cárceles JA, Montoya MV, Salinas EM, Verdú AJ. Defectos de refracción. In: Solans T, García-Sánchez J, Cárceles JA, Martínez-Puente A, Rodríguez-Hernández JV, Martín E, Lalaurie F. *Refracción ocular y baja visión. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología*. Madrid: MacLine; 2003:43-74.
- 29- Martínez de la Casa JM, Matilla M. Astigmatismo. In: Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, Donate J, García S, Isasi M, Martínez de la Casa JM, Martín A, Moreno B, Ortega J, del Río S, Zamora J. *Manual de refracción para residentes de Oftalmología*. Madrid. 1999:113-118.
- 30- del Buey MA, Cristóbal JA, Mateo AJ. Astigmatismo y valoración de tratamiento. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología*. Madrid: MacLine; 2008;II:1430-1434.
- 31- Cristóbal JA, Mateo A, Faus F. Bases del astigmatismo. In: Cristóbal JA. *Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR*. Madrid: MacLine; 2006:33-40.
- 32- Óptica geométrica. In: *Óptica Clínica. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 3. American Academy of Ophthalmology*. Madrid: Elsevier; 2008:25-104.
- 33- Attebo K, Ivers RQ, Mitchell P. Refractive errors in an older population: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 1999;106:1066-1072.
- 34- Gudmundsdottir E, Jonasson F, Jonsson V, Stefánsson E, Sasaki H, Sasaki K. "With the rule" astigmatism is not the rule in the elderly. Reykjavik Eye Study: a population based study of refraction and visual acuity in citizens of Reykjavik 50 years and older. Iceland-Japan Co-Working Study Groups. *Acta Ophthalmol Scand*. 2000;78:642-646.

-
- 35- Sawada A, Tomidokoro A, Araie M, Iwase A, Yamamoto T; Tajimi Study Group. Refractive errors in an elderly Japanese population: the Tajimi study. *Ophthalmology*. 2008;115:363-370.
- 36- Gupta A, Casson RJ, Newland HS, Muecke J, Landers J, Selva D, Aung T. Prevalence of refractive error in rural Myanmar: the Meiktila Eye Study. *Ophthalmology*. 2008;115:26-32.
- 37- Hoffer KJ. Biometry of 7500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol* 1980;90:360-368.
- 38- La ciencia de la cirugía refractiva. In: *Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 13. American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:5-31.*
- 39- Telescopios e instrumentos ópticos. In: *Óptica Clínica. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 3. American Academy of Ophthalmology. Madrid: Elsevier; 2008:269-324.*
- 40- Refracción clínica. In: *Óptica Clínica. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 3. American Academy of Ophthalmology. Madrid: Elsevier; 2008:125-171.*
- 41- Gills JP. Treating astigmatism at the time of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2002;13:2-6.
- 42- Kohnen T, Koch DD. Methods to control astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 1996;7:75-80.
- 43- Nichamin LD. Treating astigmatism at the time of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2003;14:35-38.
- 44- Amesbury EC, Miller KM. Correction of astigmatism at the time of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2009;20:19-24.
- 45- Gills JP, Van der Karr M, Cherchio M. Combined toric intraocular lens implantation and relaxing incisions to reduce high preexisting astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1585-1588.
- 46- Choi DM, Thompson RW Jr, Prince FW Jr. Incisional refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2002;13:237-241.
- 47- Cirugía corneal incisional. In: *Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 13. American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:61-72.*
- 48- del Buey MA, Cristóbal JA, Mateo A. Cirugía combinada de astigmatismo y extracción de cristalino con incisiones relajantes corneales. In: Palomino C. *Procedimientos combinados en cirugía faco-refractiva. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2008:113-128.*

-
- 49- Cristóbal JA. Incisiones corneales relajantes asociadas. In: Fernández-Vega L. Facoemulsificación y emetropía. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2001:87-104.
- 50- Harto MA, España E, Rodríguez V, Menezo JL. Cirugía del astigmatismo asociado a la cirugía intraocular. In: Menezo JL, Güell JL. Corrección quirúrgica de la alta miopía. Barcelona: Espaxs; 2001:381-401.
- 51- del Buey MA, Cristóbal JA, Mínguez E. Astigmatismo postoperatorio tras la cirugía del cristalino. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:141-158.
- 52- Alfonso JF, Fernández-Vega L. Astigmatismo y láser excimer. Conceptos de programación. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:251-268.
- 53- Fotoablación. In: Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 13. American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:89-147.
- 54- Lorente R, Moreno C. Lentes tóricas. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:276-294.
- 55- Lorente R, Moreno C. Lentes tóricas. In: Lorente R, Mendicute J. Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología. Madrid: MacLine; 2008;II:1445-1460.
- 56- Cirugía intraocular. In: Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 13. American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:157-185.
- 57- Lorente R, Moreno C. Lentes tóricas. In: Palomino C. Procedimientos combinados en cirugía faco-refractiva. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2008:249-264.
- 58- Cristóbal JA, del Buey MA, Mínguez E. Cirugía combinada de astigmatismo y catarata mediante implante de lente intraocular tórica In: Palomino C. Procedimientos combinados en cirugía faco-refractiva. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2008:265-279.
- 59- Sarver EJ, Sanders DR. Astigmatic power calculations for intraocular lenses in the phakic and aphakic eye. J Refract Surg 2004;20:472-477.
- 60- Mackenzie GE, Harris WF. Determining the power of a thin toric intraocular lens in an astigmatic eye. Optom Vis Sci 2002;79:667-671.
- 61- Cristóbal JA, Mateo A, del Buey MA, Palomino C. LIO tórica T-flex. En Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:295-300.

-
- 62- Cezón J. Anillos intracorneales y astigmatismo. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:381-390.
- 63- Implantes intraestromales y supraestromales. In: Cirugía refractiva. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 13. American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:73-87.
- 64- Mateo A, Cristóbal JA, del Buey MA. Modificación del equivalente esférico con el efecto acoplamiento. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:191-196.
- 65- Faktorovich EG, Maloney RK, Price FW Jr. Effect of astigmatic keratotomy on spherical equivalent: results of the Astigmatism Reduction Clinical Trial. *Am J Ophthalmol* 1999;127:260-269.
- 66- Alfonso JF, Fernández-Vega L, Señaris A. Corrección intraoperatoria del astigmatismo durante la facoemulsificación: incisión única e incisiones opuestas perforantes en el meridiano más curvo. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:159-169.
- 67- Cristóbal JA, Mateo A, Iturbe F. Incisiones opuestas en córnea clara. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:171-177.
- 68- Cristóbal JA, Faus F, Mateo A. Incisiones y efecto astigmático en la cirugía del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:129-140.
- 69- Wang L, Misra M, Koch DD. Peripheral corneal relaxing incisions combined with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:712-722.
- 70- Cristóbal JA, Mateo A, Faus F, Belmonte J. Cirugía incisional. Incisiones relajantes limbares. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:197-221.
- 71- Mateo A, Cristóbal JA, Faus F, del Buey MA. Incisiones relajantes corneales. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:233-240.
- 72- Thibos LN, Horner D. Power vector análisis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:80-85.
- 73- Langenbucher A, Reese S, Sauer T, Seitz B. Matrix-based calculation scheme for toric intraocular lenses. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004;24:511-519.
- 74- Langenbucher A, Viestenz A, Szentmáry N, Behrens-Baumann W, Viestenz A. Toric intraocular lenses-theory, matrix calculations, and clinical practice. *J Refract Surg* 2009;25:611-622.

-
- 75- Faus F, Cristóbal JA, Mateo A. Métodos de análisis. In: Cristóbal JA. Corrección del astigmatismo. Monografía de la SECOIR. Madrid: MacLine; 2006:87-98.
- 76- Sánchez A, Brito C, Pueyo M, Sánchez MC, Honrubia FM. Análisis vectorial computarizado en coordenadas rectangulares y polares: método de cálculo de diferencias entre mediciones astigmáticas. *St Ophthalmol* 1994;13:119-121.
- 77- Alpíns N. A new method of analyzing vectors for changes in astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:524-533.
- 78- Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns method. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:31-49.
- 79- Alpíns NA, Goggin M. Practical astigmatism analysis for refractive outcomes in cataract and refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 2004;49:109-122.
- 80- Alió JL, Piñero DP, Tomás J, Plaza AB. Vector analysis of astigmatic changes after cataract surgery with implantation of a new toric multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1217-1229.
- 81- Alió JL, Piñero DP, Tomás J, Alesón A. Vector analysis of astigmatic changes after cataract surgery with toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1038-1049.
- 82- Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci* 1997;74:367-375.
- 83- Alfonso JF, Fernández-Vega L, Fernandes P, González-Méijome JM, Montés-Micó R. Collagen copolymer toric posterior chamber phakic intraocular lens for myopic astigmatism. One-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:568-576.
- 84- Alfonso JF, Baamonde B, Madrid-Costa D, Fernandes P, Jorge J, Montés-Micó R. Collagen copolymer toric posterior chamber phakic intraocular lens for myopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1349-1357.
- 85- Cotallo JL, Esteban M. La catarata en la historia de la humanidad (de la prehistoria al siglo XX). In: Lorente R, Mendicute J. Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología. Madrid: MacLine; 2008;I:1-29.
- 86- Cristobal JA, Ascaso FJ. Historia de la cirugía de catarata. In: Centurión V. El libro del cristalino de las Américas. Sao Paulo: Santos; 2007:25-35.
- 87- Ascaso FJ, Cristóbal JA. The oldest cataract in the Nile valley. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1714-1715.
- 88- Ascaso FJ, Cristóbal JA. La catarata del alcalde. *Arch Soc Esp Oft* 2002;73:403-404.

-
- 89- Cirugía de las cataratas. In: *Cristalino y cataratas. Curso de Ciencias Básicas y Clínicas. Sección 11.* American Academy of Ophthalmology. Barcelona: Elsevier; 2009:91-161.
- 90- Ascaso FJ, Singh AD, Dua HS. Decoding eyes in the Code of Hammurabi. *Br J Ophthalmol* 2011;95:760.
- 91- Ascaso FJ, Lizana J, Cristóbal JA. Cataract surgery in ancient Egypt. *J Cataract Refract Surg* 2009;25:607-608.
- 92- Coret A. Historia de la facoemulsificación. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología.* Madrid: MacLine; 2008;I: 69-73.
- 93- Ascaso Puyuelo FJ, Cristóbal Bescós JA. Historia de la aparición y desarrollo de la cirugía combinada. In: Palomino C. *Procedimientos combinados en cirugía faco-refractiva. Monografía de la SECOIR.* Madrid: MacLine; 2008. p. 19-34.
- 94- Barraquer J. Historia de la cirugía intracapsular. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología.* Madrid: MacLine; 2008;I:30-42.
- 95- Menezo JL. El ayer y el hoy de la pseudofaquia: mi experiencia personal. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología.* Madrid: MacLine; 2008;I:43-68.
- 96- Apple DJ. Lentes intraoculares. In: Lorente R, Mendicute J. *Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología.* Madrid: MacLine; 2008;I:74-87.
- 97- Kelman CD. Phako-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol* 1967;64:23-35.
- 98- Ridley H. Intra-ocular acrylic lenses: a recent development in the surgery of cataract. *Br J Ophthalmol* 1952;36:113-122.
- 99- Ridley H. Intra-ocular acrylic lenses 10 years' development. *Br J Ophthalmol* 1960;44:705-712.
- 100- Talley-Rostov A. Patient-centered care and refractive cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:5-9.
- 101- Murthy G, Gupta SK, John N, Vashist P. Current status of cataract blindness and Vision 2020: The right to sight initiative in India. *Indian J Ophthalmol* 2008;56:489-494.
- 102- Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokharel GP, Mariotti SP. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull World Health Organ.* 2004;82:844-851.

-
- 103- Gibelalde A, Pinar S, Domínguez R, Camino A, Mendicute J. Catarata: factores de riesgo. In: Lorente R, Mendicute J. Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología. Madrid: MacLine; 2008;I:149-164.
- 104- Sáenz de Arregui S, Lorente B, Mendicute J. Clasificación de las cataratas. In: Lorente R, Mendicute J. Cirugía del cristalino. Monografía de la Sociedad Española de Oftalmología. Madrid: MacLine; 2008;I:214-221.
- 105- Menezo JL. Extracción intracapsular versus extracción extracapsular. Arch Soc Canar Oftal 1981;6:18-32.
- 106- Rushwurm I, Scholz U, Zehetmayer M, Hanselmayer G, Vass C, Skorpik C. Astigmatism correction with a foldable toric intraocular lens in cataract patients. J Cataract Refract Surg 2000;26:1022-1027.
- 107- Till JS, Yoder PR, Wilcox TK, Spielman JL. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases. J Cataract Refract Surg 2002;28:295-301.
- 108- Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. Acta Ophthalmol Scand 2007;85:472-485.
- 109- Felipe A, Artigas JM, Díaz-Ajenjo A, García-Domene C, Peric C. Modulation transfer function of a toric intraocular lens: evaluation of the changes produced by rotation and tilt. J Cataract Refract Surg 2012;28:335-340.
- 110- Sun XY, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. Ophthalmology 2000;107:1776-1781.
- 111- Cha D, Kang SY, Kim SH, Song JS, Kim HM. New axis-marking method for a toric intraocular lens: mapping method. J Refract Surg 2011;27:375-379.
- 112- Rubenstein JB, Racitj M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol 2013;24:30-34.
- 113- Buckhurst PJ, Wolfsohn JS, Davies LN, Naroo SN. Surgical correction of astigmatism during cataract surgery. Clin Exp Optom 2010;93:409-418.
- 114- Amesbury EC, Miller KM. Correction of astigmatism at the time of cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol 2009;20:19-24.
- 115- Saragoussi JJ. La chirurgie du cristalin combinée à la chirurgie de l'astigmatisme, incisions ou implants?. J Fr Ophtalmol 2012;35:539-545.
- 116- Mendicute J, Irigoyen C, Ruíz M, Illarramendi I, Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R. Toric intraocular lens versus opposite clear corneal incisions to correct corneal astigmatism in eyes having cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2009;35:451-458.

-
- 117- Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, Ondarra A, Montés-Micó R. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:601-607.
- 118- Dardzhikova A, Shah CR, Gimbel HV. Early experience with the AcrySof toric IOL for the correction of astigmatism in cataract surgery. *Can J Ophthalmol* 2009;44:269-273.
- 119- Holland E, Lane S, Horn JD, Ernest P, Arleo R, Miller KM. The Acrysof toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism. *Ophthalmology* 2010;117:2104-2111.
- 120- Mingo-Botín D, Muñoz-Negrete FJ, Won Kim HR, Morcillo-Laiz R, Rebolleda G, Oblanca N. Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1700-1708.
- 121- Bazzani N, Barazandeh B, Kashani M, Rasouli M. Opposite clear corneal incisions versus steep meridian incision phacoemulsification for correction of pre-existing astigmatism. *J Ophthalmic Vis Res* 2008;3:87-90.
- 122- Alfonso JF, Baamonde B, Madrid-Costa D, Fernandes P, Jorge J, Montés-Micó R. Collagen copolymer toric posterior chamber intraocular lenses to correct high myopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1349-1357.
- 123- Ben Simon GJ, Desatnik H. Correction of pre-existing astigmatism during cataract surgery: comparison between the effects of opposite clear corneal incisions and a single clear corneal incision. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2005;243:321-326.
- 124- Khokhar S, Lohiya P, Murugiesan V, Panda A. Corneal astigmatism correction with opposite clear corneal incisions or single corneal incision: comparative analysis. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1432-1437.
- 125- Qammar A, Mullaney P. Paired opposite clear corneal incisions to correct preexisting astigmatism in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1167-1170.
- 126- Tadros A, Habib M, Tejwani D, Von Lany H, Thomas P. Opposite clear corneal incisions on the steep meridian in phacoemulsification: early effects on the cornea. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:414-417.
- 127- Lever J, Daham E. Opposite clear corneal incisions to correct pre-existing astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:803-805.
- 128- Alfonso JF, Fernández-Vega L, Fernandes P, González-Méijome JM, Montés-Picó R. Collagen copolymer toric posterior chamber phakic intraocular lens for myopic astigmatism. One year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:568-576.

129- Olawoye O, Ashave A, Bekivele C, Ajuwon AJ. Quality-of-life and visual function after manual small incision cataract surgery in south western Nigeria. *West Afr J Med* 2012;31:114-119.

130- Owsley C, McGwin G Jr, Scilley K, Seker D, Dyer A. Impact of cataract surgery on health-related quality of life in nursing home residents. *Br J Ophthalmol* 2007;91:1359-1363.

131- Gothwal VK, Wright TA, Lamoureux EL, Pesudovs K. Measuring outcomes of cataract surgery using the Visual Function Index – 14. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1181-1188.