



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE CIENCIAS

# **Grado en Óptica y Optometría**

**MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO**

## **RESULTADOS A LARGO PLAZO DE LA CIRUGÍA REFRACTIVA CORNEAL**

Presentado por: Alexandra Barrera Meléndez

Tutelado por: Alberto López Miguel

Tipo de TFG: Revisión

En Valladolid a, 23 de Mayo de 2019

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	[2]
<b>ABSTRACT</b> .....	[3]
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	[4]
1.1. La Cirugía Refractiva Corneal .....	[4]
PRK - Photorefractive keratectomy.....	[5]
LASEK - Laser Epithelial Keratomileusis .....	[5]
LASIK - Laser in Situ Keratomileusis .....	[5]
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	[6]
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	[6]
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	[7]
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	[7]
<b>6. RESULTADOS A LARGO PLAZO</b> .....	[7]
6.1. PRK - Photorefractive keratectomy .....	[7]
6.1.1. Miopía .....	[7]
6.1.2. Hipermetropía .....	[10]
6.2. LASIK - Laser in Situ Keratomileusis .....	[11]
6.2.1. Miopía .....	[11]
6.2.2. Hipermetropía .....	[13]
6.3. LASEK – Laser ephithelial keratomileusis.....	[15]
6.3.1. Miopía .....	[15]
6.3.2. Hipermetropía .....	[16]
<b>7. DISCUSIÓN</b> .....	[17]
<b>8. CONCLUSIÓN</b> .....	[19]
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	[20]

## RESUMEN:

Las ametropías no corregidas son la primera causa de discapacidad visual y la segunda de ceguera en todo el mundo. Actualmente, muchas personas optan por solucionar este problema mediante la cirugía refractiva corneal con láser. Dentro de esta existen tres tipos de técnicas distintas por lo que un estudio comparativo a largo plazo de los resultados será muy relevante a la hora de decidir la mejor indicación para cada tipo de paciente.

Para la realización de este trabajo fin de grado (TFG) se efectuaron distintas búsquedas bibliográficas a través de Internet. La principal plataforma consultada, en la que se obtuvo casi toda la información relevante a los resultados de la cirugía refractiva corneal a largo plazo y las comparaciones entre las diferentes técnicas, fue Medline. Se consultaron un total de 35 referencias de las cuales fueron útiles 30, todas ellos en inglés.

Una vez analizados estudios de las tres técnicas de cirugía refractiva corneal láser se han podido observar que en todas ellas existe una regresión independientemente del error refractivo (miopía e hipermetropía) que variará en función del valor de diferentes parámetros preoperatorios. Sin embargo, los índices de seguridad ( $AV_{SC}$  POSTOPERATORIA /  $AV_{CC}$  PREOPERATORIA), eficacia ( $AV_{CC}$  POSTOPERATORIA /  $AV_{CC}$  PREOPERATORIA) y satisfacción de todas ellas son elevados, lo que implica una satisfacción alta por parte de los pacientes intervenidos.

**Palabras clave:** Cirugía refractiva corneal, resultados, largo plazo, LASIK, PRK, LASEK

## **ABSTRACT:**

Non-corrected ametropia is the main cause of visual disability and the second one of blindness all over the world. Nowadays, lots of people opt for solving their problem by corneal refractive surgery. There are three different techniques inside this treatment therefore a long-term comparative study of the outcomes will be very relevant according to choose the best option for each patient.

A bibliographic search through the Internet was conducted mainly on the Medline database from which almost all relevant data about long-term corneal refractive surgery and comparison between the different techniques were obtained. A total of 35 references were researched, 30 of them were useful for this study, all of them written in English.

Once analyzed studies from the three-laser corneal refractive surgery it could be seen that in all of them it exists a regardless regression of the refractive error (myopia and hyperopia) which will vary according to different preoperative parameters. Nevertheless, the safety indexes (postoperative UCVA / preoperative BSCVA), efficacy (postoperative BSCVA / preoperative BSCVA) and satisfaction are high in all of them, which implies a lofty satisfaction regarding to the patients.

**Key words:** Corneal refractive surgery, outcomes, long-term, LASIK, PRK, LASIK

## 1. INTRODUCCIÓN:

Los defectos refractivos, también llamados ametropías, aparecen cuando los rayos de luz paralelos que entran en el ojo focalizan en un punto que no corresponde con la retina produciendo una imagen borrosa que implica una disminución de la agudeza visual.<sup>1</sup> A lo largo de los años se han realizado diferentes estudios en los que se analiza la prevalencia de las diferentes ametropías:

- A nivel mundial, la prevalencia estimada de la **miopía** en niños fue de un 11.7%, mientras que en adultos fue de un 26.5% observándose un aumento de 1993 a 2016. Por otro lado, existen factores hereditarios, étnicos y/o ambientales relacionados con la presencia de miopía.<sup>2</sup>
- A nivel mundial, la prevalencia estimada de la **hipermetropía** en niños fue de un 4.6% y de un 30.6% en adultos, sin embargo, no se ha contemplado un incremento en los últimos años.<sup>2</sup>
- A nivel mundial, la prevalencia estimada del **astigmatismo** mayor a 0.50 dioptrías en niños fue de un 14.9%, mientras que en adultos fue de un 40.4%. En este tipo de ametropía se ha podido observar un importante cambio dependiendo de las regiones estudiadas, aunque la prevalencia no ha variado en las últimas décadas.<sup>2</sup>

Los errores refractivos constituyen un problema visual importante en la actualidad por lo que la corrección de estos, resulta imprescindible. A lo largo de la historia se han desarrollado opciones para su corrección tales como gafas, lentes de contacto o cirugía refractiva.<sup>1</sup>

La cirugía refractiva se trata de una intervención electiva, dentro de esta encontramos dos modos de proceder, cirugía refractiva con implantación de lente intraocular (LIO) y cirugía refractiva corneal. La elección entre una u otra estará en manos del cirujano tras una exhaustiva evaluación inicial.<sup>1</sup>

### 1.1. LA CIRUGÍA REFRACTIVA CORNEAL:

El 70% del poder de refracción del ojo se encuentra en la córnea y equivale aproximadamente a +43 dioptrías.<sup>4,7</sup> Esta estructura corresponde con el primer dioptrio del globo ocular y su poder de refracción variará en función de dos tipos de factores, por un lado, factores constantes (índice de refracción del aire, humor acuoso y córnea) y, por otro lado, factores variables (radio de la cara anterior y posterior de la córnea y su grosor).<sup>5</sup> Mediante la cirugía refractiva corneal lo que se pretende es realizar cambios en estos factores, es decir, en su morfología con la finalidad de conseguir un estado de emetropía.<sup>4</sup>

Dentro de la cirugía refractiva corneal se pueden encontrar procedimientos aditivos como los anillos intracorneales, incisionales como la queratotomía

astigmática o la radial, térmicos y, por último, de ablación tales como PRK, LASIK y LASEK,<sup>7</sup> de cuyos resultados se hablará posteriormente.

A lo largo de la historia se puede ver que este tipo de intervención ha progresado con rapidez sobre todo con la incorporación del láser “Excimer”,<sup>7</sup> destacando el año 1995 en él fue aprobada por la FDA para la corrección de la miopía leve-moderada.<sup>3</sup>

Llevar a cabo esta cirugía conlleva la alteración de la superficie ocular y es más habitual realizarla en casos de miopías bajas – moderadas, aunque actualmente también se realiza para corregir la hipermetropía y astigmatismo.<sup>1</sup>

Dentro de la cirugía refractiva ocular con láser excímero existen varias técnicas convencionales:

- **PRK (*Photorefractive Keratectomy*)**

En la década de los 90 comenzó a utilizarse esta técnica para la corrección de ametropías bajas y moderadas.<sup>6</sup> Consiste en la eliminación de epitelio corneal central de forma mecánica, química o con láser, seguido de la ablación de la membrana de Bowman y el estroma corneal superficial central mediante el láser “Excimer”.<sup>1</sup> Hoy en día, se denomina PRK avanzada dado que el tipo de láser excímero que se utilizan en la fotoablación es distinto al de la década de los 90.

El inconveniente primordial de PRK era la larga recuperación visual y el dolor que conllevaba, por ello, se buscaron otros métodos para solucionarlo.<sup>6</sup>

- **LASEK (*Laser Epithelial Keratomileusis*)**

LASEK se considera una variante de PRK, además de una opción para el tratamiento de pacientes con córneas delgadas. Esta técnica trata de preservar el epitelio, cuyo grosor está entre 50 y 60  $\mu\text{m}$ , y para ello retira el mismo, normalmente de forma mecánica tras instilar alcohol antes del proceso de fotoablación, una vez acabado se recoloca el colgajo para su reepitelización.<sup>1</sup>

Una variante del LASEK es el epi-LASIK, la diferencia es que con este último, la separación de tejido por la membrana de Bowman se realiza de forma mecánica con un microqueratomo, mientras que el LASEK es una técnica asistida por alcohol.<sup>1</sup>

- **LASIK (*Laser in Situ Keratomileusis*)**

Los inicios del LASIK datan de 1950 cuando José I. Barraquer publicó que la eliminación de tejido corneal permitía cambiar el estado refractivo ocular, a partir de este descubrimiento se desarrollaron técnicas como ALK (*automated lamellar keratoplasty*) hasta que en 1989, Ioannis Pallikaris introdujo una

técnica que combinaba la realización de un corte lamelar con el uso del láser “Excimer” conocida como LASIK.<sup>3</sup>

En cuanto al modo de proceder, inicialmente con un microqueratomo mecánico se creaba un colgajo de 8 a 9,5 mm de diámetro y de entre 120-160 µm de grosor.<sup>3</sup> El “flap” abarca desde el epitelio corneal hasta el estroma superficial, una vez levantado se plegaba hacia atrás y permanecía unido mediante una bisagra situada superior o nasalmente, a continuación, se situaba el láser “Excimer” sobre la pupila y se fotoablacionaba produciendo una remodelación del estroma corneal para finalmente recolocar el “flap” en su posición original sin necesidad de suturas.<sup>1,3,7</sup> Una vez acabo el procedimiento muchos cirujanos instilan una gota de antibiótico, de esteroide y colocan un escudo transparente.<sup>7</sup>

Hoy en día, se considera una técnica segura y predecible aunque se puede señalar que una de las mayores preocupaciones asociadas a dicha técnica en los primeros años del siglo XXI fue la aparición de ectasias postoperatorias en ojos intervenidos.<sup>3</sup>

Existen estudios que demuestran que no existe una diferencia significativa entre los resultados de estos tres tratamientos, sin embargo, cabe destacar que en PRK y LASEK se refieren más molestias y requieren un mayor tiempo de recuperación comparado con LASIK.

## **2. JUSTIFICACIÓN:**

La cirugía refractiva corneal se trata de una cirugía electiva, es decir, un procedimiento planeado al que el paciente decide someterse de forma voluntaria tras una cuidadosa valoración de los riesgos y beneficios de la intervención.

En la actualidad, millones de personas en el mundo deciden someterse a este tipo de cirugía correctiva impulsados por motivos estéticos o de comodidad, en especial pacientes jóvenes quienes tienen una larga esperanza de vida por delante. Con este trabajo se pretende brindar información previa sobre los posibles cambios o variaciones oculares tanto del estado refractivo como de su morfología y fisiología con el paso de los años ya que su conocimiento es de vital importancia para dicha elección.

## **3. HIPÓTESIS:**

Es posible estimar cuales pueden ser los resultados quirúrgicos a largo plazo tras cirugía refractiva corneal evaluando los diferentes estudios científicos publicados al respecto.

#### **4. OBJETIVOS:**

Para la realización de este trabajo se establecieron los siguientes objetivos:

- Obtener información acerca de las técnicas comúnmente realizadas en la cirugía refractiva corneal, así como comprender tanto los procedimientos seguidos como las ventajas y desventajas de cada una.
- Analizar los resultados a largo plazo de la cirugía corneal y determinar tanto las variaciones refractivas observadas como los factores predisponentes a su aparición.

#### **5. MATERIAL Y MÉTODOS:**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica utilizando las plataformas de búsqueda Medline, Scopus y google academy e introduciendo los siguientes términos "Corneal refractive surgery", "long-term outcomes", "LASIK", etc. Solo se seleccionaron aquellos artículos que hacen referencia a estudios de una duración superior o igual a 5 años, exceptuando LASEK hipermetrópico que no se encontraron artículos con una prolongación superior a 2 años.

Se analizaron los resultados de los estudios científicos y se determinó tanto las variaciones refractivas observadas en función de diversos parámetros como las complicaciones postquirúrgicas asociadas a este tipo de intervención. Posteriormente, se contrastaron los resultados obtenidos entre las diferentes técnicas quirúrgicas.

#### **6. RESULTADOS A LARGO PLAZO:**

##### **6.1. PRK – PHOTOREFRACTIVE KERATECTOMY:**

###### **6.1.1. MIOPÍA:**

Como se ha comprobado en los estudios realizados por los autores de los diferentes artículos revisados, tras el tratamiento de la miopía con PRK existe un aumento aunque no significativo del equivalente esférico, lo que es una señal de seguridad y estabilidad de la refracción con el paso de los años.<sup>8-11</sup>

Sin embargo, la predictibilidad de este tratamiento varía principalmente en función de las dioptrías fotoablacionadas y de la edad en el momento de la intervención. Cuanto mayor sea la ametropía y más joven el paciente, menor predictibilidad y, por tanto, puede aparecer una leve aunque significativa regresión miópica postoperatoria.<sup>8-11</sup>



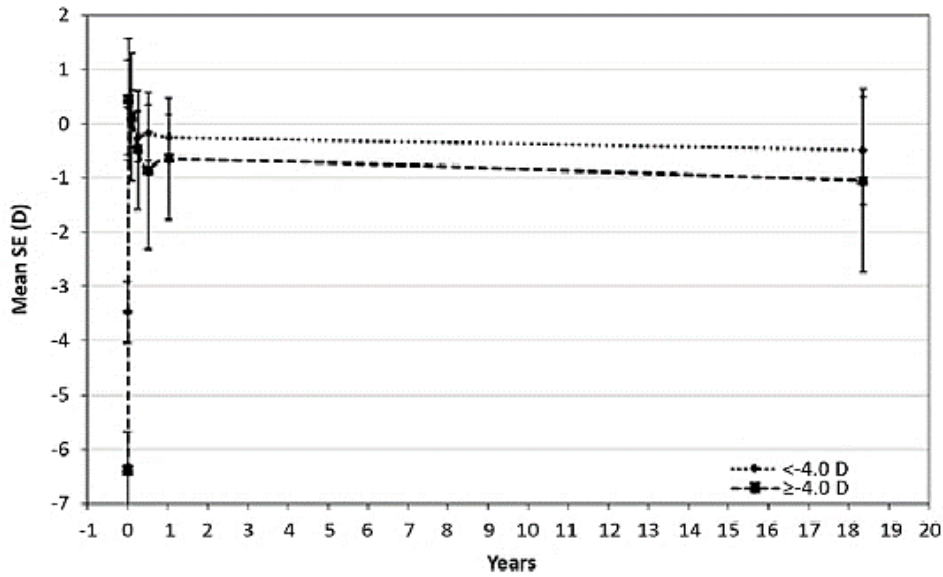


Figura 1. Comparación de la progresión de la media del equivalente esférico dieciocho años tras PRK miópica en función de las dioptrías fotoablacionadas.<sup>8</sup>

El aumento asociado a la edad podría justificarse por la inestabilidad de la biomecánica corneal, la remodelación del estroma o estar relacionados con un crecimiento de la longitud axial debido a la temprana edad,<sup>8,10,11</sup> descartando un posible incremento del índice de refracción del cristalino, ya que se trata de un cambio relacionado con la vejez y una variación de la curvatura corneal, ya que la queratometría postoperatoria no suele cambiar.<sup>8,11</sup> Por lo general, se observan variaciones mayores en pacientes menores de 40 años, conforme disminuye la edad en el momento de la intervención, más evidente es la regresión miópica.<sup>8-11</sup>

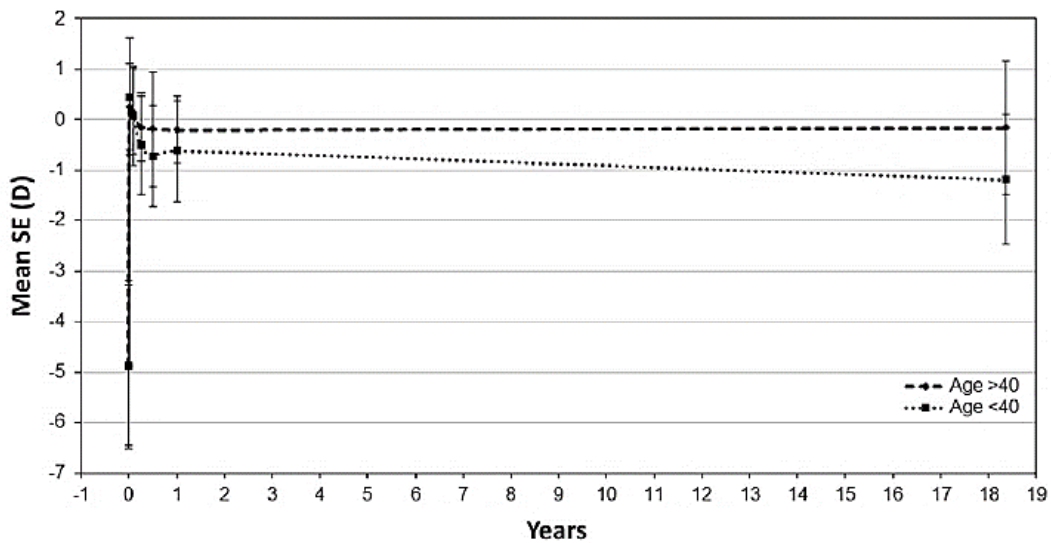


Figura 2. Comparación de la progresión de la media del equivalente esférico en pacientes mayores y menores de cuarenta dieciocho años tras PRK miópica.<sup>8</sup>

Además, en relación a las diferencias entre sexos, las mujeres pueden presentar una ligera diferencia mayor en el incremento del equivalente esférico a largo plazo con respecto a los hombres, aunque este tema requiere un estudio en mayor profundidad.<sup>8</sup> También se han analizado los resultados postoperatorios en función del diámetro de la zona óptica; inicialmente se empleaban zonas ópticas de 4 o 5 mm con la intención de alterar el mínimo tejido estromal, a pesar de ello,<sup>12</sup> estudios posteriores demostraron que un incremento a 6 mm reducía los problemas de visión mesópica, “haze”, aumentaba la predictibilidad y mejoraba la transparencia postoperatoria.<sup>8,11,12</sup>

En cuanto a la agudeza visual no corregida, se pudo observar una estabilización en torno a los 3 - 6 meses tras la cirugía,<sup>10</sup> mientras que la agudeza visual con corrección se mantuvo sin cambios o mejoró respecto a los valores preoperatorios.<sup>8-11</sup> En la mayor parte de los casos se logró su objetivo, mejorar la visión mediante la disminución del grado de miopía consiguiendo una mayor independencia de las gafas,<sup>9</sup> obteniendo un índice de satisfacción elevado.<sup>8,10</sup>

Comparando las topografías del momento postoperatorio inmediato y pasados unos años no se encuentran alteraciones fuera de lo esperado, se mantiene estable.<sup>8-10</sup> Todos aquellos casos de ectasias postoperatorias mostraron patrones topográficos iniciales de queratocono o anormales.<sup>8,9</sup> También se ha observado un aumento significativo de la longitud axial sin hacer distinción entre sexos, dioptrías fotoablacionadas o edad, esto sugiere que la longitud axial puede seguir aumentando con el paso de las décadas, dando como resultado una regresión miópica.<sup>11</sup>

La aparición del “haze” corneal, falta de transparencia, fue más evidente cuantas más dioptrías corregidas <sup>8-10</sup> y en los primeros seis meses tras la cirugía, pero conforme avanzaban los años este fenómeno fue disminuyendo,<sup>8,9,11</sup> lo cual se asocia al cambio de características de la cicatriz creada por el láser, puesto que el aumento de la zona óptica conlleva a una reducción del “haze” iatrogénico.<sup>8</sup> Además, no se registraron casos de problemas con la visión nocturna<sup>8,10</sup> ni erosión corneal recurrente aunque si es cierto que en los primeros meses tras la cirugía aparecen síntomas leves que disminuyen con el tiempo y mejoran al ser tratados con lubricantes oculares .<sup>8</sup>

El análisis del frente de onda tras PRK reveló la inducción de aberración esférica de cuarto orden, principalmente, trefoil y coma.<sup>8,11</sup> Cabe destacar que en los tratamientos de primera generación fue más habitual la presencia de la aberración esférica de cuarto orden, presentando sintomatología en condiciones mesópicas y escotópicas, el aumento de la zona óptica permitió reducir este problema, además con la vejez se reduce el diámetro pupilar con lo cual disminuyen los efectos de la aberración esférica de cuarto orden.<sup>8</sup>

En conclusión, los factores importantes antes de una intervención de este tipo son la edad, el grado de ametropía y la zona óptica, teniéndolos en cuenta se lograrán resultados satisfactorios.

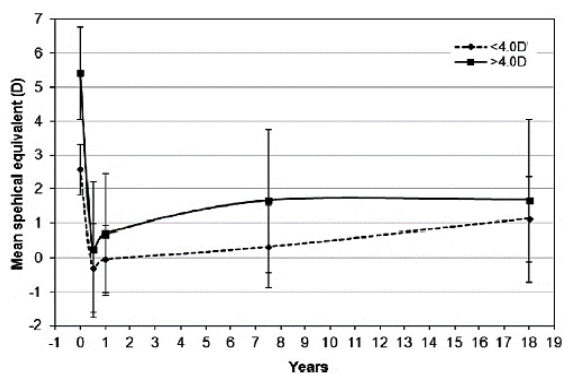
### 6.1.2. HIPERMETROPÍA:

Debido a que la hipermetropía progresa con la edad y se acentúa con la aparición de la presbicia su corrección sigue siendo todo un reto, aunque en la actualidad los estudios a largo plazo son limitados, han obtenido resultados satisfactorios en el tratamiento de la hipermetropía baja y moderada con PRK.<sup>13</sup>

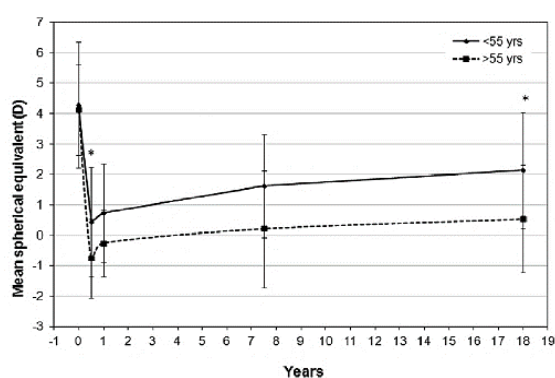
En el postoperatorio inmediato se observaba una tendencia hacia la hipercorrección hasta los seis meses en la que la refracción se estabilizaba en la emetropía.<sup>14</sup> Mientras que, pasadas dos décadas de la intervención se ha comprobado que existe un aumento significativo del equivalente esférico, lo que implica un crecimiento del error hipermetrópico aproximadamente de una dioptría.<sup>13</sup>

Esta regresión fue más notoria en la primera década, y al igual que en el tratamiento de la miopía, se puede observar que el incremento hipermetrópico fue mayor cuanto más joven era el paciente en el momento de la operación. Esto se debe a que los pacientes más mayores desarrollaron cataratas dando lugar a un proceso de miopización.<sup>13</sup>

Se puede afirmar que la edad en el momento de la cirugía es un factor importante a tener en cuenta en el resultado a largo plazo de PRK. Por otro lado, las dioptrías fotoablacionadas fue otro elemento a tener en cuenta, ya que a mayor grado de hipermetropía (entre +4.50 y +6.00), más complicados fueron de predecir los resultados.<sup>14</sup>



*Figura 3. Comparación de la progresión de la media del equivalente esférico dieciocho años tras PRK hipermetrópico en función de las dioptrías preoperatorias fotoablacionadas.<sup>13</sup>*



*Figura 4. Comparación de la progresión de la media del equivalente esférico en pacientes mayores y menores de cincuenta y cinco, dieciocho años tras PRK hipermetrópico.<sup>13</sup>*

Al comprobar que la queratometría se mantuvo estable durante ese periodo de tiempo, se pudo demostrar que la regresión hipermetrópica fue causada por cambios fisiológicos naturales externos a la córnea,<sup>13</sup> por lo que el desarrollo de ectasias postoperatorias o remodelaciones estromales son complicaciones infrecuentes de este procedimiento.<sup>14</sup>

La agudeza visual sin corrección mejoró en prácticamente todos los casos tras la cirugía,<sup>13,14</sup> sin embargo, se puede apreciar un ligero descenso del índice de eficacia comparando las agudezas visual postoperatorias un año y dos décadas después.<sup>13</sup> También cabe señalar que la agudeza visual no corregida en cerca mejoró en más del 50% de los pacientes.<sup>13,14</sup>

A diferencia, la agudeza visual con corrección se redujo una línea en el 40% de los casos en comparación con los valores preoperatorios.<sup>13</sup> Es necesario destacar que durante este proceso se fotoabla la zona medio-periferia permaneciendo la zona central sin cambios, por lo tanto, es infrecuente encontrar perturbaciones significativas en la agudeza visual corregida.<sup>13</sup> Prácticamente en ningún caso se redujo más de dos líneas de AV.<sup>13,14</sup>

En cuanto a las aberraciones inducidas se obtuvo un valor alto de RMS destacando la presencia de coma y aberración esférica negativa, sin embargo, no hubo indicios de sintomatología en la visión nocturna.<sup>14</sup>

Los primeros meses tras la intervención fue cada vez más notorio un anillo periférico de “haze” hasta los seis meses cuando su presencia fue máxima. Al cabo de varios años se pudo apreciar restos de este, no obstante, no se presentaron síntomas al situarse en la periferia de la córnea,<sup>13,14</sup> aunque estos restos fueron más evidentes a mayor grado de error refractivo corregido.<sup>14</sup>

En conclusión, el índice de satisfacción fue elevado a pesar de haber una regresión hipermetrópica a largo plazo,<sup>13</sup> sin embargo, el resultado con PRK es más predecible en el tratamiento de la miopía.<sup>14</sup>

## **6.2. LASIK – LASER IN SITU KERATOMILEUSIS:**

### **6.2.1. MIOPÍA:**

Actualmente, LASIK se considera una de las técnicas más eficaces para la corrección de los errores refractivos<sup>15</sup> ya que es indolora y la rehabilitación visual es rápida,<sup>18,20</sup> sin embargo, durante el proceso no sólo interfiere la creación del colgajo, sino que se requiere realizar una fotoablación con un láser excímero, por ello, la estructura biomecánica de la córnea puede verse alterada lo que conlleva cambios en la visión a largo plazo.<sup>26</sup>

En general tras los diversos estudios realizados, se consideró que se trata de un procedimiento seguro para la corrección de la miopía con el paso del tiempo,<sup>17</sup> con un nivel de satisfacción elevado por parte de los pacientes.<sup>18</sup>

A corto plazo presenta resultados refractivos aceptables,<sup>18</sup> aunque si es cierto que el índice de eficacia, seguridad y previsibilidad se vieron levemente reducidos con los años<sup>17</sup> debido a la presencia de una regresión miópica lo que cuestionó la estabilidad a largo plazo del proceso.<sup>17-20</sup>

Se analizaron de forma aislada los resultados en función de dioptrías preoperatorias, edad y género. Por un lado, con el grado de dioptrías fotoabla se vio que no hubo diferencias durante los primeros años, sin

embargo, con el paso del tiempo se observó que la regresión fue mayor en aquellos pacientes que presentaban una miopía preoperatoria mayor.<sup>17,18</sup> Por otro lado, aquellos pacientes más jóvenes en el momento de la cirugía mostraron un aumento mayor del equivalente esférico a largo plazo.<sup>18,19</sup> Por último, no se hallaron diferencias significativas entre hombres y mujeres.<sup>18</sup>

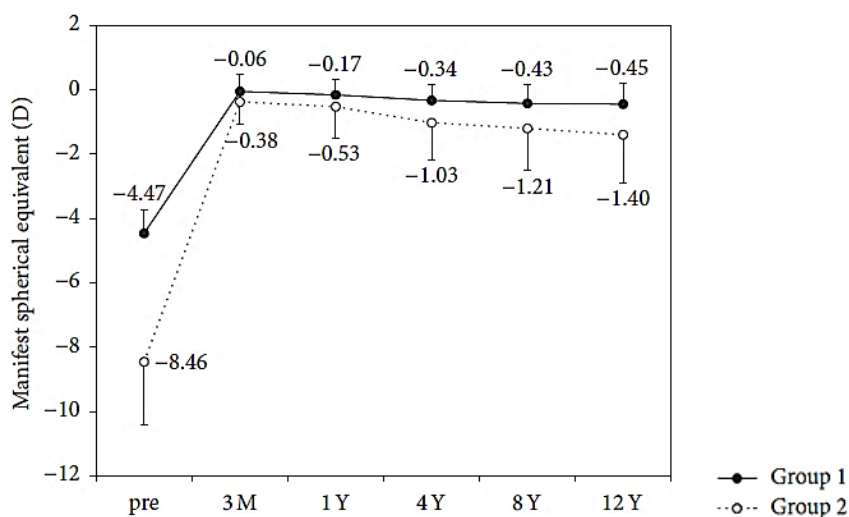


Figura 5. Evolución del equivalente esférico doce años tras LASIK de una cohorte de 68 ojos. El grupo 1 corresponde con miopía baja-moderada y el grupo 2 con miopía alta.<sup>17</sup>

Para justificar por qué ocurre esta regresión a la miopía se habla principalmente de causas no corneales y corneales. Las primeras hacen referencia a un aporte inadecuado de energía por parte del láser o un error en la refracción preoperatoria, mientras que en las segundas se trata de alteraciones en la biomecánica corneal.<sup>21</sup> Dentro de estas últimas, se ha encontrado una relación inversa con el valor del espesor del lecho estromal residual (RBT), es decir, los pacientes con menor RBT presentaron mayor regresión.<sup>20</sup> Se habla de que tras la cirugía el epitelio tiende a recuperar su grosor original lo que conlleva un cambio refractivo,<sup>22,23</sup> un aumento de 10  $\mu\text{m}$  corresponde con un 1.00 dioptría.<sup>22</sup> Actualmente sobre este tema son necesarios estudios adicionales,<sup>20</sup> ya que la regresión miópica también puede estar originada por cambios en la longitud axial.<sup>18</sup>

En términos de agudeza visual no corregida postoperatoria se vio una gran mejoría respecto a los niveles preoperatorios y, aunque hubo un ligero descenso con los años no se consideró significativo.<sup>19,20</sup> Mientras, la agudeza visual corregida experimentó una ligera mejoría tras la cirugía y se mantuvo estable con el tiempo, en graduaciones altas esta mejora se debió principalmente al aumento de la imagen retiniana.<sup>19</sup>

Teniendo en cuenta estos datos señalan que tanto el índice de eficacia como el de seguridad del tratamiento fueron altos.<sup>20</sup>

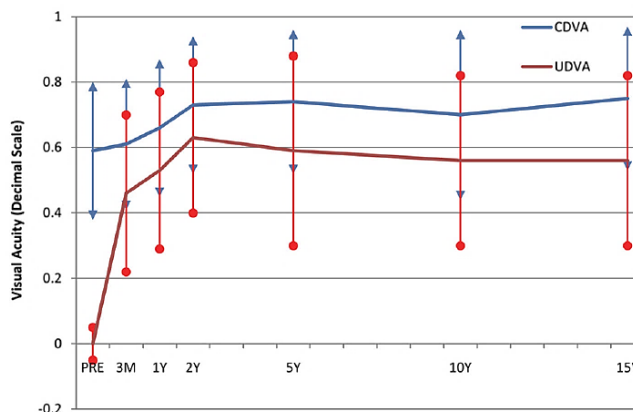


Figura 6. Variaciones de la agudeza visual con y sin corrección a lo largo de quince años.<sup>19</sup>

Evaluando la topografía se aprecia un gran cambio entre la queratometría pre y postoperatoria como era de esperar. Entre el tercer mes y un año tras la cirugía existe un incremento significativo del valor queratométrico, en los años posteriores a partir de ese momento la queratometría sigue aumentando pero de forma no significativa, lo cual indica que no existe una correlación clara entre regresión de la refracción y cambios queratométricos.<sup>19</sup>

Por último, en algunos pacientes apareció “haze” transitorio a pesar de ello se trató de una complicación postoperatoria mínima. Tanto los casos de ectasias como de secuelas tardías relacionadas con el “falp” aparecieron un número reducido de veces.<sup>19</sup>

En conclusión, LASIK se trata de la cirugía refractiva más empleada actualmente y que mantiene la integridad de la córnea, no obstante, se debe tener en cuenta que la eficacia, seguridad y previsibilidad de la intervención, aunque son elevadas, se ven ligeramente limitadas con el tiempo ya que en la mayoría de los casos existe una regresión miópica tras LASIK, siendo infrecuentes las complicaciones postoperatorias.

### 6.2.2. HIPERMETROPÍA:

Hay muy pocos estudios que analicen los resultados a largo plazo del LASIK para la corrección de la hipermetropía y el objetivo principal de ellos es determinar la predictibilidad, seguridad y estabilidad de este tratamiento.

Evaluando la estabilidad refractiva tras LASIK se ha observado un incremento paulatino pero significativo del error refractivo hipermetrópico de aproximadamente  $+1.74D \pm 1.32$  a los 16.5 años.<sup>24</sup> Los primeros meses tras la cirugía se observó una sobrecorrección con tendencia a la miopía, alrededor de los tres meses se alcanzó la emetropía y a partir de ese momento fue cuando se observó el aumento progresivo de la hipermetropía,<sup>25</sup> siendo más elevado cuanto mayor fuera la ametropía y más joven el paciente en el momento de la intervención.<sup>24,25</sup>



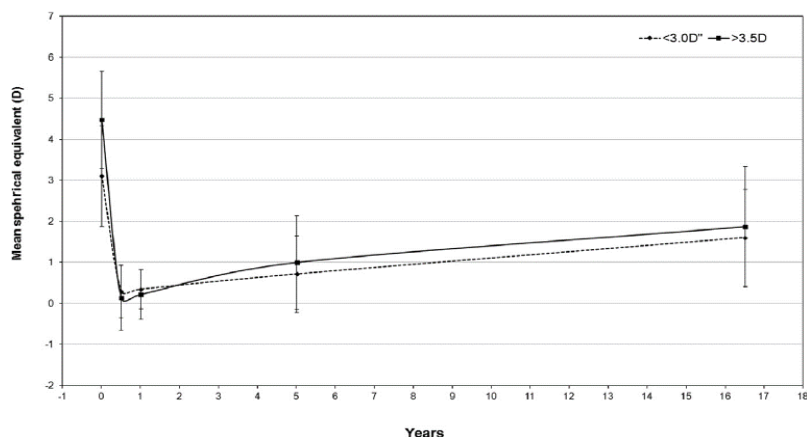


Figura 7. Variación del equivalente esférico durante dieciséis años tras LASIK hipermetrópico en ojos en los que se fotoablacionó  $<+3.00$  dioptrías y  $+3.50$ .<sup>24</sup>

Fisiológicamente existe un aumento progresivo de la hipermetropía hasta aproximadamente los 65 años, momento en el que se observa un cambio miópico.<sup>26</sup> Estas variaciones tuvieron valores mayores de los esperados y fueron más notorias en todos aquellos pacientes intervenidos con LASIK, se postuló que esta alteración es causada por cambios a nivel zonular, ciliar y lenticular ya que la queratometría postoperatoria se mantuvo estable.<sup>24</sup> Por otro lado, que el incremento con el paso de los años del equivalente esférico sea menor en pacientes más mayores que en los jóvenes se puede justificar por el proceso de miopización que implica el desarrollo de cataratas con la edad.<sup>24</sup>

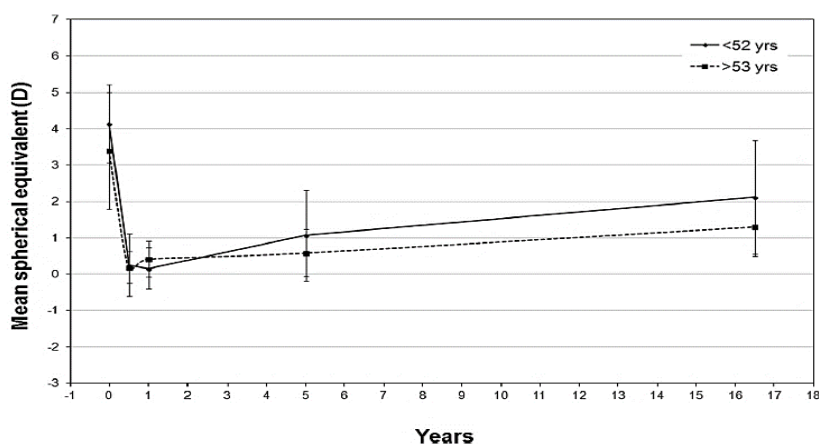


Figura 8. Evolución de la media del equivalente esférico en pacientes  $< 52$  años y  $> 53$  años, dieciocho años tras LASIK hipermetrópico.<sup>24</sup>

También cabe destacar que varios estudios confirman que una opción para incrementar la predictibilidad y la estabilidad de este tratamiento es el empleo de zonas de ablación más grandes.<sup>27,28</sup>

En cuanto a la agudeza visual no corregida se vio que mejoró en todos los casos,<sup>24,25</sup> sin embargo, al analizar y comparar el índice de eficacia un año tras la operación y 16.5 años después, se observó una disminución de este valor y con él una reducción de la predictibilidad con el paso del tiempo.<sup>24</sup>

En cambio, la agudeza visual corregida se mantuvo sin modificaciones o mejoró con respecto al valor preoperatorio.<sup>24,25</sup> Este hecho se puede justificar basándose en la técnica del proceso, ya que, exceptuando casos de descentramientos, infección, inflamación o crecimiento epitelial, la fotoablación se realiza en medio-periferia preservando la zona central, por ello, las pérdidas graves de agudeza visual corregida tras LASIK hipermetrópico son poco habituales.<sup>24</sup>

Como se ha mencionado anteriormente, la queratometría postoperatoria se mantuvo sin cambios por lo que no se registró ningún caso de ectasia corneal. De todos modos, la presencia de esta complicación tras la cirugía LASIK para hipermetropía sería extraño ya que se fotoabla principalmente la zona corneal periférica.<sup>24</sup>

Otro tipo de complicaciones postoperatorias con LASIK como “haze” tampoco estuvo presente,<sup>24</sup> a diferencia de la PRK en la que se podía observar un anillo de neblina que disminuía su presencia con el paso de los años.<sup>14</sup>

En conclusión, se puede afirmar que el LASIK es un procedimiento eficaz en el tratamiento de la hipermetropía baja a pesar de que existe una regresión hipermetrópica en los años posteriores a la intervención y,<sup>24,25</sup> además, se vio que las principales complicaciones postoperatorias desarrolladas tenían una relación directa con la edad avanzada.<sup>24</sup> Sin embargo, es necesario llevar a cabo estudios a largo plazo con los sistemas y láseres modernos, aunque en principio no debería haber grandes variaciones con respecto a los resultados comentados en este apartado ya que todas las técnicas LASIK siguen el mismo principio.<sup>25</sup>

### **6.3. LASEK – LASER EPITHELIAL KERATOMILEUSIS:**

#### **6.3.1. MIOPÍA:**

Se dice que el LASEK une los beneficios del LASIK con los inconvenientes de PRK.<sup>29</sup> Se trata de una de las técnicas de ablación de superficie más recientes,<sup>29</sup> y generalmente, se emplea para para corregir el error refractivo de córneas delgadas y miopías altas.<sup>20</sup>

Con el paso de los años tras la operación se ha observado un leve cambio en el error refractivo con tendencia a la miopía, a pesar de ello, no afectó mucho a la previsibilidad ya que fue elevada y superior a la de LASIK.<sup>20</sup>

Entre las características preoperatorias de los pacientes que mostraron una regresión miópica significativa a largo plazo podemos señalar el mayor grado de ametropía y equivalente esférico, la edad superior y la profundidad de ablación más elevada. Otro factor a tener en cuenta es el espesor corneal central y se puede ver que aquellos pacientes en los que previamente a la intervención este parámetro estaba más reducido fueron los que mostraron una regresión significativa.<sup>20</sup>



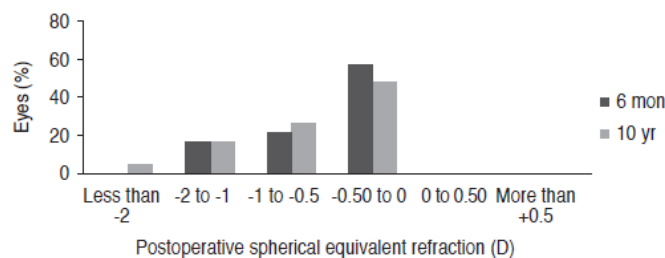


Figura 9. Predictibilidad seis meses y diez años después de LASEK miópico en una cohorte de 36 ojos.<sup>20</sup>

Por un lado, en la agudeza visual sin corregir se vio una clara mejoría con respecto a los valores previos a la intervención, lo que implicó un alto índice de eficacia. Por otro lado, el índice de seguridad también fue elevado lo que implica que la agudeza visual con corrección mejoró o se mantuvo sin cambios.<sup>20</sup>

Por último, en cuanto a complicaciones como son las ectasias postquirúrgicas se vio que fueron poco frecuentes tras LASEK, asociándose a anomalías en la topografía o el espesor corneal central preoperatorio.<sup>29</sup>

### 6.3.2. HIPERMETROPÍA:

Debido a la ausencia de numerosos artículos a largo plazo sobre la corrección con LASEK de la hipermetropía, se analizó un estudio con una duración de dos años en el que se muestran resultados satisfactorios pues el 98% de los ojos intervenidos presenta un error refractivo postoperatorio dentro de  $\pm 1.00$  dioptría y el 86% dentro de  $\pm 0.50$  dioptrías tras este intervalo de tiempo.<sup>30</sup>

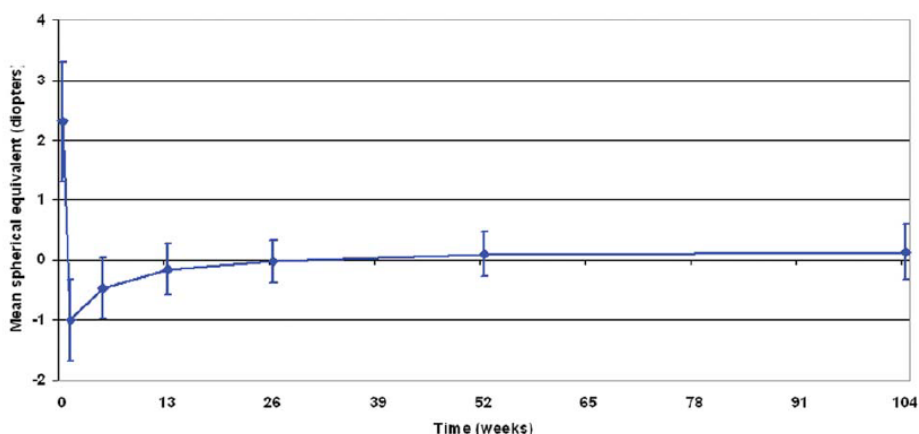


Figura 10. Variación post- LASEK de la media del equivalente esférico durante dos años.

En la evaluación del error refractivo una semana tras la intervención se observa una sobrecorrección miópica que se modifica hacia la emetropía durante los primeros seis meses hasta los doce meses, momento en el que se considera que se alcanza la estabilidad refractiva pues a partir la variación es mínima hasta los dos años, aunque sería necesaria una evaluación a largo plazo.<sup>30</sup>

Cabe señalar que los ojos en los que se corrigió una hipermetropía menor a +2.50 dioptrías presentaron una previsibilidad mayor a los dos años frente a aquellos intervenidos de entre +2.625 y +5.00 dioptrías, a pesar de ello se mantuvieron valores de previsibilidad aceptables para las correcciones mayores.<sup>30</sup>

En el 78% de los ojos se observó una agudeza visual sin corrección de 20/20 a los dos años y en 98% de 20/30, lo que indica un resultado muy favorable con un índice de eficacia de 0.95. No obstante, hay que advertir al paciente de la recuperación visual postoperatoria ya que la semana posterior a la cirugía la AV<sub>sc</sub> se ve limitada, por un lado, por la sobrerrefracción miópica inicial y por otro, por la curación del epitelio. La agudeza visual con corrección se mantuvo sin cambios o mejoró lo que muestra un índice de seguridad visual alta tras LASEK.<sup>30</sup>

No se observan variaciones en el análisis de los valores medios de la raíz cuadrada (RMS) para las aberraciones de alto orden para pupilas de 3 y 6 mm tras la operación.

La aberración esférica de cuarto orden se ve reducida tanto para pupilas de 3 como de 6 mm. Sin embargo, el coma se aprecia que aumenta en pupilas de 3 mm pero no en las de 6 mm, mientras que con el quadrafoil sucede a la inversa. También hay que señalar que no se manifiestan problemas de visión nocturna al no inducir aberraciones esféricas positivas.<sup>30</sup>

Con la lámpara de hendidura se puede evaluar el “haze” corneal, permitiendo observar en algunos ojos un anillo paracentral corneal de turbidez en el primer mes del postoperatorio, cuya presencia es máxima a los seis meses y disminuye con el paso del tiempo. Por otro lado, prácticamente no se desarrollan secuelas tardías, aunque existen evidencias de dolores leves o episodios de erosión corneal que se resuelven con lubricantes oculares, pero no se informa de complicaciones que pongan en riesgo la función visual.<sup>30</sup>

En resumen, se trata de una técnica de cirugía refractiva corneal con láser con resultados aceptables a corto plazo, pero son necesarios estudios durante un periodo de tiempo mayor para observar la evolución tanto del estado refractivo postoperatorio como de las posibles complicaciones.

## 7. DISCUSIÓN:

La cirugía refractiva es la intervención que se realiza más frecuentemente en el área oftalmológica tras la cirugía de cataratas en todo el mundo.<sup>24</sup> Las características que debería tener este procedimiento para considerarse ideal son efectividad, seguridad, ser mínimamente invasivo y poderse llevar a cabo en todo tipo de pacientes.<sup>7</sup> Como se trata de una técnica quirúrgica en la que la principal estructura alterada es la córnea pueden causarse secuelas tardías graves para la visión, por ello, son necesarios estudios que evalúen su seguridad, eficacia y

predictibilidad a largo plazo, puesto que esta información será útil tanto para los cirujanos como para los pacientes.

En términos generales, las primeras diferencias observables a grandes rasgos entre las tres técnicas son el tiempo de recuperación y el dolor postoperatorio, siendo menos molesta y presentando una curación más rápida la técnica LASIK frente a PRK que implica un proceso de recuperación más lenta y LASEK que conlleva más dolor. Teniendo en cuenta estas ventajas, se puede afirmar que actualmente el procedimiento más utilizado y recomendable es la combinación de LASIK con la creación del “flap” mediante femtosegundo ya que proporciona mayor fiabilidad que el microqueratomo.

Si se analiza de forma independiente la corrección de la miopía se pueden corroborar que las tres técnicas son procedimientos seguros gracias al valor elevado que muestran los índices de seguridad. Con el paso del tiempo se pudo apreciar tanto en PRK como LASIK y LASEK una leve variación del equivalente esférico con tendencia hacia la miopía y presentado como factores de variabilidad comunes la edad y el grado de ametropía inicial, siendo otras posibles variables el sexo, la profundidad de la ablación o el diámetro de la zona óptica. A pesar de ello, la predictibilidad no se ve limitada en exceso ya que los valores de los índices de eficacia se muestran elevados.

Generalmente no se observan cambios significativos topográficos respecto al postoperatorio inmediato en ninguno de los procedimientos por lo que no se encontró una relación directa con la regresión del equivalente esférico. En cuanto a otro tipo de secuelas tardías cabe señalar la presencia notoria de “haze” tras PRK sobre todo los seis primeros meses y cuantas más dioptrías corregidas frente a LASIK y LASEK en las que la presencia de este tipo de complicaciones fue mínima.

<b><i>Ametropía</i></b>	<b><i>Técnica</i></b>	<b><i>Tiempo</i></b>	<b><i>Índice de eficacia</i></b>	<b><i>Índice de seguridad</i></b>
<b><i>Miopía</i></b>	PRK	10 años <sup>10</sup>	0.74	1.12
		20 años <sup>11</sup>	0.49	0.97
	LASIK	10 años <sup>25</sup>	0.73	0.99
		12 años <sup>17</sup>	0.67 ± 0.37	1.09 ± 0.21
	LASEK	10 años <sup>25</sup>	0.89	1.00
<b><i>Hipermetropía</i></b>	PRK	18 años <sup>13</sup>	0.47	0.83
	LASIK	16 años <sup>24</sup>	0.5	1.09
	LASEK	2 años <sup>30</sup>	0.95	1.06

*Figura 11. Tabla de resultados del índice de eficacia y seguridad en función de la ametropía y técnica.*

A diferencia de la miopía, existen pocos estudios que traten sobre los resultados tras la corrección de la hipermetropía con cirugía refractiva corneal a largo plazo ya que no es tan común su realización sobre todo con LASEK. Sin embargo, el índice de seguridad revela el uso satisfactorio de estos procedimientos para el tratamiento de la hipermetropía leve y moderada. No obstante, al igual que en la miopía se sigue observando una regresión hipermetrópica del equivalente esférico con el paso de los años, además, se puede afirmar que tanto en PRK, como en LASIK y LASEK es importante tener en cuenta el grado de error refractivo a corregir ya que condicionará de manera inversamente proporcional la predictibilidad.

En cuanto a complicaciones postoperatorias estas son escasas, por un lado, a nivel topográfico es inusual encontrar alteraciones que influyan en la visión ya que la fotoablación se realiza en la periferia corneal, aunque, por otro lado, en la corrección con PRK se observa al igual que en la miopía la presencia de “haze” asintomático que se reduce con el paso del tiempo.

Para finalizar, cabe señalar que, tanto en la corrección de la miopía como de la hipermetropía con una técnica u otra, el grado de satisfacción por parte de los pacientes es elevado ya que someterse a esta cirugía mejora en gran medida su visión sin ayudas ópticas, lo cual es uno de los motivos por los que los pacientes deciden someterse a ella.

Se puede confirmar que la corrección de las ametropías con cualquiera de estas técnicas demuestra niveles similares de seguridad ya que la agudeza visual corregida tras la intervención se mantiene estable o mejora en la mayoría de los casos, sin embargo, la predictibilidad se verá condicionada y alterada a largo plazo.

## **8. CONCLUSIÓN:**

Una vez realizada una revisión bibliográfica que abarca información y resultados tanto de PRK como de LASIK y LASEK, se llega a la conclusión de que la metodología empleada en todas ellas no induce complicaciones tardías relevantes, lo cual es importante pues uno de los principales objetivos de estas técnicas es la seguridad, en cambio, existen diferencias en cuanto al tiempo de recuperación y a las molestias postoperatorias, ya que ambas características son de menor grado en LASIK que en PRK y LASEK.

El otro objetivo fundamental es la eficacia, pasados unos años la evaluación de pacientes operados de cirugía refractiva corneal revela que existe una ligera regresión en su estado refractivo y, por tanto, una disminución de la agudeza visual, que variará principalmente en función de la edad, las dioptrías fotoablacionadas y el diámetro de la zona óptica de fotoablación.

## 9. BIBLIOGRAFÍA:

1. Refractive Errors & Refractive Surgery PPP - 2017 [Internet]. American Academy of Ophthalmology. 2017 [cited 2018 May 26]. Available from: <https://www.aao.org/preferred-practice-pattern/refractive-errors-refractive-surgery-ppp-2017>
2. Hashemi H, Fotouhi A, Yekta A, Pakzad R, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. *J Curr Ophthalmol*. 2017;30(1):3-20.
3. Knorz MC. LASIK - Laser In Situ Keratomileusis. En Kohnen T, Koch D: *Cataract and Refractive Surgery*; Nueva York (USA): Springer; 2005: Pag.189-190.  
Cataract and Refractive Surgery – 2005. Essentials in Ophthalmology, 1612-3212. Thomas Kohnen y Douglas D. Koch.
4. Guarnieri FA. Introduction: Corneal Biomechanics and Refractive Surgery. En: Guarnieri FA. *Corneal Biomechanics And Refractive Surgery*; Nueva York (USA): Springer; 2015: Pag.1.
5. Barraquer JI. Bases de la cirugía refractiva. En: Barraquer JI: *Cirugía Refractiva de la Córnea*; Bogotá: Instituto Barraquer de América; 1989: Tomo I, Pag. 96-97.
6. Lohmann CP, Winkler von Mohrenfels C, Huber A. EpiLASIK. En Kohnen T, Koch D: *Cataract and Refractive Surgery*; Nueva York (USA): Springer; 2006: Pag.64.
7. Huang SC, Chen HC. Overview of laser refractive surgery. *Chang Gung Med J*. 2008;31(3): 237-252.
8. Shalchi Z, O'Brart DP, McDonald RJ, Patel P, Archer TJ, Marshall J. Eighteen-year follow-up of excimer laser photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(1):23-32.
9. Vestergaard AH, Hjortdal JO, Ivarsen A, Work K, Grauslund J, Sjølie AK. Long-term Outcomes of Photorefractive Keratectomy for Low to High Myopia: 13 to 19 Years of Follow-Up. *J Refract Surg*. 2013;29(5):312-319.
10. Koshimizu J, Dhanuka R, Yamaguchi T. Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010;248(12):1817-1825.
11. O'Brart DP, Shalchi Z, McDonald RJ, Patel P, Archer TJ, Marshall J. Twenty-Year Follow-Up of a Randomized Prospective Clinical Trial of Excimer Laser Photorefractive Keratectomy. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(4):651-663.
12. O'Brart DPS, Corbett MC, Lohmann CP, Kerr Muir MG, Marshall J. The effects of ablation diameter on the outcome of excimer laser photorefractive keratectomy; a prospective, randomized, double-blind study. *Arch Ophthalmol* 1995;113(4):438–443.
13. Wagh VK, Dave R, O'Brart DP, Lim WS, Patel P, Tam C, Lee J, Marshall J. Eighteen-year follow-up of hyperopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(2):258-266.
14. O'Brart DP, Patsoura E, Jaycock P, Rajan M, Marshall J. Excimer laser photorefractive keratectomy for hyperopia: 7.5-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31(6):1104-1113.
15. Kremer FB, Dufek M. Excimer laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg*. 1995;11(3 Suppl):S244–247.
16. Kamiya K, Miyata K, Tokunaga T, Kiuchi T, Hiraoka T, Oshika T. Structural analysis of the cornea using scanning-slit corneal topography in eyes undergoing excimer laser refractive surgery. *Cornea*. 2004;23(8Suppl):S59–S64.
17. Ikeda T, Shimizu K, Igarashi A, Kasahara S, Kamiya K. Twelve-Year Follow-Up of Laser In Situ Keratomileusis for Moderate to High Myopia. *BioMed Res Int*. 2017;2017: 9391436.
18. Zalentein WN, Tervo TM, Holopainen JM. Seven-year Follow-up of LASIK for Myopia. *J Refract Surg*. 2009;25(3):312-318.

19. Alió JL, Soria F, Abbouda A, Peña-García P. Laser in situ keratomileusis for -6.00 to -18.00 diopters of myopia and up to -5.00 diopters of astigmatism: 15-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(1):33-40.
20. Lim SA, Park Y, Cheong YJ, Na KS, Joo CK. Factors Affecting Long-term Myopic Regression after Laser In Situ Keratomileusis and Laser-assisted Subepithelial Keratectomy for Moderate Myopia. *Korean J Ophthalmol* 2016;30(2):92-100.
21. Chayet AS, Assil KK, Montes M, Espinosa-Lagana M, Castellanos A, Tsioulis G. Regression and its mechanisms after laser in situ keratomileusis in moderate and high myopia. *Ophthalmology.* 1998;105(7):1194-1199.
22. Lohmann CP, Guell JL. Regression after LASIK for the treatment of myopia: the role of the corneal epithelium. *Semin Ophthalmol.* 1998;13(2):79-82.
23. Magallanes R, Shah S, Zadok D, Chayet AS, Assil KK, Montes M, Robledo N. Stability after laser in situ keratomileusis in moderately and extremely myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(7):1007-12.
24. Dave R, O'Brart DP, Wagh VK, Lim WS, Patel P, Lee J, Marshall J. Sixteen-year follow-up of hyperopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(5):717-724.
25. Jaycock PD, O'Brart DP, Rajan MS, Marshall J. 5-Year Follow-up of LASIK for Hyperopia. *Ophthalmology.* 2005;112(2):191-199.
26. Guzowski M, Wang JJ, Rochtchina E, Rose KA, Mitchell P. Five year refractive changes in an older population; the Blue Mountains. *Eye Study. Ophthalmology.* 2003;110(7):1364-1370.
27. Esquenazi S, Mendoza A. Two-year follow-up of laser in situ keratomileusis for hyperopia. *J Refract Surg.* 1999;15(6):648-652.
28. Carones F, Vigo L, Scandola E. Laser in situ keratomileusis for hyperopia and hyperopic and mixed astigmatism with LADARVision using 7 to 10-mm ablation diameters. *J Refract Surg.* 2003;19(5):548-554.
29. de Benito-Llopis L, Alió JL, Ortiz D, Teus MA, Artola A. Ten-year follow-up of excimer laser surface ablation for myopia in thin corneas. *Am J Ophthalmol.* 2009;147(5):768-773.
30. O'Brart DP, Mellington F, Jones S, Marshall J. Laser Epithelial Keratomileusis for the Correction of Hyperopia Using a 7.0-mm Optical Zone With the Schwind ESIRIS Laser. *J Refract Surg.* 2007;23(4):343-54.