

TRABAJO FIN DE GRADO



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Medicina

Astigmatismo inducido por el cirujano en la cirugía de
catarata: causas y corrección

Autora: Pilar Fernández Tormo

Director:
Dr. Lorenzo Vallés San Leandro

Murcia, Mayo de 2025

TRABAJO FIN DE GRADO



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Medicina

Astigmatismo inducido por el cirujano en la cirugía de
catarata: causas y corrección

Autora: Pilar Fernández Tormo

Director:
Dr. Lorenzo Vallés San Leandro

Murcia, Mayo de 2025



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO

DEFENSA TRABAJO FIN DE GRADO

DATOS DEL ALUMNO	
Apellidos: Fernández Tormo	Nombre: Pilar
DNI: 48776027L	Grado: Medicina
Facultad de Ciencias de la Salud	
Título del trabajo: Astigmatismo inducido por el cirujano en la cirugía de catarata: causas y corrección.	

El Dr. Lorenzo Vallés San Leandro, tutor del trabajo reseñado arriba, acredita su idoneidad y otorgo el V.º B.º a su contenido para ir a Tribunal de Trabajo fin de Grado.

En Murcia, a 20 de Mayo de 2025

Fdo.:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, al Dr. Lorenzo Vallés, mi tutor, por su dedicación, compromiso y orientación durante este proyecto. Su acompañamiento ha sido clave para que este trabajo pudiera salir adelante.

A José Conchi, por su amabilidad y disposición desde el primer momento: su ayuda en la recogida de datos, sus explicaciones claras y su apoyo constante han sido imprescindibles.

A la Clínica Vista Ircovisión de Cartagena, por ofrecerme la oportunidad de llevar a cabo este estudio en un entorno profesional de calidad, y a su equipo, por su colaboración en cada fase del proceso.

A Francisco, por estar siempre dispuesto a echar una mano con los aspectos más técnicos del trabajo. Sus enseñanzas me acompañarán también en mi carrera profesional.

A la Universidad, por ofrecerme una formación tan buena y completa, que me ha permitido dedicarme a esta gran profesión.

A mis padres y a mi hermano, siempre. Cuando decidí que quería dedicarme a una de las profesiones más bonitas, no dudaron en poner todos los medios posibles a mi alcance. Por su apoyo incondicional en los momentos difíciles y por acompañarme en cada pequeño logro. Sois mi mayor ejemplo y mi mayor impulso.

A mis amigas de la carrera, por estar siempre ahí, por tantas risas, desahogos y momentos compartidos. Habéis hecho que este camino, a veces cuesta arriba, haya merecido aún más la pena.

Y a todas las personas que, de una forma u otra, me habéis acompañado en estos años, gracias por formar parte de este viaje.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	9
RESUMEN.....	13
PALABRAS CLAVE.....	14
ABSTRACT	15
KEY WORDS.....	16
ABREVIATURAS	17
1. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1. CATARATAS: DEFINICIÓN, PREVALENCIA E IMPACTO	19
1.2. ASTIGMATISMO Y SU IMPLICACIÓN EN LA CIRUGÍA DE CATARATAS	19
1.3. ASTIGMATISMO INDUCIDO POR EL CIRUJANO (SIA)	20
1.4. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS INTRAOPERATORIAS PARA LA CORRECCIÓN DEL ASTIGMATISMO	21
1.5. TIPOS DE LENTES INTRAOCULARES.....	21
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	22
2. OBJETIVOS	23
3. MATERIAL Y MÉTODO	25
3.1. DISEÑO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	25
3.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	25
3.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	25
3.4. RECOGIDA DE DATOS	26
3.5. VARIABLES DE ESTUDIO	26
3.6. SELECCIÓN DE CASOS	26
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS	27
4. RESULTADOS.....	29
4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA.....	29
4.2. RESULTADOS VISUALES GLOBALES.....	29
4.3. DISTRIBUCIÓN SEGÚN ASTIGMATISMO PREOPERATORIO Y TÉCNICA DE CORRECCIÓN APLICADA.....	29
4.4. COMPARACIONES ENTRE GRUPOS	30
4.4.1. Comparación según la magnitud del astigmatismo preoperatorio ($\leq 1,25$ D vs $>1,25$ D).....	30

4.4.2.	Comparación según tipo de corrección en pacientes con astigmatismo $\leq 1,25D$.	31
4.5.	ANÁLISIS DE CORRELACIONES.....	31
4.5.1.	Correlaciones globales	31
4.5.2.	Correlaciones por subgrupos.....	32
5.	DISCUSIÓN.....	33
6.	CONCLUSIONES.....	37
ANEXOS	39
	ANEXO 1. CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL ESTUDIO POR PARTE DEL COMITÉ ÉTICO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA... 39	
	ANEXO 2. AUTORIZACIÓN CLÍNICA VISTA IRCOVISIÓN CARTAGENA..... 41	
BIBLIOGRAFIA.....		43
TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS		47

RESUMEN

Introducción: La cirugía de cataratas es uno de los procedimientos más habituales en la práctica clínica oftalmológica y, además de restaurar la visión, busca corregir los defectos refractivos preexistentes, entre ellos, el astigmatismo, para alcanzar la mejor agudeza visual sin corrección (emotropía). No obstante, la propia intervención puede provocar alteraciones corneales que induzcan este astigmatismo.

Objetivos: Analizar si los diferentes métodos empleados durante la cirugía de cataratas, como la LIO monofocal estándar, la LIO monofocal con incisión orientada o la LIO monofocal tórica, consiguen reducir el astigmatismo residual y compensar el posible astigmatismo inducido por el cirujano, especialmente en pacientes con astigmatismo preoperatorio de baja magnitud ($\leq 1,25$ D). También se analizan los cambios en el eje del astigmatismo y la evolución de la agudeza visual.

Material y método: Estudio retrospectivo, descriptivo, observacional y analítico en pacientes con astigmatismo corneal preoperatorio y seguimiento completo, operados con LIO monofocal estándar o tórica, con o sin incisión orientada. Se recogieron variables demográficas, refractivas y visuales, tanto preoperatorias como postoperatorias, clasificando los ojos en cuatro subgrupos según la magnitud del astigmatismo y la técnica correctora empleada. Se usaron pruebas no paramétricas y análisis de correlación ($p < 0,05$).

Resultados: Se analizaron 109 ojos de 82 pacientes (mediana de edad de 76 años) con distribución equilibrada por sexo y lateralidad. El 76,1 % presentó un astigmatismo $\leq 1,25$ D. La agudeza visual y el astigmatismo postoperatorio mejoraron significativamente tras la cirugía ($p < 0,001$). Se detectaron diferencias en los ejes según la magnitud del astigmatismo. En el grupo $\leq 1,25$ D, el menor astigmatismo residual se observó con el implante de LIO monofocal e incisión orientada (0,63 D) y el mayor con LIO monofocal sin incisión orientada (1,14 D). Se identificaron correlaciones entre el astigmatismo

corneal preoperatorio y el astigmatismo refractivo postoperatorio, así como entre la agudeza visual y la edad.

Conclusiones: La cirugía de cataratas con incisión orientada mejoró la agudeza visual y redujo el astigmatismo en la mayoría de los casos.

En los astigmatismos bajos ($\leq 1,25$ D), la LIO monofocal con incisión orientada ofreció mejores resultados.

Frente a astigmatismos preoperatorios mayores a 1,25 D, la LIO monofocal tórica mejoró de manera significativa el astigmatismo postoperatorio, pero en este grupo no se disponía de datos comparativos con otras técnicas.

Aunque no se cuantificó el astigmatismo inducido por el cirujano (SIA), los datos sugieren un impacto bajo o compensado en el resultado astigmático. Los resultados refuerzan la necesidad de individualizar la técnica. Además, se requieren estudios con análisis vectorial para evaluar el SIA con mayor precisión.

PALABRAS CLAVE

Astigmatismo, Astigmatismo inducido por el cirujano (SIA), Cirugía de cataratas, Lente intraocular monofocal tórica, Incisión orientada.

ABSTRACT

Introduction: Cataract surgery is one of the most frequently performed procedures in clinical ophthalmology. In addition to restoring vision, it aims to correct pre-existing refractive errors, particularly astigmatism, in order to achieve optimal uncorrected visual acuity (emmetropia). However, the surgical procedure itself may induce corneal changes that lead to astigmatism.

Objectives: To assess whether different surgical strategies, such as standard monofocal intraocular lenses (IOLs), monofocal IOLs with on-axis incisions, or toric monofocal IOLs, effectively reduce residual astigmatism and compensate for potential surgically induced astigmatism (SIA), particularly in patients with low preoperative astigmatism ($\leq 1,25$ D). Changes in the astigmatic axis and postoperative visual acuity were also evaluated.

Materials and Methods: A retrospective, descriptive, observational, and analytical study was conducted in patients with preoperative corneal astigmatism and complete postoperative follow-up. Surgeries were performed using standard or toric monofocal IOLs, with or without on-axis incisions. Demographic, refractive, and visual data were collected pre- and postoperatively, and eyes were categorized into four subgroups based on astigmatism magnitude and corrective technique. Non-parametric tests and correlation analyses were applied ($p < 0,05$).

Results: A total of 109 eyes from 82 patients (median age: 76 years) were analyzed, with balanced distribution by sex and laterality. Astigmatism was $\leq 1,25$ D in 76,1% of cases. Both visual acuity and postoperative astigmatism significantly improved after surgery ($p < 0,001$). Changes in astigmatic axis were observed depending on astigmatism magnitude. In the $\leq 1,25$ D group, the lowest residual astigmatism was recorded in cases with monofocal IOL and on-axis incision (0,63 D), and the highest in those without on-axis incision (1,14 D). Correlations were found between preoperative corneal astigmatism and postoperative refractive astigmatism, as well as between visual acuity and patient age.

Conclusions: Cataract surgery with on-axis incisions resulted in improved visual acuity and reduced astigmatism in most cases.

In eyes with low preoperative astigmatism ($\leq 1,25$ D), monofocal IOL implantation combined with an on-axis incision achieved better outcomes.

In cases with preoperative astigmatism greater than 1,25 D, toric monofocal IOLs significantly reduced postoperative astigmatism. However, comparative data with other techniques were not available for this subgroup.

Although surgically induced astigmatism (SIA) was not quantitatively measured, the findings suggest a minimal or compensated impact on the final refractive outcome. These results highlight the importance of individualized surgical planning. Further studies incorporating vector analysis are warranted to evaluate SIA more precisely.

KEY WORDS

Astigmatism, Surgically Induced Astigmatism (SIA), Cataract Surgery, Toric Monofocal Intraocular Lens, On-Axis Incision.

ABREVIATURAS

AV: Agudeza visual

LIO: Lente intraocular

LIO tórica: Lente intraocular tórica

LIO monofocal tórica: Lente intraocular monofocal tórica

SIA: Astigmatismo inducido por el cirujano

D: Dioptría

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Cataratas: definición, prevalencia e impacto

La catarata es una opacificación progresiva del cristalino que dificulta el paso de la luz hacia la retina, produciendo una disminución gradual de la agudeza visual que, en fases avanzadas, puede causar ceguera. Se desarrolla de forma indolora y está estrechamente relacionada con la edad, siendo la forma senil la más prevalente, aunque también existen presentaciones congénitas, neonatales y secundarias a otras patologías.¹

A pesar de los avances alcanzados en prevención y cirugía, la catarata sigue representando la principal causa de ceguera evitable y de discapacidad visual moderada o severa a nivel mundial. En 2020, se estimó que la catarata fue responsable de aproximadamente 17 millones de casos de ceguera y de 83 millones de casos de discapacidad visual de distintos grados.²

Actualmente, la cirugía es el único tratamiento eficaz. Consiste en la extracción del cristalino opacificado y reemplazarlo por una LIO artificial, con el objetivo de restablecer la función visual. Se ha demostrado que esta intervención mejora significativamente la agudeza visual y repercute positivamente en la calidad de vida del paciente, además de aportar beneficios sociales y económicos a largo plazo.^{1,2}

1.2. Astigmatismo y su implicación en la cirugía de cataratas

El astigmatismo es un error refractivo que se produce cuando la córnea presenta una curvatura irregular, lo que provoca que los rayos de luz se enfoquen en múltiples puntos de la retina, según el meridiano corneal valorado, generando visión borrosa o distorsionada. Es una alteración frecuente en la población y puede disminuir de forma significativa la agudeza y la calidad visual.^{3,4}

Se estima que hasta el 47 % de los ojos candidatos a cirugía de cataratas presentan un astigmatismo corneal igual o superior a 1 dioptría. Por lo tanto,

omitir su corrección durante la intervención puede comprometer el resultado refractivo y dar lugar a un astigmatismo residual, lo que se traduce en una mayor dependencia de gafas y una carga funcional y económica añadida.³

Para diagnosticar el astigmatismo se utilizan pruebas como la queratometría, que evalúa la curvatura corneal, y la topografía, que permite localizar con precisión el eje y cuantificar su magnitud. La biometría ocular también forma parte de la evaluación preoperatoria, ya que aporta datos clave para el cálculo de la potencia de la LIO. Una planificación quirúrgica individualizada resulta esencial para optimizar el resultado refractivo y disminuir el riesgo de astigmatismo inducido por el cirujano.⁴

Aun con una planificación adecuada, la propia cirugía puede inducir astigmatismo adicional, un fenómeno que se analiza en el siguiente apartado.

1.3. Astigmatismo inducido por el cirujano (SIA)

El astigmatismo inducido por el cirujano se define como la diferencia entre el astigmatismo corneal antes y después de la cirugía. Se produce por las alteraciones en la curvatura corneal derivadas de la incisión y del proceso de cicatrización, lo que puede modificar tanto el eje como la magnitud del astigmatismo. Su prevención es clave, ya que incluso incisiones precisas de apenas 2 mm, como las realizadas con láser de femtosegundo, pueden alterar la óptica corneal postoperatoria.⁵

Entre los factores que condicionan el SIA, destacan las características de la incisión: longitud, anchura, localización y forma. De todos ellos, la anchura parece tener el mayor impacto en la cantidad de astigmatismo inducido.⁶ Según el estudio Gupta et al. (2022), las incisiones más largas y anteriores generan mayor SIA. Asimismo, la incisión temporal se asocia a menor inducción que la superior. Además, un túnel esclero-corneal bien diseñado y el uso adecuado de suturas pueden ayudar a minimizar esta alteración.⁷

La técnica quirúrgica y la experiencia del cirujano influyen directamente en la precisión de las incisiones.⁶ Por último, variables como la edad del paciente, el astigmatismo preexistente, la profundidad de la cámara anterior, la longitud axial y la presión intraocular pueden condicionar la magnitud del SIA postquirúrgico.⁸

1.4. Técnicas quirúrgicas intraoperatorias para la corrección del astigmatismo

Corregir el astigmatismo durante la cirugía de cataratas permite mejorar el resultado refractivo y reducir la necesidad de gafas tras la intervención. Entre las técnicas más empleadas se encuentran las incisiones corneales orientadas al eje más curvo⁹, las incisiones relajantes limbares (LRI)¹⁰ o bien la implantación de lentes intraoculares tóricas¹¹.

La incisión corneal orientada al eje más curvo, también conocida como *steep-axis incision*, consiste en realizar la incisión principal sobre el meridiano de mayor curvatura para inducir un aplanamiento controlado de la córnea y reducir así el astigmatismo. Es una técnica sencilla, segura y accesible, que no requiere instrumental adicional, por lo que resulta especialmente recomendable en casos de astigmatismo leve a moderado.⁹

1.5. Tipos de lentes intraoculares

En cirugía de cataratas, la elección de la lente intraocular (LIO) es fundamental no solo para recuperar la agudeza visual, sino también para corregir defectos refractivos como el astigmatismo. Actualmente, existen distintos tipos de LIO, cada una con indicaciones específicas según las necesidades visuales del paciente.

Las lentes monofocales estándar proporcionan buena visión a una única distancia, habitualmente lejana. No corrigen el astigmatismo, por lo que los pacientes suelen necesitar gafas para visión cercana o intermedia¹². Son las más

utilizadas y se asocian a una baja incidencia de efectos visuales secundarios, como halos o deslumbramientos.¹

Las lentes monofocales tóricas están diseñadas para neutralizar el astigmatismo corneal. Incorporan un cilindro refractivo y requieren una planificación cuidadosa para lograr una correcta alineación. Presentan buena estabilidad rotacional y han demostrado mayor eficacia y predictibilidad que otras técnicas.¹³

Para responder al deseo de muchos pacientes de no usar gafas, se desarrollaron lentes multifocales, que permiten enfocar a varias distancias (lejana, intermedia y cercana).¹² No obstante, presentan limitaciones: pueden causar halos, deslumbramientos y pérdida de la sensibilidad al contraste, sobre todo en condiciones escotópicas. También se han descrito casos de insatisfacción visual por ametropía residual y descentramiento de la lente.¹⁴

Por último, las lentes de profundidad de foco extendida (EDOF) generan un único foco alargado que mejora la visión intermedia y lejana de forma continua. Reducen el riesgo de disfotopsias frente a las multifocales, aunque su rendimiento en visión cercana es limitado.¹⁵

1.6. Justificación del estudio

Aunque existen distintas técnicas intraoperatorias para corregir el astigmatismo, en los casos de baja magnitud del mismo persisten dudas sobre cuál es la opción más adecuada, ya que las decisiones quirúrgicas no siempre están bien protocolizadas. En nuestro estudio nos centramos en astigmatismos $\leq 1,25$ D, para discernir la técnica quirúrgica más eficaz en este grupo de pacientes.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es analizar si los métodos de corrección aplicados durante la cirugía de cataratas en pacientes con astigmatismo previo logran reducirlo tras la intervención, y si se observa astigmatismo inducido por el cirujano (SIA).

Para ello, se comparan los valores de astigmatismo preoperatorio y postoperatorio según el tipo de corrección empleada (LIO monofocal sin incisión orientada, LIO monofocal con incisión orientada o LIO monofocal tórica).

Aunque se incluyen pacientes con diferentes grados de astigmatismo, el análisis se centra especialmente en aquellos con astigmatismo de baja magnitud ($\leq 1,25$ dioptrías), ya que en estos casos se suelen emplear métodos más conservadores y pueden surgir más dudas sobre cuál es la técnica ideal.

Como objetivos secundarios, se evalúan la variación en el eje del astigmatismo antes y después de la cirugía, así como el cambio en la agudeza visual tras la intervención.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Diseño y población de estudio

Estudio retrospectivo, observacional, descriptivo y de carácter analítico, que se basa en la revisión de historias clínicas de pacientes intervenidos de cirugía de cataratas entre enero y diciembre de 2024 en la Clínica Vista Ircovisión de Cartagena. Para respaldar la consistencia y precisión de los resultados, se establecieron criterios específicos de inclusión y exclusión.

3.2. Criterios de inclusión

Se incluyeron pacientes entre 45 y 88 años, intervenidos de cirugía de cataratas en 2024, con astigmatismo corneal preoperatorio documentado mediante queratometría y refractometría, que firmaron el consentimiento informado y a quienes se les implantó una LIO monofocal, ya fuera estándar o tórica. Todos completaron un seguimiento postoperatorio adecuado, asistiendo a las revisiones programadas a las 24 horas, a la semana y al mes de la intervención.

3.3. Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio los pacientes con alteraciones corneales o patologías oculares concomitantes que pudieran afectar al resultado visual final, como queratocono, ectasias corneales, cicatrices corneales anteriores, enfermedad ocular activa o enfermedades neurooftalmológicas. También se excluyeron aquellos pacientes con antecedentes de cirugía refractiva (LASIK/LASEK), implante de lentes intraoculares multifocales o de foco extendido (EDOF), complicaciones intra o postoperatorias, seguimiento incompleto, documentación insuficiente o sin consentimiento informado firmado.

3.4. Recogida de datos

La información se extrajo de las historias clínicas digitalizadas de la base de datos del centro. Estos datos se volcaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su organización y clasificación estructurada.

Para garantizar la confidencialidad, todos los casos fueron anonimizados mediante un código alfanumérico, cumpliendo con la normativa ética y legal sobre protección de datos personales.

3.5. Variables de estudio

Se recogieron variables demográficas (edad, sexo), lateralidad del ojo intervenido, y mejor agudeza visual pre y postoperatoria, evaluada con optotipos de Snellen.

El astigmatismo preoperatorio se midió con biometría óptica (IOL Master 700, Zeiss), queratometría y refractometría, registrando su magnitud y eje. El astigmatismo postoperatorio se evaluó mediante refractometría y queratometría automáticas (ARK-1, NIDEK), anotando la magnitud y el eje del astigmatismo.

3.6. Selección de casos

La muestra final estuvo compuesta por 82 pacientes y 109 ojos operados, distribuidos en cuatro subgrupos según el grado de astigmatismo y el tipo de lente intraocular implantada. Los tres primeros grupos correspondieron a ojos con astigmatismo igual o inferior a 1,25 dioptrías, corregidos con LIO monofocal sin incisión orientada, LIO monofocal con incisión orientada o con LIO monofocal tórica. El cuarto grupo incluyó ojos con astigmatismo superior a 1,25 dioptrías, tratados exclusivamente con LIO monofocal tórica.

3.7. Análisis estadístico

El análisis se llevó a cabo con el software IBM SPSS Statistics v25. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes; las cuantitativas, se representaron como media, desviación típica, mediana y percentiles 25 y 75. Aunque las variables cuantitativas presentaron una distribución no normal y los resultados principales se expresaron como mediana y percentiles 25 y 75, en algunas tablas y en la discusión se presentan también las medias y desviaciones estándar con fines comparativos y para facilitar la interpretación clínica.

En primer lugar, se comprobó la normalidad de las variables cuantitativas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, dado el tamaño muestral. Todas las variables presentaron una distribución no normal (p -valor $< 0,05$), por lo que se aplicaron pruebas no paramétricas en los contrastes de hipótesis.

Para comparar valores pre y postoperatorios dentro de cada grupo, se utilizó el test de Wilcoxon para muestras relacionadas. La comparación entre grupos independientes se realizó mediante las pruebas de Mann-Whitney para dos grupos y Kruskal-Wallis para más de dos grupos. Las asociaciones entre variables cuantitativas se evaluaron mediante coeficientes de correlación de Spearman, y las cualitativas mediante la prueba de chi-cuadrado. Se consideraron significativos los valores de $p < 0,05$.

3.8. Consideraciones éticas

Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) y cuenta con la autorización explícita de la Clínica Vista Ircovisión de Cartagena, cumpliendo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki.

4. RESULTADOS

4.1. Características generales de la muestra

La muestra final del estudio incluyó 82 pacientes (109 ojos) intervenidos de cirugía de cataratas, con una ligera mayoría de ojos izquierdos (54,1%) frente a derechos (45,9%). La distribución por sexo fue equilibrada (46,8% varones y 53,2% mujeres), y la mediana de edad fue de 76 años (P25–P75: 69–80 años).

4.2. Resultados visuales globales

La agudeza visual preoperatoria presentó una mediana de 0,60 (0,50–0,80) y, tras la operación, se registró una agudeza visual con mediana de 1,00 (0,80–1,00), reflejando una clara mejora. A nivel global, el astigmatismo preoperatorio registró una mediana de 0,79 D (0,51–1,25) y el astigmatismo postoperatorio, una mediana de 0,75 D (0,50–1,25).

Los estadísticos descriptivos completos (media, desviación típica, mediana y percentiles 25 y 75) de las principales variables clínicas y refractivas se detallan en la **Tabla 1**.

Posteriormente, se compararon las variables pre y postoperatorias mediante el test de Wilcoxon para muestras relacionadas. El análisis mostró diferencias estadísticamente significativas tanto en la agudeza visual ($p < 0,001$) como en la magnitud del astigmatismo ($p = 0,01$), sin observarse cambios relevantes en la orientación del eje astigmático ($p > 0,05$).

4.3. Distribución según astigmatismo preoperatorio y técnica de corrección aplicada

Por otro lado, el 76,1% ($n=83$) de los ojos presentaron un astigmatismo $\leq 1,25$ D, y el 23,9% restante ($n=26$), $>1,25$ D. En cuanto al tipo de lente intraocular implantada, el 39,4% ($n=43$) de los casos fue una LIO monofocal y el 60,6% ($n=66$) una LIO monofocal tórica. En aquellos pacientes con astigmatismo

$\leq 1,25$ D operados con LIO monofocal, la incisión se orientó al eje más curvo en el 55,8% (n=24) de los casos.

4.4. Comparaciones entre grupos

4.4.1. Comparación según la magnitud del astigmatismo preoperatorio ($\leq 1,25$ D vs $> 1,25$ D)

Al comparar ambos grupos mediante el test de Mann-Whitney, se constató que la media del astigmatismo preoperatorio fue mayor en los ojos con $> 1,25$ D (2,05 D) frente a los que presentaban un astigmatismo $\leq 1,25$ D (0,69 D). Sin embargo, los valores del astigmatismo postoperatorio fueron similares en ambos grupos (0,97 D en el grupo $> 1,25$ D y 0,85 D en el grupo $\leq 1,25$ D), llamando la atención el aumento del astigmatismo postoperatorio en el grupo de $\leq 1,25$ D (0,69 D \rightarrow 0,97 D), como se ilustra en la **figura 1**.

Estos resultados, en apariencia contradictorios, se explican por la composición del grupo de pacientes con astigmatismo $\leq 1,25$ D, que incluye también a aquellos pacientes operados con LIO monofocales sin incisión orientada. Este subgrupo presenta un mayor astigmatismo postoperatorio en comparación con los otros dos subgrupos de $\leq 1,25$ D, en los que sí se realizó incisión orientada o se implantó una LIO monofocal tórica, lo que permitió reducir el astigmatismo residual.

Esta diferencia interna justifica que, en la comparación global entre los dos grupos principales ($\leq 1,25$ D frente a $> 1,25$ D), la media de astigmatismo postoperatorio sea superior en el grupo de $\leq 1,25$ D. Esta cuestión se desarrolla con mayor detalle en los apartados siguientes. Si bien ha introducido cierta dispersión en los resultados globales, no ha afectado al análisis específico entre los subgrupos de $\leq 1,25$ D, como se expondrá en el subapartado correspondiente.

También se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el eje astigmático, tanto preoperatorio ($p = 0,030$) como postoperatorio

($p = 0,049$). Los resultados de la prueba de Mann-Whitney de todas las variables se incluyen en la **Tabla 2**.

Desde el punto de vista clínico, las variables cualitativas analizadas (edad, sexo y lateralidad ocular) no mostraron asociaciones relevantes.

4.4.2. Comparación según tipo de corrección en pacientes con astigmatismo $\leq 1,25$ D.

Este subgrupo se dividió en tres tipos de intervención: LIO monofocal sin incisión orientada, LIO monofocal con incisión orientada y LIO monofocal tórica.

Dentro del grupo con astigmatismo $\leq 1,25$ D, al emplear la prueba de Kruskal-Wallis, se detectaron diferencias estadísticamente relevantes en el astigmatismo preoperatorio ($p = 0,000$) y en el astigmatismo postoperatorio ($p = 0,005$), lo que confirma que la elección de lente y la orientación de la incisión pueden influir en el astigmatismo residual. También se hallaron diferencias en el eje preoperatorio ($p = 0,022$), destacando en este último una mayor dispersión de valores en el subgrupo con incisión orientada (**Figura 2**).

El subgrupo con LIO monofocal sin incisión orientada presentó el valor más elevado de astigmatismo postoperatorio (1,14 D), seguido del grupo con LIO monofocal tórica (0,83 D), mientras que el menor residuo astigmático se observó en los casos con incisión orientada (0,63 D). Estos resultados se resumen gráficamente en la **Figura 3**. Sin embargo, no se identificaron diferencias relevantes en el resto de las variables clínicas entre los tres subgrupos, tal como se recoge en la **Tabla 3**.

4.5. Análisis de correlaciones

4.5.1. Correlaciones globales

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para explorar la correlación entre las variables cuantitativas. En el análisis global, se identificó una correlación positiva entre el valor del astigmatismo preoperatorio y el

astigmatismo postoperatorio ($r = 0,216$; $p = 0,024$). La correlación de Spearman también mostró una asociación positiva entre la agudeza preoperatoria y postoperatoria ($r = 0,301$; $p = 0,001$).

Asimismo, la edad mostró una correlación inversa con la AV postoperatoria ($r = -0,271$; $p = 0,004$), indicando que los pacientes de mayor edad tendieron a presentar una recuperación visual más limitada.

Las asociaciones entre variables cualitativas (edad, sexo, lateralidad ocular) se analizaron con la prueba de chi-cuadrado, sin hallarse diferencias significativas.

4.5.2. Correlaciones por subgrupos

En el subgrupo con astigmatismo $\leq 1,25$ D, el análisis de Spearman mostró una correlación negativa entre la edad y la agudeza visual postoperatoria ($r = -0,305$; $p = 0,005$), patrón que se repitió en el grupo $> 1,25$ D, donde la correlación fue aún más marcada ($r = -0,893$; $p < 0,001$).

Además, en los pacientes intervenidos con LIO monofocal tórica también se observó esta asociación inversa entre edad y agudeza visual ($r = -0,414$; $p = 0,007$), lo que subraya la influencia de este factor en los resultados visuales finales.

5. DISCUSIÓN

Tal y como reflejan nuestros resultados, la cirugía de cataratas con implante de lente intraocular mostró una evolución favorable de la agudeza visual y una reducción global del astigmatismo postoperatorio. Además, el diseño del estudio nos ha permitido lograr el objetivo principal: evaluar la eficacia de distintas técnicas correctoras empleadas según la magnitud del astigmatismo preexistente.

Este patrón se mantuvo en la mayoría de los subgrupos analizados, sin observar un aumento clínicamente relevante del astigmatismo tras la intervención. Por lo tanto, el astigmatismo inducido por el cirujano (SIA) fue mínimo o bien controlado, aunque no se aplicó un análisis vectorial completo para cuantificarlo con precisión.

Estos hallazgos respaldan la utilidad clínica de las estrategias correctoras aplicadas y permiten analizar su impacto en función del tipo de paciente y del abordaje quirúrgico elegido.

En el grupo de pacientes con astigmatismo preexistente $\leq 1,25$ D, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el astigmatismo postoperatorio según la técnica correctora empleada ($p = 0,005$). Los valores fueron más bajos en los casos intervenidos con LIO monofocal con incisión orientada al eje más curvo, seguidos por los tratados con LIO monofocal tórica, aunque el resultado en este grupo nos haga pensar que no fue homogénea la disposición del eje incisional y, finalmente, por aquellos con LIO monofocal sin incisión orientada. Esto indica que, en astigmatismos bajos, la incisión orientada puede ofrecer una corrección eficaz, evitando la necesidad de lentes especiales.

Nuestros resultados mostraron que el menor residuo astigmático se obtuvo con la incisión orientada. En un estudio similar al nuestro, en una cohorte con astigmatismos de 1,0 a 2,0 D, se obtuvieron mejores resultados con la implantación de LIO tórica frente a la incisión orientada sobre el eje más curvo¹⁶.

Esta discrepancia podría explicarse porque los astigmatismos de nuestra muestra eran ligeramente más bajos y, por tanto, más susceptibles a pequeñas correcciones corneales.

Otros autores han demostrado que una incisión corneal transparente sin sutura y ubicada en el meridiano más curvo, puede corregir eficazmente astigmatismos menores de 1 D.¹⁷ Esta técnica, sencilla y reproducible, representa una opción adecuada en pacientes con astigmatismo leve y especialmente si no se tiene acceso a lentes especiales.

Ding et al. (2022)⁹ compararon ambas estrategias y concluyeron que, si bien no hubo diferencias importantes en la agudeza visual ni en el astigmatismo postoperatorio, la LIO tórica ofrecía mayor precisión en la corrección astigmática y una alineación más fiable. En este contexto, la incisión en el eje más curvo de la córnea sigue siendo la alternativa más acertada en astigmatismos bajos.

Estas observaciones coinciden con el consenso ESCRS–AAO (2021)¹⁸, que avala esta técnica como opción útil en astigmatismos leves, aunque con efecto limitado, y recomienda el uso de LIOs tóricas a partir de 1 D.

En el subgrupo con incisión orientada se registró un mayor cambio en el eje del astigmatismo tras la cirugía. Este desplazamiento, lejos de representar inestabilidad, es esperable y coherente con el objetivo de la incisión: modificar de forma controlada la dirección del astigmatismo para compensar su magnitud. Este cambio inducido ha sido descrito en estudios previos y se considera una parte inherente a la acción correctora de la técnica, que está diseñada para astigmatismos bajos.

En la comparación entre pacientes con astigmatismo $\leq 1,25$ D y $> 1,25$ D, se vio que la corrección astigmática fue eficaz en ambos grupos, a pesar de partir de situaciones refractivas distintas. En los ojos con $\leq 1,25$ D se produjo un aumento moderado del astigmatismo ($0,69 \rightarrow 0,85$ D), mientras que en los ojos $> 1,25$ D la disminución fue evidente ($2,05 \rightarrow 0,97$ D), gracias al uso sistemático de lentes tóricas.

Es importante tener en cuenta lo que ya se explicó en el apartado de resultados, donde aparentemente en el grupo de pacientes con astigmatismo $\leq 1,25$ D se ha generado más astigmatismo tras la cirugía. Sin embargo, esto solo ocurre en uno de los tres subgrupos que lo componen: el de los pacientes operados con lentes monofocales sin incisión orientada, que presentan un mayor astigmatismo postoperatorio. En cambio, en los otros dos subgrupos –aquellos con incisión orientada o con implante de lente monofocal tórica– el astigmatismo residual fue menor. Por eso, al comparar globalmente los grupos $\leq 1,25$ D y $> 1,25$ D, la media del astigmatismo postoperatorio resulta más alta en el primero, aunque esto se debe a esa variabilidad interna y no a una tendencia general.

En consonancia con nuestros resultados, Oshika et al. (2022)¹⁹ demostraron que el empleo de LIOs tóricas en pacientes con astigmatismo a partir de 0,75-1 D permite obtener resultados refractivos satisfactorios y sostenidos en el tiempo. No obstante, su efectividad depende de una buena estabilidad rotacional, ya que desviaciones del eje mayores de 5-10° reducen su efectividad, con pérdida progresiva del efecto corrector por cada grado de rotación.^{18,20}

En nuestro caso, no fue posible aplicar el análisis vectorial completo del astigmatismo inducido por la cirugía (SIA), considerado el referente para medir con precisión su magnitud y dirección²¹. Optamos por comparar el astigmatismo preoperatorio y postoperatorio como aproximación indirecta que, y aunque omite el componente vectorial, sí proporciona una estimación válida del impacto global.

La edad también mostró una correlación inversa con la AV postoperatoria, más acusada en pacientes con LIO tórica, lo que sugiere que los beneficios refractivos pueden verse limitados por factores asociados al envejecimiento ocular. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que describen un descenso progresivo en la mejora visual a partir de los 65-75 años, lo que subraya la importancia de tener en cuenta este factor en la planificación y el asesoramiento quirúrgico.²²

La elección de la técnica quirúrgica influye significativamente en el resultado refractivo final, y debe adaptarse a las características del paciente y a los recursos disponibles.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran su carácter retrospectivo, el tamaño reducido de algunos subgrupos y la ausencia de un análisis vectorial del SIA, considerado el método de referencia para valorar su magnitud y dirección exactas, así como un implante aleatorio en cuanto al eje astigmático de las LIOs monofocales tóricas.

Aunque se comparó el astigmatismo total preoperatorio y postoperatorio, no se realizó un análisis específico del astigmatismo posterior ni de sus posibles variaciones tras la intervención, lo que podría haber aportado una visión más completa del efecto refractivo final.

En esta línea, J et al. (2023) ²³ describieron un aumento del astigmatismo posterior tras incisiones corneales en el eje más curvo, lo que refuerza la importancia de incorporar este tipo de mediciones en futuros estudios. Tampoco se evaluaron parámetros como la sensibilidad al contraste ni la percepción subjetiva de calidad visual del paciente.

Entre los puntos fuertes destacan la homogeneidad de la muestra, la comparabilidad entre técnicas correctoras y el enfoque orientado a la práctica clínica real.

En conjunto, los resultados confirman que la cirugía de cataratas mejora la agudeza visual y permite una corrección eficaz del astigmatismo preexistente, especialmente cuando se emplean técnicas adaptadas al perfil de cada paciente.

Las LIO tóricas fueron la opción más eficaz en astigmatismos moderados y altos, mientras que la incisión orientada al eje más curvo demostró su beneficio en casos de baja magnitud astigmática.

6. CONCLUSIONES

1. La cirugía de cataratas mejoró significativamente la agudeza visual y redujo el astigmatismo refractivo en la muestra estudiada, de acuerdo con la estrategia de reducción del astigmatismo empleada.

2. En pacientes con astigmatismo $\leq 1,25$ D, tanto la incisión orientada al eje más curvo con LIO monofocal como el uso de LIO monofocal tórica ayudaron a reducir el astigmatismo residual, siendo la incisión orientada con LIO monofocal, la que mostró mayor eficacia en nuestro grupo de bajo astigmatismo preoperatorio ($\leq 1,25$ dioptrías).

3. En el grupo con astigmatismo $> 1,25$ D, las LIO monofocales tóricas ofrecieron los mejores resultados en la corrección del astigmatismo.

4. Aunque no se realizó un análisis vectorial del astigmatismo inducido por el cirujano (SIA), los resultados sugieren que su magnitud fue baja o bien compensada por las técnicas quirúrgicas aplicadas.

5. Las correlaciones encontradas refuerzan la importancia de adaptar la técnica quirúrgica al perfil de cada paciente, considerando factores como la edad y el valor del astigmatismo preexistente.

ANEXOS

ANEXO 1. CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL ESTUDIO POR PARTE DEL COMITÉ ÉTICO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA



COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

DATOS DEL PROYECTO

Título:	“Astigmatismo inducido por el cirujano en la cirugía de catarata: causas y corrección”	
Investigador Principal	Nombre	Correo-e
Dr.	Lorenzo Vallés San Leandro	lvalles@ucam.edu

INFORME DEL COMITÉ

Fecha	31/01/2025	Código	CE012511
--------------	------------	---------------	----------

Tipo de Experimentación

Investigación experimental clínica con seres humanos	
Investigación experimental no clínica con seres humanos	
Utilización de tejidos humanos procedentes de pacientes, personas sanas, tejidos embrionarios o fetales	
Utilización de tejidos humanos, tejidos embrionarios o fetales procedentes de bancos de muestras o tejidos	
Investigación observacional, psicológica o comportamental en humanos	X
Uso de datos personales, información genética, etc.	X
Experimentación animal	
Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o las plantas	
Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs)	

Comentarios Respecto al Tipo de Experimentación
Nada Obsta

Comentarios Respecto a la Metodología de Experimentación
Nada Obsta



Sugerencias al Investigador

A la vista de la solicitud de informe adjunto por el Investigador y de las recomendaciones anteriormente expuestas el dictamen del Comité es:

Emitir Informe Favorable	X
Emitir Informe Desfavorable	
Emitir Informe Favorable condicionado a Subsanación	

MOTIVACIÓN
Incrementará conocimientos en su área

Vº Bº El Presidente,



Fdo.: José Alberto Cánovas Sánchez

El Secretario,



Fdo.: José Alarcón Teruel

ANEXO 2. AUTORIZACIÓN CLÍNICA VISTA IRCOVISIÓN CARTAGENA

Murcia, a 15 de enero de 2025

Por la presente, Lorenzo Vallés San Leandro, como Director Médico de la clínica Vista Ircovisión Cartagena, autorizo a María del Pilar Fernández Tormo, estudiante de sexto de medicina en la Universidad Católica de San Antonio de Murcia, a la utilización de datos de pacientes operados de cataratas en la clínica, con el objetivo de llevar a cabo su Trabajo de Fin de Grado: “Astigmatismo inducido por el cirujano en la cirugía de catarata: causas y corrección” en nuestras instalaciones. Este proyecto se llevará a cabo de acuerdo con las normativas éticas y legales vigentes, con el correspondiente compromiso de confidencialidad.

Y para que así conste y surta efectos oportunos, firma el presente documento.

Fdo: 

BIBLIOGRAFIA

1. Lapp T, Wacker K, Heinz C, Maier P, Eberwein P, Reinhard T. Cataract Surgery-Indications, Techniques, and Intraocular Lens Selection. *Dtsch Arztebl Int.* 2023;120(21):377-86.
2. Study VLEGotGBoD, Collaborators GBaVI. Global estimates on the number of people blind or visually impaired by cataract: a meta-analysis from 2000 to 2020. *Eye (Lond).* 2024;38(11):2156-72.
3. Anderson DF, Dhariwal M, Bouchet C, Keith MS. Global prevalence and economic and humanistic burden of astigmatism in cataract patients: a systematic literature review. *Clin Ophthalmol.* 2018;12:439-52.
4. Mallareddy V, Daigavane S. Innovations and Outcomes in Astigmatism Correction During Cataract Surgery: A Comprehensive Review. *Cureus.* 2024;16(8):e67828.
5. Cao X, Shao J, Zhang Y, Zheng L, Zhang J. Long Term Evaluation of Surgically Induced Astigmatism and Corneal Higher-Order Aberrations After 2.2 Mm Clear Corneal Incisions in Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: Temporal versus Superior Approach. *Clin Ophthalmol.* 2024;18:1067-82.
6. Sipos T, Bicknell K. Corneal surgically induced astigmatism in resident surgeons. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2022;35(1):28-31.
7. Gupta SN, Goel R, Kumar S. Factors affecting surgically induced astigmatism in manual small-incision cataract surgery. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(11):3779-84.
8. Chang SW, Su TY, Chen YL. Influence of ocular features and incision width on surgically induced astigmatism after cataract surgery. *J Refract Surg.* 2015;31(2):82-8.

9. Ding N, Song X, Wang X, Wei W. Comparison of Visual Outcomes Between Toric Intraocular Lenses and Clear Corneal Incisions to Correct Astigmatism in Image-Guided Cataract Surgery. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:837800.
10. Li Z, Han Y, Hu B, Du H, Hao G, Chen X. Effect of Limbal relaxing incisions during implantable collamer lens surgery. *BMC Ophthalmol*. 2017;17(1):63.
11. McAlinden C, Janicek D. Toric Intraocular Lenses for the Management of Corneal Astigmatism at the Time of Cataract Surgery. *J Ophthalmol*. 2021;2021:3286043.
12. Khandelwal SS, Jun JJ, Mak S, Booth MS, Shekelle PG. Effectiveness of multifocal and monofocal intraocular lenses for cataract surgery and lens replacement: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(5):863-75.
13. Al-Mohtaseb Z, Steigleman WA, Pantanelli SM, Lin CC, Hatch KM, Rose-Nussbaumer JR, et al. Toric Monofocal Intraocular Lenses for the Correction of Astigmatism during Cataract Surgery: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2024;131(3):383-92.
14. Alio JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R, Pikkil J, Maldonado M. Multifocal intraocular lenses: An overview. *Surv Ophthalmol*. 2017;62(5):611-34.
15. Kanclerz P, Toto F, Grzybowski A, Alio JL. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020;9(3):194-202.
16. Liu Z, Zhou R, Xu K, Ding A, Wang W, Wu T, et al. Efficacy comparison between toric intraocular lens and aspheric intraocular lens plus steep-axis incision in cataract patients with low corneal astigmatism. *Ann Palliat Med*. 2021;10(3):2610-9.

17. Yin XL, Ji ZY, Li XX, Liang XM, Ji SX. Surgical approaches to correct corneal astigmatism at time of cataract surgery: a mini-review. *Int J Ophthalmol.* 2024;17(7):1370-4.
18. Núñez MX, Henriquez MA, Escaf LJ, Ventura BV, Srur M, Newball L, et al. Consensus on the management of astigmatism in cataract surgery. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:311-24.
19. Oshika T, Nakano S, Fujita Y, Nomura Y, Inoue Y, Takehara H, et al. Long-term outcomes of cataract surgery with toric intraocular lens implantation by the type of preoperative astigmatism. *Sci Rep.* 2022;12(1):8457.
20. Li ES, Vanderford EK, Xu Y, Kang PC. Rotational stability of toric intraocular lenses by lens model and haptic design: systematic review and single-arm meta-analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2024;50(9):976-84.
21. Liu W, Yang L, Liu J. The Impact of Posterior Corneal Astigmatism on Surgically Induced Astigmatism in Cataract Surgery. *Int J Gen Med.* 2022;15:8417-25.
22. Ben-Eli H, Cnaany Y, Halpert M, Chowers I, Goldstein A. Investigating the impact of age and sex on cataract surgery complications and outcomes. *Sci Rep.* 2025;15(1):1242.
23. Kaushik J, Singh A, Bhatta S, Goyal S, Parihar JKS. Posterior keratometry changes after steep axis phacoemulsification: a prospective study. *Rom J Ophthalmol.* 2023;67(3):275-82.

TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Variable	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
Edad	73,72	9,27	76,0	69	80
AV preoperatoria (decimal)	0,61	0,21	0,60	0,50	0,80
Astigmatismo preoperatorio (D)	1,01	0,75	0,79	0,51	1,25
Eje preoperatorio (°)	86,47	59,09	88	29	140
Astigmatismo postoperatorio (D)	0,88	0,54	0,75	0,50	1,25
Eje postoperatorio (°)	73,14	57,75	57	24	119
AV postoperatoria (decimal)	0,89	0,17	1	0,80	1

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la muestra total.

Variable	≤ 1,25 D	> 1,25 D	p-valor (Mann-Whitney)
Edad	74,01 ± 8,26	72,77 ± 12,11	0,776
AV preoperatoria (decimal)	0,60 ± 0,22	0,63 ± 0,20	0,388
Astigmatismo preoperatorio (D)	0,69 ± 0,29	2,05 ± 0,81	0,000*
Eje preoperatorio (°)	79,84 ± 58,34	107,62 ± 57,53	0,030*
Astigmatismo postoperatorio (D)	0,85 ± 0,49	0,97 ± 0,67	0,614
Eje postoperatorio (°)	66,40 ± 55,34	94,65 ± 61,07	0,049*
AV postoperatoria (decimal)	0,89 ± 0,18	0,90 ± 0,16	0,981

Tabla 2. Comparación de variables clínicas y refractivas entre grupos según magnitud del astigmatismo preoperatorio. Se muestran las medias ± desviación estándar. Las diferencias se analizaron mediante la prueba de Mann-Whitney.

Variable	LIO monofocal CON incisión orientada	LIO monofocal SIN incisión orientada	LIO monofocal tórica	p-valor (Kruskal-Wallis)
Edad	70,87 ± 9,13	73,47 ± 7,37	76,02 ± 7,72	0,071
AV preoperatoria (decimal)	0,64 ± 0,25	0,62 ± 0,22	0,57 ± 0,19	0,294
Astigmatismo preoperatorio (D)	0,72 ± 0,22	0,63 ± 0,29	0,81 ± 0,29	0,000*
Eje preoperatorio (°)	112,04 ± 39,65	68,58 ± 59,94	67,00 ± 60,59	0,022*
Astigmatismo postoperatorio (D)	0,63 ± 0,34	1,14 ± 0,53	0,83 ± 0,48	0,005*
Eje postoperatorio (°)	74,39 ± 63,47	55,84 ± 56,06	66,80 ± 50,58	0,556
AV postoperatoria (decimal)	0,86 ± 0,19	0,89 ± 0,18	0,90 ± 0,17	0,537

Tabla 3. Comparación de variables entre subgrupos de $\leq 1,25$ D según el tipo de lente implantada e incisión orientada al eje más curvo. Se muestran las medias \pm desviación estándar. Las diferencias se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

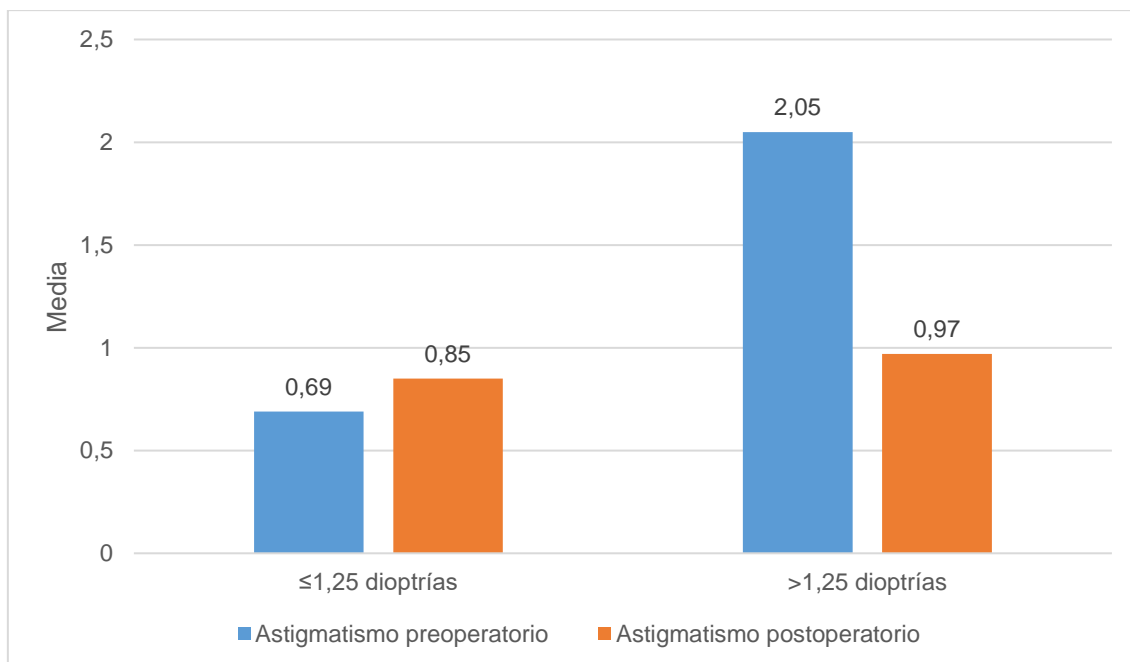


Figura 1. Comparación de la media del astigmatismo preoperatorio y del astigmatismo postoperatorio entre los grupos ($\leq 1,25$ D vs $> 1,25$ D).

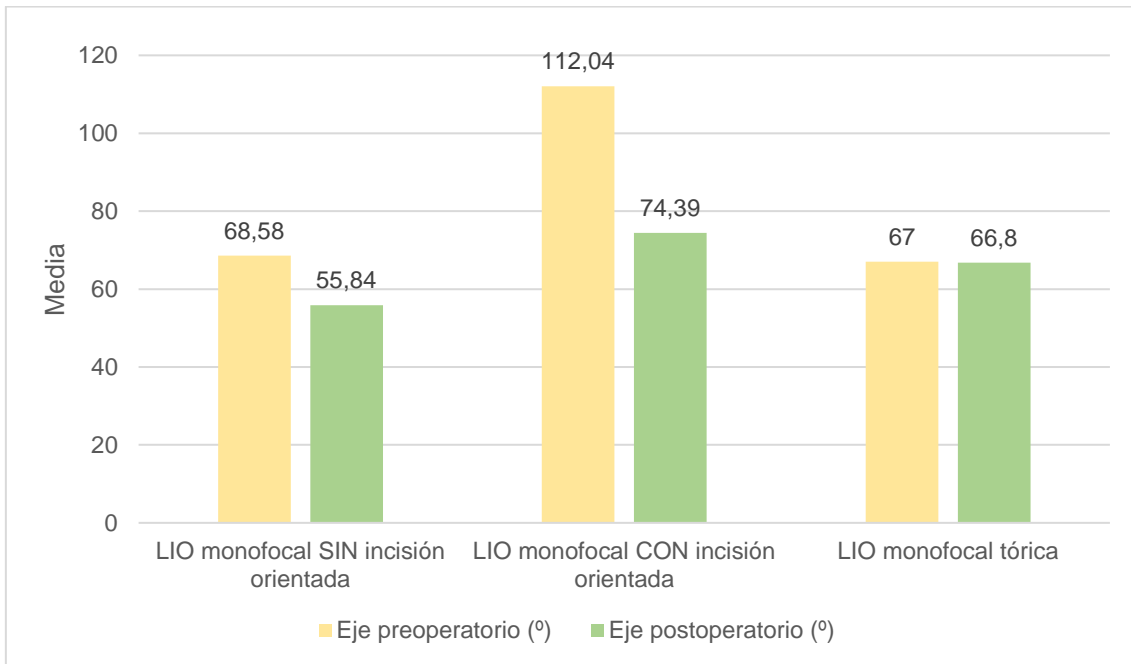


Figura 2. Comparación de medias del eje preoperatorio y el eje postoperatorio en los subgrupos de astigmatismo $\leq 1,25$ D según tipo de lente e incisión orientada.

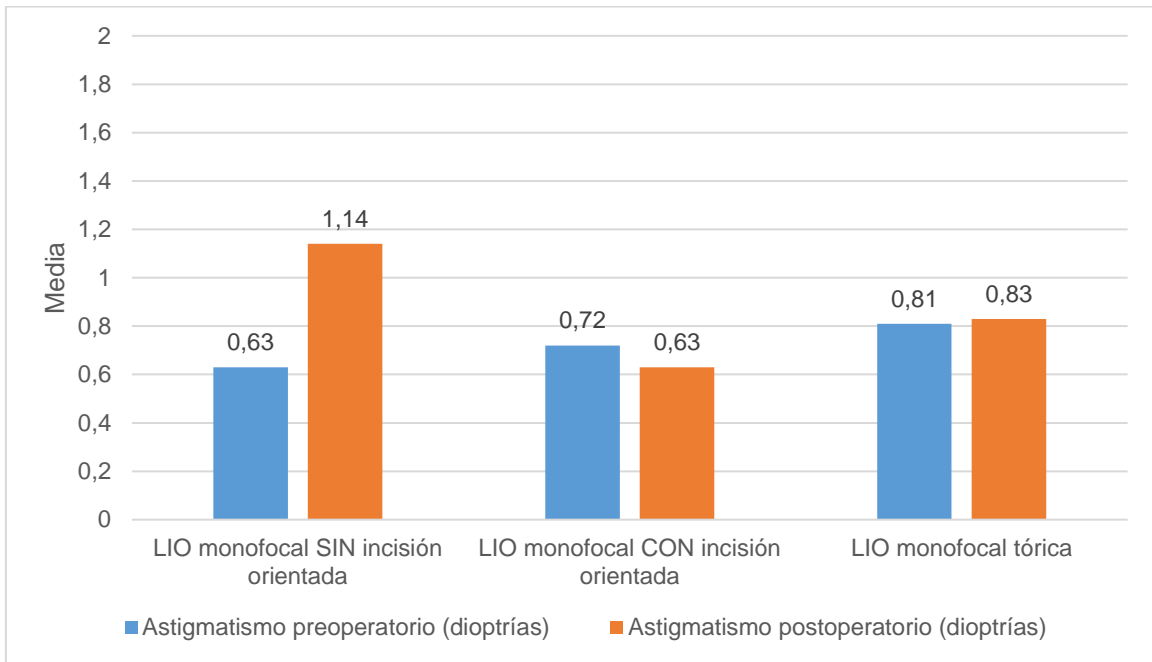


Figura 3. Medias de astigmatismo preoperatorio y astigmatismo postoperatorio en los subgrupos del grupo $\leq 1,25$ D, según tipo de LIO e incisión orientada.

