

Resultados motores en cirugía fotoablativa en pacientes miopes

Motor Outcomes of Photoablative Surgery in Myopic Patients

Rosa María Naranjo Fernández^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1372-9517>

Jonathan Escobedo Espinoza¹ <https://orcid.org/0000-0001-8405-760X>

Teresita de Jesús Méndez Sánchez¹ <https://orcid.org/0000-0002-1589-7784>

Arianni Hernández Perugorria¹ <https://orcid.org/0000-0003-0757-6048>

Caridad Aguilar Molina¹ <https://orcid.org/0000-0002-6180-8092>

¹Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: rnfernandez@infomed.sld.cu

RESUMEN

Objetivo: Determinar los resultados motores post cirugía refractiva corneal con láser de excímero en pacientes miopes con o sin astigmatismo asociado.

Método: Se realizó un estudio preexperimental del tipo antes y después, en el que fueron incluidos 81 pacientes (162 ojos) tratados con LASEK-MMC (65 pacientes) o PRK-MMC (16 pacientes) seguidos por tres meses. Se les realizó un examen oftalmológico completo y se evaluaron las siguientes variables: punto próximo de convergencia, la amplitud de convergencia, divergencia y el alineamiento ocular precirugía y poscirugía.

Resultados: Con la cirugía se observó un incremento significativo del punto próximo de convergencia (LASEK-MMC: $p = 0,000$ y PRK-MMC: $p = 0,021$). La amplitud de convergencia de cerca y de lejos, así como la amplitud de divergencia tendieron a disminuir, pero la diferencia no fue significativa ($p > 0,05$). Aumentó el porcentaje de pacientes con exodesviaciones de cerca, después de la cirugía LASEK-MMC (26,2 % \rightarrow 60,0%, $p = 0,000$) y de la PRK-MMC (18,8 % \rightarrow 81,3 %, $p = 0,000$), y predominaron las heteroforias pequeñas en ambos casos (LASEK-MMC: 52,3 % y PRK-MMC: 75,0 %).

Conclusiones: Con la cirugía fotoablativa con láser, aumentaron las exodesviaciones en el posoperatorio, pero se trató fundamentalmente de heteroforias pequeñas, aunque un número reducido de pacientes desarrolló nuevas exodesviaciones.

Palabras clave: cirugía fotoablativa; miopía; exodesviaciones; amplitud de convergencia; divergencia.

ABSTRACT

Objective: To determine the eye movement outcomes after excimer laser corneal refractive surgery in myopic patients with or without associated astigmatism.

Methods: A preexperimental, before-and-after study was carried out with 81 patients (162 eyes) treated with laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK) (65 patients) or photorefractive keratectomy (PRK) (16), with intraoperative application of mitomycin-C (MMC) in both cases, and followed for three months. A complete ophthalmologic examination was performed and the following variables were evaluated before and after the surgery: near convergence point, convergence amplitude, divergence and ocular alignment.

Results: With surgery, a significant increase in the near point of convergence was observed (LASEK-MMC: $P=0.000$; PRK-MMC: $P=0.021$). The near and far convergence amplitude tended to decrease, but the difference was not significant ($P>0.05$). The percentage of patients with near exodeviations increased after LASEK-MMC (26.2 %→60.0 %, $P=0.000$) and PRK-MMC (18.8 %→81.3 %, $P=0.000$), while small heterophorias predominated in both cases (LASEK-MMC: 52.3 % and PRK-MMC: 75.0 %).

Conclusions: With laser photoablative surgery, exodeviations increased after surgery, but these were primarily small heterophorias, although a small number of patients developed new exodeviations.

Keywords: photoablative surgery; myopia; exodeviations; convergence amplitude; divergence.

Recibido: 16/08/2021

Aprobado: 21/03/2022

Introducción

Los procedimientos de ablación de superficie se consideran seguros (queratectomía fotorrefractiva - PRK), queratectomía subepitelial asistida por excimer láser (LASEK); sin embargo, se han descrito casos de diplopía posoperatoria y estrabismo. Los mecanismos causales incluyeron errores técnicos y quirúrgicos que conducen a la inducción de diplopía monocular, descompensación de estrabismo previamente bien controlado o inducción de aniseiconia. Aunque se han desarrollado herramientas y pautas de detección para minimizar el riesgo de estas complicaciones postoperatorias, la incidencia de diplopía posoperatoria y estrabismo no se ha caracterizado bien.^(1, 2)

También es importante señalar que la descentración del colgajo puede causar desviaciones posoperatorias, si el colgajo se descentra temporalmente, especialmente en alguien con una exoforia o exotropía preexistente, entonces el paciente tendrá una exotropía después del procedimiento refractivo. Si el colgajo se descentra superior o inferiormente, entonces el paciente puede tener una desviación vertical. Esta situación puede ocurrir cuando los pacientes miran hacia arriba o hacia abajo durante el procedimiento, en presencia de un ángulo vertical kappa o debido a una pupila dilatada; por lo tanto, los pacientes con una foria o tropía horizontal preexistente a menudo desarrollan una desviación con patrón en V o A.⁽³⁾

Para que la visión binocular simple ocurra, los ojos han de estar alineados y tener capacidad de mantener esa alineación. Esta habilidad se conoce como vergencias fusionales. Las vergencias fusionales valoran la capacidad que tiene el sistema visual para mantener la fusión mientras se varía el estímulo de vergencia y se mantiene constante el estímulo de acomodación. La vergencia fusional demandada está relacionada con la heteroforia que tenga el individuo, de modo que una exoforia crea una demanda de vergencia fusional positiva, la endoforia una demanda de vergencia fusional negativa y una hiperforia de un ojo necesita de la infravergencia de este. Esta demanda puede ser considerada como la mayoría de vergencia fusional necesaria para evitar la diplopía en condiciones normales de visión.⁽⁴⁾

Debe considerarse previamente, que los errores refractivos *per se* generan directamente efectos y modificaciones sobre la acomodación y, por tanto, sobre

la convergencia. En las hipermetropías se presenta un incremento, y en las miopías una disminución sobre el sistema acomodativo y vergencial. En particular, el estrabismo asociado a la miopía puede ser explicado por varios mecanismos: la presencia de anisometropía, alteraciones en la relación convergencia acomodativa sobre acomodación o alteraciones musculares. La probabilidad de descompensación sensoriomotora después de una cirugía refractiva es superior en pacientes con trastornos binoculares previos a la cirugía.⁽⁵⁾

En estos pacientes se señala que es esencial una medición precisa del grado del ángulo de desviación para la obtención de un buen resultado posquirúrgico. La cirugía puede descompensar una exodesviación controlada, al cambiar las demandas junto con el defecto visual se modifica la respuesta y dinamismo del sistema oculomotor, generando nuevas adaptaciones que pueden resultar incluso en una sintomatología no reportada antes de la cirugía y que no está relacionada con el procedimiento quirúrgico. Además de ello pueden producirse con la cirugía una hipercorrección de la miopía, una hipermetropía residual o cambios en la dominancia ocular, aspectos estos que también pueden influir en los resultados observados.^(5, 6)

Por otra parte, la cirugía refractiva es también una forma de tratamiento de estrabismos inducidos por defectos refractivos. En 1997, Bilgihan y otros⁽⁷⁾ reportaron el primer caso de tratamiento exitoso con PRK, de un paciente masculino con esotropía acomodativa. Después de esto múltiples son los estudios que reportan su utilidad en el manejo de esos pacientes.⁽⁸⁾ También se ha empleado en el manejo de pacientes miopes con exodesviaciones, aunque con menos éxito.⁽⁹⁾

García-Montero y otros⁽¹⁰⁾ señalaban que muchos de estos estudios se han realizado sobre todo en pacientes con miopía, y que debe tenerse en cuenta que individuos miopes compensados ópticamente tienen una acomodación más efectiva que los sujetos emétopes o los sujetos hipermétropes. En la visión binocular el error refractivo es un factor importante, en especial cuando el individuo tiene altos niveles de ametropía. Por tanto, una emetropización abrupta, como la observada después de una cirugía refractiva en el paciente con miopía, provoca de momento de una alta demanda de convergencia en las tareas

que requieren una visión de cerca, lo que induce una insuficiencia acomodativa temporal.

De esta manera poder determinar la presencia de alteraciones acomodativas y motoras, antes y después de la cirugía, para comparar y observar si son resultado de las modificaciones hechas al defecto refractivo y a la sinergia de los mismos.⁽¹⁰⁾ Por otra parte, a pesar de la posibilidad alta de una coexistencia de exodesviación en la miopía hay, sin embargo, pocos estudios que valoren la asociación entre la cirugía refractiva en el miope y el desalineamiento ocular, por lo que se planteó obtener información acerca de los cambios motores en pacientes tratados con LASEK-MMC y PRK-MMC, que pueda contribuir al diseño de estrategias para prevenir y tratar complicaciones, que aunque poco frecuentes comprometen los resultados y afectan la calidad de vida del paciente.

Método

Se realizó un estudio preexperimental (intervención: cirugía) del tipo antes y después que evaluó los resultados motores en pacientes miopes con o sin astigmatismo asociado, tratados con cirugía refractiva corneal con láser de excímero (PRK-MMC o LASEK-MMC), atendidos en la consulta de Cirugía Refractiva y Oftalmología Pediátrica del Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer en el periodo comprendido entre enero de 2018 y enero de 2019 y seguidos por tres meses.

Los criterios de inclusión consistieron en pacientes con diagnóstico de miopía con o sin astigmatismo y que cumplan con los criterios establecidos para cirugía de miopía con láser de excímero según protocolo del Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer.

Se excluyeron del estudio los pacientes con tropías manifiestas, microtropías primarias y secundarias, ambliopía, antecedentes de cirugía de estrabismo y de cirugía intraocular, ausencia de visión binocular.

Las variables estudiadas fueron: punto próximo de convergencia, la amplitud de convergencia, divergencia de cerca y lejos y el alineamiento ocular precirugía y poscirugía.

Los datos analizados fueron recogidos a partir de las historias clínicas de los pacientes, se les realizó en el preoperatorio una anamnesis exhaustiva donde se recogieron datos generales sobre antecedentes médico-quirúrgicos, alergias conocidas, medicación habitual y antecedentes oftalmológicos, y se insistió de manera particular en la historia personal de ambliopía, episodios de diplopía, cirugías de estrabismo previas, antecedentes de desviación ocular, uso de espejuelos con prismas.

Se determinaron en el preoperatorio y a los tres meses los siguientes parámetros:

- Cover Test con prismas: se realizó de cerca (33 cm) y de lejos (6 m) con la corrección óptica. Se expresó en dioptrías prismáticas (Dp).
- Medición del punto próximo de convergencia: se realizó colocando un estímulo acomodativo a 40 cm previa corrección óptica. El valor normal es de 8-10 cm.⁽¹¹⁾
- Medición de la amplitud de convergencia y divergencia con barra de prisma de cerca y lejos con su corrección óptica.
- Cifras normales:⁽¹²⁾
 - Punto de rotura en vergencia fusional negativa de lejos 8 Dp.
 - Punto de rotura en vergencia fusional negativa de cerca 12 Dp.
 - Punto de rotura en vergencia fusional positiva de lejos 22 Dp.
 - Punto de rotura vergencia fusional positiva de cerca 35 Dp.

Se consideró significativa una disminución de 10 Dp para la convergencia y 5 Dp para la divergencia.⁽¹³⁾

- Alineamiento ocular: el alineamiento ocular se dividió en tres categorías:
 - Ortoforia (0 Dp).
 - Heteroforia de ángulo pequeño (1-8 Dp).
 - Heteroforia de gran ángulo/ heterotropía (>8 Dp).

Se consideró significativo desde el punto de vista clínico un cambio por 10 Dp o mayor después de la cirugía.⁽¹⁴⁾

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos automatizada en Excel. En el análisis descriptivo de las variables cualitativas se realizó mediante frecuencias absolutas y cifras porcentuales, mientras que para la

descripción del comportamiento de las variables cuantitativas se utilizaron la media y la mediana, como medidas de tendencia central y la desviación estándar (DE) y el rango intercuartílico (RI) como medidas de dispersión. La mediana y el rango intercuartílico se utilizaron cuando los datos no se distribuyeron normalmente. La comparación de frecuencias observadas de las dos categorías de una variable dicotómica con las frecuencias esperadas en una distribución binomial con un parámetro de probabilidad de 0,5 (hipótesis nula) se utilizó la prueba binomial. En la comparación de variables cuantitativas cuando se trató de dos muestras pareadas evaluadas en el momento preoperatorio y a los tres meses se empleó la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon. En todos los casos se utilizó un nivel de significación de 0,05.

El estudio cumplió con lo establecido en el Sistema Nacional de Salud y previsto en la Ley No. 41 de Salud Pública en correspondencia con la Declaración de Helsinki.⁽¹¹⁾ Además contó con la aprobación del comité de ética y científico de la institución de autor.

Resultados

La tabla 1 muestra los cambios del punto próximo de convergencia después de la operación, según el tipo de cirugía. En el grupo de pacientes tratados con LASEK-MMC, el valor de la media aumentó de 7,1 cm (DE: 2,1 cm) a 8,6 cm (DE: 3,0 cm), por lo que la diferencia es estadísticamente significativa. Cuando se analizan las anomalías del punto próximo de convergencia se puede observar que antes de la cirugía cuatro pacientes (6,2 %) presentaban valores del punto próximo de convergencia superiores a 10 cm, después de la cirugía el número de pacientes con alteraciones aumentó (14 pacientes, 21,5 %), y estas diferencias no parecen deberse al azar ($p = 0,013$)

En el grupo tratado con PRK-MMC, el valor de la mediana pasó de 7,0 cm (RI: 6,0-8,5 cm) a 8,0 cm (RI: 8,0-10,0 cm). En ambos grupos de pacientes las diferencias encontradas fueron estadísticamente significativas. Antes de la cirugía dos pacientes (12,5 %) presentaron valores del punto próximo de convergencia, superiores a 10 cm, después de la cirugía el número de pacientes aumentó a tres (18,8 %).

Tabla 1. Punto próximo de convergencia, según tipo de cirugía.

	Punto próximo de convergencia (cm)		p	
		Preoperatorio		Posoperatorio
LASEK-MMC (n=65)			0,000*	
	Media/DE	7,1/2,1		8,6/3,0
	Mediana/ RI	7,0/6,0-8,0		8,0/8,0-10,0
Anomalías en el punto próximo de convergencia (n/%)	≤10 cm	61/93,8	51/78,5	0,013**
	>10 cm	4/6,2	14/21,5	
PRK-MMC (n=16)				
	Media/DE	7,3/2,0	8,9/2,9	0,021***
	Mediana/ RI	7,0/6,0-8,5	8,0/8,0-10,0	
Anomalías en el punto próximo de convergencia (n/%)	≤10 cm	14/87,5	13/81,3	1,000**
	>10 cm	2/12,5	3/18,8	

Fuente: Historia clínica.

RI: Rango intercuartílico, LASEK-MMC: Queratectomía subepitelial asistida por láser + mitomicina C, PRK-MMC: Queratectomía fotorrefractiva + mitomicina C, *Prueba t de student para muestras pareadas, **Prueba de McNemar, ***Prueba de Wilcoxon de los rangos con signos*.

La tabla 2 muestra el análisis de la amplitud de convergencia de cerca y de lejos y de la amplitud de divergencia de cerca y de lejos. Como puede observarse en pacientes tratados con LASEK-MMC, el valor de la mediana de la amplitud convergencia de cerca después de la operación disminuyó (25,0 D; RI: 16,0-25,0 a 20,0 D; RI: 16,0-25,0 D), mientras que el valor de mediana de la amplitud de convergencia de lejos fue el mismo, puede observarse que después de operados el valor del 75 percentil disminuyó en 5 Dp respecto al valor del preoperatorio. Cuando se analizó la amplitud de divergencia tanto de cerca como de lejos, sucedió algo similar, el valor de la mediana se mantuvo constante después de la cirugía, pero el valor del 75 percentil disminuyó, lo que indica que en un número de pacientes este valor si disminuyó. Ahora la mayor disminución correspondió a la amplitud de convergencia de cerca donde la caída posoperatoria fue de 5 Dp. En ninguno de los casos las diferencias encontradas fueron significativas desde el

punto de vista estadístico. Con los pacientes tratados con PRK-MMC, a pesar que la diferencia no fue estadísticamente significativa, es evidente una caída de 3 Dp y 2 Dp en el valor de la mediana de la amplitud de convergencia de cerca y de la amplitud de convergencia de lejos, después de la cirugía. La amplitud de divergencia de cerca y de lejos también disminuyó en 1 Dp y 3 Dp, respectivamente, y aquí tampoco se pudo descartar que la diferencia se debiera al azar.

Tabla 2. Amplitud de convergencia y de divergencia en pacientes según tipo de cirugía

Tipo de cirugía/Variables			Preoperatorio	Posoperatorio	p*
LASEK-MMC					
Amplitud de convergencia (Dp)(n=65)	Cerca	Media/DE	22,3/7,1	20,9/6,4	0,272
		Mediana/RI	25,0/16,0-25,0	20,0/16,0-25,0	
	Lejos	Media/DE	17,8/6,4	17,3/6,2	0,653
		Mediana/RI	18,0/14,0-25,0	18,0/14,0-20,0	
Amplitud de divergencia (Dp) (n=65)	Cerca	Media/DE	12,5/3,2	11,5/2,9	0,087
		Mediana/RI	12,0/10,0-15,0	12,0/10,0-14,0	
	Lejos	Media/DE	10,0/2,8	9,4/2,0	0,134
		Mediana/RI	10,0/8,0-12,0	10,0/8,0-10,0	
PRK-MMC					
Amplitud de convergencia (Dp) (n=16)	Cerca	Media/DE	21,7/6,0	18,8/5,2	0,186
		Mediana/RI	22,5/18,0-25,0	19,0/14,0-25,0	
	Lejos	Media/DE	17,9/5,6	15,8/5,7	0,248
		Mediana/RI	18,0/14,0-21,5	16,0/10,5-19,5	
Amplitud de divergencia (Dp) (n=16)	Cerca	Media/DE	12,6/3,8	9,7-3,3	0,549
		Mediana/RI	13,0/10,5-15,5	12,0/8,5-14,0	
	Lejos	Media/DE	10,8/3,1	9,5/2,5	0,143
		Mediana/RI	11,0/8,0-14,0	8,0/8,0-11,5	

Fuente: Historia clínica.

DE: Desviación estándar, RI: Rango intercuartílico, LASEK-MMC: Queratectomía subepitelial asistida por láser + mitomicina C, PRK-MMC: Queratectomía fotorrefractiva + mitomicina C, *Prueba de Wilcoxon de los rangos con signos.

La tabla 3 muestra la dirección del cambio de la alineación en los dos grupos de tratamiento. Cuando se estudió la alineación de cerca en el grupo tratado con cirugía LASEK-MMC se observó en el preoperatorio que un 26,2 % de los pacientes presentaba una exodesviación y este porcentaje se incrementó y alcanzó un 60,0 %. En este grupo un paciente (1,5 %) presentaba una esodesviación antes de la cirugía y esta cantidad de paciente se mantuvo después de la cirugía. Las diferencias encontradas fueron significativas desde el punto de vista estadístico.

En el análisis del alineamiento ocular de lejos en este mismo grupo de pacientes se observó que el porcentaje de pacientes en ortoforia fue muy similar antes y después de la cirugía un paciente pasó de ortoforia a esoforia ($p = 0,480$).

En el grupo de pacientes tratados con PRK-MMC, el 18,8 % de los pacientes presentaba una exodesviación antes de la cirugía, después de la cirugía el 81,3 % de los pacientes tenía una exodesviación. Ningún paciente presentó una esodesviación y se pudo descartar que las diferencias encontradas se debían al azar ($p = 0,002$). Cuando se realizó el análisis del alineamiento de lejos en este grupo, se observó que previo a la cirugía el 100 % de los pacientes se encontraba en ortoforia, después de la cirugía este porcentaje disminuyó ligeramente a expensa de un paciente que experimentó una exodesviación. Las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas.

Tabla 3. Dirección de la desviación del alineamiento ocular pre y posoperatorio, según tipo de cirugía

Dirección de la desviación alineamiento ocular	LASEK-MMC		PRK-MMC	
	Preoperatorio	Posoperatorio	Preoperatorio	Posoperatorio
	n/%	n/%	n/%	n/%
<i>Cerca</i>				
Ortoforia	47/72,3	25/38,5	13/81,3	3/18,8
Exodesviación	17/26,2	39/60,0	3/18,8	13/81,3
Esodesviación	1/1,5	1/1,5	0/0,0	0/0,0
p*	0,000		0,002	
<i>Lejos</i>				
Ortoforia	62/95,4	61/93,8	16/100	15/93,8
Exodesviación	3/4,6	3/4,6	0/0,0	1/6,3
Esodesviación	0/0,0	1/1,5	0/0,0	0/0,0
p*	0,480		0,317	

LASEK-MMC: Queratectomía subepitelial asistida por láser + mitomicina C PRK-MMC: Queratectomía fotorrefractiva + mitomicina C, *Prueba de homogeneidad marginal.

En la tabla 4 se analizó la magnitud de la desviación en caso de existir. En el grupo de pacientes tratados con LASEK-MMC, en los 18 pacientes que presentaron desviación en alineamiento ocular de cerca (27,7 %), está estuvo entre 1 Dp y 8 Dp, se trató de una heteroforia pequeña. Después de la cirugía, de los 40 pacientes que presentaron alguna desviación en el alineamiento ocular de cerca, en 34 pacientes (52,3 %), la desviación fue entre 1 Dp y 8 Dp, y en seis pacientes

esta fue mayor de 8 Dp (9,2 %), y las diferencias encontradas fueron estadísticamente significativas.

Cuando se analizó la magnitud de la desviación en el alineamiento ocular de lejos en el preoperatorio se observó que tres pacientes que presentaron desviación presentaron una desviación de 1 Dp a 8 Dp. Después de la cirugía fueron cuatro los pacientes con desviación y esta estuvo entre 1 Dp y 8 Dp ($p = 0,655$).

En el grupo tratado con PRK-MMC, los tres pacientes que presentaban desviación en el alineamiento ocular de cerca preoperatorio, esta oscilaba entre 1 y 8 Dp (heteroforia pequeña). Una vez operados 13 pacientes presentaron desviaciones, de ellos en 12 (75,0 %) esta se encontraba entre 1 Dp y 8 Dp (heteroforia pequeña), y en uno, esta era mayor de 8 Dp ($p = 0,000$). Cuando se analizó el alineamiento ocular de lejos se observó que los 16 pacientes analizados estaban en ortoforia antes de la cirugía, después de ella un paciente presentó una desviación mayor de 8 Dp (heteroforia grande) ($p = 0,317$)

Tabla 4. Magnitud de la desviación del alineamiento ocular pre y posoperatorio, según tipo de cirugía

Dirección del alineamiento ocular	LASEK-MMC		PRK-MMC	
	Preoperatorio	Posoperatorio	Preoperatorio	Posoperatorio
	n/%	n/%	n/%	n/%
<i>Cerca</i>				
Ortoforia	47/72,3	25/38,5	13/81,3	3/18,8
Heteroforia pequeña (1-8 Dp)	18/27,7	34/52,3	3/18,8	12/75,0
Heteroforia grande (>8 Dp)	0/0,0	6/9,2	0/0,0	1/6,3
<i>p*</i>	0,000		0,002	
<i>Lejos</i>				
Ortoforia	62/95,4	61/93,8	16/100	15/93,8
Heteroforia pequeña (1-8 Dp)	3/4,6	4/6,2	0/0,0	0/0,0
Heteroforia grande (>8 Dp)	0/0,0	0/0,0	0/0,0	1/6,2
<i>p*</i>	0,655		0,317	

LASEK-MMC: Queratectomía subepitelial asistida por láser + mitomicina C, PRK-MMC: Queratectomía fotorrefractiva + mitomicina C, *Prueba de homogeneidad marginal.

Discusión

En este estudio se reportó que los valores preoperatorios del punto próximo de convergencia antes de la operación se encontraban en el rango de valores normales, en un porcentaje importante de pacientes y este porcentaje cae después de la cirugía a expensa de un incremento en los pacientes con aumento del punto próximo de convergencia, sobre todo en los pacientes tratados con LASEK-MMC.

Hachemi y otros⁽¹⁵⁾ reportaron un incremento del punto próximo de convergencia después de tratamiento con PRK. Han y otros⁽¹⁶⁾ también encontraron un ligero incremento del punto próximo de convergencia posoperatorio, en los pacientes con miopía moderada, estudiados por ellos y tratados con LASIK o LASEK. Rajavi y otros⁽¹³⁾ también coinciden con estos reportes y mostraron un incremento significativo del punto próximo de convergencia después de los pacientes ser tratados con PRK.

Por otra parte, de los 17 pacientes que presentaron un punto próximo de convergencia mayor de 10 cm después de la operación, 12 presentaban valores de la amplitud de convergencia preoperatoria más de 10 Dp por debajo del valor normal y en los cinco restantes los valores eran menores en 5 Dp.

Este incremento del punto próximo de convergencia en algunos pacientes, puede ser explicado por el hecho que muchos de estos pacientes no utilizan espejuelos después de la cirugía, por tanto, desaparece el efecto prismático de base interna de los mismos, con lo que aumenta la necesidad de convergencia después de la cirugía, con la emetropización del paciente. Necesidad de convergencia que se establece en un lapso muy corto de tiempo, insuficiente para el desarrollo de mecanismos de acomodación que satisfagan las nuevas demandas. Pero cuando se habla de acomodación propiamente dicha y de la acomodación de convergencia, la primera modifica el comportamiento de la segunda. Por otra parte, estas necesidades varían en dependencia del defecto refractivo residual.⁽¹⁷⁾

Si bien el punto de próximo de convergencia es un indicador para el diagnóstico de la insuficiencia de convergencia, existen otros factores que pueden estar relacionados con la insuficiencia de convergencia que puede existir en estos pacientes donde el punto de convergencia excedió los niveles normales, y se dice

que puede existir y no que existen, pues para plantear una insuficiencia deben cumplirse tres criterios señalados previamente y el incremento del punto próximo de convergencia solo es uno de ellos.⁽¹⁸⁾

Debe considerarse que además de esos factores, existen otros que pueden estar presentes en estos pacientes y que fueron señalados por Hernández Santos y otros⁽¹⁹⁾ en su artículo de revisión, como fueron: relación convergencia acomodativa sobre acomodación baja, supresión intermitente en cerca, valor normal de la acomodación relativa positiva y muy bajo de la acomodación relativa negativa, incapacidad de la flexibilidad acomodativa de aclarar las lentes positivas binocularmente, baja postura acomodativa y un exceso de acomodación secundaria. La mayoría de estos no fueron explorados en el este estudio.

Cuando se analizó la amplitud de convergencia en estos pacientes, puede observarse que los valores de la mediana de la amplitud de convergencia de cerca, tanto en los pacientes tratados con LASEK-MMC, como en los pacientes tratados con PRK-MMC, se encontraban, en su mayoría, más de 10 Dp por debajo del valor considerado como normal. Se plantea que los cambios del punto de rotura de vergencia fusional positiva de cerca tienen significación clínica cuando estos son de 10 Dp y en el caso del punto de rotura de vergencia fusional negativa de cerca, cuando son de 5 Dp. Aunque en este estudio en ninguno de los casos la variación observada fue estadísticamente significativa.

Han y otros⁽¹⁶⁾ en su análisis también muestran valores de amplitud de convergencia de cerca por debajo de las 35 Dp y reportan una caída significativa a la semana y al mes de la cirugía, pero a los tres meses los valores no difieren significativamente de los encontrados en el preoperatorio. También reportaron la no variación en el punto de rotura de vergencia negativa de cerca y de lejos, similar a lo encontrado en este estudio.

Rajavi y otros⁽¹³⁾ reportaron niveles basales bajos de amplitud de convergencia y una caída significativa después de PRK, pero analizan pacientes con hiperopia y con miopía.

Sabetti y otros⁽²⁰⁾ reportaron una disminución en la amplitud de convergencia de cerca después de la cirugía refractiva de 20 Dp a 25 Dp en 84 (60 %) de los pacientes.

Según señala Han y otros⁽¹⁶⁾ los cambios en la vergencia fusional después de la cirugía refractiva pueden ser correlacionados con la cantidad de error refractivo corregido. Como se ha señalado anteriormente los espejuelos proporcionan un efecto prismático en la base con la fijación de cerca, lo que resulta en una disminución de las necesidades de convergencia. El efecto prismático de los espejuelos sigue la regla de Prentice que plantea que: efecto prismático (Dp) = distancia desde el centro de la lente (cm) X dioptrías del cristal del espejuelo. Este efecto puede relacionarse con la disminución inicial de la amplitud de convergencia. Los autores sugieren, además, que esta disminución puede estar influenciada también por el dolor o las molestias posoperatorias, la disminución de la calidad de la imagen en el posoperatorio temprano o la variabilidad individual.

Antes de la cirugía, más de una cuarta parte de los pacientes tratados con LASEK-MMC y menos de un quinto, de los tratados con PRK-MMC presentaban una exodesviación de cerca, no manifiesta en todos los casos, pero que evidencian una disminución de las reservas adaptativas al nuevo reto, que la cirugía impone en un corto periodo de tiempo.

Después de la cirugía el porcentaje de pacientes con exodesviaciones de cerca aumentó de manera significativa y si bien se trató de exoforias de ángulo pequeño en la mayoría de los pacientes, en seis se presentó una nueva exodesviación de cerca de gran ángulo de exoforias y en uno de cerca y lejos. Un porcentaje importante de los pacientes con exoforias de 1 Dp y 8 Dp antes de la cirugía, mostraron un incremento de la exoforia después de esta, con cambios no significativos, solo en seis pacientes analizados con exodesviación, donde el incremento superó las 10 Dp es significativo.

Chung y otros⁽¹⁴⁾ en su estudio reportaron una heteroforia de ángulo pequeño en el 36 %, y un gran ángulo de heteroforia 11 %. Después de la operación, el cambio en los ángulos de 10 Dp fue mayor para cerca y un 18 % de los pacientes con un gran ángulo de heteroforia, superior a lo encontrado en este estudio.

Es conocida la relación entre errores refractivos y heteroforias, se ha reportado que la hipermetropía está asociada a la esoforia y la miopía está relacionada con la exoforia.

León Alvarez y otros⁽²¹⁾ en su estudio de población de 6 a 60 años encontraron que en sujetos miopes la exoforia es ligeramente superior en la medición de cerca, respecto a los hipermétropes y emétropes y no hubo cambio significativo de las reservas fusionales en cuanto a la ametropía y edad.

Sin embargo, Costa Lanca y otros⁽²²⁾ en un estudio de heteroforias en niños con menos de 10 Dp encontró valores significativos de disminución de vergencias fusionales positivas comparados con los que presentaban esoforias y ortoforias.

Rajavi y otros⁽¹³⁾ en su estudio encontró que seis de 15 pacientes (40 %) con exodesviación mejoraron postoperatoriamente. Todos eran miopes, que se corrigió completamente después de PRK, excepto en un caso, que desarrolló una sobrecorrección. Ninguno de estos sujetos desarrolló amplitudes de convergencia reducidas después de la operación.

En este estudio la media de la amplitud de convergencia de cerca en el preoperatorio se encontraba disminuida, cayendo más los valores en el posoperatorio, provocando un aumento de las exodesviaciones de cerca dentro del rango de las heteroforias de pequeño ángulo, asociándose a esto la ausencia del efecto prismático de las gafas cóncavas, para lo que se necesita un mayor esfuerzo de la convergencia requerida para fusionar de cerca.

Respecto a los seis pacientes con cambios significativos en la exodesviación todos, excepto en el 19 y 62, presentaban anisometropía, el paciente 2 y 30 con un cilindro superior a las 2 D, pero en el caso del 62 la miopía era severa, y después de la cirugía el paciente se tornó emétrope al igual que el paciente 39. Se ha reportado que los pacientes con miopías más severas tienen mayor riesgo de presentar trastornos en el alineamiento ocular después de la cirugía,^(14, 23) y a diferencia del paciente 19 este presentó un defecto refractivo residual leve. Los pacientes con estrabismo latente o manifiesto tienen una reserva de fusión binocular frágil y al presentar una inexactitud en su corrección refractiva provoca la descompensación de su estrabismo preexistente.⁽³⁾ El paciente dos y 40 el aspecto más destacado está en la disminución significativa del valor de la amplitud de convergencia de cerca en el posoperatorio y un punto próximo de convergencia alejado en 15 cm provocando insuficiencia de convergencia. La convergencia es principalmente atribuida a la convergencia acomodativa y a la convergencia fusional. Los adultos y niños miopes tienen un retraso acomodativo

elevado. Por lo tanto, la baja capacidad en la acomodación visto en algunos pacientes miopes puede resultar en la descompensación de la exodesviación de cerca.⁽¹⁴⁾

Chug y otros⁽¹⁴⁾ reportaron que los cambios en la alineación ocular pueden ocurrir en pacientes miopes como resultado de la cirugía refractiva, la probabilidad es mayor en los casos donde ya hay un nivel significativo de anisometropía o foria/tropía antes de la cirugía.

Los pacientes con un estrabismo latente preoperatorio muestran una debilidad en las reservas acomodativas para lograr la visión binocular. La relación de convergencia acomodativa sobre acomodación se define como la respuesta de convergencia del individuo a una unidad de estímulo de acomodación, entiéndase esto, que por cada unidad de acomodación requerida se emplea una unidad de convergencia en el caso de los emétopes. En hipermétropes y miopes para la misma cantidad de convergencia acomodativa hay un recargo o un alivio respectivamente de la acomodación, lo que conlleva a la variación de la relación convergencia acomodativa sobre acomodación según el estado refractivo y su demanda. Según estudios previos los cambios en la convergencia acomodativa sobre acomodación después de la cirugía, ocurren básicamente entre los tres y nueve meses, pero son más marcados en los tres primeros meses.

Después de la cirugía se ocurrió un incremento significativo del punto próximo de convergencias. Existió una tendencia a la disminución de la amplitud de convergencia sobre todo de cerca, así como de la amplitud de divergencia de cerca y de lejos.

Los pacientes con exodesviación aumentaron en el posoperatorio, pero se trató fundamentalmente de heteroforias pequeñas, aunque un número reducido de pacientes desarrolló nuevas exodesviaciones.

Referencias Bibliográficas

1. Merino P, Marañón G, Gómez de Liaño P. Diplopía y estrabismo tras cirugía refractiva y facorefractiva. Rev Estrabismo Oftalmol Pediátrica. 2017;4:13-4.

2. Mehta A, Reed D, Miller KE. Diplopia and Strabismus After Corneal Refractive Surgery. *Mil Med.* 2020 Jun 8;185(5-6):e755-e758.
3. Kharod Dholakia B, Afshari NA. Effect of Refractive Surgery on Strabismus and Binocular Vision. In: Alio JL, Azar DT, editors. *Management of Complications in Refractive Surgery.* San Francisco: Springer International Publishing 2018. p. 217-20.
4. Soria Peña L. Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico [Tesis]. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2017.
Disponible en:
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/64674/14TFG%20LORENA%20SORIA%20PE%20D1AS.pdf;jsessionid=81DC22EECD682A9A2ED09D05BB58BEF2?sequence=1>
5. Hernández Martínez P, Rodríguez del Valle JM. Strabismus-associated myopia. Review. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2017;92(12):585-93.
6. Ausín Villafruela L. Análisis de las principales complicaciones de la cirugía refractiva oftalmológica [Tesis]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2017.
Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/25323>
7. Bilgihan K, Akata F, Or M, Hasanreisoglu B. Photo refractive keratectomy in refractive accommodative esotropia. *Eye.* 1997;11:409-10.
- 8- Kepez Yildiz B, Goksel Ulas M, Demet Aygit E, Gurez C, Kandemir Besek N, Yildirim Y, et al. The Change in Deviation Measurements After Refractive Surgery for Partially Accommodative Strabismus: Early Postoperative Evaluation. *Beyoglu Eye J* 2018;3(2):58-62.
9. Godts D, Trau R, Tassignon M. Effect of refractive surgery on binocular vision and ocular alignment in patients with manifest or intermittent strabismus. *Br J Ophthalmol.* 2006;90(11):1410-3.
10. García Moreno M, Albarrán Diego C, Garzon Jiménez N, Pérez Cambrodí RJ, López Artero E, Ondategui Parra JC. Binocular vision alterations after refractive and cataract surgery: a review. *Acta Ophthalmol.* 2019;97(2):e145-e55.
11. American Academy of Ophthalmology. Diagnostic Evaluation of Strabismus and Torticollis. In: American Academy of Ophthalmology, editor. *Pediatric Ophthalmology and Strabismus (2018-2019 Basic and Clinical Science*

- Course). 6. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2018, p. 47.
12. Perea García J. Heteroforias. In: Perea J, editor. Estrabismo. Toledo: Artes Gráficas Toledo; 2008. p. 97.
13. Rajavi Z, Nassiri N, Azizzadeh M, Ramezani A, yaseri M. Orthoptic Changes following Photorefractive Keratectomy. *J Ophthalmic Vis Res.* 2011;6(2):92-100.
14. Chung SA, Kim WK, Moon JW, Yang H, Kim JK, Lee SB, et al. Impact of laser refractive surgery on ocular alignment in myopic patients. *Eye (Lond).* 2014;28(11):1321-7.
15. Hashemi H, Samet B, Mirzajani A, Khabazkhoob M, Reesvan B, Jafarzadehpur E. Near Point of accommodation and Convergence after Photorefractive keratectomy (PRK) for Myopia. *Binocul Vis Strabismus Q.* 2012;28(1):29-35.
16. Han J, Hong S, Lee S, Kim JK, Lee HK, Han SH. Changes in fusional vergence amplitudes after laser refractive surgery for moderate myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(10):1670-5.
17. Hashemi H, Pakbin M, Ali B, Yekta A, Ostadimoghaddam H, Asharlous A, et al. Near points of convergence and accommodation in a population of university students in Iran. *J Ophthalmic Vis Res* 2019(3);14:306-14.
18. Cacho Martínez P, García Muñoz A, Ruiz Cantero AT. Diagnostic Validity of Clinical Signs Associated with a Large Exophoria at Near. *J Ophthalmol* [Internet]. 2013 [cited 2020 May 5th]; 2013:[10 p.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/549435>.
19. Hernández Santos LR, Hernández Ruiz LV, Pons Castro L, Méndez Sánchez TJ, Dorrego Oduardo M, Infantes Arceo L. Consideraciones actuales en la insuficiencia de convergencia. *Rev Cubana Oftalmol.* 2013;26 (2):642-52.
20. Sabetti L. Study of the Orthoptic Assessment in Refractive Eye Surgery Open *J Ophthalmol.* 2020;10:55-8
21. León Álvarez A, Medrano SM, Márquez MM. Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2017;15(1):47-58.
22. Costa Lança C, Rowe FJ. Variability of Fusion Vergence Measurements in Heterophoria. *Strabismus.* 2016;24:(2):63-9.

23. Snir M, Kremer I, Weinberger D, Sherf I, Axer Siegel R. Decompensation of exodeviation after corneal refractive surgery for moderate to high myopia. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2003;34(5):363-70.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Rosa María Naranjo Fernández.

Curación de datos: Jonathan Escobedo Espinoza.

Análisis formal: Rosa María Naranjo Fernández

Investigación: Jonathan Escobedo Espinoza.

Metodología: Rosa María Naranjo Fernández.

Administración del proyecto: Jonathan Escobedo Espinoza.

Supervisión: Teresita de Jesús Méndez Sánchez.

Validación: Rosa María Naranjo Fernández.

Redacción borrador original: Rosa María Naranjo Fernández.

Redacción, revisión y edición: Arianni Hernández Perugorría.