Ciencias Quirúrgicas: Investigación
https://doi.org/10.55361/cmdlt.v17i1.335

Revista Científica CMDLT

Astigmatismo residual posterior a queratoplastia: tratamiento con incisiones corneales arcuatas asistidas con láser de Femtosegundo

Luis Rodriguez[1], Sara Elena Guerrero Saldivia[2], Luis Rodriguez-Gutierrez[3].

Resumen

Objetivo: Determinar la efectividad de las incisiones arcuatas asistidas con láser de femtosegundo para el tratamiento del astigmatismo residual posterior a trasplante de córnea. **Método:** Estudio observacional, descriptivo de serie de casos, de corte transversal. Se evaluaron 18 pacientes con astigmatismo corneal residual a trasplante de córnea. Los parámetros evaluados incluyeron: agudeza visual, valor astigmático, queratometría, paquimetría, pretratamiento, a las 24 horas, 7 días y 30 días posterior a la cirugía y análisis vectorial (método de Alpin). **Resultados:** los índices de seguridad y eficacia fue de 0,66 D y 0,5 D respectivamente. Un mes postoperatorio, se observó una mejora significativa en la agudeza visual, con una ganancia de visión del 50,1% y una reducción del astigmatismo en un 49,12%. El 75% de los pacientes alcanzaron los resultados visuales esperados. **Conclusiones:** las incisiones corneales arcuatas son un método efectivo para corregir el astigmatismo residual post-queratoplastia, con mejoras significativas en la visión que se mantuvieron hasta el tercer mes. Sin embargo, las limitaciones incluyeron un pequeño tamaño muestral y un período de seguimiento corto.

Palabras clave: córnea, femtosegundo, incisiones arcuatas, astigmatismo, queratoplastia.

Femtosecond laser-assisted arcuate corneal incisions for the treatment of residual astigmatism after keratoplasty

Abstract

Objective: To determine the effectiveness of femtosecond laser-assisted arcuate incisions for the treatment of residual astigmatism following a keratoplasty. **Method:** Observational, descriptive case series, cross-sectional study. 18 patients with residual corneal astigmatism posterior to keratoplasty were evaluated. Estimated parameters: visual acuity, astigmatic value, keratometry, pachymetry, pre-treatment, at 24 hours, 7 days, and 30 days after surgery, and vector analysis (Alpin method). **Results:** The safety and efficacy indices were 0.66 D and 0.5 D, respectively. One month postoperatively, a significant improvement in visual acuity was observed, with a 50.1% gain in vision and a 49.12% reduction in astigmatism. 75% of patients achieved the expected visual results. **Conclusions:** Arcuate corneal incisions are an effective method for correcting residual astigmatism post keratoplasty, with significant improvements in vision that were sustained until the third month. However, limitations included a small sample size and a short follow-up period.

Keywords: cornea, femtosecond, arcuate incisions, astigmatism, keratoplasty.

Introducción

El astigmatismo ocular es un término descrito por primera vez en 1801 por Thomas Young para describir el fenómeno óptico que se produce cuando hay reflexión de la luz sobre una superficie con diferentes radios de curvatura en distintas direcciones. Las superficies refractivas tóricas regulares hacen que el sistema óptico produzca dos líneas focales principales con un intervalo, denominado conoide de Sturm, a pesar de la distorsión inducida por el astigmatismo, ocasionalmente puede ser beneficioso.[1-3]

Después de un trasplante corneal es común un astigmatismo residual secundario a la deformación corneal. Este astigmatismo es irregular y puede

[1]Centro Médico Docente La Trinidad, Venezuela. [2]Georgetown University, USA. [3]Sankara Nethralaya, India.
Autor Correspondiente: Luis Rodriguez. e-mail: luisalberto_rt@yahoo.com
Recibido: 06/08/23 - Aceptado: 14/04/2024

ser considerable, por lo tanto, puede retrasar la recuperación de la agudeza visual y disminuir el éxito refractivo.

El término quirúrgicamente inducido es referido a la diferencia entre los valores pre y post operatorios después de haber retirado las suturas. El astigmatismo inducido por sutura nace por la tensión de la sutura sobre la córnea, seguido a otras causas de como la disparidad entre el donante y el receptor del botón corneal, el diámetro del injerto, la aposición del donante con el receptor, el diagnóstico subyacente del receptor, la configuración anormal de la herida, la cicatrización y la técnica de sutura.[4,5]

Por este motivo, el manejo del astigmatismo ha evolucionado a partir del uso de lentes aéreos a lentes de contacto, tratamiento quirúrgico y técnicas innovadoras de láser para corregir errores de refracción residuales.[5,6]

Los procedimientos quirúrgicos como las incisiones relajantes corneales y las resecciones en cuña se utilizan para el tratamiento del astigmatismo alto, pero se han asociado con resultados impredecibles y altas tasas de complicaciones. En los últimos años, la queratectomía fotorrefractiva (PRK) y la queratomileusis in situ con láser (LASIK) han tenido un papel terapéutico importante en el error refractivo posterior a la queratoplastia, pero en algunos casos la corrección puede ser limitada.[4-6]

Kiraly *et al*, informaron a partir de 2006 el uso del láser de femtosegundo para crear incisiones arcuatas (arqueadas) en trasplantes de córnea. Se han reportado que estas incisiones pudieran ser más precisas, más seguras y efectivas para corregir el astigmatismo que con una técnica manual.[7-9]

El Láser LenSx® (Alcon LenSx, Inc. 33 Journey Aliso Viejo, CA 92656 USA), utiliza un láser de femtosegundo con una potencia máxima de 25uJ, para crear incisiones precisas en el tejido. La incisión se logra mediante microfotofragmentaciones contiguas.[10]

Los cortes arqueados en la córnea se realizan a espesor parcial, con un diámetro programado desde el centro. La tomografía de coherencia óptica (OCT) de la mano con el equipo láser proporcionan imágenes de alta resolución de secciones transversales reales en el lugar donde se realizan los cortes.[10]

Existen diferentes sistemas con los cuales se pueden reportar los resultados refractivos astigmáticos. Uno de ellos es el análisis vectorial del astigmatismo que toma en consideración la magnitud y el eje. Naylor, sugirió que podría usarse para determinar la diferencia posterior a la cirugía refractiva y para proporcionar información del error residual.[11-13]

El método desarrollado por el oftalmólogo Noel Alpins en 1993 utiliza matemáticas vectoriales en el análisis de los resultados de la cirugía refractiva corneal. Este determina un objetivo para la corrección del astigmatismo y el tratamiento necesario para lograrlo. El método también permite calcular los componentes principales por los cuales una cirugía no puede alcanzar la meta. El método Alpins se ha convertido en una norma aceptada en todo el mundo para informar los resultados de estudios que incluyen mediciones de astigmatismo corneal.[9,15]

El propósito de este estudio es determinar la efectividad de las incisiones arcuatas asistidas con láser de femtosegundo, para el tratamiento de astigmatismo residual posterior a trasplante de córnea, en pacientes que acudieron a la consulta en el Departamento de Córnea del Centro Médico Docente La Trinidad en el periodo de junio-octubre de 2015.

Materiales y métodos

Estudio observacional, descriptivo de serie de casos, de corte transversal, donde se evaluaron resultados refractivos posterior a incisiones arqueadas asistidas con láser de femtosegundo en pacientes con astigmatismo corneal residual posterior a queratoplastia penetrante que acudieron a la consulta de córnea del Servicio de Oftalmología, del Centro Médico Docente La Trinidad en el período junio-octubre de 2015.

Se tomaron como criterios de inclusión a pacientes mayores de 18 años, sometidos a trasplante de córnea penetrante con más de 24 meses de seguimiento post-operatorio, con astigmatismo > 3.00 D, con retiro de suturas corneales. Se excluyeron a los pacientes menores de 18 años, pacientes embarazadas, pacientes con otras enfermedades oftalmológicas asociadas (glaucoma, retinopatía diabética, entre otras), pacientes con leucoma (cicatrices corneales) y pacientes con trasplante de córnea de alto riesgo.

Durante las evaluaciones se realizó examen de agudeza visual previo y posterior a la cirugía, medición del astigmatismo corneal tomográfico, medición de la queratometría más plana y curva en los 3 mm centrales y medición de paquimetría. Se utilizó sistema Scheimpflug con Tomógrafo Corneal (OCULUS-Pentacam®).

- En la planificación quirúrgica se consideró el astigmatismo corneal, grosor corneal y tamaño del injerto. Las cirugías fueron realizadas por un mismo cirujano bajo anestesia tópica (clorhidrato de deproparacaíno 0,5%), con una energía de 60 kHz, y adaptadas a una terapia láser corta. Se realizó asepsia y antisepsia con povidona yodada al 5,0% (Betadine®). El cono de succión en el globo ocular se colocó cobre la superficie ocular hasta lograr un aplanamiento adecuado (menisco líquido más alejado de unión injerto-huésped). Una vez completado el procedimiento, se liberó la succión y se retiró el cono. Las cirugías se realizaron con el equipo Láser Alcon®LenSx®, con incisiones simples o pares, 6 mm de zona óptica con una profundidad de incisión de 80% de la medición por OCT de segmento anterior.

Los pacientes fueron evaluados 24 horas posterior a la cirugía; 1 semana y 1 mes postoperatorio. En cada control se realizó medición de agudeza visual, astigmatismo tomográfico (Oculus, Pentacam®), biomicroscopía con lámpara de hendidura y OCT de segmento anterior (HD-Cirrus ®)

Esta investigación cumple con todos los principios éticos que son requeridos por la Declaración de Helsinki. El estudio fue aprobado por el comité de ética del Centro Médico Docente la Trinidad.

Análisis estadístico y resultados

La fuente principal para la recolección de los datos fue el expediente clínico. Se llenó una base de datos en Excel (Windows® version-16.37 para Mac, Microsoft Corp.) con las variables analizadas. Como medida de protección de datos de los pacientes se asignó un código único a cada paciente, manteniendo estricta confidencialidad sobre los datos clínicos del paciente

Se realizó un análisis univariado para las variables cuantitativas con medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo con la distribución de los datos. El análisis de las variables cualitativas se hizo en término de proporciones. Para las variables cuantitativas se utilizaron estadísticos de tendencia central como media o mediana y medidas de dispersión correspondientes como desviación estándar, percentiles o rango intercuartil, dependiendo del tipo de distribución de las variables. Se evaluó la presencia de asociación entre variables independientes con pruebas de t *student* y *One-Way* ANOVA para las variables cuantitativas. Se consideró un nivel de confianza del 95% y un valor $p<0,05$ como el nivel de significancia estadística.

Se recolectaron datos de 20 pacientes, dando un total de 20 ojos operados en este período, de los cuales se tomaron los valores de 18 pacientes, ya que dos pacientes no acudieron al control Las variables analizadas (K1, K2, astigmatismo tomográfico, equivalente esférico) y los resultados quirúrgicos de las incisiones arqueadas se evaluaron previo a la cirugía, 24 horas después de la cirugía, 1 semana y 1 mes postoperatorio.

Medición de resultados

1) Análisis de sustracción simple comparando entre magnitud pre y postoperatoria sin referencia al eje.[14]

2) Tratamiento de análisis vectorial:

- Astigmatismo inducido (AIT) Objetivo esperado astigmatismo (por magnitud y eje) que la cirugía pretende corregir. Astigmatismo Inducido Quirúrgicamente (AIQ): cambios en cantidad y eje de astigmatismo inducidos por la cirugía “lo que se logró corregir”. Índice de Corrección (IC): es la relación del AIQ con el AIT dividido entre AIQ. Análisis polar examina el aumento de la curvatura o el efecto de aplanamiento (AIQ) en el meridiano de referencia de 90 grados. Magnitud del error (ME) es la diferencia aritmética entre las magnitudes del AIQ y el TIA. Ángulo de error (AE) es el ángulo descrito por los vectores de la corrección obtenida (AIQ) frente a la corrección predicha (AIT). Diferencia vectorial (DV), es el astigmatismo residual (por magnitud y eje) que permitiría que la cirugía inicial logre su objetivo previsto. Índice de éxito (IE), se calcula dividiendo el DV por el TIA.[14,15]

Nomograma para calcular el astigmatismo:

La estandarización del procedimiento permite conseguir una corrección del astigmatismo con base en la experiencia de un tratamiento previo.

El acoplamiento, y las incisiones corneales causan un efecto de aplanamiento en el eje más curvo y efecto de encurvamiento en el eje más plano, de modo que el poder refractivo corneal total y el equivalente esférico (EE) se mantiene iguales.[10]

Se usó el nomograma de Donnenfeld (Tabla 1) en el cual se realizaron incisiones arqueadas usando el láser femtosegundo. Dependiendo del astigmatismo se realizaron 1 o 2 incisiones, así como los grados de estas, los cuales fueron de 400, 500 y 600. Estas incisiones se realizaron a 6 mm de zona óptica.[16]

Resultados

En este estudio se evaluaron 20 pacientes, de los cuales 2 no asistieron a los controles sucesivos, quedando 18 ojos de 18 pacientes en el seguimiento a las 24 horas, una semana y un mes después de la operación. De estos pacientes, el 65% eran hombres y el 35% mujeres (Gráfico 1). La mayoría de las queratoplastias realizadas fueron penetrantes (75%), mientras que el 25% correspondió a queratoplastia lamelar (Gráfico 2). La principal indicación para el trasplante corneal fue el queratocono, presente en el 70% de los casos, seguido por distrofia de Fuchs (15%), úlcera corneal (10%) y ectasia post-LASIK (5%) (Gráfico 3). En cuanto a la duración post-trasplante, el 20% de los pacientes llevaban 4 años tras el procedimiento, un 15% presentaba una evolución de 15 años, y un 10% contaba con 6 y 10 años respectivamente post-trasplante (Gráfico 4).

El índice de seguridad, definido como AVSC post-tratamiento dividido por MAVS pre-tratamiento, fue de 0,66. Obteniendo un MAVC post-tratamiento LogMar de 0,2 y un AVSC pre-tratamiento LogMar de 0,3, mientras que el índice de eficacia fue de 0,5, con un AVSC post-tratamiento LogMar de 0,3 y un MAVS pre-tratamiento LogMar de 0,6 (17) (Tabla 1). Un mes postoperatorio se observó una mejora significativa en la agudeza visual sin corrección (UCVA) de 0,3 LogMAR, lo que representa un 50,1% de ganancia en visión y una mejoría de 3 líneas de visión. La MAVC fue de 0,1 LogMAR, logrando una mejoría del 79,4% y una ganancia de una línea de visión (Tabla 1).

En cuanto al astigmatismo pre-operatorio, el promedio fue de 5,65 D, reduciéndose a 3,19 D post-operatorio con una corrección del 50,88% de los casos. El astigmatismo corregido promedió 2,31 D, representando una corrección total del 49,12% (Tabla 2). El AIT mostró un promedio de 5,65 D, siendo el

Tabla 1: Criterios estudiados

	Prequirúrgico	24 horas postoperatorio	7 días postoperatorio	30 días postoperatorio
AV	0,4 ± 0.1	0.38 ± 0.07	0.37 ± 0.09	0.49 ± 0.09
MAVC	0,4 ± 0.01			
Astigmatismo	-5.6 ± 0.7		-3.8 ± 0.9	-3.36 ± 0.85
EE	-2,2 ± 1.0		-2.25 ± 1.07	-1.90 ± 0.96
K1	46,1 ± 0.7	45.6 ± 1.2	45.1 ± 1.3	45.06 ± 1.4
Eje K1	109,3 ± 23.8			107 ± 23
K2	40,3 ± 1.0	40.8 ± 0.9	41.03 ± 1.07	41.02 ± 0.94
Eje K2	96,2 ± 22.5			86.3 ± 13.9
Paquimetría central 3 mm	590 ± 28	574 ± 26		
Paquimetría periférica	580 ± 60	601 ± 24		

Leyenda: Agudeza Visual (AV), Mejor agudeza visual corregida (MAVC), Equivalente esférico (EE), K1 (poder corneal en el meridano menos curvo en la zona de 3 mm centrales), K2 (poder corneal en el meridiano más curvo en la zona de 3 mm centrales)

Gráfico 1: Distribución por género.

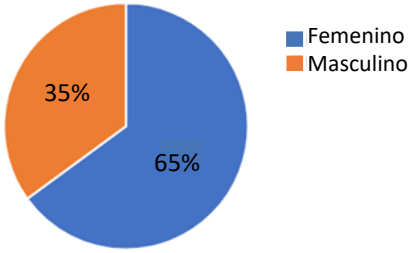

Gráfico 2: Distribución de los pacientes preoperatoriamente con relación a la ectasia corneal.

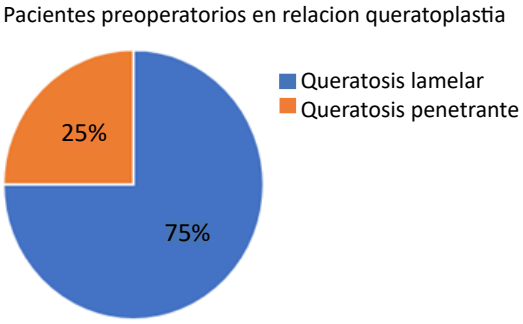

Gráfico 3: Distribución de los pacientes según la causa previa al trasplante de córnea.

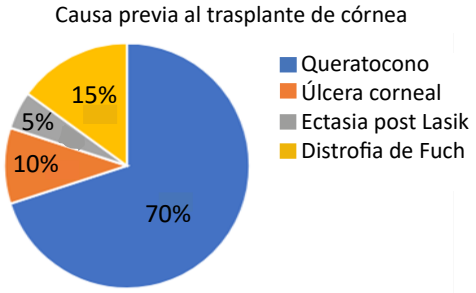

Gráfico 4: Distribución de paciente según los años post-trasplante

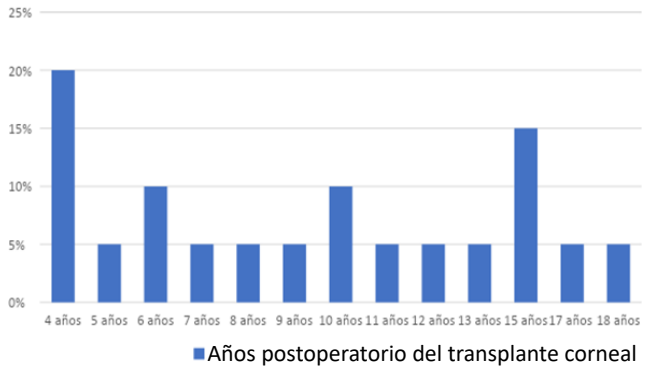

Tabla 2: Análisis de resta simple

Caso	Astigmatismo Pre	Astigmatismo post	Sustracción	Análisis
1	-5,50 D	-0,75 D	-4,75 D	Subcorreción
2	-5,00 D	-3,00 D	-2,00 D	Subcorreción
3	-3,25 D	-1,75 D	-1,50 D	Subcorreción
4	-3,00 D	-1,00 D	-2,00 D	Subcorreción
5	-6,50 D	-2,00 D	-4,50 D	Subcorreción
6	-6,00 D	-5,00 D	-1,00 D	Subcorreción
7	-4,00 D	-1,25 D	-2,25 D	Subcorreción
8	-6,00 D	-4,00 D	-2,00 D	Subcorreción
9	-3,00 D	-2,25 D	-0,75 D	Subcorreción
10	-5,00 D	No acude a control	No acude	
11	-4,00 D	-1,50 D	-2,50 D	Subcorreción
12	-6,00 D	-2,00 D	-4,00 D	Subcorreción
13	-6,00 D	-3,00 D	-3,00 D	Subcorreción
14	-8,50 D	-6,00 D	-2,50 D	Subcorreción
15	-5,00 D	-4,00 D	-1,00 D	Subcorreción
16	-7,75 D	-4,75 D	-3,00 D	Subcorreción
17	-7,00 D	-5,00 D	-2,00 D	Subcorreción
18	-8,50 D	No acude a control	No acude	
19	-8,00 D	-6,00 D	-2,00 D	Subcorreción
20	-5,00 D	-4,25D	-0,75 D	Subcorreción

Nota: Se evidencia en nuestra muestra que la comparación de la magnitud de astigmatismo pre y postoperatoria (1 mes) 18 de 20 casos que acudieron al control, resultaron valores negativos, lo que indica subcorreción. Resultado promedio. (Negativo).

objetivo de corrección, mientras que el AIQ resultó en un promedio de 2,31 D de corrección. El IC fue de 2,44 D. El análisis polar reveló un promedio de 30,55 grados, con 10 pacientes con la regla y 18 contra la regla (Tabla 3, Gráfico 5) (Tabla 4, Gráfico 6). La ME resultó en 3,34 D.

El 75% de los pacientes alcanzaron los resultados visuales esperados, mientras que el 15% restante tuvo resultados no deseados. De estos últimos, 7 pacientes reportaron efectos, siendo 4 con la regla, 3 contra la regla y 1 con la regla nuevamente (Tabla 5, 6). La DV fue de 3,19 D a un mes post-tratamiento (Tabla 7). El IE indicó una subcorrección total de 0,56 D (Tabla 8).

Tabla 3: Astigmatismo inducido por el Target (AIT)

Caso	Astigmatismo	AIT
1	-5,50 D	5,50
2	-5,00 D	5,00
3	-3,25 D	3,25
4	-3,00 D	3,00
5	-6,50 D	6,50
6	-6,00 D	6,00
7	-4,00 D	4,00
8	-6,00 D	6,00
9	-3,00 D	3,00
10	-5,00 D	5,00
11	-4,00 D	4,00
12	-6,00 D	6,00
13	-6,00 D	6,00
14	-8,50 D	8,50
15	-5,00 D	5,00
16	-7,75 D	7,75
17	-7,00 D	7,00
18	-8,50 D	8,50
19	-8,00 D	8,00
20	-5,00 D	5,00
Total		113

Total, AIT: 113/20: 5,65
AIT-Vector: Indica la cantidad de astigmatismo que se espera corregir en cada caso

Tabla 4: Astigmatismo Inducido Quirúrgicamente (AIQ)

Caso	Astg-Pre	Astg-post	SIA
1	-5,50	-0,75	4,75
2	-5,0	-3,0	2,00
3	-3,25	-1,75	1,50
4	-3,00	-1,00	2,00
5	-6,50	-2,00	4,50
6	-6,00	-5,00	1,00
7	-4,00	-1,25	2,50
8	-6,00	-4,00	2,00
9	-3,00	-2,25	0,75
10	-5,00	No acude	
11	-4,00	-1,50	2,50
12	-6,00	-2,00	4,00
13	-6,00	-3,00	3,00
14	-8,50	-6,00	2,50
15	-5,00	-4,00	1,00
16	-7,75	-4,75	3,00
17	-7,00	-5,00	2,00
18	-8,50	No acude	
19	-8,00	-6,00	2,00
20	-5,00	-4,25	0,75
Total			41,75

Leyenda: Astigmatismo (Astg)
Total, AIQ: 41,57/ 18= 2,31
AIQ: Astigmatismo inducido con el tratamiento quirúrgico. Dieciocho casos muestran una subcorrreción de la magnitud inicial del valor de astigmatismo, los cuales fueron observados a 1 mes post operatorio. Los casos: 10 y 18 no acudieron a control.

Gráfico 5: TIA-Vector: Indica la cantidad de astigmatismo que se espera corregir en cada caso

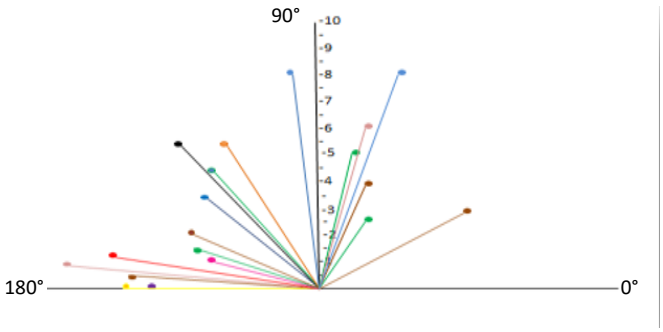

Gráfico 6: SIA- Vector.

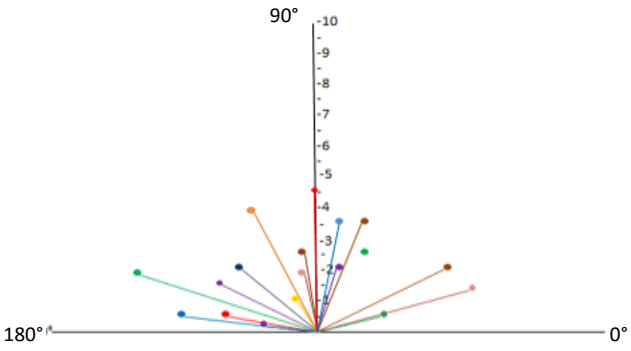

Tabla 5: Análisis Polar

Caso	Eje- Pre	Eje- Post	Con Regla	Contra Regla	Diferencia de Eje
1	128°	165°	X		37°
2	156°	132°		x	24°
3	38°	32°		x	14°
4	160°	150°		x	10°
5	170°	180°	X		10°
6	180°	100°		x	80°
7	38°	96°	X		58°
8	176°	170°		x	6°
9	60°	75°	X		5°
10	155°	No acude			
11	75°	76°	X		1°
12	110°	113°	X		3°
13	80°	17°		x	63°
14	69°	84°	X		15°
15	80°	15°		x	65°
16	96°	172°	X		76°
17	90°	83°		x	7°
18	150°	No acude			
19	175°	100°		x	75°
20	180°	179°		x	1°
Total			8	10	550

Total: 550/ 18 = 30,55°
Con la Regla: 10
Contra la Regla: 8
NOTA: Diez (10) de Dieciocho (18) casos que acudieron a control del (1) mes postoperatorio, presentaron un astigmatismo con la regla, lo que corresponde a 55,55%.

Tabla 6: Ángulo de Error (AE)

HC	Eje Pre	Eje Post	Diferencia	Efecto	Dirección
1	128°	165°	37°	Positivo (+)	Con la Reglab
2	156°	132°	24°	Negativo (-)	Contra la regla b
3	38°	32°	6°	Negativo (-)	Contra la regla b
4	160°	150°	10°	Negativo (-)	Contra la regla b
5	170°	180°	10°	Positivo (+)	Con la Regla b
6	180°	100°	80°	Negativo(-)	Contra la regla x
7	38°	96°		Positivo (+)	Con la regla x
8	176°	170°	6°	Negativo (-)	Contra la regla b
9	60°	75°	5°	Positivo(+)	Con la regla b
10	155°	No acude			
11	75°	76°	1°	Positivo(+)	Con la regla b
12	110°	113°	3°	Positivo(+)	Con la regla b
13	80°	17°	63°	Negativo (-)	Contra la regla x
14	69°	84°	15°	Positivo (+)	Con la regla x
15	80°	15°	65°	Positivo (+)	Con la regla b
16	96°	172°	76°	Positivo (+)	Con la regla b
17	90°	83°	7°	Negativo (-)	Contra la regla b
18	150°	No acude			
19	175°	100°	75°	Negativo (-)	Contra la regla x
20	0°	179°	179°	Positivo (+)	Con la regla b
Total			8	10	550

En diez (10) de 18 pacientes que acudieron al control del mes postoperatorio hubo un efecto positivo que se corresponde con aun en eje en sentido con la regla.

Tabla 7: Diferencia Vectorial (DV)

Caso	Astg-Pre	Astg-post	SIA	DV
1	-5,50	-0,75	4,75	0,75
2	-5,0	-3,0	2,00	3,0
3	-3,25	-1,75	1,50	1,75
4	-3,00	-1,00	2,00	1,00
5	-6,50	-2,00	4,50	2,00
6	-6,00	-5,00	1,00	5,00
7	-4,00	-1,25	2,50	1,25
8	-6,00	-4,00	2,00	4,00
9	-3,00	-2,25	0,75	2,25
10	-5,00	No acude		
11	-4,00	-1,50	2,50	1,50
12	-6,00	-2,00	4,00	2,00
13	-6,00	-3,00	3,00	3,00
14	-8,50	-6,00	2,50	6,00
15	-5,00	-4,00	1,00	4,00
16	-7,75	-4,75	3,00	4,75
17	-7,00	-5,00	2,00	5,00
18	-8,50	No acude		
19	-8,00	-6,00	2,00	6,00
20	-5,00	-4,25	0,75	4,25
Total				3,19

DV: 57,5 / 18 = 3,19
TIA: 113/20 = 5,65
IOS-IE= DV/TIA = 3,19/5,65 = 0,56
El índice de éxito fue de 0,56 indicador de que los pacientes resultaron subcorregidos.

Tabla 8: Índice de Éxitos (IE)

Caso	DV	TIA
1	0,75	5,50
2	3,0	5,00
3	1,75	3,25
4	1,00	3,00
5	2,00	6,50
6	5,00	6,00
7	1,25	4,00
8	4,00	6,00
9	2,25	3,00
10		5,00
11	1,50	4,00
12	2,00	6,00
13	3,00	6,00
14	6,00	8,50
15	4,00	5,00
16	4,75	7,75
17	5,00	7,00
18		8,50
19	6,00	8,00
20	4,25	5,00
Total	57,5	113

DV: 57,5 / 18 = 3,19
TIA: 113/20 = 5,65
IOS-IE= DV/TIA = 3,19/5,65 = 0,56
El índice de éxito fue de 0,56 indicador de que los pacientes resultaron subcorregidos.

Discusión

El objetivo de las incisiones arqueadas asistidas por láser de femtosegundo es tratar el astigmatismo residual después del trasplante de córnea que no se puede corregir con anteojos o lentes de contacto. Desde su introducción en oftalmología en 2006, se han realizado varios estudios sobre el perfil de eficacia, seguridad, previsibilidad y estabilidad de la técnica. Las ectasias corneales más frecuentes fueron el queratocono y posterior a cirugía LASIK. Al comparar con Tourtmand y Gaster en 1980, demostraron que el astigmatismo fue mayor posterior a una queratoplastia penetrante siendo la causa inicial el queratocono.[18]

Al comparar con el estudio realizado por Kumar, el cual obtuvo un índice de eficacia un LogMAR de 0,6; este resultado fue similar a nuestro estudio, demostrando que las incisiones corneales arqueadas realizadas por láser de femtosegundo son efectivas para el tratamiento del astigmatismo residual posterior a una queratoplastia.[19]

Hashemian, en su trabajo, obtuvo una mejora visual de un LogMAR de 0,3 preoperatorio a un LogMAR de 0,19; estos resultados fueron semejantes a los nuestros, mostrando que este método mejora la MAVC. Sin embargo, Hoffart no reportó ninguna significancia de mejora de MAVC a pesar de reportar una mejora de una línea de visión, esto podría ser debido a la irregularidad corneal preoperatoria.[20, 21]

Hoffart obtuvo un AIT de 2,98 D, y si lo comparamos con el AIT de nuestro trabajo de 5,95 D; lo cual puede ser explicado por el alto astigmatismo de los pacientes en nuestra clínica. Comparando con Hoffart, el AIQ obtuvo

un promedio de 2,88 D de corrección y al compararlo con nuestro resultado el cual fue de un promedio de 2,31 D de corrección. Y para el ME, Hoffart obtuvo un total de 3,38 D y nosotros obtuvimos un resultado de 3,34 D. Para el DV, Hoffart obtuvo 3,85 D, mientras que nosotros obtuvimos un resultado de 3,19 D posterior a un mes de tratamiento. Finalizando con el IE, en el trabajo de Hoffart obtuvo 0,40 D y nuestro resultado fue de 0,56 D.[21]

Conclusiones

En nuestro estudio, encontramos que la realización de incisiones corneales arcuatas representa un método sencillo, seguro y altamente efectivo para el manejo del astigmatismo residual posterior a trasplante de córnea. Logramos evidenciar una mejora significativa en las líneas de visión de los pacientes inmediatamente después de la cirugía, mejora que se sostuvo consistentemente hasta el tercer mes de seguimiento.

Sin embargo, es importante destacar algunas limitaciones en nuestra investigación. La principal desventaja radicó en el tamaño reducido de nuestra muestra, lo cual limita nuestra capacidad para proporcionar una estimación más precisa sobre la reducción del astigmatismo en una población más amplia. Adicionalmente, un período de seguimiento más extenso podría haber ofrecido insights más profundos sobre la estabilidad a largo plazo de la corrección del astigmatismo y la mejora visual, además de permitir la identificación de posibles complicaciones que pudieran surgir a lo largo del tiempo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias

1. Riddle HK Jr, Parker DA, Price FW Jr. Management of post keratoplasty astigmatism. Curr Opin Ophthalmol. 1998 Aug;9(4):15-28. doi: 10.1097/00055735-199808000-00004. PMID: 10387463.
2. Bennett AG, Rabbetts RB. Clinical visual optics.London: Butterworths, 1982.
3. Duke-Elder S, Abrams D. Ophthalmic optics and refraction. System of ophthalmology. Vol 5. London: Henry Kimpton, 1970.
4. Troutman RC, Gaster RN. Surgical advances and results of keratoconus. Am J Ophthalmol. 1980 Aug;90(2):131-6. doi: 10.1016/s0002-9394(14)74843-3. PMID: 6999909.
5. Brooks SE, Johnson D, Fischer N. Anisometropia and binocularity. Ophthalmology. 1996 Jul;103(7):1139-43. doi: 10.1016/s0161-6420(96)30555-1. PMID: 8684806.
6. Swinger CA. Postoperative astigmatism. Surv Ophthalmol. 1987 Jan-Feb;31(4):219-48. doi: 10.1016/0039-6257(87)90023-3. PMID: 3554571.
7. Alpins N. "Analisis de astigmatismo práctico para los resultados refractivos en catarata y cirugía refractiva". Encuesta de Oftalmologia. 2004. 49 (1) 109-122.
8. Alpins N. Astigmatism analysis by the Alpins method. J Cataract Refract Surg. 2001 Jan;27(1):31-49. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00798-7. PMID: 11165856.
9. Rowsey JJ, Fouraker BD. Corneal coupling principles. Int Ophthalmol Clin. 1996 Fall;36(4):29-38. doi: 10.1097/00004397-199603640-00006. PMID: 9021457.
10. Kiraly L, Herrmann C, Amm M, Duncker G. Korrektur des Astigmatismus nach Hornhauttransplantation durch bogenförmige Inzisionen mit dem Femtosekundenlaser [Reduction of astigmatism by arcuate incisions using the femtosecond laser after corneal transplantation]. Klin Monbl Augenheilkd. 2008 Jan;225(1):70-4. German. doi: 10.1055/s-2008-1027126. PMID: 18236374.
11. Harissi-Dagher M, Azar DT. Femtosecond laser astigmatic keratotomy for postkeratoplasty astigmatism. Can J Ophthalmol. 2008 Jun;43(3):367-9. doi: 10.3129/i08-043. PMID: 18443607.
12. Seitz B, Langenbucher A, Küchle M, Naumann GO. Impact of graft diameter on corneal power and the regularity of postkeratoplasty astigmatism before and after suture removal. Ophthalmology. 2003 Nov;110(11):2162-7. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00659-6. PMID: 14597524.
13. Riddle HK Jr, Parker DA, Price FW Jr. Management of postkeratoplasty astigmatism. Curr Opin Ophthalmol. 1998 Aug;9(4):15-28. doi: 10.1097/00055735-199808000-00004. PMID: 10387463.
14. Lim L, Pesudovs K, Goggin M, Coster DJ. Late onset post-keratoplasty astigmatism in patients with keratoconus. Br J Ophthalmol. 2004 Mar;88(3):371-6. doi: 10.1136/bjo.2003.027037. PMID: 14977772; PMCID: PMC1772053.
15. Alpins N. "Nuevo método de apuntar a los vectores para tratar el astigmatismo". Diario de catarata y cirugía refractiva. 1997 23 (1): 65-75.
16. Donnenfeld, E., Rosenberg, E. (2015) Assisting Femto incisions with nomograms. Ophthalmology Management. 19.48-52.
17. Gomel N, Negari S, Frucht-Pery ,J Wajnsztajn D, Strassman ,E Solomon A(2018) Predictive factors for efficacy and safety in refractive surgery for myopia. PLoS ONE 13(12): e0208608. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208608

18. Troutman RC. Corneal wedge resections and relaxing incisions for postkeratoplasty astigmatism. Int Ophthalmol Clin. 1983 Winter;23(4):161-8. doi: 10.1097/00004397-198302340-00013. PMID: 6358092.
19. Kumar NL, Kaiserman I, Shehadeh-Mashor R, Sansanayudh W, Ritenour R, Rootman DS. IntraLase-enabled astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism: on-axis vector analysis. Ophthalmology. 2010 Jun;117(6):1228-1235.e1. doi: 10.1016/j.ophtha.2009.10.041. Epub 2010 Feb 16. PMID: 20163860.
20. Hashemian MN, Ojaghi H, Mohammadpour M, Jabbarvand M, Rahimi F, Abtahi MA, Mazloumi M, Abtahi SH. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of postkeratoplasty high astigmatism in keratoconus. J Res Med Sci. 2017 Feb 16;22:17. doi: 10.4103/1735-1995.200267. PMID: 28458708; PMCID: PMC5367209.
21. Hoffart L, Proust H, Matonti F, Conrath J, Ridings B. Correction of postkeratoplasty astigmatism by femtosecond laser compared with mechanized astigmatic keratotomy. Am J Ophthalmol. 2009 May;147(5):779-87, 787.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2008.12.017. Epub 2009 Feb 20. PMID: 19232560.