

**DEPARTAMENT DE CIRURGIA  
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA**

TREBALL DE RECERCA 2009-2010  
CONVOCATÒRIA SETEMBRE

**Corrección del astigmatismo  
con láser excimer**

Autor: Dra. Marta López Fortuny  
Direcció: Dr. Benjamí Oller Sales  
Codirecció: Professor Joaquín Barraquer Moner  
Dr. Andrés Picó García

Barcelona, 2010

*Agradecimiento al Centro de Oftalmología Barraquer y  
en especial al Dr. Andrés Picó por su tiempo y dedicación*



## **ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
Evolución histórica de la cirugía querato-refractiva del astigmatismo.....	6
Estigmatismo y Astigmatismo.....	7
Contribución de la forma de la córnea y del ojo al astigmatismo.....	9
Clasificación del astigmatismo.....	10
Cirugía refractiva.....	12
Láseres en cirugía refractiva.....	14
Queratomileusis in situ con láser (LASIK).....	15
Resultados de Queratomileusis in situ.....	16
<b>OBJETIVO DEL TRABAJO.....</b>	<b>17</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>

## INTRODUCCIÓN

La cirugía refractiva, como subespecialidad de la Oftalmología, es relativamente nueva y ha experimentado un gran incremento en las últimas décadas. La queratomileusis in situ es una de las técnicas refractivas corneales más utilizadas en la actualidad.

Cada vez son más los pacientes que solicitan cirugía refractiva para reducir o prescindir del uso de gafas o lentes de contacto. Algunos necesitan mejorar su agudeza visual sin corrección por motivos profesionales, estéticos o para poder practicar deporte cómodamente. Otros acuden por altas anisometropías o por intolerancia a lentes de contacto (conjuntivitis crónica, conjuntivitis papilar gigante, epiteliopatías, mala calidad visual...). La mayoría de estos pacientes son muy exigentes con el resultado postquirúrgico, ya que tienen una agudeza visual corregida previa excelente. Así que una de las finalidades de la cirugía refractiva es intentar no empeorar la calidad visual preoperatoria de los pacientes.

Resulta muy importante la elección del paciente que se somete a este tipo de cirugía, en especial a la queratomileusis in situ (LASIK). Se debe realizar una entrevista personal previa para cuestionar-le el porqué quiere operarse, las expectativas visuales que tiene y para advertir de las posibles complicaciones. El oftalmólogo debe explicar la posibilidad de complicaciones refractivas postoperatorias: una corrección incompleta del defecto refractivo (con necesidad de uso de gafas o lentes de contacto), la aparición de presbicia (en pacientes a partir de 40 – 45 años), progresión de la miopía (posible/probable) y la posibilidad de complicaciones incluso con resultados emétopes (mala visión nocturna, halos y deslumbramientos). Las posibles complicaciones secundarias a la técnica: intraoperatorias (cortes totales, incompletos, descentramientos...) y postoperatorias (ectasia, sequedad ocular, pliegues, desplazamiento del dentículo, infecciones, epitelización...).

De los diferentes defectos refractivos que puede presentar el ojo, el astigmatismo es el más frecuente y el más complejo (tanto en su comprensión, medida y corrección). En general, los resultados en LASIK tóricas no son tan previsibles como las esféricas. Muy a menudo, se consigue una corrección insuficiente del defecto refractivo cilíndrico. Según los estudios de FDA de los pacientes tratados con LASIK por astigmatismo miópico, el 43%-87% de los ojos lograron una AVSC de 20/20 o mayor mientras que en el astigmatismo hipermetrópico fue del 37%-65% de los ojos.

En el presente trabajo se analizarán los efectos refractivos de la técnica de queratomileusis in situ con láser excimer en pacientes con astigmatismo, tanto miópico como hipermetrópico.

## **REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **Evolución histórica de la cirugía querato-refractiva del astigmatismo:**

Etimológicamente, astigmatismo significa ausencia de punto focal, proviene del griego a- (privado de) y Stigma (punto o foco). En 1801, Thomas Young con ayuda del optómetro de Sheiner (utilizado para la comprobación del mecanismo de la acomodación) descubrió su propio defecto astigmático al observar que era incapaz de enfocar nítidamente líneas verticales y horizontales al mismo tiempo. Así llegó a la conclusión de que existía un error refractivo en el que la potencia dióptrica era distinta dependiendo del meridiano en que se medía. Young fue el primero en describir y medir el defecto astigmático.

La historia del tratamiento quirúrgico del astigmatismo es relativamente corta pues se remonta a finales del siglo XIX. Donders en el 1864 postuló la corrección quirúrgica del astigmatismo regular mediante la técnica de «iridectomía». En el año 1894 William H. Bates propuso realizar incisiones corneales en ángulo recto en el meridiano más curvo obteniendo distintos resultados según el número, profundidad y localización de estas incisiones. Cuatro años más tarde (1898) L.J. Luns realizaba incisiones parciales en las capas superficiales de la córnea (cirugía incisional). En 1939, T. Sato realizó también su aportación con la queratotomía radial, más tarde fue S.N. Fyodorov popularizó la técnica y finalmente cayó en desuso. Las coagulaciones diatérmicas córneo-limbares fueron iniciadas por Boek (1939) y Tosti (1953) para modificar el astigmatismo corneal.

En 1949, José I. Barraquer inicia sus trabajos e introduce el término «queratoplastia refractiva» para designar aquellas intervenciones plásticas practicadas sobre la córnea con el fin de modificar la refracción del globo ocular (concepto de cirugía laminar, técnicas aditivas y subtractivas). Los estudios experimentales le llevaron a la “Ley de Espesores de Barraquer”: la córnea se incurva al adicionar tejido en el centro o sustraerlo de la periferia y se aplanan al sustraerlo del centro o adicionarlo a la periferia.

Más adelante, a partir de 1958, desarrolla su técnica de queratomileusis para la corrección quirúrgica de la miopía y plantea realizar injertos lamelares tallados sobre una base tórica para la corrección de astigmatismos. Propone la resección semilunar, publicando sus resultados en 1974, indicando que en la intervención lamelar disminuye el efecto corrector mientras que en la penetrante es más efectiva pero también más peligrosa.

En 1953, F. Paez Allende da cuenta de sus casos tratados por queratotomías límbicas, perpendiculares al meridiano de máxima curvatura, dependiendo su amplitud del grado de astigmatismo, realizando unas veces incisiones amplias hemiorneales y otras reducidas a sectores menos extensos. En ese mismo año, fue G. Malbran quien modifica la técnica interlaminar de T. Sato (1939) comenzando con una incisión parcial paralela al limbo, a partir de la cual realiza la disección estromal, perforando la córnea en el lecho y suturando la córnea a nivel limbar.

Es en el 1956, por J. Barraquer y A. Muiños cuando se describe la resección escleral lamelar situada en el eje menos refringente de la córnea modificando su amplitud según el grado de defecto para igualar al máximo ambos meridianos.

### **Estigmatismo y Astigmatismo:**

La emetropia del ojo es el estado refractivo en el que unos rayos de luz paralelos procedentes de un objeto alejado quedan enfocados sobre la retina en el ojo sin necesidad de acomodar.

Hay dos modos de analizar el estado refractivo del ojo. En primer lugar, con el concepto de punto focal. El punto focal es la localización que ocupa la imagen formada a partir de un objeto situado en el infinito óptico a través de un ojo sin intervención de la acomodación, esto determina su estado refractivo. Los objetos enfocados delante o



detrás de la retina generan una imagen borrosa, en cambio si están enfocados en la retina la imagen obtenida es nítida. En segundo lugar, el punto remoto es el lugar donde aparece la imagen de la fovea si la óptica está invertida y esta se convierte en el objeto (es un punto en el espacio).

El estigmatismo o stigmatismo es la cualidad de un sistema óptico perfecto en el que cada punto de un objeto se le puede hacer corresponder con un punto de la imagen que él da. En la práctica al ser imposible la obtención de un sistema óptico perfecto, se busca conseguir uno que sea lo más próximo al astigmatismo.

El ojo astigmático, los rayos lumínicos no quedan enfocados en un solo punto de la retina, sino que va a originar dos líneas focales, una línea focal anterior (el meridiano con más potencia refractiva), y una línea focal posterior (el de menor potencia refractiva). Estas dos líneas focales, conforman el denominado conoide de Sturm.

#### Conoide de Sturm

La forma característica de las lentes con efecto astigmático (cilíndricas, tóricas o esferocilíndricas) es que tienen dos meridianos perpendiculares de máxima y mínima curvatura, lo que llevará a que las potencias dióptricas de estos meridianos sean diferentes (distintas distancias focales). Esta diferencia de potencia de los dos meridianos principales provocará que los rayos refractados por el meridiano de mayor curvatura (menor radio) cruzará el foco por un punto más próximo a la lente que los refractados por la superficie de menor curvatura (radio mayor).

La distancia entre las dos líneas focales se denomina intervalo focal o intervalo de Sturm. El círculo de menor difusión está situado en el intermedio de estas dos líneas focales. Por delante y por detrás de este círculo los haces refractados tiene forma de elipse (con el eje longitudinal paralelo a la línea focal más próxima).

Así como en las ametropías esféricas, hipermetropía y miopía, por acomodación o variación de la distancia de los objetos, se puede conseguir una imagen nítida y enfocada, en el astigmatismo solo es posible conseguir dicha imagen anteponiendo una lente cilíndrica o esfero cilíndrica.

El valor del astigmatismo es la diferencia del valor dióptrico de los meridianos principales (intervalo focal), y su posición por la de estos meridianos.

Es un defecto muy estable, con pocas variaciones a lo largo de la vida. La clínica del astigmatismo varía según el grado. En los casos leves, puede no haber clínica o simplemente astenopía tras esfuerzo prolongado. Cuando es mayor, hay mala agudeza visual con distorsión de la imagen a cualquier distancia.

Prácticamente todos los ojos presentan cierta cantidad de astigmatismo de bajo grado. En general, los astigmatismos de hasta media dioptría suelen ser asintomáticos y no necesitan corrección

### **Contribución de la forma de la córnea y del ojo al astigmatismo:**

La potencia refractiva del ojo está determinada en su mayor parte por tres variables: la potencia de la córnea, la potencia del cristalino y la longitud axial del ojo. Y desde el punto de vista refractivo del ojo, el astigmatismo resulta de la combinación de dos ametropías: una de potencia y otra de axil.

El astigmatismo de potencia depende sobretodo de los radios de curvatura de la córnea (astigmatismo de curvatura). La refracción ocular se reparte en dos tercios en a nivel de la córnea y en un tercio a nivel del cristalino. El dioptrio corneal anterior es el que más

contribuye a la refracción (con una potencia de alrededor de + 48D) y donde se producen la mayoría de los astigmatismos. Los otros dioptrios generan astigmatismos de baja potencia. Existe también el dioptrio corneal posterior (genera frecuentemente astigmatismo inverso), los dioptrios cristalinos anterior y posterior (dependiendo de la posición del cristalino, de la curvatura y grado de acomodación: astigmatismo acomodativo meridional). La capa posterior corneal tiene una potencia de -5,8 D aproximadamente, lo que hace que la potencia global corneal sea de unas 43 dioptrías. La córnea normal se aplana desde el centro hacia la periferia hasta 4 D y es más plana en la región nasal que en la temporal. En la edad adulta el meridiano vertical es alrededor de 0,5 D más curvo que el meridiano horizontal, lo que provoca un cierto astigmatismo fisiológico. Esta diferencia disminuye con la edad. La asfericidad de la forma corneal central, que reduce la aberración esférica y disminuye las fluctuaciones del error refractivo conforme cambia el tamaño pupilar. Cuando la córnea central es más curva que su periferia, forma corneal prolata. Las corneas prolata reducen las aberraciones esféricas y las oblatas (más curva por la periferia) las aumentan.

El astigmatismo axial está condicionada por la posición de las líneas focales del conoide de Sturm frente al plano retiniano en el polo posterior del ojo (astigmatismos axiales).

No se debe olvidar que la interfase lágrima-ojo es la que proporciona la mayor potencia óptica del ojo. La película lagrimal tiene poco efecto óptico si no hay anomalías. Por el contrario, una irregularidad de la película lagrimal o sequedad ocular puede provocar mala calidad de visión.

### **Clasificación del astigmatismo:**

Según regularidad de las superficies:

- Regular (refracción igual en la extensión de cada meridiano)
- Irregular ( varía en los puntos de cada meridiano)

Según longitud del ojo:

- simple (miópico o hipermetrópico)
- compuesto (miópico compuesto y hipermetrópico compuesto)
- mixto (error refractivo con cilindro mayor que esfera y de signo contrario)

Según depende de las estructuras del sistema óptico o de la función:

Estructural

- de curvatura (variaciones tanto de curvatura de las superficies de los medios refringentes como de la superficie receptora retiniana)
- de índice (depende de las variaciones de índice de refracción de los medios transparentes)
- de posición (por oblicuidad de las superficies refringentes y receptoras)

Según la parte del ojo que produce el astigmatismo:

- Corneal (sobre todo la cara anterior de la córnea)
- Lenticular
- Retiniano (prácticamente carece de importancia)

Según el número de superficies que presentan astigmatismo:

- Monoastigmatismo (una superficie)
- Biastigmatismo (cara anterior corneal y el cristalino por oblicuidad de su eje)
- Poliaastigmatismo (varias superficies)

Según la frecuencia unilateral de las posiciones de los meridianos principales:

- Directo o conforme a la regla (radio de curvatura vertical es más cerrado ( $90^\circ \pm 30^\circ$ ) y el eje del cilindro está a ( $0^\circ \pm 30^\circ$ ), es el más frecuente. Sobre todo entre los niños)

- Inverso o contrario a la regla (el radio horizontal es más cerrado ( $0^\circ \pm 30^\circ$ ) y el eje del cilindro está a ( $90^\circ \pm 30^\circ$ ), se da más frecuentemente en hipermétropes y resulta más molesto. Sobre todo en ancianos)
- Oblicuos (eje principal ocupa una posición oblicua entre los  $30^\circ$  y los  $60^\circ$  o bien entre los  $120^\circ$  y  $150^\circ$ )

Según la posición de los meridianos principales de un ojo respecto a los del otro:

- Homónimo (en ambos ojos con la misma orientación)
- Homólogo (simétricos con la regla)
- Heterólogo (simétrico contra la regla)
- Oblicuo (asimétrico oblicuos)
- Heterónimo (en los dos ojos con distinta orientación)

Según la posición de los meridianos principales de ambos ojos en relación con un eje de simetría medio y vertical:

- Simétrico
- Asimétrico

Según los mecanismos de producción:

- Hereditario
- Adquirido (afaquico, postinflamatorio irregular, postraumática y postquirúrgica)

### **Cirugía refractiva:**

Las técnicas quirúrgicas refractivas que modifican pueden clasificarse en corneales y lenticulares.

La cirugía querato-refractiva que modifica la curvatura puede ser: incisional, laminar (lamelar), Láser (PRK) o fusión laminar-láser (queratomileusis in situ: LASIK)

Entre las técnicas incisionales destacan la queratotomía radial (QR) y la queratotomía astigmática (QA, queratotomía arcuata, incisiones limbares relajantes y queratotomía transversa) en la cual se realizan incisiones en el meridiano corneal más curvo, es decir, el eje de más cilindro refractivo. Se provoca un aplanamiento en el eje de las incisiones y un aumento de la curvatura a los 90° de las incisiones.

Las técnicas láser comprenden la ablación superficial, la queratectomía fotorefractiva (PRK), queratomileusis subepitelial láser (LASEK) y epi-LASIK. La queratomileusis láser in situ (LASIK) es una técnica lamelar mediante abrasión láser.

La técnica LASIK combina un incisión lamelar con una ablación de la córnea, habitualmente en el lecho estromal. El grosor y el diámetro del colgajo corneal en el LASIK dependen del instrumental, diámetro corneal, curvatura corneal y grosor corneal. Los tratamientos miópicos reducen el grosor estromal a nivel central, los hiperópicos lo extirpan a nivel de periferia (en forma de donut, para aumentar la curvatura corneal). El rango esférico habitual de corrección va de -10 a +4 D y el rango cilíndrico habitual es de más de 4D.

Las técnicas de implantación corneal comprenden los anillos corneales intraestromales rígidos (INTACS, Ferrara). La adicción de un material aloplástico a nivel estromal para conseguir un cambio de la curvatura corneal y consecuentemente un cambio de poder refractivo corneal. Sobre todo utilizadas para la corrección de miopía y astigmatismo.

Entre las técnicas compresivas/tensoras corneales están la queratoplastia térmica láser (QTL) y la queratoplastia conductiva (QC) o mediante radiofrecuencia. El calentamiento del colágeno a una temperatura de 55-60 °C provoca contracción de las

fibras por el calor, alterando su biomecánica y la curvatura corneal. Técnica aprobada para el tratamiento del hipermetope leve.

Las técnicas lenticulares comprenden la implantación de lente intraocular (LIO) fáquica, la cirugía de catarata y la extracción del cristalino transparente con o sin implantación de LIO.

### **Láseres en cirugía refractiva:**

El equipo de láser (Light Amplification by Stimulation Emission of Radiation) es un instrumento capaz de producir y controlar un rayo de luz coherente. La luz láser se puede dirigir, enfocar y controlar más precisamente que la luz normal y puede ser generada en pulsos muy breves e intensos.

Hay tres interacciones tejido-láser que se utilizan en cirugía fotorrefractiva:

Láser holmio (efecto fototérmico) utilizando un YAG con una longitud de onda de 2,13 microm en el estroma anterior. Provoca contracción de las fibras de colágeno del estroma corneal.

Láser femtosegundo para crear colgajos LASIK y para queratoplastia lamelar o penetrante. Utiliza haz infrarrojo de 1053 nm. Provoca fotodisrupción (proceso que transforma el tejido en plasma) aumento de presión y temperatura elevadas provocan una expansión rápida en el estroma corneal se forman cavidades microscópicas.

Láser excimeros (del inglés “excíter dimer” o dímero excitado) utilizado en la fotoablación. Los láseres argón-flúor (ArF) son láseres excimeros que usan energía eléctrica para estimular al argón a formar dímeros con el gas flúor cáustico. Generan una longitud de onda de 193 nm con 6,4 eV por fotón. Suficiente la energía de un solo fotón para romper el esqueleto peptídico de las moléculas de colágeno corneal (carbono-carbono, carbono-nitrogeno) porque la córnea tiene un coeficiente de absorción

muy alto a 193 nm. Rompe el polímero en fragmentos pequeños y levanta un volumen definido de tejido corneal de la superficie con cada pulso láser. Es el láser más importante en cirugía refractiva. Así pues se consigue un efecto fotoquímico, prácticamente sin efecto térmico ni mecánico. Algunas de las características del Láser excimer son una precisión submicrométrica, no deforma el tejido durante remodelado refractivo y permite trabajar sobre zonas ópticas de mayor tamaño. Se utiliza este tipo de láser en la Queratectomía fotorefractiva (PRK) para desbridar el epitelio corneal, en la Queratomileusis subepitelial con láser (LASEK), en la Queratomileusis epitelial in situ con láser (Epi-LASIK) para conservar el epitelio corneal y en la Queratomileusis in situ (LASIK) para la ablación estromal.

### **Queratomileusis in situ con láser (LASIK)**

Como ya se ha comentado previamente, Barraquer en el año 1949 fue el primero en describir la cirugía lamelar corneal para la corrección de errores refractivos. Los microqueratomos utilizados en la actualidad emplean muchos de los principios del diseño original de Barraquer, que era un microqueratomo eléctrico de avance manual para crear el colgajo corneal. Barraquer inventó también un criolito que congelaba cubierta corneal y permitía una remodelación lenticular relativamente precisa del tejido corneal. No tuvo mucha aceptación por dificultades técnicas en su utilización y el astigmatismo irregular secundario que provocaba. Barraquer, Krumeich y Swinger desarrollaron una técnica para extirpar tejido sin criolito, se realizaba un segundo pase con microqueratomo por el colgajo corneal, de tal modo que el corte refractivo era sobre el lado estromal de la tapa. La tapa libre remodelada se suturaba de nuevo. Ruiz y Rowsey en los ochenta introdujeron el concepto de extirpar tejido del lecho corneal y no de la tapa corneal libre, mediante un segundo pase con el microqueratomo automático. No fue hasta 1990 que Pallikaris realiza la primera intervención LASIK con láser excimeros. Se modificó el microqueratomo para detener el corte y no crear una tapa totalmente libre (recolocación más sencilla, sin suturas y menor astigmatismo secundario).



## **Revisión de algunos resultados de Queratomileusis in situ asistida por láser:**

Los estudios sobre LASIK difieren bastante en las técnicas utilizadas, el grado de error refractivo corregido, en el seguimiento postoperatorio y en las variables analizadas. Con la evolución de la tecnología láser los resultados visuales han sido mejores.

Un estudio clínico de 1999 con láser convencional para LASIK miópica astigmática halló una AVSC postoperatoria de 20/20 en el 47% de los ojos. Más recientemente, estudios del 2003 con ablación guiada por frente de onda por LASIK miópica astigmática hallaron una AVSC de 20/20 en el 79%-98% de los ojos.

Los resultados en LASIK tóricas no son tan previsibles como las esféricas. Muy a menudo, se consigue una corrección insuficiente del defecto refractivo cilíndrico. En los estudios de FDA los pacientes tratados con LASIK por astigmatismo miópico, el 43%-87% de los ojos lograron una AVSC de 20/20 o mayor, el 84%-92%, una AVSC de 20/40 o mayor y el 82%-92% de los ojos ( $\pm 1$  D) de la refracción prevista. Hasta el 1,8% perdieron dos o más líneas de AVMC. Varios estudios de FDA sobre corrección de astigmatismo hipermetrópico resaltan que el 37%-65% de los ojos lograron una AVSC postoperatoria de 20/20 o mayor, 91%-99% de 20/40, del 87%-91%, una emetropía de  $\pm 1$ D, y el 3,8%-5,8% perdieron dos o más líneas de AVMC.

En el astigmatismo mixto, la FDA ha aprobado la LASIK para astigmatismo mixto de hasta 6 D de esfera y cilindro. Los resultados de los estudios señalan 42%-62% de los ojos con AVSC de 20/20 o mayor, el 93%-99% tenían una AVSC postoperatoria de 20/40 o mayor, el 88%-96%, una emetropía de  $\pm 1$  D. El 2% perdieron dos o más líneas de AVMC.

## **OBJETIVO DEL TRABAJO**

La queratomileusis in situ asistida con láser (LASIK) es una de las técnicas de cirugía refractiva más utilizadas actualmente en todo el mundo a pesar de su relativa juventud. Entre las razones de esta gran difusión de esta técnica se encuentra: la rápida recuperación funcional tras la cirugía, el amplio rango de corrección en una cirugía láser no intraocular y el aumento de la demanda de cirugía querato-refractiva por parte de los pacientes.

Los pacientes de cirugía refractiva y los que requieren cirugía de catarata, tienen cada vez mayores expectativas de mejorar su calidad de vida. Una rápida recuperación visual, pocas molestias postoperatorias y una buena calidad visual final sin corrección son algunas de las premisas que buscan los pacientes cada vez más exigentes con los resultados de estas técnicas. Como se ha comentado en el apartado anterior, una buena elección del paciente que va a someterse a LASIK es de vital importancia para evitar complicaciones secundarias.

El astigmatismo es el defecto refractivo más frecuente y además de afectar la visión, en algunos casos puede producir dolores de cabeza o mareos, ya que el ojo intenta compensar el defecto con la acomodación (por el esfuerzo muscular). En aquellos pacientes que se consigue una buena corrección del componente miópico-hipermetrópico con un astigmatismo postquirúrgico residual puede provocar una mala calidad visual final (insatisfacción del resultado final).

### OBJETIVO PRINCIPAL

Evaluar los cambios en la refracción cilíndrica en la cirugía de queratomileusis in situ asistida con láser (LASIK), tanto astigmatismos miópicos como hiperópicos.

### OBJETIVO SECUNDARIO

Evaluar los cambios en la refracción cilíndrica en la cirugía de queratomileusis in situ asistida con láser (LASIK) según el tipo de astigmatismo: a favor de la regla, en contra de la regla y oblicuo.

Analizar la eficacia de la cirugía de queratomileusis in situ asistida con láser (LASIK) como técnica correctora de ametropías.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Instrumental quirúrgico utilizado

Para la técnica LASIK se utilizó: campo quirúrgico y blefarostato, marcador pintado con violeta de genciana, paquímetro, anillo de succión, tonómetro, BSS (para lavados), microqueratomo modelo Technolas 217Z, espátula de Patron o Guimaraes, hemostetas (para secar el lecho) y jeringa cargada con BSS.

### La muestra

La muestra inicial fue de 553 casos intervenidos de forma consecutiva. De estos, 32 fueron descartados del estudio debido a que no cumplían los criterios de inclusión o presentaban criterios de exclusión, o bien por seguimiento insuficiente. A partir de ahora nos referiremos exclusivamente a la muestra válida de casos no descartados, de 521 ojos intervenidos de forma consecutiva. Estos casos se dividieron en dos grupos en función de la esfera refractiva previa al tratamiento LASIK que presentaban los pacientes. Así de los 521 casos se obtuvieron: 409 del grupo de pacientes miopes (con valores comprendidos entre -13 a -0,25 dioptrías) y 106 del grupo hipermétropes (de +0,25 a + 6,50 dioptrías). Aquellos pacientes con astigmatismo puro (6 casos) fueron eliminados del estudio. A partir de ahora nos referiremos exclusivamente a la muestra válida de casos no descartados, en total 515 ojos.

De cada grupo (miopes e hipermétropes) se subdividieron en función del tipo de astigmatismo en: *a favor de la regla* (o directo) aquellos con eje entre  $0^\circ$  +/-  $30^\circ$ , en *contra de la regla* (inversos) con eje de  $90^\circ$  +/-  $30^\circ$  y en *oblicuos* (comprendidos entre  $35^\circ$  a  $55^\circ$  y de  $125^\circ$  a  $145^\circ$ ). Entre los miopes: 284 a favor, 80 en contra y 45 con astigmatismo oblicuo. Del grupo de los hipermétropes: 83 a favor, 11 en contra y 12 del subgrupo oblicuo.

Se incluyeron en el estudio los datos de 515 intervenciones de queratomileusis in situ

asistida por láser realizadas por el mismo cirujano Dr. Andrés Picó García en el Centro de Oftalmología Barraquer de Barcelona. El análisis y los resultados se refieren al número total de intervenciones y no al número de pacientes.

### **Criterios de inclusión**

1. Pacientes con astigmatismo preoperatorio de -1,00 a -7,50 dioptrías.
2. Pacientes con esfera miópica preoperatoria de -0,25 a -13,00 dioptrías.
3. Pacientes con esfera hperópica preoperatoria de +0,25 a +6,50 dioptrías.

### **Criterios de exclusión**

1. Pacientes con astigmatismo puro
2. Cualquier procedimiento quirúrgico corneal previo.
3. Cualquier patología que por si misma fuera capaz de inducir o modificar el astigmatismo corneal, pterigium, cicatrices corneales, distrofias ectásicas, degeneraciones corneales, etc.
4. Seguimiento postoperatorio inferior a un año.
5. Pacientes que no hayan realizado los dos controles postoperatorios (2 meses y un año).

### **Exploración preoperatoria**

Anamnesis. Se recogieron datos de: Antecedentes médicos y quirúrgicos. Antecedentes oftalmológicos. Alergias conocidas. Medicación actual. Antecedentes familiares. Examen funcional

Se determinó la mejor agudeza visual sin corrección en visión lejana medida en escala decimal utilizando optotipos numéricos. Se realizó una refracción subjetiva con montura de pruebas, previa queratometría y refractometría automática, determinándose así la corrección refractiva para conseguir la mejor agudeza visual corregida en visión lejana.

### **Controles postoperatorios**

Se realizó una refracción subjetiva con montura de pruebas para determinar la corrección refractiva en controles postoperatorios realizados a los 2 meses y al año de seguimiento de los pacientes.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico se utilizó un ordenador personal con la hoja de cálculo Microsoft Excel.

### **Pruebas estadísticas**

Para cada uno de los controles preoperatorio y postoperatorio, se describen los parámetros estadísticos de todas las variables estudiadas. Para comprobar si las variables tenían una distribución normal se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para la comparación de medias de las variables cuantitativas que seguían dicha distribución se empleó la prueba *t* de Student.

### **Variables estudiadas**

Las características y evolución de las variables refractivas: Refracción esférica y cilíndrica.

## **RESULTADOS**

### **ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

#### **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO A FAVOR DE LA REGLA EN PACIENTES CON MIOPIA**

La media de astigmatismo a favor de la regla preoperatorio era de -1,95 D, con desviación estándar de 1,04 D y el rango entre 0,00 y 5,00 D.

A los dos meses de la operación, los valores oscilaban entre 0,00 y 4,00, con un media de -0,27 D, y una desviación estándar de 0,44. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio (-1,68 D) fue significativa ( $p = 0,000$ ).

En el último control, efectuado al año de la operación, el cilindro refractivo tenía una media de -0,32 D, con desviación estándar de 0,41 y rango de 0,00 a 3,50 D. La diferencia de la media respecto al preoperatorio (-1,63 D) fue significativa ( $p=0,000$ ).

**Tabla: Evolución del astigmatismo a favor de la regla en pacientes miopes.**

	<b>Cil 0</b>	<b>Cil 2</b>	<b>Cil 1a</b>
Media	-1,9569	-0,2738	-0,3216
Error típico	0,0620	0,0262	0,0249
Mediana	-1,5000	0,0000	0,0000
Moda	-1,0000	0,0000	0,0000
Desviación estándar	1,0452	0,4410	0,4189
Varianza de la muestra	1,0924	0,1944	0,1755
Curtosis	1,7789	3,1324	1,7275
Coefficiente de asimetría	-1,3975	-0,9829	-0,6288
Rango	5,0000	4,0000	3,5000
Mínimo	-6,0000	-2,5000	-2,0000
Máximo	-1,0000	1,5000	1,5000
Suma	-555,7500	-77,7500	-91,0000
Cuenta	284,0000	284,0000	283,0000

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*



**Tablas: Evolución del astigmatismo a favor de la regla en pacientes miopes.**

**(Preoperatorio vs. Postoperatorio)**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 2m
Media	-1,9569	-0,2738
Varianza	1,0924	0,1944
Observaciones	284,0000	284,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,1388	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	283,0000	
Estadístico t	-26,3475	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6503	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9684	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 2 es de 2 meses.*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 1a
Media	-1,9569	-0,3204
Varianza	1,0924	0,1752
Observaciones	284,0000	284,0000
Coefficiente de correlación de Pearson	0,2013	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	283,0000	
Estadístico t	-26,3964	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6503	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9684	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 1a es del año.*

## **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO EN CONTRA DE LA REGLA EN PACIENTES CON MIOPIA**

La media de astigmatismo en contra de la regla preoperatorio era de -1,52 D, con desviación estándar de 0,58 D y el rango entre 0,00 y 2,25 D.

A los dos meses de la operación, los valores oscilaban entre 0,00 y 2,00, con un media de -0,24 D, y una desviación estándar de 0,36. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio (-1,28 D) fue significativa ( $p = 0,000$ ).

En el último control, efectuado al año de la operación, el cilindro refractivo tenía una media de -0,23 D, con desviación estándar de 0,37 y rango de 0,00 a 1,50 D. La diferencia de la media respecto al preoperatorio (-1,29 D) fue significativa ( $p=0,000$ ).

**Tabla: Evolución del astigmatismo en contra de la regla en pacientes miopes.**

	<b>Cil 0</b>	<b>Cil 2m</b>	<b>Cil 1a</b>
Media	-1,5219	-0,2469	-0,2375
Error típico	0,0649	0,0411	0,0417
Mediana	-1,5000	0,0000	0,0000
Moda	-1,0000	0,0000	0,0000
Desviación estándar	0,5808	0,3678	0,3729
Varianza de la muestra	0,3373	0,1353	0,1391
Curtosis	0,2779	5,4260	-0,3699
Coeficiente de asimetría	-1,0095	-1,9302	-0,6038
Rango	2,2500	2,0000	1,5000
Mínimo	-3,2500	-2,0000	-1,0000
Máximo	-1,0000	0,0000	0,5000
Suma	-121,7500	-19,7500	-19,0000
Cuenta	80,0000	80,0000	80,0000

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*

**Tablas: Evolución del astigmatismo en contra de la regla en pacientes miopes.**

**(Preoperatorio vs. Postoperatorio)**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 2m
Media	-1,5219	-0,2469
Varianza	0,3373	0,1353
Observaciones	80,0000	80,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,1448	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	79,0000	
Estadístico t	-17,7935	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6644	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9905	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 2 es de 2 meses.*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 1a
Media	-1,5219	-0,2375
Varianza	0,3373	0,1391
Observaciones	80,0000	80,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,4031	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	79,0000	
Estadístico t	-20,9108	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6644	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9905	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 1a es del año.*

## **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO OBLICUO EN PACIENTES CON MIOPIA**

La media de astigmatismo oblicuo preoperatorio era de -1,83 D, con desviación estándar de 0,75 D y el rango entre 0,00 y 2,75 D.

A los dos meses de la operación, los valores oscilaban entre 0,00 y 1,00, con un media de -0,30 D, y una desviación estándar de 0,36. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio (-1,53 D) fue significativa ( $p = 0,000$ ).

En el último control, efectuado al año de la operación, el cilindro refractivo tenía una media de -0,24 D, con desviación estándar de 0,33 y rango de 0,00 a 1,00 D. La diferencia de la media respecto al preoperatorio (-1,59 D) fue significativa ( $p=0,000$ ).

**Tabla: Evolución del astigmatismo oblicuo en pacientes miopes.**

	<b>Cil 0</b>	<b>Cil 2m</b>	<b>Cil 1a</b>
Media	-1,8352	-0,3011	-0,2443
Error típico	0,1144	0,0543	0,0511
Mediana	-1,6250	0,0000	0,0000
Moda	-1,0000	0,0000	0,0000
Desviación estándar	0,7586	0,3600	0,3388
Varianza de la muestra	0,5754	0,1296	0,1148
Curtosis	-0,3459	-1,2305	-0,4320
Coefficiente de asimetría	-0,6893	-0,6031	-0,9826
Rango	2,7500	1,0000	1,0000
Mínimo	-3,7500	-1,0000	-1,0000
Máximo	-1,0000	0,0000	0,0000
Suma	-80,7500	-13,2500	-10,7500
Cuenta	44,0000	44,0000	44,0000

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*



### **Tablas: Evolución del astigmatismo oblicuo en pacientes miopes.**

**(Preoperatorio vs. Postoperatorio)**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 2m
Media	-1,8352	-0,3011
Varianza	0,5754	0,1296
Observaciones	44,0000	44,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,0901	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	43,0000	
Estadístico t	-12,5660	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6811	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0167	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 2m es a los 2 meses*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 1a
Media	-1,8352	-0,2443
Varianza	0,5754	0,1148
Observaciones	44,0000	44,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,3413	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	43,0000	
Estadístico t	-14,7080	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6811	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0167	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 1a es del año.*

## **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO A FAVOR DE LA REGLA EN PACIENTES CON HIPERMETROPÍA**

La media de astigmatismo a favor de la regla preoperatorio era de -2,83 D, con desviación estándar de 1,51 D y el rango entre 0,00 y 6,5 D.

A los dos meses de la operación, los valores oscilaban entre 0,00 y 3,25, con un media de -0,57 D, y una desviación estándar de 0,64. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio (-2,26 D) fue significativa ( $p = 0,000$ ).

En el último control, efectuado al año de la operación, el cilindro refractivo tenía una media de -0,40 D, con desviación estándar de 0,69 y rango de 0,00 a 4,00 D. La diferencia de la media respecto al preoperatorio (-2,43 D) fue significativa ( $p=0,000$ ).

**Tabla: Evolución del astigmatismo a favor de la regla en pacientes hipermétropes.**

	<b>Cil 0</b>	<b>Cil 2m</b>	<b>Cil 1a</b>
Media	-2,8343373	-0,572289	-0,406626506
Error típico	0,16660	0,07074	0,076747786
Mediana	-2,75	-0,5	-0,5
Moda	-1	0	0
Desviación estándar	1,517819	0,64454	0,699205607
Varianza de la muestra	2,30377	0,415442	0,488888481
Curtosis	-0,242802	0,244044	2,573749722
Coeficiente de asimetría	-0,57770	-0,681904	0,961877939
Rango	6,5	3,25	4
Mínimo	-7,5	-2,5	-1,75
Máximo	-1	0,75	2,25
Suma	-235,25	-47,5	-33,75
Cuenta	83	83	83

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*

**Tablas: Evolución del astigmatismo a favor de la regla en pacientes hipermétropes.**

**(Preoperatorio vs. Postoperatorio)**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 2m
Media	-2,8343	-0,5723
Varianza	2,3038	0,4154
Observaciones	83,0000	83,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,1402	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	82,0000	
Estadístico t	-13,1796	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6636	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9893	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 2m es a los 2 meses.*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 1a
Media	-2,8343	-0,4066
Varianza	2,3038	0,4889
Observaciones	83,0000	83,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,0586	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	82,0000	
Estadístico t	-12,9500	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,6636	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9893	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 1a es del año.*

## **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO EN CONTRA DE LA REGLA EN PACIENTES CON HIPERMETROPÍA**

La media de astigmatismo en contra de la regla preoperatorio era de -1,86 D, con desviación estándar de 0,81 D y el rango entre 0,00 y 2,5 D.

A los dos meses de la operación, los valores oscilaban entre 0,00 y 11,25, con un media de 0,70 D, y una desviación estándar de 0,51. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio (-1,16D) fue significativa ( $p = 0,016$ ).

En el último control, efectuado al año de la operación, el cilindro refractivo tenía una media de -0,47 D, con desviación estándar de 0,51 y rango de 0,00 a 1,5 D. La diferencia de la media respecto al preoperatorio (-1,39 D) fue significativa ( $p=0,000$ ).

**Tabla: Evolución del astigmatismo en contra de la regla en pacientes hipermétropes.**

	Cil 0	Cil 2m	Cil 1a
Media	-1,863636364	0,704545455	-0,477272727
Error típico	0,24625291	0,93712458	0,156141491
Mediana	-1,75	0	-0,5
Moda	-1,75	0	0
Desviación estándar	0,816728507	3,108090615	0,517862741
Varianza de la muestra	0,667045455	9,660227273	0,268181818
Curtosis	0,834172546	10,54093437	0,080975294
Coefficiente de asimetría	-1,22839497	3,214908328	-0,972325356
Rango	2,5	11,25	1,5
Mínimo	-3,5	-1,25	-1,5
Máximo	-1	10	0
Suma	-20,5	7,75	-5,25
Cuenta	11	11	11

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*



**Tablas: Evolución del astigmatismo en contra de la regla en pacientes hipermétropes.**

**(Preoperatorio vs. Postoperatorio)**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 2m
Media	-1,8636	0,7045
Varianza	0,6670	9,6602
Observaciones	11,0000	11,0000
Coefficiente de correlación de Pearson	0,2932	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	10,0000	
Estadístico t	-2,8650	
P(T<=t) una cola	0,0084	
Valor crítico de t (una cola)	1,8125	
P(T<=t) dos colas	0,0168	
Valor crítico de t (dos colas)	2,2281	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 2m es a los 2 meses.*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 1a
Media	-1,8636	-0,4773
Varianza	0,6670	0,2682
Observaciones	11,0000	11,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,0510	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	10,0000	
Estadístico t	-4,8683	
P(T<=t) una cola	0,0003	
Valor crítico de t (una cola)	1,8125	
P(T<=t) dos colas	0,0007	
Valor crítico de t (dos colas)	2,2281	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 1a es del año.*

## **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO OBLICUO EN PACIENTES CON HIPERMETROPIA**

La media de astigmatismo oblicuo preoperatorio era de -2,81 D, con desviación estándar de 1,06 D y el rango entre 0,00 y 3,00 D.

A los dos meses de la operación, los valores oscilaban entre 0,00 y 1,75, con un media de -0,72 D, y una desviación estándar de 0,64. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio (-2,09 D) fue significativa ( $p = 0,000$ ).

En el último control, efectuado al año de la operación, el cilindro refractivo tenía una media de -0,75 D, con desviación estándar de 0,46 y rango de 0,00 a 1,75 D. La diferencia de la media respecto al preoperatorio (-2,09 D) fue significativa ( $p=0,000$ ).

**Tabla: Evolución del astigmatismo oblicuo en pacientes hipermétropes.**

	Cil 0	Cil 2m	Cil 1a
Media	-2,8125	-0,729166667	-0,75
Error típico	0,306379456	0,185808872	0,134135842
Mediana	-3	-0,75	-0,75
Moda	-3	0	-0,75
Desviación estándar	1,061329569	0,643660813	0,464660189
Varianza de la muestra	1,126420455	0,414299242	0,215909091
Curtosis	-0,82549	-1,524122645	1,538781163
Coefficiente de asimetría	-0,2454153	-0,110173377	-0,203884138
Rango	3	1,75	1,75
Mínimo	-4,5	-1,75	-1,75
Máximo	-1,5	0	0
Suma	-33,75	-8,75	-9
Cuenta	12	12	12

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*

**Tablas: Evolución del astigmatismo oblicuo en pacientes hipermétropes.**

**(Preoperatorio vs. Postoperatorio)**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0	Cil 2m
Media	-2,8125	-0,7292
Varianza	1,1264	0,4143
Observaciones	12,0000	12,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,0853	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	11,0000	
Estadístico t	-6,0472	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,7959	
P(T<=t) dos colas	0,0001	
Valor crítico de t (dos colas)	2,2010	

*Cil 0 es preoperatorio y Cil 2m es a los 2 meses.*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	Cil 0 o	Cil 1a 0
Media	-2,8125	-0,7500
Varianza	1,1264	0,2159
Observaciones	12,0000	12,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,2419	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	11,0000	
Estadístico t	-6,8008	
P(T<=t) una cola	0,0000	
Valor crítico de t (una cola)	1,7959	
P(T<=t) dos colas	0,0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2,2010	

*Cil 0 es preoperatorio, Cil 2 es de 2 meses y Cil 1a es del año.*

## RESULTADOS FUNCIONALES

### **EVOLUCIÓN DEL ASTIGMATISMO REFRACTIVO**

Aquellos pacientes miopes con astigmatismo *a favor de la regla* preoperatorio presentan un rango de 0,00 a 5,00 en unidades decimales y su media es de 0,95, con una desviación estándar de 1,04. En el postoperatorio de 2 meses presentan un rango de 0,00 a 4,00 y su media es de 0,27, con una desviación estándar de 0,44. Al control anual un rango de 0,00 a 3,50, con una media de -0,32 y una desviación estándar de 0,41. En ambos controles la diferencia de la media respecto al preoperatorio fue significativa ( $p = 0,000$ ).

El astigmatismo *a favor de la regla* preoperatorio en pacientes hipermétropes es de rango 0,00 a 3,25, con una media de -0,57 y desviación estándar de 0,64. El astigmatismo *a favor de la regla* preoperatorio en pacientes hipermétropes es de rango 0,00 a 6,50, con una media de 2,83 y desviación estándar de 1,51. Al control postoperatorio anual un rango de 0,00 a 4,00, con una media de -0,40 y una desviación estándar de 0,69. A los dos meses y al año la diferencia de la media respecto al preoperatorio fue significativa ( $p = 0,000$ ).

Los casos miopes con astigmatismo *en contra de la regla* preoperatorio presentan un rango de 0,00 a 2,25 con una media de -1,52 y con una desviación estándar de 0,58. En el postoperatorio de 2 meses presentan un rango de 0,00 a 2,00 y su media es de -0,24, con una desviación estándar de 0,36. Al control anual un rango de 0,00 a 1,50, con una media de -0,23 y una desviación estándar de 0,37. La diferencia de la media respecto al preoperatorio fue significativa ( $p = 0,000$ ).

También los hipermétropes con astigmatismo *en contra de la regla* preoperatorio presentan un rango de 0,00 a 2,50 con una media de -1,86 y con una desviación estándar de 0,81. A los 2 meses el rango es de 0,00 a 11,25 y su media es de 0,70, con una desviación estándar de 0,51. En la visita del año: un rango de 0,00 a 1,50, con una media de -0,47 y una desviación estándar de 0,51. La diferencia de la media respecto al valor preoperatorio es, como era de esperar, significativa ( $p = 0,000$ ).

Casos con astigmatismo *oblicuo* preoperatorio y miopía presentan un rango de 0,00 a 2,75, media es de 1,83, con una desviación estándar de 0,75. A los 2 meses presentan un rango de 0,00 a 1,00 y su media es de -0,3, con una desviación estándar de 0,36. Al control anual un rango de 0,00 a 1,00, con una media de -0,24 y una desviación estándar de 0,33. En ambos controles la diferencia de la media respecto al preoperatorio fue significativa ( $p = 0,000$ ).

Los pacientes hipermétropes que presentaban astigmatismo *oblicuo* preoperatorio tienen un rango de 0,00 a 3,00, con una media de -2,81 y con una desviación estándar de 1,06. En la visita postoperatoria de los 2 meses presentan un rango de 0,00 a 1,75, su media es de 0,72 y con una desviación estándar de 0,64. Al control anual un rango de 0,00 a 1,75, con una media de -0,75 y una desviación estándar de 0,46. En los controles la diferencia de la media respecto al preoperatorio fue significativa ( $p = 0,000$ ).



## DISCUSIÓN

La queratomileusis in situ asistida por láser (LASIK) es una técnica eficaz para el tratamiento de los errores de refracción, sobretodo para los esféricos. Los defectos astigmáticos son más difíciles de corregir con LASIK que los esféricos puros.

Analizando los resultados refractivos del cilindro a favor de la regla preoperatorio y postoperatorio de los distintos controles de seguimiento de los pacientes miopes, observamos una mejoría que osciló desde -1,68 D astigmáticas en el postoperatorio del control de los 2 meses hasta -1,63 D al cabo de un año, se mantiene la mejoría respecto al preoperatorio. Así que se mantiene estable el descenso del astigmatismo hasta el año de seguimiento. En el caso de hipermétropes (2 meses -2,26 y al año -2,43) también se mantiene estable la corrección astigmática con el tratamiento.

La mejoría astigmática en aquellos ojos miopes y con astigmatismo en contra la regla se mantiene muy estable en el tiempo (es de -1,28 a los 2 meses y -1,29 al año). En los hipermétropes con el mismo tipo de astigmatismo la mejoría a los 2 meses es de -1,16 mientras que al año es de -1,39.

Para el astigmatismo oblicuo la corrección astigmática post LASIK también se mantiene durante el tiempo de seguimiento del estudio tanto en miopes (-1,53 a los 2 meses y -1,59 al año) como en hipermétropes (-2,09 a los 2 meses y al control anual).

En los resultados de este trabajo para analizar el componente astigmático refractivo, aparece un gran descenso con una media en el preoperatorio y las medias de los controles sucesivos (a los 2 meses y al año). Así los valores sucesivos para miopes con astigmatismo a favor de la regla son de 1,95 preoperatorio, 0,27 (a los 2 meses) y -0,32 al año de la cirugía. Otros ejemplos con medias (preoperatorias-2 meses-1 año) son los miopes con astigmatismo en contra de la regla (-1,52, -0,24 y -0,23) u oblicuos (1,83, -0,3 y -0,24). La evolución de las medias en aquellos pacientes hipermétropes sometidos a LASIK con astigmatismos a favor de la regla (2,83, -0,57 y -0,40) en contra de la regla (-1,86, 0,70 y -0,47) y los oblicuos (-2,81, 0,72 y -0,75).

La necesidad de corregir defectos refractivos de los pacientes depende de la sintomatología y de las demandas visuales. Las consideraciones ópticas son importantes en el manejo de los pacientes sometidos a cirugía queratorefractiva. Un buen conocimiento de las variables clave, como la forma de la córnea, el tamaño de la pupila, la superficie ocular, los errores esféricos y astigmáticos, las aberraciones de orden superior, el centrado del láser y el ángulo kappa, así como el astigmatismo corneal irregular, puede servir para optimizar los resultados visuales después de la cirugía.

## CONCLUSIONES

Según los resultados de nuestro estudio :

- La mejoría astigmática postoperatoria en aquellos ojos con astigmatismo (a favor, en contra y oblicuo) se mantiene muy estable a lo largo del tiempo en los controles sucesivos (tanto en miopes como en hipermetropes).

- En los resultados de este trabajo para analizar el componente astigmático refractivo, aparece un gran descenso entre la media en el preoperatorio y las medias de los controles sucesivos ( a los 2 meses y al año) en todos los tipos de astigmatismo estudiados.

-

## BIBLIOGRAFÍA

- Troutman RC, Buzard KA. Corneal Astigmatism: etiology, prevention, and Management. St. Louis: Mossby;1992
- Franciso Salado Marin. Astigmatismo, ponencia oficial de la Sociedad Española de Contactología, Madrid, 1987.
- Óptica Clínica. American Academy of Ophthalmology. Elsevier. 2007-2008.
- Cirugía Refractiva .American Academy of Ophthalmology. Elsevier. 2008-2009.
- Dr. J. Belmonte Martínez. Historia del astigmatismo. Microcirugía Ocular.Número 2. 2005
- Boxer Wacher BS. Effect of pupil size on visual function under monocular and binocular conditions in LASIK and non-LASIK patients. J Cataract Refract Surg. 2003;29;275-278.
- McDonald MB, Carr JD, Frantz JM, et al. Laser in situ keratomileusis for miopía up to – 11 diopters with up to -5 diopters of astigmatismo with the Summit Autonomus LADARVision excimer laser system. Ophthalmology. 2001;108;309-316.
- Salz JJ, Stevens CA; LADARVision LASIK Hiperopia Study Group. LASIK correction of spherical hyperopia, hyperopic astigmatism, and mixed astigmatism with the LADARVSION excimer laser system. Ophthalmology. 2002;109;1647-1656.
- El Maghraby A, Salah T, Waring GO III, Klyce S, Ibrahim O. Rabdomized bilateral comparison of excimer laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for 2.50 to 8.00 diopters of miopía. Ophthalmology. 1999;106:447-457.
- Casebeer JC, Kezirian GM. Outcomes of spherocylinder treatments in the comprehensive refractive surgery LASIK study. Semin Ophthalmol. 1998;13:71-78.
- Dimitri T.Azar, Cirugía Refractiva. 2ed.2008 Elseveier. Madrid