



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIIORES  
IZTACALA**

**CARRERA DE OPTOMETRIA**



## **IMPORTANCIA DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA CIRUGÍA LASIK**

**“TESIS PARA OBTENER LA LICENCIATURA EN OPTOMETRÍA”**

**SELENE RODRÍGUEZ SOTELO**

**DIRECTOR:  
MRV MARCELA LÓPEZ DE LA CRUZ**

**ASESOR:  
MRV BLANCA ELIZABETH GUZMÁN GRANADOS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a la UNAM, por permitirme ser parte de su historia al haberme formado académicamente, por llenarme de principios y valores para formar a la persona y la profesionalista que soy. Lo cual me llena de orgullo poder decir que forma parte de esta gran institución.

A mis profesores y maestros, por sus diversas formas de enseñanza, pero en especial a mi directora la MRV Marcela López de la Cruz y asesora la MRV Blanca Elizabeth Guzmán Granados por su apoyo y ayuda para la elaboración de esta tesis que es tan suya como mía.

A mi jefe y maestro el Dr. Jorge Granados Soto por creer en mí, en mi trabajo en el cual ya llevamos una década juntos, por otorgarme las herramientas para poder llevar a cabo esta tesis.

Esta tesis va dedicada a las personas más importantes en mi vida.

En primer lugar, a mis padres: Adrián y Lilia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por su apoyo incondicional, su paciencia, dedicación y sacrificios, muchos de mis logros se los debo a ustedes y este es uno más los amo.

A mi esposo Edgar: por creer en mi aun cuando yo lo dude, por tu paciencia (la cuál a sido mucha), tu amor y fe en mi, gracias por compartir un capitulo mas en este viaje llamado vida te amo.

A mis hermanos Cesar y Daniel: no importa la edad que tengamos me han hecho reír, llorar, hemos compartidos momentos inolvidables y este es uno de ellos los amo.

A mi hijo Máximo: posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que sepas que eres la razón de que me levante cada día a esforzarme por el presente y el mañana eres mi principal motivación, parte de todos mis éxitos y este es uno más te amo mi súper héroe



## INDICE GENERAL

MARCO DE REFERENCIA .....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
OBJETIVOS .....	5
CAPÍTULO I. DEFECTOS REFRACTIVOS .....	6
MIOPÍA.....	6
HIPERMETROPÍA.....	7
ASTIGMATISMO .....	8
CORRECCIÓN DE LAS AMETROPÍAS.....	10
CAPÍTULO II. CÓRNEA .....	12
EPITELIO .....	13
MEMBRANA DE BOWMAN.....	15
ESTROMA.....	16
MEMBRANA DE DESCEMET .....	17
ENDOTELIO .....	17
INERVACIÓN .....	17
TRANSPARENCIA CORNEAL .....	18
CORNEA Y LA CIRUGÍA REFRACTIVA.....	19
CAPÍTULO III. CIRUGÍA REFRACTIVA .....	21
QUERATOMILEUSIS IN SITU ASISTIDA POR LÁSER EXCIMER.....	21
EXCIMER LÁSER.....	22
TIPOS DE LASER .....	23
PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO.....	23
PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LASIK.....	24
CAPÍTULO IV. BIOMECÁNICA CORNEAL.....	25
BASES BIOLÓGICAS .....	25
BASES FÍSICAS .....	26
LÁSER EXCIMER Y BIOMECÁNICA CORNEAL.....	26
COMPLICACIONES.....	26
HIPÓTESIS .....	30
METODOLOGÍA.....	30
Criterios de inclusión .....	30

Criterios de exclusión .....	30
Técnicas y procedimientos .....	31
RESULTADOS.....	33
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.....	33
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA SEGÚN EL ERROR REFRACTIVO .....	34
ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUIRÚRGICOS .....	34
CAMBIOS TRAS TRATAMIENTO GÉNERO MASCULINO .....	34
CAMBIOS TRAS TRATAMIENTO GÉNERO FEMENINO.....	37
DISCUSIÓN .....	40
DISCUSIÓN DEL MATERIAL .....	40
DISCUSIÓN MÉTODO .....	41
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	41
CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	47
PATRÓN TOPOGRÁFICO PREOPERATORIO .....	47
SCREENING .....	49

## **FIGURAS**

Figura 1 Miopía	7
Figura 2 Hipermetropía	8
Figura 3 Conoide de Sturm	9
Figura 4 Capas de la cornea	13
Figura 5 uniones de las células epiteliales	14
Figura 6 membrana basal	15

## **TABLAS**

TABLA 1 MEDIDAS FÍSICAS Y PROPIEDADES ÓPTICAS DE LA CÓRNEA	12
TABLA 2 TIPOS DE COLÁGENO	16

## GRÁFICOS

Gráfico 1 Genero	33
Gráfico 2 Promedio de edad por género	33
Gráfico 3 Agudeza visual género masculino	34
Gráfico 4 Espesor corneal género masculino	35
Gráfico 5 Curvatura corneal género masculino	36
Gráfico 6 Esférico equivalente género masculino	36
Gráfico 7 Agudeza visual género femenino	37
Gráfico 8 Espesor corneal género femenino	38
Gráfico 9 Curvatura corneal género femenino	38
Gráfico 10 Esférico equivalente género femenino	39

## MARCO DE REFERENCIA

La cirugía refractiva (LASIK) ha tenido notables cambios en los últimos 10 años alcanzando excelentes resultados postoperatorios, por este motivo sea considerado una cirugía estética, haciendo al LASIK la técnica quirúrgica de primera elección, permitiendo resultados satisfactorios en la corrección de miopías hipermetropías y astigmatismos.

Los errores refractivos tienen una alta prevalencia en la población general; por ende, la necesidad de utilizar una corrección óptica para realizar las actividades diarias.

En la mayoría de los casos, se obtienen una visión satisfactoria mediante el uso de anteojos convencionales y/o lentes de contacto.

Sin embargo, existen pacientes que ya no toleran sus lentes de armazón o de contacto debido a situaciones que se presentan al utilizar estos mismos en el día a día, tales como infecciones causadas por una mala manipulación de los lentes de contacto, descuidos al utilizar lentes de armazón, un desempeño laboral mermado a causa de la utilización de los mismos, ya que existen actividades físicas que no se pueden realizar correctamente por temor a dañar los lentes ya sean de contacto o armazón. Por tales motivos estas personas se encuentran en la necesidad de recurrir a una vida diaria en donde no tengan que ocupar sus lentes y optan por la cirugía refractiva.

La demanda a la cirugía refractiva ha hecho que no se tengan en consideración los criterios de selección adecuados según cada técnica utilizada, obteniendo un porcentaje de complicaciones del 1 al 5%; mientras que, ocupando las técnicas adecuadas y los estudios preoperatorios, quirúrgicos y postoperatorios correctos, se tiene una disminución considerable, situándose en apenas un 0.74% de complicaciones, mismo que sigue una tendencia a la baja con el tiempo de la mano de las nuevas tecnologías. (2)

Los criterios de selección que debe cumplir un paciente que se valora para una cirugía refractiva son : a) La estabilidad refractiva mínima de 6 meses, b) Un examen oftalmológico que incluya la determinación de la AV (Agudeza Visual) con corrección, así como sin corrección, c) La refracción bajo ciclopejia, d) El espesor corneal por Paquimetría ultrasónica ( a 500 micrómetros) ,e) La topografía corneal (curvaturas corneales no menores de 37D y no mayores de 48D), f) El examen de lámpara de hendidura, g) El examen de fondo de ojo, h) Pacientes mayores de 21 años y libres de alteraciones oculares, con miopías de -0.50D a 11D, con hipermetropías de +5.00D y astigmatismo de 6D, i) Diámetro pupilar escotópico de 8mm j) shimer basal mayor a 10mm; en cuanto al área quirúrgica según el error refractivo se debe de tomar en cuenta: la cantidad de ablación, j) El tipo de anillo de succión y cabezal. (2).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, esta tesis pretende observar y estudiar si los criterios de selección utilizados en la cirugía refractiva (LASIK) son los adecuados

y/o en su caso, considerar nuevos factores, así como iniciativas de mejora y su implementación con el fin de optimizar la intervención quirúrgica.

El estudio de caso en donde se llevará a cabo este proyecto es la clínica de cirugía refractiva “Oftalmología Laser Guadalajara”; ubicada en Zapopan, Estado de Jalisco

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La respuesta corneal a la cirugía refractiva ha sido ampliamente estudiada; a pesar de los avances diagnósticos y de la creciente exigencia de los criterios para considerar a los sujetos aptos a cirugía refractiva LASIK, todavía existen complicaciones a largo plazo que no se consiguen evitar, así pues siguen apareciendo casos no explicados de ectasias corneales tras tratamiento LASIK en pacientes sin factores de riesgo evidentes (patología corneal previa, un corte profundo no programado, ablación corneal excesiva y asfericidad corneal anormal).

Es por ello que se considera necesario saber si los criterios de selección empleados en la clínica de cirugía refractiva “Oftalmología Láser Guadalajara” son los adecuados y correctos para evitar resultados desalentadores, los cuales pueden causar efectos negativos en la visión, así como en la calidad de vida de los pacientes.

## OBJETIVOS

- Determinar si los métodos de selección empleados en la clínica de cirugía refractiva “OFTALMOLOGÍA LÁSER GUADALAJARA” son los adecuados al seleccionar a los candidatos a cirugía refractiva (LASIK).
- Describir los resultados y posible estabilidad de la mejor agudeza visual postoperatoria y mejor agudeza visual preoperatoria con corrección.
- Determinar los cambios queratométricos y el equivalente esférico durante el seguimiento postoperatorio.
- Describir la posible estabilidad postoperatoria del valor paquimétrico alcanzado con la cirugía.
- Proponer iniciativas de mejora en los criterios de selección en caso, de que los resultados indiquen que los criterios empleados en la clínica no sean los correctos.

## CAPÍTULO I. DEFECTOS REFRACTIVOS

El ojo humano es considerado un sistema óptico capaz de formar sobre la retina imágenes invertidas de objetos que se encuentra a diversas distancias. Los rayos luminosos llegan a la retina tras haber incidido en la córnea, humor acuoso, cristalino y vítreo.

Debido a los diferentes índices de refracción de cada uno de estos medios, los rayos alteran su dirección a medida que los atraviesan.

La **emotropía** es el estado refractivo del ojo fisiológicamente normal, en la cual los rayos luminosos que llegan paralelos de un objeto distante, con la acomodación relajada, quedado relajado en el plano de la retina la cual dan una imagen nítida del objeto.

La **ametropía** es el estado refractivo del ojo donde los rayos provenientes de un objeto distante enfocan por detrás o delante del plano de la retina dando como resultado la imagen borrosa del objeto. Los errores refractivos son:

- a) Esféricos: miopía e hipermetropía.
- b) Esfero-cilíndricos: astigmatismo. (14)

### MIOPÍA

La miopía es el estado refractivo donde los rayos provenientes del infinito se focalizan en un punto antes de la retina; la principal manifestación clínica es la disminución de la agudeza visual, principalmente para visión de lejos. Los pacientes pueden ver de cerca a cierta distancia de acuerdo al grado de error refractivo.

En la actualidad aún no se conoce la etiología de la miopía, pero existen distintos factores que intervienen en su desarrollo: a) factores hereditarios, b) el uso excesivo de la acomodación y la de privación visual. Desde el punto de vista óptico la miopía puede ser:

- a) *Axial* es la más frecuente, particularmente en las miopías intensas. Es debida a un incremento del eje anteroposterior del ojo, acompañado de una curvatura corneal normal o elevada
- b) *De curvatura* puede deberse a un aumento de la curvatura de la córnea o el cristalino. El aumento de la curvatura corneal aparece en situaciones patológicas como las ectasias corneales. El aumento de la curvatura del cristalino es poco frecuente, puede aparecer en situaciones de lenticono anterior o posterior, esferofaquia o microfaquia.
- c) *De índice* la alteración del índice de refracción del cristalino es el responsable del desarrollo de miopía. Se da en los casos de esclerosis nuclear, y miopía diabética. (1)

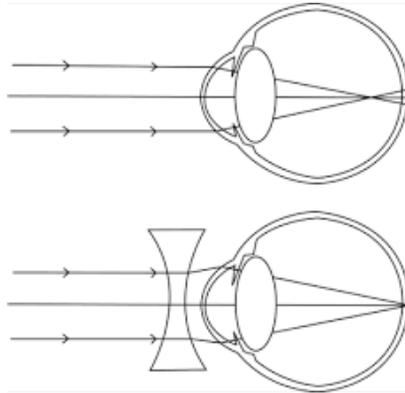


Figura 1 Miopía

## HIPERMETROPÍA

Es el estado refractivo del ojo en el cual los rayos luminosos paralelos que llegan de un objeto distante, estando la acomodación relajada no quedan enfocados en la retina, sino detrás de esta, formando en la retina un círculo de difusión que ocasiona una imagen borrosa.

El punto remoto de un ojo es aquel que coincide con la retina cuando la acomodación está inactiva. En la hipermetropía, los rayos proceden de un punto en la retina son divergentes al salir de ojo y convergen en un punto virtual detrás de la retina, que es el punto remoto. En retinoscopia los rayos reflejados de la retina son divergentes al salir del ojo.

Para mejorar la visión del ojo hipermetrope debe de aumentar el poder de convergencia mediante la acomodación o lentes positivas (convergentes o convexas).

Esta se clasifica en tres grados:

- a) Baja: de 1 a 3 dioptrías
- b) Moderada: de 3 a 6 dioptrías
- c) Alta: más de 6 dioptrías
- d) Por estructura:
  - *Axial*: eje antero posterior corto que se suele asociar a ojos pequeños, si solo se tuviera en cuenta la longitud axial aproximadamente, cada milímetro de acortamiento representaría a 3 D de hipermetropía.
  - *Curvatura*: Menos frecuente dada por la por la disminución de la curvatura de la córnea puede ser congénita, cada milímetro de radio de curvatura de la córnea equivale a 6D de hipermetropía.

- *Índice:* Se debe generalmente al cristalino. Esta disminución del índice de refracción del cristalino se produce de forma fisiológica por la edad.

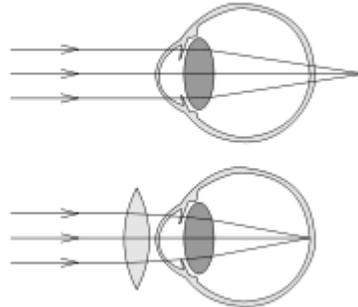


Figura 2 Hipermetropía

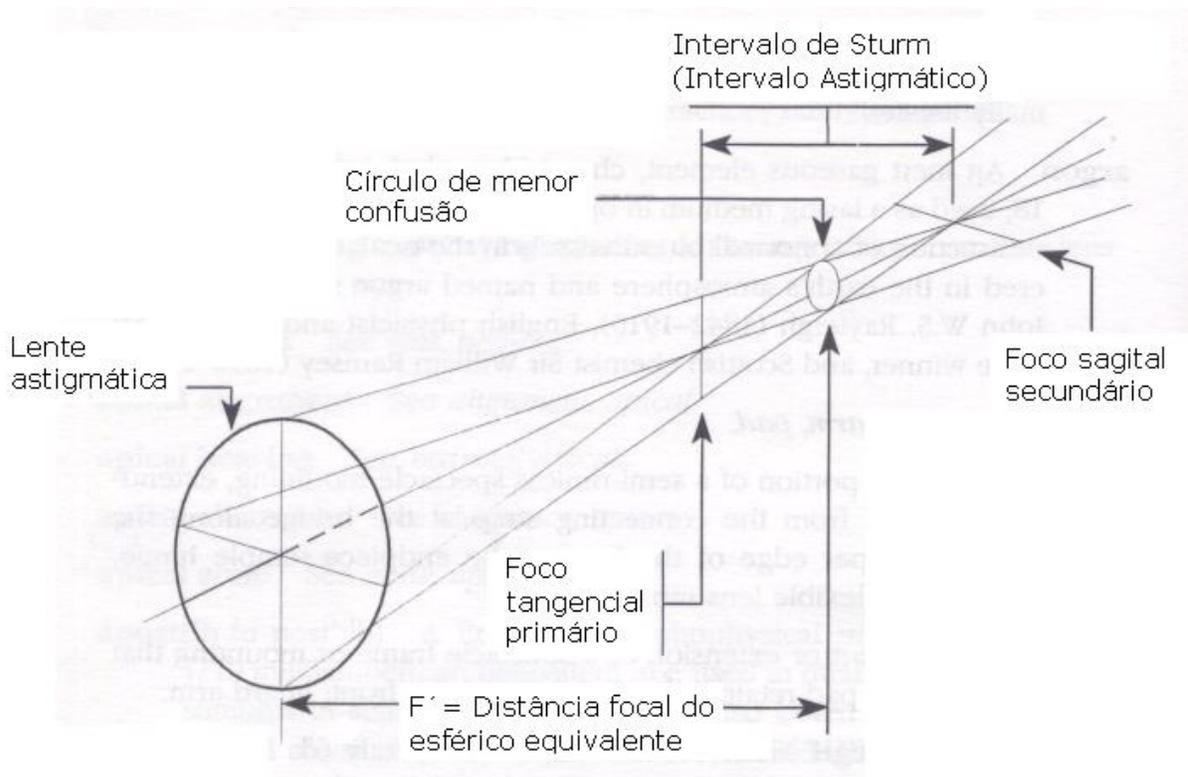
Sea cual sea la causa, el ojo hipermetrope no tiene el poder óptico suficiente para su longitud axial. Para enfocar adecuadamente necesitas unas lentes convergentes o bien el aumento de convergencia que produce la acomodación. (1)

## ASTIGMATISMO

Es la condición refractiva en la que el sistema óptico del ojo no es capaz de formar un foco puntual de luz en la retina, a partir de un objeto puntual. Esto se produce porque los meridianos del sistema óptico no refractan la luz en el mismo punto. En el ojo astigmata aparece un meridiano de máxima potencia y uno de mínima. Estos se denominan meridianos principales y son perpendiculares entre sí en los denominados astigmatismos regulares, mientras que no lo son en los astigmatismos irregulares.

El eje del astigmatismo indica la orientación de los meridianos principales, de modo que el astigmatismo se identifica por su poder dióptrico, y por su eje, que será paralelo al meridiano de menor potencia en los astigmatismos regulares. El eje se cuantifica entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ .

En un sistema astigmático no se puede utilizar un punto lejano como objeto, sino que se utilizará dos líneas ortogonales: la imagen no será puntual sino dos líneas focales perpendiculares entre sí, y al mismo tiempo perpendiculares a los meridianos que las generan. La más próxima al sistema es la de mayor refracción, mientras que la más lejana es la de menor refracción. La imagen que se producirá por el trazo de los rayos del sistema astigmático se denomina Conoide de Sturm. (1)



**Figura 3 Conoide de Sturm**

Son múltiples las clasificaciones del astigmatismo según el punto de vista que se consideren:

Según el eje que formen entre sí los meridianos principales puede ser:

A) Regular: Es aquel en que los meridianos principales forman un ángulo de  $90^\circ$  este a su vez se clasifica:

a) Simple: uno de los focos se encuentra en la retina y el otro se puede situar por delante o por detrás de esta; si el foco amétrope se sitúa delante de la retina, se conoce como astigmatismo miópico simple y si cae detrás de esta se le conoce como astigmatismo hipermetròpico simple.

b) Compuesto: En este caso ninguno de los puntos focales cae en la retina, sino que ambas se sitúan adelante o atrás de ella. El primer caso se le conoce como astigmatismo miópico compuesto y el segundo como astigmatismo hipermetròpico compuesto.

c) Mixto: en este un foco es miope y otro hipermetrope es decir uno cae delante de retina y el otro detrás.

d) Con la regla, en este caso la curvatura del meridiano vertical es mayor que la del meridiano horizontal. El eje de este astigmatismo suele estar a  $0^\circ / 180^\circ$ .

e) Contra la regla. La curvatura del meridiano horizontal es mayor que el meridiano vertical, en este caso el eje se sitúa a  $90^\circ$ ; aunque también se considera contra la regla aquellos que comprenden entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$

f) Oblicuo: será aquel en el cual los meridianos principales se encuentran entre  $45^\circ (+ - 15^\circ)$  y  $135^\circ (+ - 15^\circ)$ .

B) Irregular: Los meridianos principales no son perpendiculares y la potencia a lo largo de uno de los meridianos no es igual. Por lo tanto, no se consigue una corrección que compense el astigmatismo en su totalidad.

En los pacientes con astigmatismo la visión será mala tanto de lejos como de cerca, y a su vez esto dependerá de la cantidad de astigmatismo, y si es miópico o hipermetrópico. Gracias a la acomodación, que tiene como objetivo llevar el círculo de menor confusión a la retina mejora la nitidez de los objetos. No todos los astigmatismos mejoran con la acomodación. (1)

## CORRECCIÓN DE LAS AMETROPÍAS

Las posibilidades de corrección de los defectos de refracción han puesto una auténtica revolución en las últimas décadas, logrando la calidad de vida y la visión de muchas personas.

La corrección de las ametropías con lentes ópticas (gafas) sigue siendo el método más empleado y pueden corregir de forma adecuada la mayoría de los defectos de refracción, a excepción de los astigmatismos irregulares y de algunas anisometropías. En función del defecto que se va a corregir se utiliza distintos tipos de lentes:

Divergentes en el caso de la miopía, convergentes para los hipermetropes y lentes tóricas en el caso de los astigmatismos.

Las lentes de contacto, además de su utilidad como correctoras de ametropías es ocasiones se usan con fines terapéuticos o estéticos. Existen distintos tipos de lentes en función su geometría y del material utilizado. Como ventajas a los anteojos ofrece la posibilidad de tratar anisometropías elevadas, aumentan la amplitud del campo visual nítido.

Además, según el tipo de material y de diseño consiguen regularizar la córnea, permitiendo una mejor agudeza visual como en el caso de astigmatismos irregulares y ectasias. Pero también existen una serie de inconvenientes asociados al uso de lentes de contacto como los problemas de adaptación, la necesidad de cuidados higiénicos y habilidad para su uso.

En la actualidad los pacientes ya no se conforman con la mejora de la agudeza visual, sino que también buscan la comodidad, estética y un tratamiento definitivo. El diseño de los tratamientos refractivos (lentes intraoculares, laser excimer) y la correcta indicación de los mismos, requieren un conocimiento sólido de los cambios

que sufren los parámetros oculares (equivalente esférico, astigmatismo, longitud axial, curvatura corneal, transparencia del cristalino, capacidad acomodativa) con la edad.

## CAPÍTULO II. CÓRNEA

La córnea es la estructura ocular de mayor poder refractivo del ojo humano, es una estructura avascular rodeada de fluidos, lágrima anteriormente y humor acuoso posteriormente. Representa una sexta parte de la circunferencia del ojo, tiene una forma oval y su diámetro es mayor en el meridiano horizontal. En su periferia gradualmente se transforma en esclera, siendo la zona de transición entre ambas estructuras el limbo. Sus medidas físicas y propiedades ópticas se pueden ver en la **Tabla 1.**

<b>Espesor central</b>	535 micrómetros
<b>Diámetro</b>	11.7mm (horizontal)x10.6mm
<b>Poder refractivo de la superficie anterior</b>	48.83 Dioptrías
<b>Poder refractivo de la superficie posterior</b>	-5.88 Dioptrías
<b>Poder refractivo total</b>	43.05 dioptrías
<b>Índice de refracción</b>	1.376
<b>Contenido en agua</b>	78%
<b>Contenido en colágeno</b>	15%
<b>Contenido de proteínas</b>	5%
<b>Radio de curvatura</b>	anterior:7.8mm, posterior: 6.2 -6.8mm

**Tabla 1 medidas físicas y propiedades ópticas de la córnea**

En la córnea se diferencian 5 capas que, desde su superficie anterior a la posterior son:

1. Epitelio
2. Membrana de Bowman
3. Estroma
4. Membrana de Descemet
5. Endotelio

Desde el 2003 en el estudio de Dua et al. Postula la existencia de una nueva capa denominada "Dua". La existencia de dicha capa aun no esta comprobada como se menciona en el articulo de C. E. de la Torre- González et al. Articulo publicado en el 2018 Aspectos clínicos, anatómicos y quirúrgicos de la córnea posterior. (39)

La córnea tienes dos funciones fundamentales:

1) Permitir la transmisión de la luz y, mediante, la refracción ayuda a la focalización en el fondo del ojo. Su poder refractivo representa las dos terceras partes de la refracción total del ojo.

2) Protección de las estructuras intraoculares.

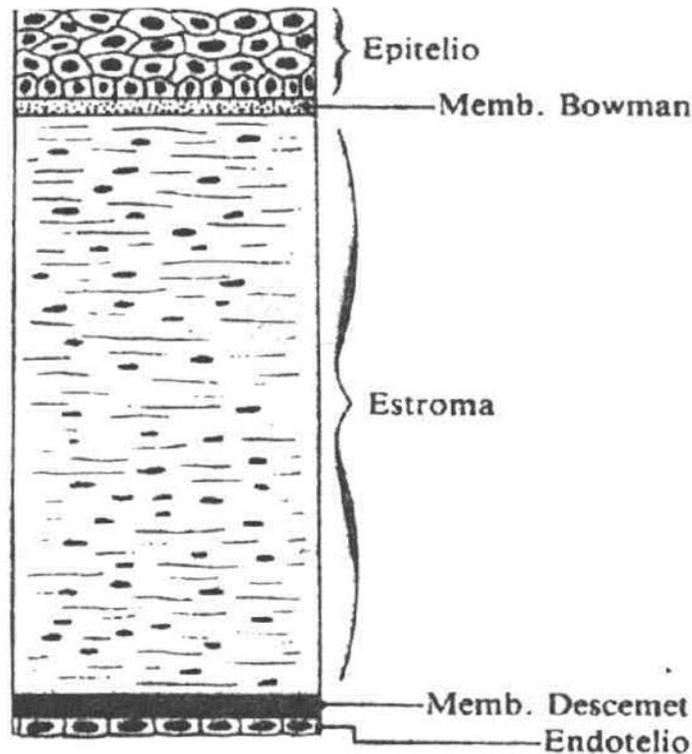


Figura 4 Capas de cornea

## EPITELIO

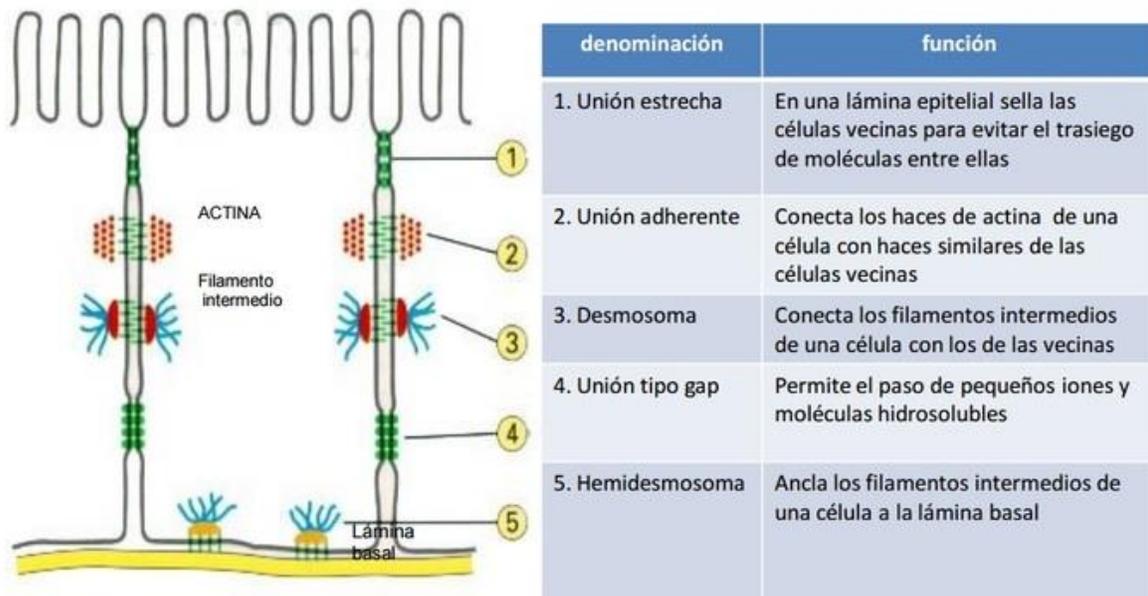
Es un epitelio estratificado compuesto de 5- 6 capas de células que aumenta 8-10 en su zona periférica.

Las células más superficiales son escamosas planas superpuestas, similares a las células epiteliales más superficiales de la piel, pero, a diferencia de estas no están queratinizadas. Las capas medias constan de células aladas - wing en inglés- o también llamadas paraguas- umbrella- en inglés- a medida que se acerca a las capas más profundas. La capa más interna (células basales) está formada por células columnares muy juntas.

Las células Epiteliales forman una capa de espesor uniforme (51 micrómetros), gran regularidad y están muy conectadas entre ellas a través de diferentes uniones su nombre y funciones son los siguientes:

- Uniones estrechas que ponen en contacto células vecinas e impiden el paso de moléculas entre ellas.
- Uniones adherentes que unen haces de actina entre células vecinas.
- Uniones Gap que permiten el paso de iones y pequeñas moléculas solubles en agua
  - Las superficies de las células forman extensiones que encajan en indentaciones correspondientes de células adyacentes y están conectadas por cuerpos de inserción (desmosomas).
  - Las células basales están conectadas con la membrana basal por hemidesmosomas.

Las células epiteliales contienen filamentos de queratina que las atraviesa y transportan fluidos (**Figura 5**), la redistribución de estos fluidos entre las células epiteliales centrales y medio periféricas parecen ser la causa del cambio del grosor epitelial.



**Figura 5** Uniones de las células epiteliales.

Entre las células columnares y la membrana de Bowman hay una membrana basal de 60 a 65 nm de espesor, (**figura 6**) que es similar a otras membranas basales en diversos tejidos. El epitelio central está exento de melanocitos y de células dendríticas presentadoras del antígeno (células de Langerhans) que, sin embargo, sí están presentes en el epitelio periférico.

La renovación del epitelio corneal se explica por medio del concepto de célula primordial (célula madre o Stem cell, en inglés) la cual está localizada en el epitelio basal del limbo corneal en los humanos estas células se encuentran protegidas por pigmentación y ubicadas en la palizada de vogt. Al dividirse en dos células una de ellas no pierde su condición primordial, y es la otra que por medio de mitosis que amplifica la división, mantiene línea hacia la diferenciación terminal. La célula que se va a diferenciar continúa dividiéndose y sufriendo migración centrípeta epitelio basal del limbo y, posteriormente, hacia la superficie, para terminar, descamándose en la lágrima (teoría del movimiento X, Z, Y Thoft y Friend). La migración centrípeta se calcula en 123 nm por semana y el ciclo de vida de las células epiteliales ha sido estimado en alrededor de 7 días.

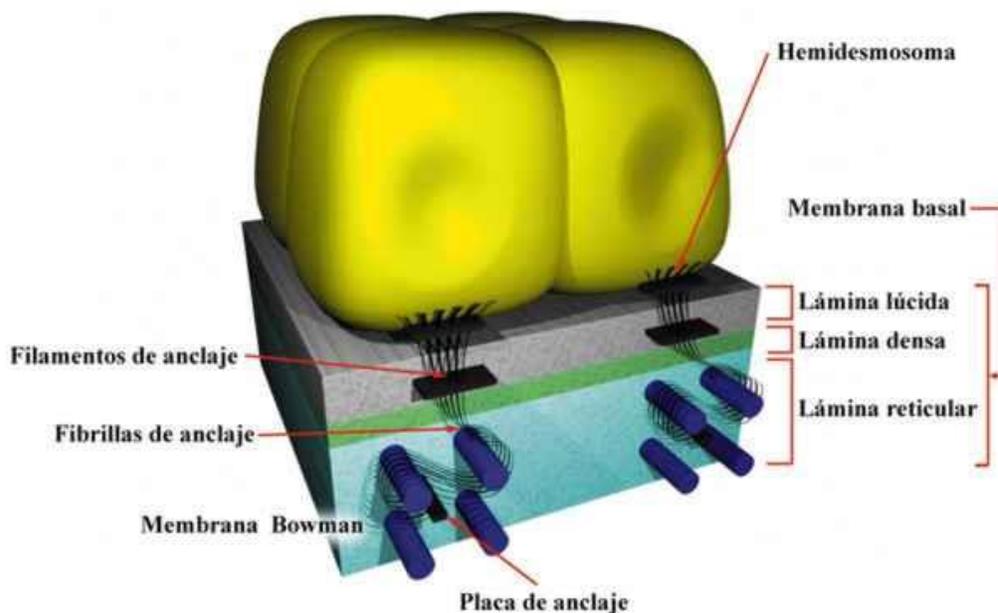


Figura 6 Membrana basal

## MEMBRANA DE BOWMAN

La membrana de Bowman es una capa de tejido transparente de aproximadamente 17 micrómetros. Se trata de una capa a celular hallada sólo en primates. Al microscopio electrónico parece estar constituido por fibras de colágeno Tipo I (**Tabla 2**). Está adherida a la membrana basal epitelial por fibras de colágeno Tipo IV. Tiene otras estructuras o proteínas que contribuyen a la compleja adherencia al epitelio incluyendo fibronectina. Esta capa no puede regenerarse.

<b>TIPO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
<b>I</b>	se encuentra abundantemente en la dermis, el hueso, tendón y la córnea. Se presenta en fibras estiradas de 20 a 100 nm de diámetro, agrupándolos para formar fibras de colágeno mayores. Sus subunidades mayores están constituidas por cadenas alfa de dos tipos, que difieren ligeramente en su composición de aminoácidos y en su secuencia.
<b>II</b>	se presenta en el cartílago, pero también se presenta en la córnea embrionaria y en la notocorda, en el núcleo pulposos, en el humor vítreo
<b>III</b>	abunda en el tejido conectivo laxo en las paredes de los vasos sanguíneos, la dermis de la piel, y en el estroma de varias glándulas.
<b>IV</b>	Es el colágeno que forma la lámina basal que subsyete en los epitelios. Es un colágeno que no se polimeriza en fibras si no que forma un fieltro de moléculas orientadas al azar, asociadas a proteoglicanos y con las proteínas estructurales lamina y fibronectina. Es sintetizado por las células epiteliales y endoteliales su función principal es la de sostén y filtración.
<b>V</b>	Presente en la mayoría del tejido intersticial. Se asocia al tipo I
<b>VI</b>	Presente en la mayoría del tejido intersticial. Sirve de anclaje de las células en su entorno se asocia con el tipo I
<b>VII</b>	Se encuentra en la lámina basal.
<b>VIII</b>	Presente en algunas células endoteliales.
<b>IX</b>	se encuentra en el cartílago articular maduro interactúa con el cartílago tipo II
<b>X</b>	Presente en el cartílago hipertrófico y mineralizado.
<b>XI</b>	se encuentra en el cartílago e interactúa con el tipo II y IX
<b>XII</b>	Presente en tejidos sometidos a altas tensiones, como los tendones, ligamentos. Interactúa con el tipo I y III
<b>XIII</b>	Es ampliamente encontrado como proteína asociada a la membrana celular. Interactúa con el tipo I y III

Tabla 2 Tipos de colágeno

## ESTROMA

El estroma o sustancia propia constituyen el 90% del espesor corneal. Tiene un grosor aproximado de 500 micrómetros y está formado por fibras de colágeno, queratinocitos y matriz.

El colágeno es fundamentalmente tipo I. El tipo II se encuentra en córnea embrionaria y los tipos V y VI se encuentran en pequeñas cantidades. El colágeno estromal está altamente organizado formando lamelas en red. Las fibras de colágeno formadas en cada lamela corren paralelas una a otras y van de limbo a limbo son de muy similar calibre (22-35 nm) y están uniformemente espaciadas (41 nm). La red lamelar presenta diferencias regionales, entrecruzando más

densamente en el tercio anterior que en los dos tercios posteriores, donde se disponen paralelas a la superficie corneal las láminas solo están adheridas laxamente entre sí.

La matriz extracelular está compuesta de colágeno y proteoglicanos que mantiene uniones entre las fibras de colágeno estromales. El estroma posterior presenta más proteoglicanos queratán sulfato (más hidrofílico), mientras que en el anterior es mayor la concentración de dermatán sulfato (menos hidrofílico).

El colágeno y los proteoglicanos son fabricados por fibroblastos (también conocidos como queratinocitos) su forma es plana de modo que ellos también se encuentran paralelos a la superficie y sus extensiones se entrelazan entre sí mediante uniones tipo Gap. Existen alrededor de 2,4 millones de queratinocitos y su densidad se estima que es un 30% mayor en el estroma anterior que en el posterior. Se sabe que participan en la estabilidad de las láminas y juegan un papel primordial en la cicatrización después de la cirugía refractiva.

## MEMBRANA DE DESCMET

La membrana de Descemet tiene entre 2 y 20 micrómetros de grosor. Se trata de la membrana basal del endotelio. En el nacimiento tiene un grosor aproximado de 3 micrómetros y crece una micra aproximadamente por década. La más anterior es la más vieja y también la menos uniforme. Es la parte fetal de la membrana.

Las irregularidades en la parte adulta de esta membrana se conocen con el nombre de córnea gutata, que ocasionalmente puede afectar a la salud del endotelio produciendo la distrofia endotelial de Fuchs una de las razones más comunes por las que se realiza queratoplastia. En la actualidad esta capa puede ser trasplantada mediante la técnica DSAEK.

## ENDOTELIO

Se trata de una capa única de células escamosas de unos 5 micrómetros de espesor. Son células predominantemente hexagonales con un área aproximada de 18 micrómetros; desde el nacimiento estas células no se reproducen. Su función es regular el fluido que entra a la córnea de la cámara anterior, con la edad hay pérdida de densidad endotelial mueren, las células vecinas rellenan el espacio modificando su tamaño (polimegatismo) y forma (pleomorfismo); se cree que el número de células endoteliales necesarias para mantener la transparencia corneal es de 700 a 1000 células por milímetro cuadrado.

## INERVACIÓN

La córnea está ricamente inervada por nervios sensitivos, los cuales derivan de los nervios ciliares, que son ramas terminales de la rama oftálmica del 5 par craneal;

estos entran a la córnea por las capas estromales media y anterior, corriendo hacia adelante en forma radial hacia el centro de la córnea: los nervios pierden su vaina de mielina hasta haber atravesado un mm de la córnea, dividiéndose en la membrana de Bowman y forman un plexo debajo del epitelio, más adelante las terminaciones nerviosas libres corren entre las células epiteliales.

Siendo uno de los tejidos más sensibles del cuerpo esta sensibilidad sirve para protegerla. Se calcula que hay una inervación sensitiva 300 veces mayor que la de la piel; se han detectado tres tipos de terminaciones nerviosas: 1) nociceptoras que responden a estímulos mecánicos, 2) polimodales, 3) de temperatura (frío), al ser dañadas esta terminación, no se recupera exactamente la sensibilidad específica anterior.

Los nervios craneales tienen dos funciones: 1) protecciones mediante los reflejos producidos en respuesta a la presión o a otros estímulos 2) los nervios juegan un papel trófico, su disminución o pérdida de función puede producir queratitis neuroparalítica.

## TRANSPARENCIA CORNEAL

La córnea transmite aproximadamente el 90% de luz del espectro visible y para que cumplir esta propiedad es necesaria la transparencia de la misma.

La resistencia mecánica de la córnea es proporcionada por su matriz de colágeno sin embargo existen otros tejidos en el organismo que no son transparentes a pesar de tener una composición de fibras de colágeno y sustancia fundamental similares a la del estroma

La ausencia de vasos sanguíneos y linfáticos, la ausencia de la vaina de mielina de los nervios corneales y la adecuada hidratación del estroma son factores determinantes para conservar la transparencia.

Los mecanismos implicados en la regulación de la hidratación del estroma corneal son:

La función de barrera del epitelio y del endotelio frente al movimiento de agua e iones al estroma. El epitelio aporta mayor resistencia a la difusión de electrolitos debido a las uniones estrechas entre las células epiteliales de las capas más superficiales. El endotelio a pesar de ser 200 veces más permeable a los electrolitos que el epitelio, todavía es 10 veces más resistente que el estroma.

La presión de hinchado del estroma, si se elimina el epitelio y el endotelio es 50-60mmHg con un espesor corneal normal y disminuye exponencialmente a medida que se engrosa. Y esto es debido a que los glucosaminoglucanos de la sustancia fundamental absorben agua, al estar cargados negativamente, mostrando tendencia a captar cationes para conservar la neutralidad. Se ha demostrado experimentalmente que la hidratación del estroma anterior es menor que el posterior

se cree que se debió a la diferente composición de proteoglicanos que existen en la zona.

El transporte iónico endotelial es el responsable de la deshidratación de la córnea gracias a procesos metabólicos activos. El transporte iónico del epitelio también desempeña cierto papel, pero de menor importancia.

La presión intra ocular en un ojo normal tiene un efecto ligero sobre el espesor del estroma, pero cuando se supera presión de hinchado estromal, aparece el edema epitelial. Si la función endotelial está comprometida, el edema aparece con cifras menores de presión intra ocular.

La evaporación de agua desde la superficie corneal provoca una hipertoncicidad de las lágrimas, que extraen agua de las células epiteliales y del estroma pudiendo provocar un adelgazamiento significativo del estroma, en ojos con flujo lagrimal o superficie ocular anormales.

## CORNEA Y LA CIRUGÍA REFRACTIVA

La superficie anterior de la córnea, y más concretamente la interface aire/película lagrimal es responsable del 60%/70% de la potencia óptica del ojo. La forma de la córnea afecta perpendicularmente a la situación refractiva del ojo. Debido a todo esto, podemos comprender por qué la mayoría de las formas de cirugía refractiva intentan modificar la curvatura de la córnea.

El concepto de cirugía ablativa implica que retirando cierta cantidad de tejido de la superficie anterior de la córnea se puede conseguir un cambio significativo en la refracción. Así pues, la miopía se trata mediante el aplanamiento de la curvatura central y el tratamiento de la hipermetropía es justo todo lo contrario.

Una correcta función óptica solamente es posible si se mantiene la transparencia de la córnea. Si se considera que la mayoría de las técnicas se realiza sobre la córnea central, se debe considerar la posibilidad de poner en peligro la visión por la cicatrización a este nivel.

Una lesión en el epitelio puede provocar pérdida de queratocitos subyacentes por apoptosis y los queratocitos restantes responden generando nuevos glucosaminoglucanos y colágeno en un grado que depende del defecto epitelial y de la profundidad de la lesión estromal. Un depósito anormal de glucosaminoglucanos y/o colágeno no lamelar en el estroma anterior es el responsable de la núbecula corneal o haze. La incidencia de haze es mayor en procedimientos quirúrgicos de superficie como PRK, LASEK, Epi-LASIK, mientras que la formación de haze no sucede en la interface del colágeno central tras el LASIK. Esto puede estar relacionado con la ausencia de lesiones y regeneración epitelial central en este procedimiento, lo que provoca escasa cicatrización, estromal en la herida periférica. Tras un procedimiento LASIK es posible la cicatrización

aberrante causada por una mala coaptación del colágeno, si se produce pliegues en el mismo o si crece epitelio en la interface.

## CAPÍTULO III. CIRUGÍA REFRACTIVA

La cirugía refractiva es un conjunto de técnicas quirúrgicas que tiene por objeto el tratamiento de los errores refractivos.

Los pacientes solicitan cirugía refractiva por diversas razones, los que opta por la cirugía LASIK, la motivación más frecuente es el deseo de reducir el uso de gafas o lentes de contacto; hay algunos que necesitan mejorar su agudeza visual no corregida por motivos profesionales. Otros padecen enfermedades oculares o sistémicas haciendo el uso de lentes de contacto difícil, la práctica de deportes o momentos de ocio sin la necesidad de las gafas o lentes de contacto y quizá el más importante la necesidad de mirarse al espejo sin ellos.

Las técnicas de cirugía refractivas están en constante desarrollo, en la última década, el LASIK ha reemplazado la queratotomía radial (QR) como el principal método para la corrección de la miopía, se han desarrollado lentes fáquicas para miopías e hipermetropías altas.

Las técnicas de cirugía refractiva para la corrección de miopía e hipermetropía y astigmatismo consiguen la emetropía modificando el sistema óptico del ojo. Existe al menos cinco métodos para modificar la curvatura corneal mediante las técnicas queratorefractivas: la incisión, el láser, métodos térmicos, implantes corneales, la cirugía lamelar sin Laser. Todas estas técnicas inducen a la modificación de la córnea al modificar el estroma corneal. En la cirugía incisional se realizan incisiones estromales precisas con la ayuda del bisturí, al abrirse estas incisiones modifican el contorno de la superficie corneal dando cambios en la potencia refractiva corneal. Los Láseres Excimer se utilizan para eliminar tejido estromal modificando así la curvatura corneal. Las técnicas que utilizan los métodos térmicos solo son utilizadas para la corrección de hipermetropía y presbicia. Los implantes corneales pueden introducirse en el estroma corneal para modificar la curvatura corneal. La cirugía lamelar sin laser remodela la córnea añadiendo o eliminando tejido corneal.

### QUERATOMILEUSIS IN SITU ASISTIDA POR LÁSER EXCIMER

La Queratomileusis fue introducida por José Ignacio Barraquer en 1964. La palabra proviene del griego y significa “esculpir la córnea” (*keratos*: córnea *smileusis*: esculpir). La técnica fue ideada para la corrección de ametropías altas y se basa en la modificar la curvatura anterior de la córnea, es decir el poder refractivo, cambiando el grosor corneal. A la relación entre la variación del espesor corneal y la curvatura de las superficies ópticas fue denominada “ley de los espesores” por Barraquer, la cual marca que la cara anterior de la córnea se en curva al adicionar tejido en su centro óptico o sustraerlo de la periferia, se aplana al sustraerlo del centro o adicionarlo a la periferia del vértice óptico. (32) La variación de la curvatura corneal en relación con la modificación del espesor, son mayores cuanto menor sea el diámetro de la intervención, menor cuanto mayor sea la zona óptica tratada.

Al introducirse el uso del Láser Excimer en la queratomileusis fue de gran avance para la mejora de las anteriores modalidades de queratomileusis al conseguir una ablación más precisa, con superficie corneal más lisa con buena calidad óptica. (4)

La queratomileusis in situ asistida por láser conocida con el acrónimo LASIK, se aplicó por primera vez en ojos miopes por Pallikaris. Se realiza un colgajo (Flap) entre 120 a 180 micrómetros de espesor de la superficie anterior de la córnea utilizando el microqueratomo. Este colgajo que histológicamente incluye, epitelio, membrana basal, estroma anterior es desplazado fuera del eje visual, para realizar la foto ablación directamente en el estroma expuesto con el Excimer Láser. Una vez realizado el pulido el colgajo es colocado en su lugar, manteniendo así la superficie corneal intacta, sin lesionar la membrana basal epitelial. (9)

En octubre de 1995 la FDA. (Food and Drugs Administración de los EEUU) aprobó el uso del láser excimer para la corrección de la miopía leve y moderada. Desde entonces la técnica Lasik ha supuesto un enorme avance en la corrección de las ametropías, con menor riesgo de opacidad corneal y regresión que las técnicas de superficie convirtiéndola en la técnica más prevalente en la actualidad

Este procedimiento se realiza bajo anestesia tópica. En pabellón quirúrgico aséptico en condiciones de ausencia de partículas. La duración aproximada es de 30 minutos, al cabo de los cuales los pacientes son dados de alta con protectores oculares y uso de antibióticos con antiinflamatorio y lubricante ocular.

## EXCIMER LÁSER

Proviene del término “dímero excitado”. La emisión del excimer láser tiene lugar tras la excitación, mediante una descarga eléctrica de alto voltaje, de un gas inerte (Argón) y un halógeno (Flúor) que se encuentran mezclados en pequeñas cantidades con nitrógeno. Los gases se combinan formando un componente altamente energético.

Los excimer láser oftalmológicos utilizan radiación ultravioleta de una longitud de onda de 193 nanómetros: su utilidad terapéutica fue demostrada en 1976 siendo Trokel y Srinivasan, los primeros en aplicarlo en el campo de la cirugía refractiva aprovechando las características de precisión en la ablación en un nivel de sub-micrómetros (a una energía de 160-200 mJ ablación 0.25 micrómetros).

Para entender la importancia de la fluencia es que esta es determinante primario de los valores del tejido que se ablaiona en cada pulso. (4,5)

El desarrollo de la tecnología de los excimer laser ha permitido crear algoritmos multizona y multipasos-multizona que realizan tratamientos con zonas ópticas amplias y a su vez reduce el tejido ablaionado, evitando así las aberraciones ópticas, los halos nocturnos y el haze, que aparecía en tratamientos de defectos refractivos elevados y zonas ópticas pequeña.

## TIPOS DE LASER

El sistema de liberación del haz del láser es uno de los factores más importantes a la hora de evaluar un láser Excimer no es homogénea, por lo que requiere de sistemas ópticos para homogenizarlo y logra un haz útil. Esto se consigue a través de lentes, prismas e integradores espaciales, dispuestos en el trayecto óptico, que ocasiona una notable pérdida de energía.

La clasificación del láser excimer atendiendo al sistema de haz empleado:

- a) **Haz de campo amplio spot amplio (Borrado Beam).** Estos láseres proyectan todo el haz de la superficie estromal y emplea un diafragma de apertura variable para limitar el área expuesta. Proporciona haces de diámetro ancho, liberando mucha energía por pulso y necesita menor frecuencia de repetición. Son rápidos y no dependen de la existencia de un seguidor de movimiento ocular. Su principal inconveniente es que resulta difícil conseguir homogeneidad del haz en una superficie tan amplia y esto hace que exista una incidencia elevada de formación de islas centrales.
- b) **Sistema de barrido:** las ventajas de los láseres basados en sistema de barrido, es que pueden crear varios patrones topográficos y permite una ablación personalizada. Al ser haces de diámetro pequeño es más fácil mantener la homogeneidad de ablación. Menor incidencia de islas centrales, y ablaciones más lisas en relación con láseres con haz de campo amplio: al precisar un tiempo mayor de tratamiento son dependientes del seguidor de movimiento ocular. Además, precisa altas tasas de repetición y requiere de patrones de ablación complejos para permitir la disipación de la energía térmica entre pulsos en la misma localización. Los sistemas de barrido pueden ser de dos tipos:
  - Haz de hendidura (scanning slit): el haz liberado en forma de hendidura produciendo un barrido sobre la superficie corneal y requiere de menor energía.
  - Haz de punto flotante (flying spot): la ablación se realiza mediante haces circulares de 0.6 a 2mm de diámetro cada pulso elimina poco tejido por lo que se necesita muchos pulsos con una frecuencia elevada para realizar la ablación.

## PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

La cirugía refractiva con LASIK engloba dos técnicas quirúrgicas: la cirugía de corte lamelar y la ablación foto refractiva de la córnea.

- a) La cirugía Lamelar: persigue la creación de un colgajo en la córnea anterior denominado Flap, que permanece unido al estroma por uno de sus extremos (bisagra). Existe cierta polémica sobre qué posición de la bisagra produce

una denervación corneal más prolongada y una mayor frecuencia de ojo seco postoperatorio. Por una parte, una bisagra superior tiene la ventaja de que el movimiento de barrido arriba abajo del párpado evita el desplazamiento del colgajo. La bisagra nasal no tiene esta ventaja y además presenta el inconveniente de que muchas pupilas presenta cierto descentramiento nasal. La posición nasal de la bisagra teóricamente respeta la inervación principal del colgajo porque no corta los nervios ciliares largos nasales. Sin embargo, existen estudios que demuestran que los pacientes con bisagra superior recuperan antes la sensibilidad corneal que en otras localizaciones. Otros estudios concluyen que el tamaño reducido del colgajo o una longitud mayor del cordón de la bisagra para respetar los nervios y favorecer la recuperación de la sensibilidad cornea.

## PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LASIK

Hay cuatro criterios que deben ser considerados cuando se lleva a cabo el LASIK estos son: a) el espesor del colgajo (Flap), b) la cantidad de estroma posterior corneal residual, c) el diámetro de ablación del excimer láser, d) la profundidad de ablación. Estos valores determinan los conceptos claves del LASIK la seguridad y estabilidad del procedimiento, la cualidad y la cantidad de la corrección láser. El espesor del colgajo (Flap) debe ser suficiente para prevenir astigmatismos irregulares, pero al mismo tiempo no deberá de exceder en remover el estroma disponible para la ablación.

El tejido estromal central residual que se dejara debe de ser el suficiente después del LASIK para mantener la integridad de la córnea y así evitando el desarrollo de una ectasia corneal. El diámetro de la ablación del excimer láser deberá ser por lo menos 5.5mm, para crear una zona óptica postoperatoria funcional de por lo menos cuatro milímetros, el cual permitirá una calidad suficiente de visión. Finalmente, la profundidad de la ablación con el excimer láser determina la cantidad de error refractivo que puede ser tratado manteniendo la seguridad del estroma corneal residual. (35, 24)

## CAPÍTULO IV. BIOMECÁNICA CORNEAL.

La biomecánica corneal es una ciencia que trata el equilibrio y la deformación del tejido sometido a cualquier fuerza. Surge de la unión de conocimientos y conceptos físico-matemáticos, arquitectónicos, mecánicos y biológicos, explora la función y estructura de la córnea e intenta establecer bases para predecir su respuesta dinámica ante situaciones fisiológicas y de enfermedades.

En 1978 los autores Foster y Yamamoto realizaron un estudio donde cuestionan si la rigidez corneal se encuentra disminuida en el queratocono. En 1980 se publica un estudio que discute las propiedades biomecánicas de la córnea normal y del queratocono, donde se concluyó que una resistencia mecánica disminuida permite la protrusión del tejido.

Posteriormente se establece que el entrecruzamiento de las fibras de colágeno se encuentra alterado y disminuido en el queratocono, junto a rupturas en la membrana de bowman. Favorece la debilidad estructural. (15)

### BASES BIOLÓGICAS

La córnea tiene la función óptica de ser transparente y cubrir con  $\frac{2}{3}$  el poder refractivo del ojo para que las imágenes lleguen nítidas a la retina.

El tejido corneal está influenciado por el equilibrio dinámico de factores oculares intracorneales (espesor corneal, densidad y entrecruzamiento de las fibras colágenas, composición de las mismas, grado de hidratación) y extra oculares (presión intraocular, presión atmosférica, tensión de los párpados, músculos extra oculares y músculo ciliar).

Los factores intra-corneales son los inherentes a la propia estructura corneal. La cual posee la elasticidad y características necesarias para soportar las presiones ejercidas por los factores extra-corneales manteniendo de este modo su curvatura estable y sus cualidades ópticas. Esto es debido en parte al espesor corneal, pero sobre todo a la especial disposición, densidad y entrecruzamiento de las fibras de colágeno del estroma. Este representa el 90% del espesor corneal está compuesto por agua, glucosaminoglucanos y fibras de colágeno (de 300 a 500) dispuestas en la mina, extendidas de limbo a limbo sin interrupción formando una red. Cuando es sometida a compresión o estiramiento la córnea reorganiza sus láminas e incrementa su elasticidad hasta llegar a un nuevo estado de equilibrio. El estroma posterior presenta mayor concentración del proteoglicano queratán sulfato (más hidrofílico) y el estroma anterior presenta mayor concentración del proteoglicano queratán sulfato (menos hidrofílico). Por las diversas diferencias estructurales, se postula que fundamentalmente el tercio estromal anterior es el que determina la curvatura corneal y experimentalmente presenta mayor resistencia al edema, sosteniendo al resto de la estructura, en parte por la presencia de la membrana de Bowman. (12, 13,15)

## BASES FÍSICAS

Estos conceptos aparecen en la mayoría de las publicaciones sobre biomecánica corneal y se estudia en física, matemáticas e ingeniería. Desde el punto de vista biomecánico la córnea es un material anisótropo y visco elástico no lineal

**Elasticidad** es la capacidad de un material de recuperar su forma inicial después de sufrir una deformación

**Plasticidad** es todo lo contrario a la elasticidad. A un material se le llama plástico cuando éste mantiene la deformación después de haber eliminado el esfuerzo que lo produjo.

**Rigidez** esta tiene que ver con la magnitud o importancia de la deformación que ocurre bajo la acción de los esfuerzos dentro del periodo de deformaciones elásticas. Esta es medida por módulo de elasticidad cuando mayor es este coeficiente mayor rigidez.

**Material isótropo** Es una característica física que se atribuye a un sistema material, cuando presenta las mismas propiedades físicas en todas direcciones, en el sentido que se miden magnitudes como conductibilidad eléctrica y térmica no depende del esfuerzo requerido para alcanzar la rotura.

**Histéresis corneal** Es la tendencia de un material a conservar una de sus propiedades en, ausencia del estímulo que la ha generado el material no sigue instantáneamente a las fuerzas que se aplican sobre él, reacciona lentamente y vuelve a su estado original. Aplicado a la córnea cuando esta es sometida a un estímulo, por ejemplo, aplanación por aire. El tejido corneal amortigua la deformación producida, da tal forma que la deformación al aplanarse es diferente a cuando cesa el estímulo. (15)

## LÁSER EXCIMER Y BIOMECAÁNICA CORNEAL.

Desde los inicios de los procedimientos corneales se estableció de forma empírica unos límites que no se pueden traspasar y dentro de los cuales y se pueden considerar a la córnea tratada como un pedazo de plástico, al cual se le puede quitar o agregar o esculpir de forma deseada. En general cuando los resultados de la ablación no son los esperados se da protagonismo a la biomecánica corneal o se busca soluciones en los tallados personalizados basados en el análisis del frente de onda que trata de disminuir las aberraciones ópticas. Sin embargo, de forma imprevista, las aberraciones esféricas aumentan incluso después de los tratamientos personalizados y se observan las variables de cicatrización corneales, alteraciones ópticas y a la biomecánica corneal. (12,13)

## COMPLICACIONES

La cirugía LASIK a pesar de ser un procedimiento seguro y eficaz, con pocas complicaciones, no está exenta de ellas; cuando se producen pueden ser de

gravedad con una repercusión importante tanto, anatómica como funcional hasta llegar al compromiso visual. La incidencia de estas complicaciones en la cirugía LASIK depende de múltiples variables en relación con:

- El cirujano, su entrenamiento y su experiencia, así como la atención y la habilidad.
- El microqueratomo, el tiempo empleado en el tratamiento, el mantenimiento del aparato, calidad de la cuchilla.
- El láser, el calibrado del mismo, la energía, la homogeneidad y las características individuales del ojo del paciente. Las cuales se dividen en:

#### A. INTRAOPERATORIAS:

- Sangrado por pannus corneal: paciente con sobre uso de lente de contacto por neo vascularización.
- Hemorragia subconjuntival: dada por la presión ejercida por el anillo de succión sobre la superficie conjuntival de intensidad variable. La manipulación de la cornea
- Quemosis corneal: dada por la manipulación de la conjuntiva para la colocación del anillo de succión.
- Descentrado de la foto ablación: dada por la posición incorrecta del ojo, movimiento ocular durante el tratamiento.

#### B. POSTOPERATORIAS:

- Dolor: la sensación dolorosa es de intensidad leve secundaria a la acción del blefaróstato y la presión del anillo de succión.
- Desplazamiento del Flap: este puede ser ligero, provocado por el parpadeo puede estar Plegado dentro del lecho estromal unido por la bisagra, de forma más severa la pérdida del Flap.
- Depósitos en la interface: en la mayoría de los casos no tiene ninguna trascendencia funcional: sangre, secreción ocular, partículas de metal y o filamentos.
- Pliegues y estrías corneales: Son característicos de mínimos desplazamientos por la incorrecta captación del Flap.
- Astigmatismos irregulares: Durante los primeros días del posoperatoria cuando se está produciendo la cicatrización cornea, existe un grado variable de astigmatismo irregular como consecuencia de la coaptación irregular del Flap.
- Flap descentrado: dado por la mala colocación del anillo de succión o insuficiente presión que coincide con el movimiento del ojo.
- Flap incompleto o de tamaño insuficiente: se produce cuando el microqueratomo se detiene antes de llegar al final.

- Flap fino: su pone mayor riesgo de que se lesione durante la maniobra quirúrgica, incluso que se rompa presentados pliegues alterando la transparencia.
- Ruptura del Flap: se relaciona con tallado de colgajos finos y/o irregulares.
- Flap libre: la posibilidad de que aparezca esta complicación se debe sospechar ante corneas de superficie plana de diámetro pequeño.
- Flap irregular en los bordes o en el espesor: se relaciona con el movimiento transversal y con la localidad del corte de la cuchilla.
- Defectos epiteliales. Las alteraciones epiteliales de la córnea después del LASIK son debidas a una incorrecta actuación sobre el epitelio por instilación excesiva de anestésico tópico, lesión mecánica con el marcador adherencia del epitelio con el microqueratomo durante la disección, deshidratación excesiva del epitelio excesiva manipulación y secado en la recolección del Flap corneal.
- Proliferación epitelial: la presencia del epitelio en la interface de forma anómala se observa a partir de las primeras semanas las postoperatorias; defectos epiteliales periféricos mala coaptación en los bordes del Flap y perforación de este.
- Necrosis estromal: esta aparece como una pérdida de la integridad del Flap corneal. Con bordes irregulares de aspecto erosionado esta aparece cuando se produce una proliferación intensa y progresiva con un Flap delgado y superficial.
- Queratitis infecciosa: si esta ocurre tiene consecuencias importantes tanto para la integridad anatómica de las estructuras oculares como para el resultado final.
- Queratitis seca: es una de las complicaciones más frecuentes y precisa de tratamiento generalmente es auto limitada y disminuye tras el primer mes su aparición causa visión borrosa fluctuante e incómoda.

### C. POSTOPERATORIAS TARDÍAS:

- Hipocorrección: se considera la más frecuente y una de las más fáciles de resolver; se levanta el Flap corneal previo y se realiza una nueva ablación siempre y cuando la córnea cuente con los parámetros adecuados.
- Hipercorrección: suele aparecer precozmente si es de magnitud pequeña y en personas jóvenes no requiere de retratamiento, pero en pacientes de 40 años sí.

- Ectasia corneal: es un adelgazamiento, encorvamiento de la córnea que lleva un aumento de la miopía y el astigmatismo con pérdida de la agudeza visual incluso con corrección que puede presentarse tras varios años de la cirugía.
- Deslumbramiento y halos esta complicación es la consecuencia de una aberración esférica importante que se condiciona por situaciones de baja iluminación cuando el diámetro pupilar es mayor a la fotoablación.
- Disminución de la sensibilidad al contraste: guarda relación en el cambio de esfericidad de la córnea y su comportamiento multifocal después de la aplicación del láser.

Respecto a las complicaciones antes mencionadas no se pueden descartar ninguna de trascendencia durante la realización de este estudio.

No existen complicaciones intraoperatorias ni por el microqueratomo ni alteraciones epiteliales. En cuanto a complicaciones postoperatorias no se presentó ningún caso de queratitis bacteriana ni queratitis lamelar, pero si hubo dos casos de retratamiento por hipocorrección.

## HIPÓTESIS

Los criterios de selección empleados para la elección de pacientes a la Cirugía Refractiva (LASIK) en la clínica "Oftalmología Laser Guadalajara" son los adecuados para poder evitar efectos adversos tales como ectasia corneal.

## METODOLOGÍA

Se realizará un estudio descriptivo longitudinal con variables cuantitativas de una muestra tomada de una población accesible constituida por 592 ojos, que corresponden a 296 pacientes que presentan ametropías en el servicio de cirugía refractiva de la clínica: Oftalmología Láser Guadalajara. Durante el periodo de enero 2016 hasta noviembre 2016; mismos que ya se encuentran intervenidos con LASIK. De los cuales solo son sujetos de estudio 66 ojos que corresponde a 33 pacientes, los cuales serán agrupados por género, para posteriormente analizar las variables y determinar si los criterios de selección para la realización de la cirugía refractiva son los adecuados para evitar complicaciones.

### Criterios de inclusión

1. Motivación para no utilizar corrección óptica.
2. Pacientes de 25 a 35 de edad con defectos refractivos estables.
3. Defecto refractivo: con esfera hasta 7D, cilindro hasta 4D y/o la suma algebraica de 7D entre esfera y cilindro.
4. Espesor corneal de 500 micrómetros ( $\mu$ ) considerándolo como el grosor corneal más delgado.
5. Cuando topográficamente existen diferencias entre la queratometría más superior e inferior de más de 1D.
6. Mejor AV sin corrección, menor de 20/40
7. Mejor AV con corrección en el ojo de mejor visión, superior a 20/60

### Criterios de exclusión

#### No Oftalmológico

1. Embarazo en curso o lactancia
2. Diabetes Mellitus
3. Menores de 21 años

#### Oftalmológico

1. Ojo único
2. Ectasias corneales

3. Distrofias y degeneraciones
4. Ambliopía con MAVCC (Mejor agudeza visual con corrección) mayor a 20/60 en el ojo de mejor visión
5. Estrabismo o antecedentes de cualquier cirugía a nivel de los músculos extra oculares.
6. Dos o más cirugías refractivas anteriores
7. Glaucoma crónico
8. Catarata o esclerosis del cristalino
9. Espesor corneal menor de 500  $\mu$
10. Antecedentes de úlcera herpética
11. Miopía degenerativa
12. Córneas muy planas menor de 37D
13. Córneas muy curvas mayor 48D
14. Enfermedades de tejido conectivo.
15. Ojo seco

Para dar salida a los objetivos propuesto se utilizaron las siguientes variables tomando en cuenta los valores de los diferentes momentos 1) preoperatorios a los tres meses y 2) al año de la cirugía.

- MAVSC (Mejor Agudeza Visual sin Corrección) medidas en líneas del proyector de optotipos.
- MACCC (Mejor Agudeza Visual con Corrección) medidas en líneas del proyector de optotipos
- Queratometría (K) por topografía corneal.
- Paquimetría (Grosor Corneal Central) espesor corneal medido en micrómetros por el paquímetro ultrasónico.
- Topografía corneal utilizada desde el punto de vista cualitativo con el objetivo de seleccionar los pacientes aptos de cirugía, aquellos con patrones topográficos reconocidos en índices normales en el preoperatorio y en el postoperatorio para constatar patrones estables sin cambios en el tiempo, típicos de un LASIK.

## Técnicas y procedimientos

### *Preoperatoria*

- A todos los pacientes candidatos a cirugía refractiva LASIK se elaboró la historia clínica oftalmológica.
- Examen Preoperatorio
- Queratometría
- MAVSC
- Refracción manifiesta
- MAVCC

- Paquimetría
- Topografía Corneal
- Refracción con ciclopejia (solo en caso de ambliopía, miopía e hipermetropía alta)
- Biomicroscopía del segmento anterior

Una vez concluida la valoración preoperatoria el paciente es programado a cirugía haciéndole las indicaciones necesarias.

Los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente por Queratomileusis in situ con Excimer Láser (LASIK).

### **Técnica quirúrgica**

Se marca el centro pupilar con el marcador epitelial con violeta de genciana, utilizando como punto de marcado el centro pupilar y no el reflejo corneal ya que traería como consecuencia una descentración de la ablación.

El área donde se corta el colgajo con el microqueratomo es marcada para asegurar una reposición adecuada la cual cobra mayor importancia al haber un colgajo libre. Después del marcado, es colocado el anillo de succión teniendo en cuenta la curvatura corneal y por lo tanto la numeración del anillo a utilizar.

La colocación del microqueratomo permite la fijación del ojo provocando la elevación de la PIO (Presión intraocular) a 65 mmHg. Lo cual permite que sea realizado un corte de espesor uniforme, creando un colgajo corneal de bisagra superior para exponer el lecho estromal. Una vez completado el corte, la cuchilla del microqueratomo suspende la succión y se retira el anillo; se procede a levantar el colgajo se retira el exceso de humedad, se aplica la ablación con el Excimer Láser en forma y cantidad predeterminedada; al terminar la aplicación del Láser, se irriga la superficie corneal con solución salina balanceada y se repone el colgajo, se procede al secado de los bordes del colgajo, se aplica una gota de antibiótico y la colocación de un lente de contacto terapéutico.

### *Postoperatoria*

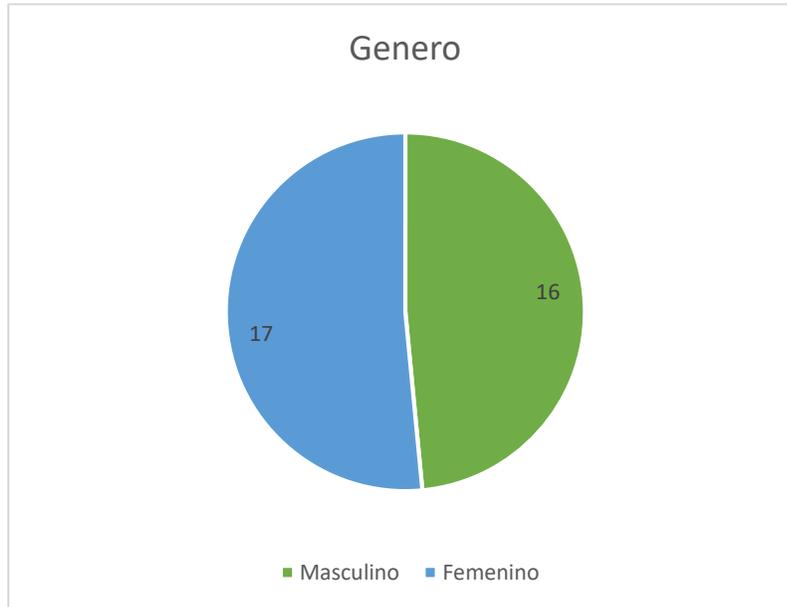
- Control entre una y tres horas, examen en lámpara de hendidura y dar pauta de medicación.
- Primer día: antibiótico y antiinflamatorio esteroideo, lubricante ocular en caso de ser necesario analgésico o antiinflamatorio sistémico.
- Primera semana: antibiótico y antiinflamatorio esteroideo y lubricante tópicos
- Tres meses: Lubricante ocular

### Control primer día, y al mes

- MAVSC
- Biomicroscopía
- Control a los tres meses y al año se repiten exámenes preoperatorios

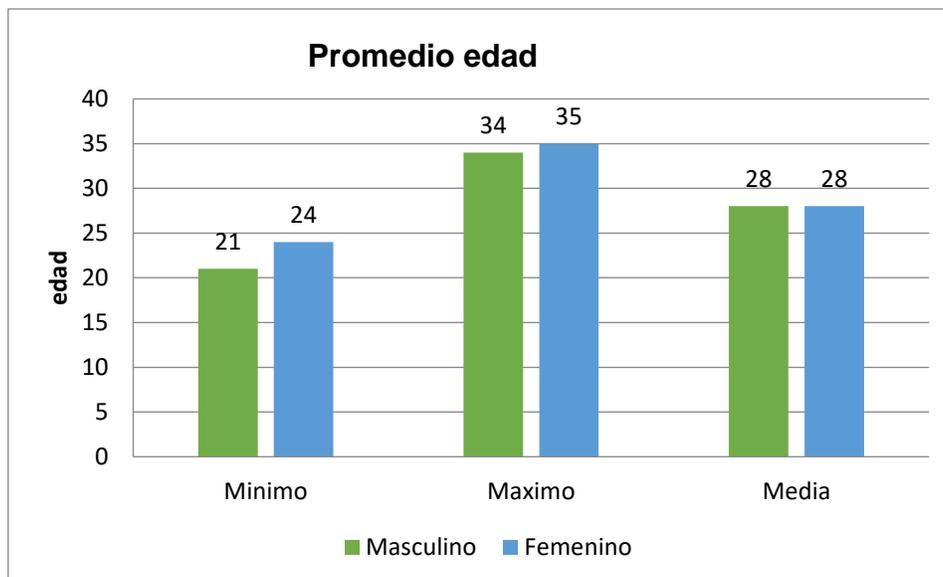
## RESULTADOS

### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA



**Grafica 1 Género**

La muestra estuvo conformada por 33 pacientes. La distribución fue la siguiente 16 casos de género masculino y 17 casos de género femenino



Se obtuvo una muestra de 33 pacientes la cual se distribuyó por género masculino en el cual la menor edad fue 21 la mayor de 34 con una media de 28, en el género femenino la menor edad 24 la mayor 35 con una media de 28.

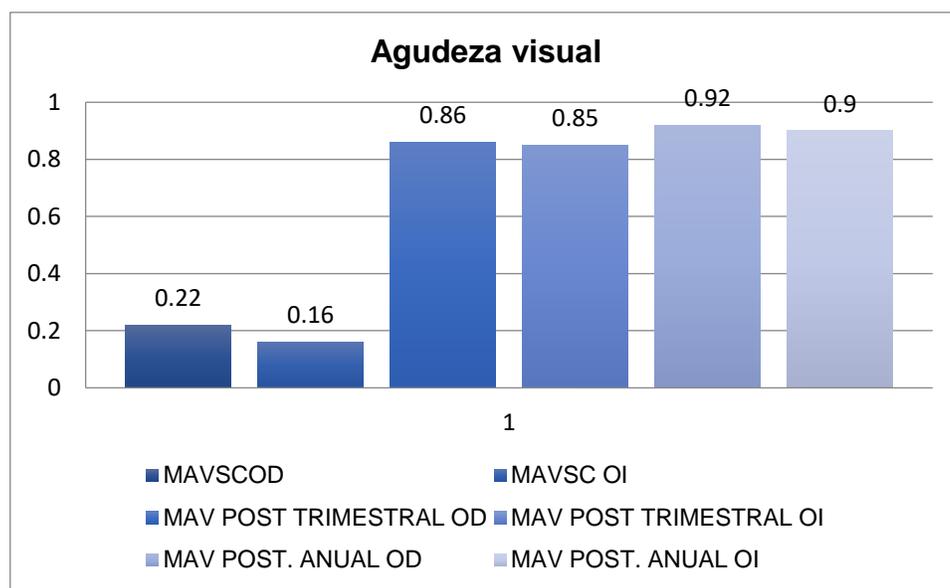
### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA SEGÚN EL ERROR REFRACTIVO

La muestra consta de 33 pacientes un total de 66 ojos a evaluar la cual se distribuyó en género masculino y femenino con error refractivo miopía y astigmatismo miópico.

### ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUIRÚRGICOS

Para la muestra de 33 pacientes la cual se distribuyó en género masculino y femenino se utilizó un cabezal de 160 micrómetros, anillo de 8.5, para los pacientes miopes, 8.5m para astigmatismo miópico; una ablación central para los pacientes miopes mientras que para los astigmatismos miópico una ablación elíptica, estas ablaciones deben de tener una profundidad de por lo menos 6mm y una zona óptica de 4mm.

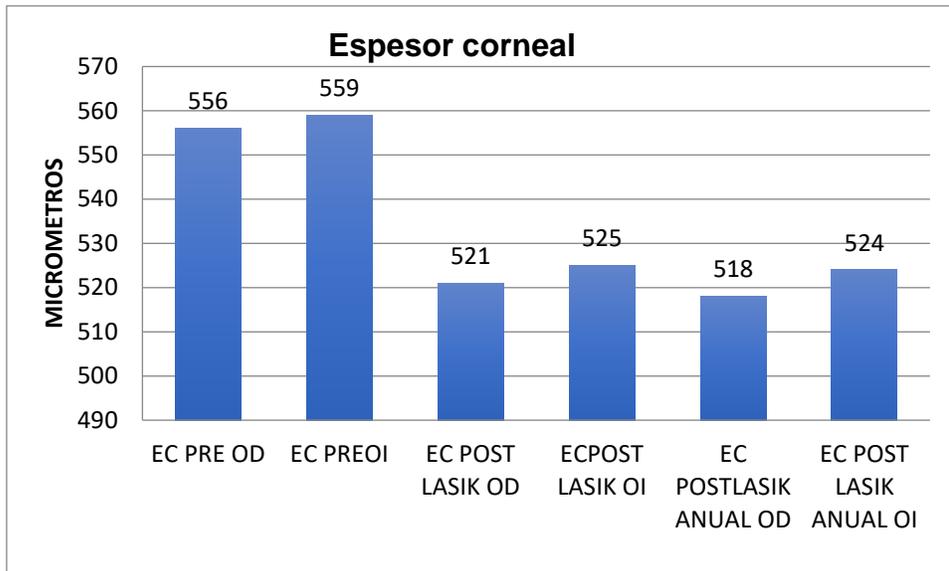
### CAMBIOS TRAS TRATAMIENTO GÉNERO MASCULINO



Grafica 3 Agudeza visual género masculino

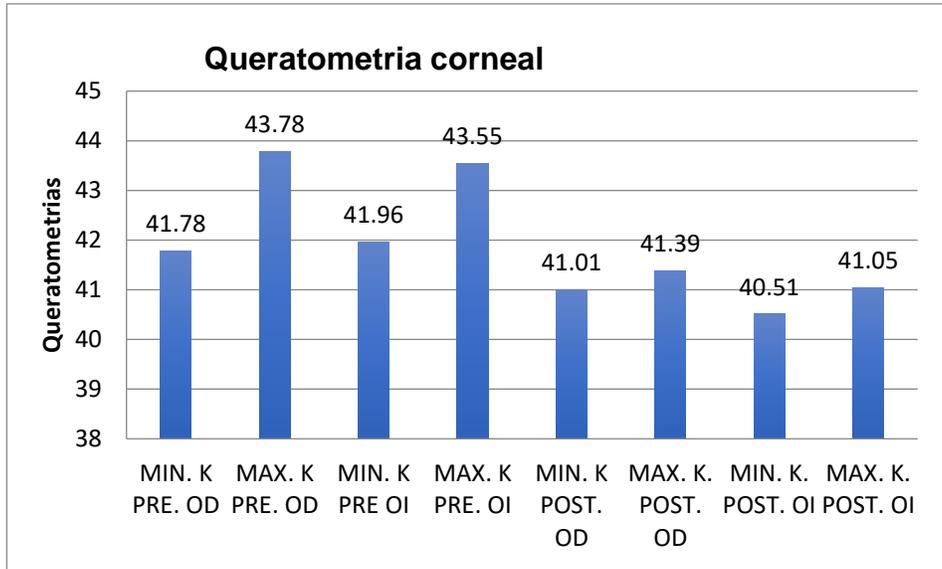
La toma de la mejor agudeza visual sin corrección la media obtenida fue 0,22 en escala decimal de ojo derecho, mientras que para el ojo izquierdo la media fue 0,16;

la mejor agudeza visual post. LASIK tuvo una media 0,86 para ojo derecho, mientras que para ojo izquierdo la media fue 0,85 y la mejor agudeza visual anual post LASIK la media fue 0,92 para ojo derecho mientras para ojo izquierdo la media fue 0,90. La agudeza visual en los pacientes tuvo una mejoría significativa después de tratamiento LASIK como se observa en la gráfica esta mejoría sea mantenido al año del tratamiento.



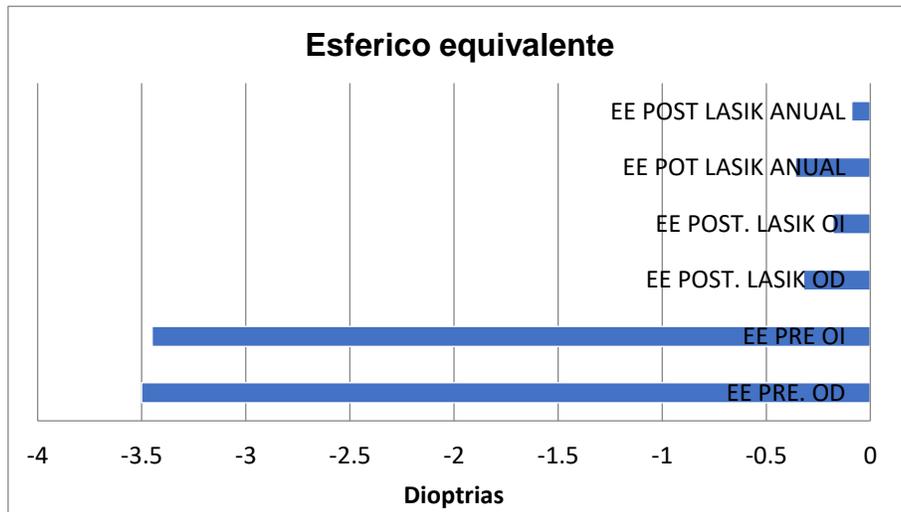
Grafica 4 Espesor corneal género masculino

El valor del espesor corneal inicial en ojo derecho tuvo una media de 556 micrómetros mientras que para ojo izquierdo fue de 559 micrómetros; el espesor corneal post LASIK tuvo una media 521 micrómetros para ojo derecho, mientras para ojo izquierdo fue de 525 micrómetros y el espesor post LASIK anual tuvo una media de 518 micrómetros para ojo derecho mientras que para ojo izquierdo fue de 524 micrómetros. La disminución del espesor corneal no es significativa para que la córnea corra algún riesgo post LASIK ya que el lecho estromal está dentro de los parámetros normales después de un tratamiento post LASIK.



**Gráfico 5 Curvatura corneal genero masculino**

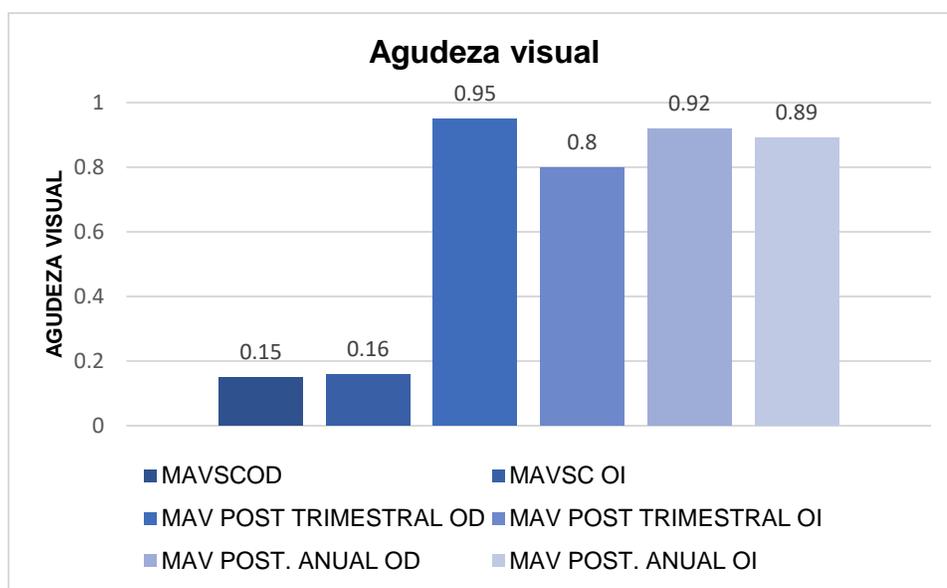
El valor de la queratometría mínima inicial obtuvo una media de 41.78D, la queratometría máxima su media fue de 43.78D para ojo derecho, mientras para ojo izquierdo la queratometría mínima inicial tuvo una media de 41.96D, la queratometría máxima fue de 43.55D; la media obtenida en la queratometría mínima post LASIK fue de 41.01D y la máxima de 41.39D para ojo derecho; mientras la queratometría mínima post LASIK fue 40.51D y la máxima 41.05D para ojo izquierdo. La disminución del valor queratométrico no es significativa ya que no presenta un aplanamiento fuera del rango normal después de un tratamiento LASIK.



**Gráfico 6 Esférico Equivalente genero masculino**

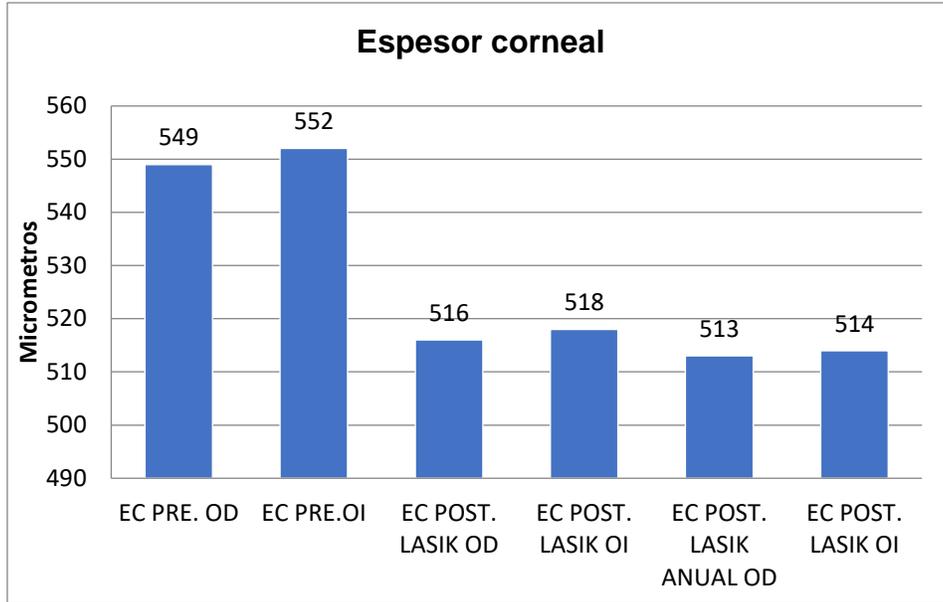
El valor del esférico equivalente inicial obtuvo una media de -3.5D para ojo derecho a su vez la media obtenida para el ojo izquierdo fue de -3.45D; el esférico equivalente post LASIK para ojo derecho obtuvo una media de -0.32 D mientras que para ojo izquierdo fue -0.18D., la media obtenida para el esférico equivalente anual para ojo derecho fue -0.36 y para ojo izquierdo -0.09. El valor del esférico equivalente tuvo una disminución significativa la cual nos indica que el error refractivo disminuye después del tratamiento LASIK.

## CAMBIOS TRAS TRATAMIENTO GÉNERO FEMENINO



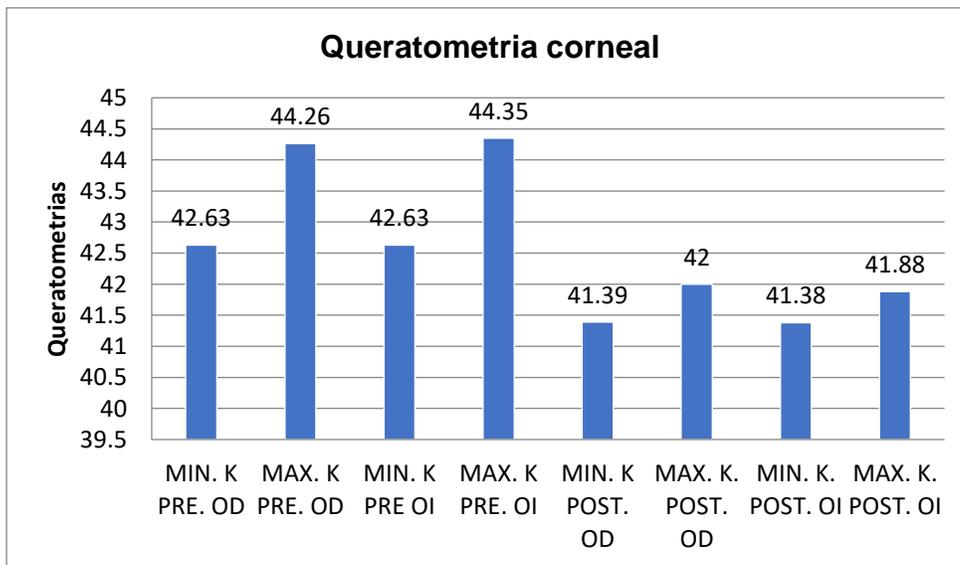
Grafica 6 Agudeza visual Género femenino

La mejor agudeza visual sin corrección media fue 0,15 en escala decimal de ojo derecho, mientras que para el ojo izquierdo la media fue 0,16; la mejor agudeza visual post. LASIK tuvo una media 0,95 para ojo derecho, mientras que para ojo izquierdo la media fue 0,80 y la mejor agudeza visual anual post LASIK la media fue 0,92 para ojo derecho mientras para ojo izquierdo la media fue 0,89. La agudeza visual en los pacientes tuvo una mejoría significativa después de tratamiento LASIK como se observa en la gráfica esta mejoría sea mantenido al año del tratamiento



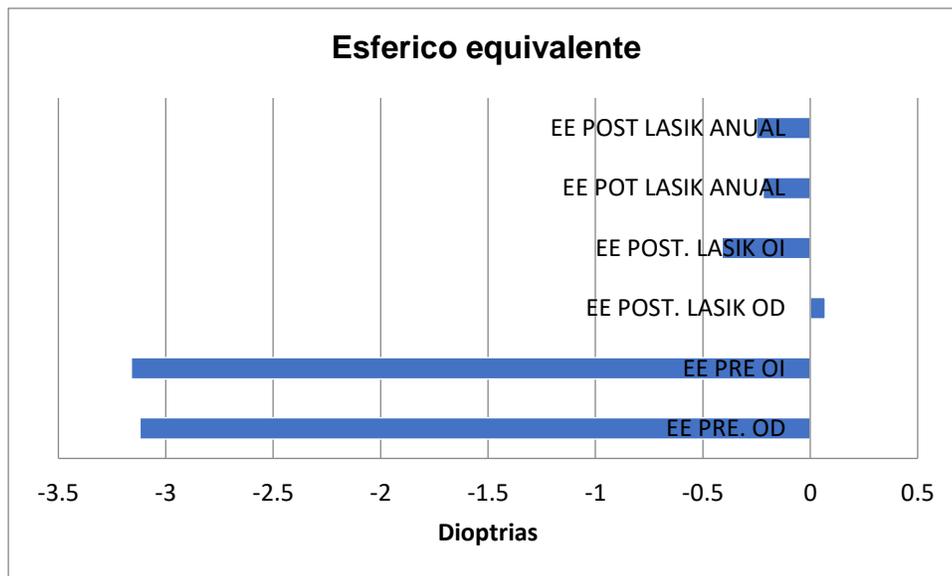
**Grafica 7 Espesor corneal género femenino**

El espesor corneal inicial ojo derecho tuvo una media de 549 micrómetros mientras que para ojo izquierdo fue de 552 micrómetros; el espesor corneal post LASIK tuvo una media 516 micrómetros para ojo derecho, mientras para ojo izquierdo fue de 518 micrómetros y el espesor post LASIK anual tuvo una media de 513 micrómetros para ojo derecho mientras que para ojo izquierdo fue de 514 micrómetros. La disminución del espesor corneal no es significativa para que la córnea corra algún riesgo post LASIK ya que el lecho estromal está dentro de los parámetros normales después de un tratamiento post LASIK.



**Grafica 8 Queratometrias género femenino**

La Queratometría mínima inicial obtuvo una media de 42.63D, la queratometría máxima su media fue de 44.26D para ojo derecho, mientras para ojo izquierdo la queratometría mínima inicial tuvo una media de 42.63D, la queratometría máxima fue de 44.35D; la media obtenida en la queratometría minia post LASIK fue de 41.39D y la máxima de 42D para ojo derecho; mientras la queratometría mínima post LASIK fue 41.38D y la máxima 41.88D para ojo izquierdo. La disminución del valor queratométrico no es significativa, ya que no presenta un aplanamiento fuera del rango normal después de un tratamiento LASIK.



Grafica 9 Esférico equivalente género femenino

En el esférico equivalente inicial se tuvo una media de -3.12 D para ojo derecho y -3.16D para el ojo izquierdo; el esférico equivalente post LASIK presento para el ojo derecho una media de -0.07 D mientras que para ojo izquierdo se observó una media de -0.41D. La media anual obtenida del esférico equivalente se representó con -0.22 para el ojo derecho y -0.25 para el ojo izquierdo. El valor del esférico equivalente tuvo una disminución significativa la cual nos indica que el error refractivo disminuye después del tratamiento LASIK.

## DISCUSIÓN

### DISCUSIÓN DEL MATERIAL

La muestra que se eligió para el estudio realizado en esta tesis, fue seleccionada de una manera prospectiva entre los asistentes a consulta de cirugía refractiva de la clínica Oftalmología Laser Guadalajara; la selección de dicho lugar fue por ser un centro con un volumen adecuado en cuanto a realización de cirugía refractiva, lo cual permite tener mayor accesibilidad a pacientes

La muestra tomada de una población accesible constituida por 592 ojos, que corresponden a 296 pacientes que presentan ametropías, Durante el periodo de enero 2016 hasta noviembre 2016; mismos que ya se encuentran intervenidos con LASIK. De los cuales solo son sujetos de estudio 66 ojos que corresponde a 33 pacientes, los cuales se agruparon por género, para posteriormente analizar las variables y determinar si los criterios de selección para la realización de la cirugía refractiva son los adecuados para evitar complicaciones.

El topógrafo utilizado fue TOMEY TMS-4, con el fin de utilizar la morfología corneal en cada sujeto de estudio para descartar patología corneal en la valoración preoperatoria, estudiar los resultados quirúrgicos y para el seguimiento postoperatorios.

Esta cuenta con una aplicación llama Keratoconus screening la cual nos ayuda a determinar si la curvatura de la córnea no tiene indicios de queratocono esta nos da dos parámetros, la severidad y la similitud dichos parámetros nos ayuda a la elección de los pacientes candidatos a cirugía.

El paquímetro utilizado es TOMEY manual para determinar si los pacientes cuentan con el grosor corneal necesario para realizar el tratamiento Lasik.

Uno de los pasos más críticos durante la cirugía es al realizar el Flap corneal; en la cirugía utilizamos un microqueratomo mecánico Hansatome de Baush- Lomb, a este tipo de microqueratomo se les atribuye una serie de complicaciones en el Flap; Flap irregulares o incompletos, así como de gran diámetro o de mucha profundidad, descentrados defectos traumáticos en el epitelio corneal.

El microqueratomo Hansatome de Baush- Lomb es uno de los microquerátomos con un índice bajo de complicaciones corneales. (33)

El Laser Excimer Allegretto wave Eye- Q es la tecnología más avanzada del sector, su rastreo ocular Eye-tracking de alta velocidad sigue los movimientos oculares 400 veces por segundo; el allegretto wave es capaz de producir la mayor zona óptica disponible, elimina el reflejo y problemas visuales nocturnos asociadas con los laser de generaciones anteriores.

## DISCUSIÓN MÉTODO

Se realizó la anamnesis en todos los pacientes candidato al procedimiento LASIK, para determinar los antecedentes patológicos sistémicos y oftalmológicos familiares y personales de interés destacando la existencia de alteraciones inmunes, la toma de fármacos que afecten a la córnea de forma secundaria.

Dentro de los antecedentes oftalmológicos se presenta especial atención a la evaluación del defecto refractivo, la estabilidad de la refracción, inicio de ojo seco preoperatorio el uso de lentes de contacto y tipo de lente usada. En los casos de los usuarios de lentes de contacto se les indicó la suspensión al menos por 2 semanas antes de la valoración preoperatoria. (16)

La elección de tipo de ablación se realiza dependiendo de la valoración preoperatoria y los nomogramas adaptados según la experiencia del equipo médico y los resultados obtenidos en dicha valoración. (30, 11)

La exploración postoperatoria se realizó al día siguiente del tratamiento, a los tres meses y al año tomando estas fechas de referencia ya que en varios estudios se avala la estabilidad a partir de los tres meses; ya que en las primeras semanas hay cambios en los parámetros después del tratamiento. Es a los tres meses cuando se estabiliza y recupera parcialmente dichos parámetros y se espera que al año del tratamiento se mantenga dicha estabilidad.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la agudeza visual en ambos géneros de la muestra, en su mayoría han alcanzado su objetivo: evitar la dependencia de la corrección óptica y obtener una agudeza visual sin corrección que sea suficiente para desarrollar sus actividades del día a día, como se menciona en los estudios de Claudia Patricia Jiménez (26) Silva y Belén Díaz Orro (37).

Los cambios queratométricos que resultaron del tratamiento LASIK en ambos géneros, coinciden en que hubo una disminución de 1D a 2 D en el valor queratométrico mostrando un aplanamiento promedio que resulta en buena agudeza visual como se menciona en la publicación del Dr. José L. Aquino y Dr. Enrique J. Machado Fernández (38)

El esférico equivalente fue otra de las variables estudiada, se repite la tendencia al grado de ametropía encontrado en otras publicaciones, como la de Fernando Rodríguez Sixtos en donde la refracción postoperatoria es de -0.38D a los tres meses. Por otro lado, todo proceso ablativo donde se trata de modificar la curvatura debe de seguir una regla que relaciona el diámetro y la profundidad de la ablación. (30,11)

Manuel Ramírez Fernández, Everardo Hernández y Dr. Ramón Naranjo - Tackman (35, 24) recomiendan que, para evitar el desarrollo de ectasias corneales, evitar realizar el procedimiento LASIK en ojos con espesor corneal menor a 475

micrómetros, así como, dejar intacto un lecho estromal mayor 250 micrómetros. Este estudio muestra una disminución en el espesor corneal de 35 a 38 micrómetros después de la aplicación del tratamiento LASIK, el cual no pone en riesgo a la córnea como dicta la recomendación. Aunque esta regla no debe ser dogmática si se debe tomar como principio de mínimos. Aun sin estudios publicados que lo demuestren existe un acuerdo generalizado en no dejar menos de 300 micrómetros como lecho estromal. (35) Otra recomendación es no realizar tratamiento foto ablativo que consuma más del 20% del espesor total de la córnea y crear un Flap no mayor al 25% de espesor total. (34)

En los exámenes topográficos de los casos estudiados, antes de la cirugía son patrones conocidos característicos ovalado o redondo y astigmático simétrico, a favor o en contra la regla, sin el menor signo de la presencia de una ectasia y posterior al procedimiento quirúrgico los patrones corresponden a dicho tratamiento.

La humedad y la temperatura de quirófano tiene acción sobre los variables involucradas, la variación de uno a dos grados centígrados de temperatura es capaces de alterarlos, por tal motivo ambas variables fueron controladas con humidificadores y aire acondicionado.

La cirugía refractiva LASIK se mantiene como una alternativa de primer orden en el tratamiento de ametropías, su éxito se debe a los avances tecnológicos, la experiencia acumulada del equipo médico y la selección de los pacientes. Pese a que no se midió el grado de satisfacción en este estudio, es importante mencionar que solo quienes comprenden las ventajas y las limitantes de la técnica cumplen sus expectativas.

## CONCLUSIONES

Este estudio mostro que el LASIK conlleva a una rápida recuperación visual poseen gran predictibilidad y seguridad haciendo los resultados estables por encima de los tres meses y se mantiene en el tiempo.

Los resultados de los estudios presentados en esta tesis permiten identificar que los métodos de selección utilizados en la clínica Oftalmología Laser Guadalajara son adecuados, aun cuando presentan valores estadísticamente no significativos.

El procedimiento demostró mejoría en la visión de los pacientes seleccionados la cual se justifica por:

- Las modificaciones realizadas por el láser.
- Los valores paquimétrico finales demuestran que no hay aparición de ectasia Corneal postquirúrgica. El espesor corneal se ha mantenido estable después de 1 año del tratamiento, resultando en buena agudeza visual.
- El patrón topográfico y los valores queratométricos postoperatorios corresponden con el tratamiento realizado.

Esto demuestra que los criterios de selección son efectivos para evitar complicaciones y cumplir con la calidad visual a comparación de otros estudios.

El papel que juega el optometrista en la consulta oftalmológica es importante ya que es el encargado de realizar las pruebas diagnosticas como son: la valoración de la agudeza, anamnesis tanto para salud general y ocular la cual ayuda al oftalmólogo a concentrarse en los aspectos patológicos del paciente desviando la atención de los factores que puedan dificultar el diagnostico. En cuanto al seguimiento postquirúrgico, el optometrista se encarga de la valoración del Flap (posición y centrado) valoración de AV al día siguiente, durante un año, al igual que el monitoreo de espesor corneal, curvatura corneal.

En cuanto a las actividades que realiza en quirófano en mi caso es la asistencia e instrumentación al cirujano, así como calibración y centrado del excimer laser y en consulta la valoración preoperatoria y postoperatoria para cirugía refractiva LASIK.

La cirugía Refractiva Lasik es una técnica que está en constante cambio por lo cual se seguirá estudiando para seguir demostrando su seguridad y fiabilidad para los pacientes que obtén por este tipo de corrección para su error refractivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

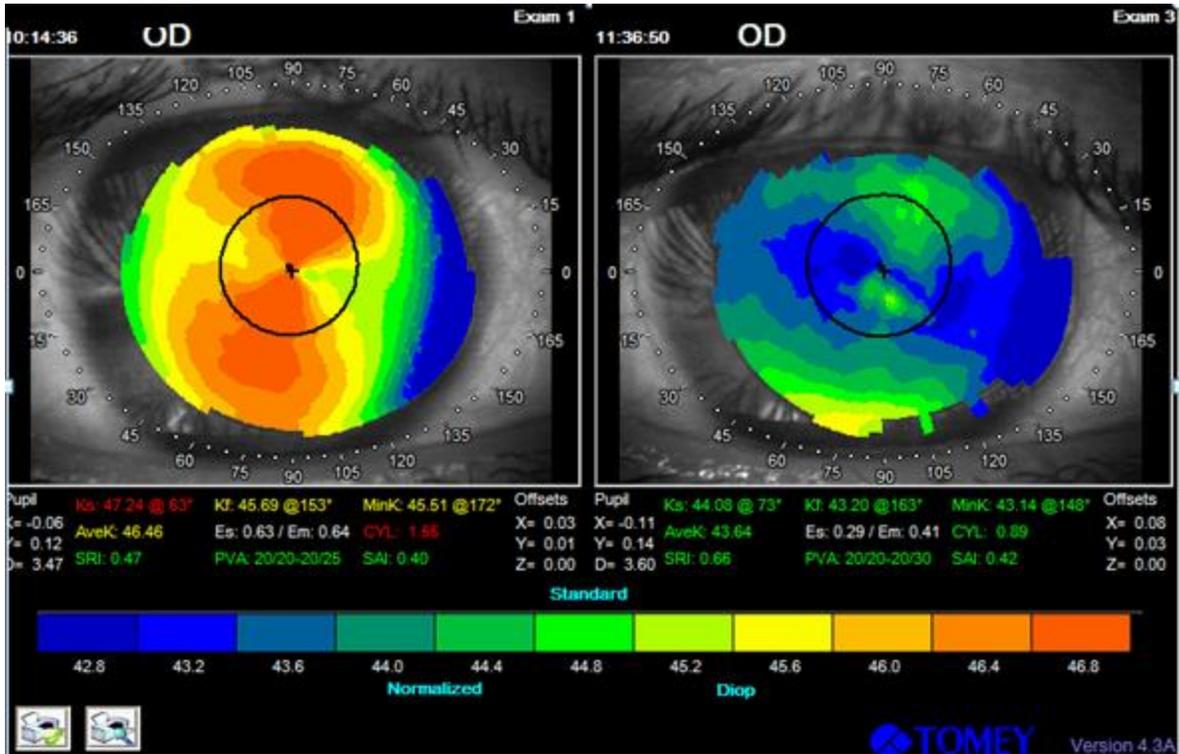
- 1) Cárceles JA, Montoya MA, Salinas EM, Verdú AJ. Defectos de refracción ocular y baja visión. Madrid sociedad española de oftalmología; 2013 P 45-72
- 2) Barroso R, Pérez L, Ramos Y. Selección de pacientes para cirugía refractiva actualización. Revista Cubana de Oftalmología. 2015; 28(3): 303-309
- 3) Valdez JE, Espino-barros A, González AJM: Complicaciones Posteste in situ Keratomileusis. Revista mexicana de oftalmología octubre 2007; 81(5): 257-259
- 4) Antes A. Pasado, presente y futuro de la cirugía refractiva. Boletín de escuela de Medicina de Chile. 2007 32(2)
- 5) Sánchez-Di Martino D. Cirugía refractiva. Tendencia de Medicina agosto 2012 (8): 87- 94
- 6) Ramírez M, Hernández E, Naranjo-tackman R. Reproducibilidad del espesor del colgajo corneal en cirugía Lasik de cuatro diferentes sistemas de cortes. Revista Cubana de oftalmología 2013; 20(2): 236-244
- 7) Labrarse Y, Mili P, delgado Agua. Seguridad del paciente en la cirugía refractiva con láser. Revista Cubana de oftalmología; 2012 25(1):57-64
- 8) Moreno R, Srura M, Nieve C. Cirugía refractiva indicaciones, tendencias y resultados. Revista médica clínica condes.2010; 21(6) 901-910
- 9) de la torre E, Sánchez M, Pavón L. Cirugía refractiva corneal: el camino que condujo a la tecnología láser. Revista hospital de México 2010; 77(4):274-277
- 10) Lantigua IC, utilidad de las modificaciones en los criterios quirúrgicos de LASIK miópico [tesis doctoral]. República de Cuba: Instituto superior de ciencias médicas de la Habana; 2013
- 11) Ortega L, Alberto M, Rivera Y, Rodríguez S, Sánchez J. Modificación de la superficie corneal posterior al año de la cirugía. Revista Cubana de oftalmología. 2013; 26 (2):236-44
- 12)Del Buey MA. Estudio de la biomecánica corneal: relación entre las propiedades biomecánica corneales determinada mediante el analizador ocular ORA y la patología Ocular [Tesis Doctoral] Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2013
- 13)Villa L. Biomecánica corneal en cirugía LASIK [tesis doctoral] Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2013
- 14)Segura Margarita. Los Defectos Refractivos y Corrección. Revista De Oftalmología DE la Universidad Pontificia Javeriana, Hospital Universitario San Ignacio Bogotá. 2001; 42 (1)
- 15)Merayo J Galarreta. Biomecánica corneal. Capítulo 4.1: 2004; 23:432.

- 16) Mustri, Penhos \_J, Washington-Cree, Litwak-Sigal S. La Posición de la bisagra en la cirugía LASIK y su relación con los síntomas de ojo seco postoperatorio. Revista Mexicana de Oftalmología; 2005 Ene-Feb; 79(1):7-9.
- 17) González F, Valdez JE: Prevalencia de la reintervención por LASIK. Revista Avances: enero abril 2007 4 31.33
- 18) Pintor R. Segmentos Intra estromales y biomecánica de la córnea. Imagen Óptica; 2005.7 (7) sep.-oct.
- 19) Morton B, Smith Marilyn C. Kincard Constane E, West. (ed.) Ciencias Básicas refracción y anatomía patología España: Mosby; 2004:99-110
- 20) Duran J. Defectos de refracción En Kansky J. Oftalmología Clínica. 5 ediciones Madrid: El Server; 2005:732-745.
- 21) Valdez JE, García MA, Bautista G, Valle A, Ramírez C, García T. Efectos Postoperatorios en queratomileusis in situ asistido por láser LASIK. Revista Avances: enero 2005; 21-23
- 22) Galvis V, Tello A, Aparicio JP. Excimer laser refractive surgery. A Review. Med UNAB; 2007 agosto 10(2).
- 23) Galvis V, Tello A. Defectos refractivos y su corrección quirúrgica. Médicas. Uis2009; 22:158-173.
- 24) Ramírez M, Hernández E. Naranjo R. Reproducibilidad del espesor del colgajo en cirugía LASIK de cuatro diferentes sistemas de corte. Revista Mexicana de Oftalmología. 2012; 86(3):153-157
- 25) Rivero Y, Rodríguez-Soriana, Machado E, Ortega L. Comparación de Lasik Convencional y Lasik Esférico en el tratamiento de la ametropía. Revista Cubana de Oftalmología. 2012; 25(2):218-225.
- 26) Jiménez CP., Baca O, Velasco R. Factores que intervienen en la agudeza visual en postoperatorio Tardío Lasik. Revista Mexicana d Oftalmología; 2003 Sep.-Oct.; 77(55):165-168
- 27) Iribarne Y. Sensibilidad al contraste tras LASIK convencional y personalizado. Barcelona 2005 Universidad de Barcelona Facultad de medicina: 1-99.
- 28) Machado EJ., Benítez Mc, Díaz Y. Revisión y actualización en cirugía refractiva corneal. Revista Cubana de Oftalmología.1999; 12(2):146-155
- 29) Barraquer Ji. Queratomileusis y queratofaquia. Bogotá Colombia, Instituto Barraquer de América; 1980:340-406.
- 30) Rodríguez- Sixtos F., Cantero Ma. Ablación personalizada guiada por frente de onda en pacientes con cirugía refractiva previa con LASIK. Revista Mexicana De Oftalmología .2005 septiembre-octubre; 79(5):251-257.
- 31) Barraquer JI. Cirugía refractiva de la córnea Tomo I ponencia oficial LXV congreso de la sociedad española de oftalmología. Bogotá: Instituto Barraquer de américa 1989

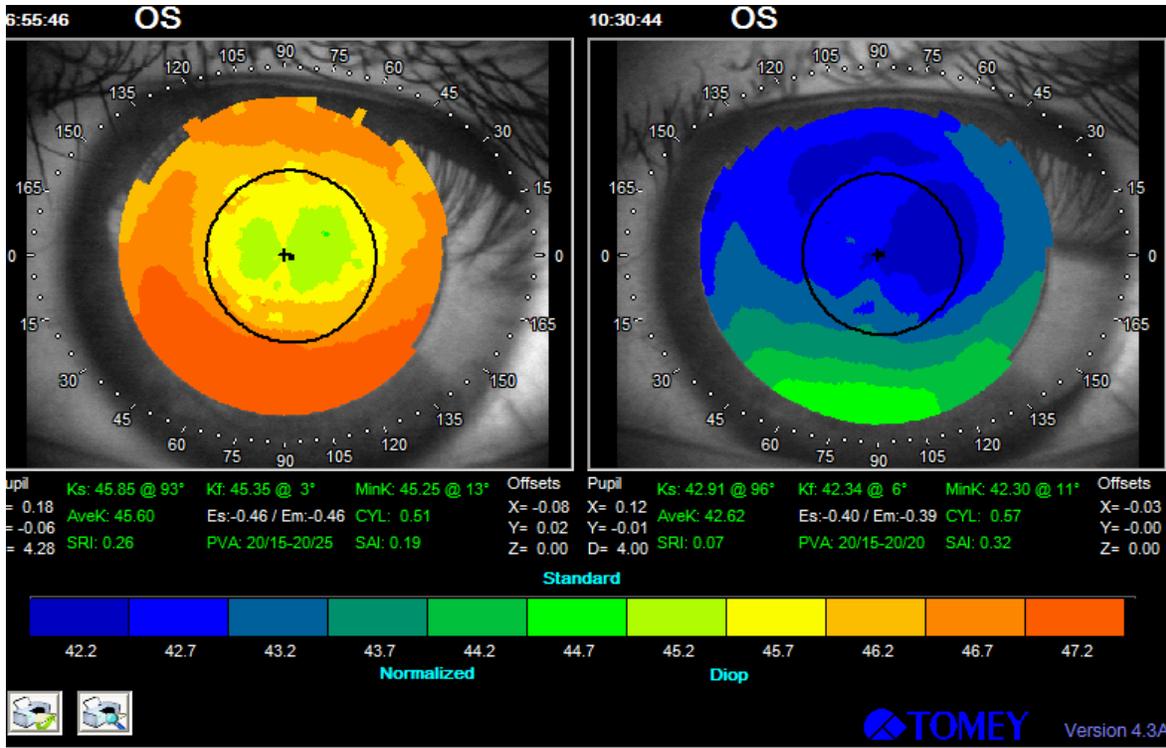
- 32) Barraquer JI. Queratomileusis para la corrección de la miopía Arch. 80c am. Oftalmología, Optometría. 1964:27-48.
- 33) Saavedra-Velázquez, Aguilar- Morales LV, Complicaciones corneales transoperatoria de 1500 ojos intervenidos con queratomileusis asistida por láser. Revista Mexicana de Oftalmología: julio- agosto. 2004; 78(4): 171-176
- 34) Lantigua IC, Machado EJ, Rodríguez S, García M, Betancourt TH, Padilla CM. Ectasia corneal después de LASIK miópico. Revista cubana de oftalmología. 2009; 22 (sup): 59-65.
- 35) Naranjo-Tackman R, Rivera M, Torres- Quinche T. Comparación del lecho estromal residual post Lasik con dos diferentes sistemas ópticos Revista mexicana de oftalmología. 2010; 84 (4): 224-227.
- 36) Fernández-Vigo J, Macarro A, Fernández J. retratamientos en la cara interna del colgajo corneal en Lasik. Estudio comparativo con un grupo control. Arch. Soc. Esp. oftalmol. 2007 noviembre. Vol. 82 N11.
- 37) Díaz Orro Belén. Resultados visuales tras corrección de miopía con LASIK. Rev. Arch. Soc. Canari. Oftal; 1999; 10; 23:33.
- 38) Aquino Fernández JL. Machado Fernández EJ. Astigmatismo después de cirugía refractiva corneal con láser de excimeros. Rev. Cubana de oftalmología. 2005; 12 ago. 2011; 18(11)
- 39) De la Torre-González C E, García-Castro A E y Pèrez-Julca C L. Aspectos anatómicos, clínicos y quirúrgicos de la córnea posterior. Rev. Mexicana de oftalmología. 2018; 92 (5); pág. 227; septiembre-octubre

## ANEXOS

### PATRÓN TOPOGRÁFICO PREOPERATORIO



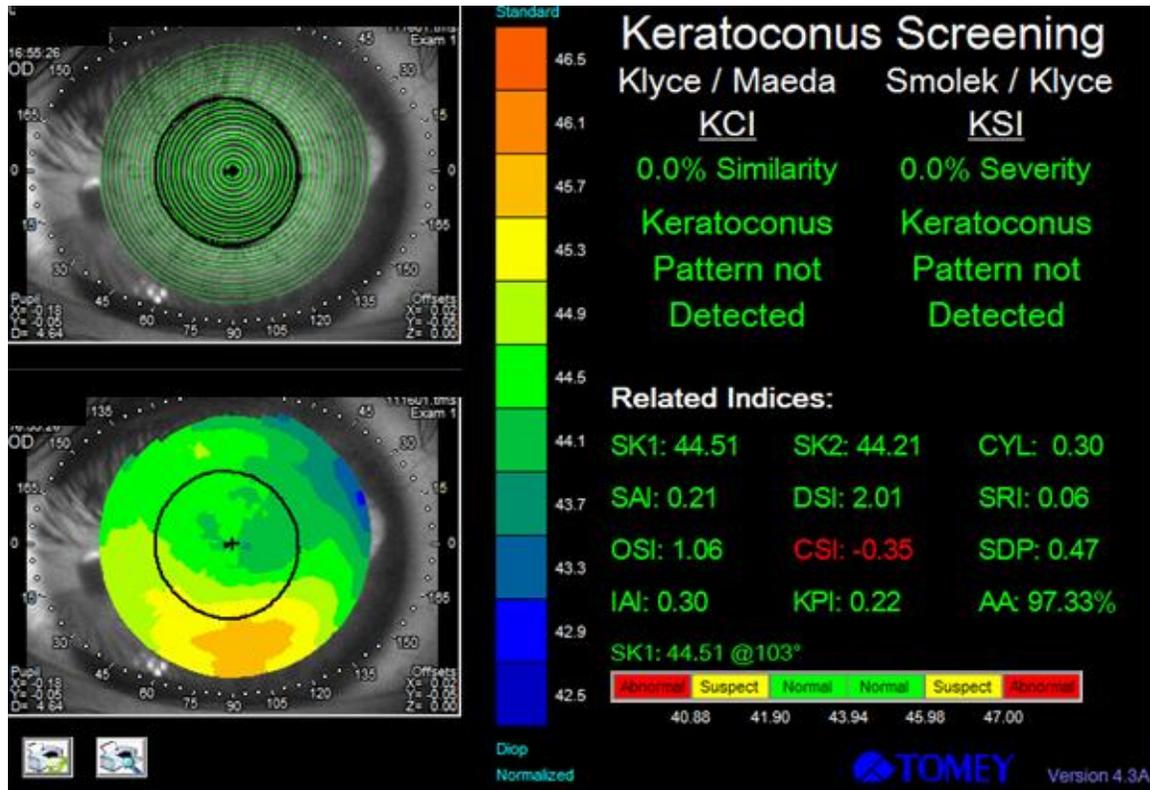
En la imagen del lado derecho observamos un patrón topográfico preoperatorio de ojo derecho el cual presenta colores cálidos rojo- naranja lo cual nos indica queratometrías curvas dentro del parámetro normal. La imagen del lado izquierdo patrón topográfico postoperatorio nos muestra colores fríos verde- azul la cual nos indica un aplanamiento después del tratamiento LASIK dejando a la córnea con queratometrías planas con buenos índices de asimetría e irregularidad.



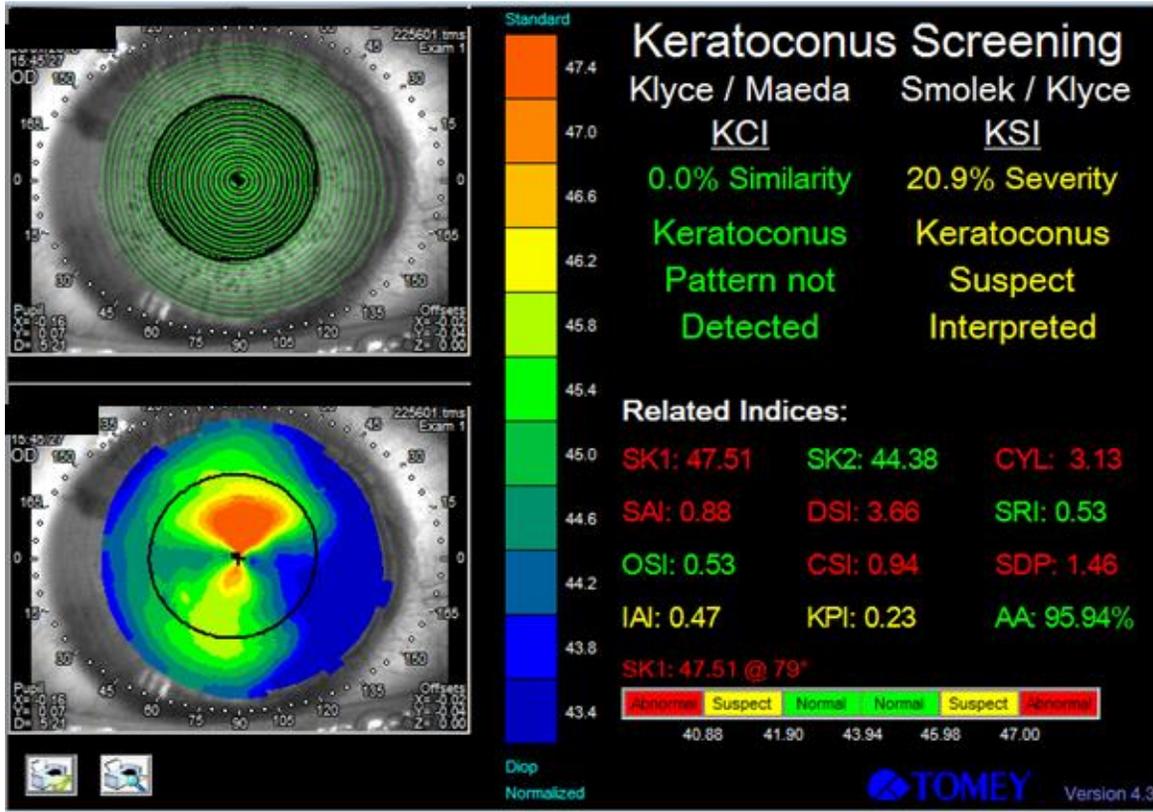
En la imagen del lado derecho observamos un patrón topográfico preoperatorio de ojo izquierdo el cual presenta colores cálidos rojo- naranja lo cual nos indica queratometrías curvas dentro del parámetro normal. La imagen del lado izquierdo patrón topográfico postoperatorio nos muestra colores fríos verde- azul la cual nos indica un aplanamiento después del tratamiento LASIK dejando a la córnea con unas queratometrías planas con buenos índices de asimetría e irregularidad.

## SCREENING

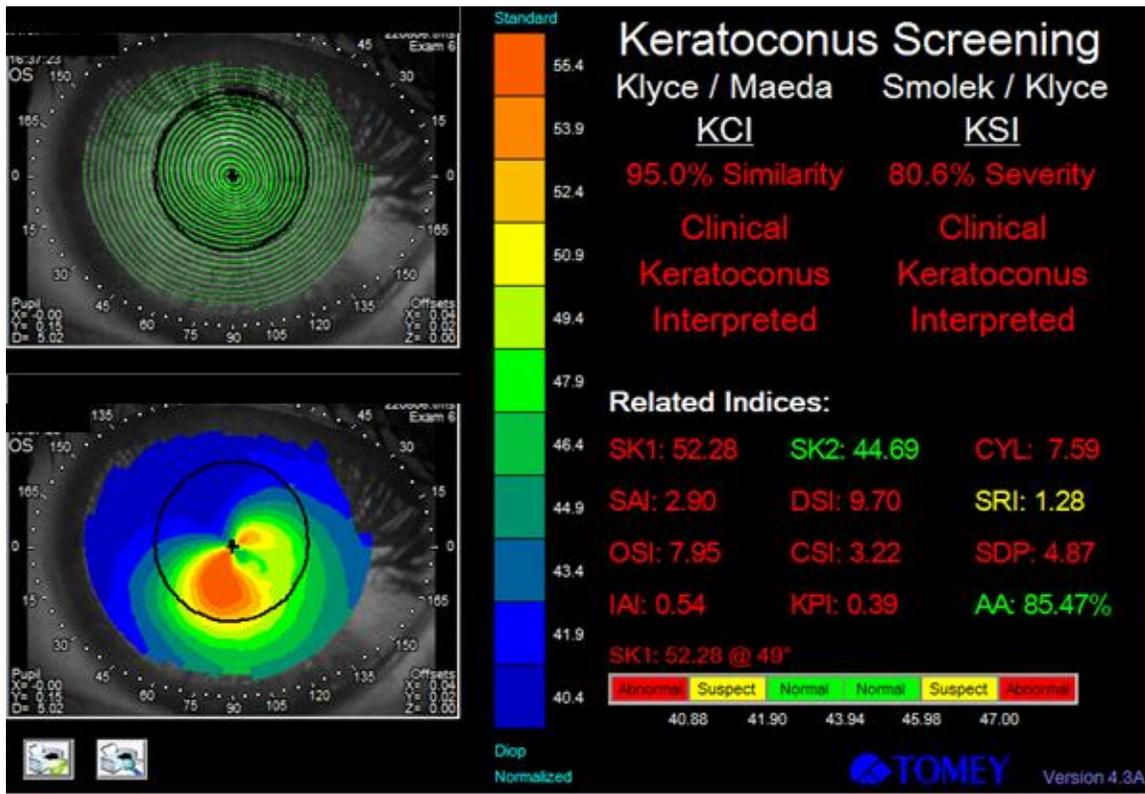
El screening es un programa de detección para queratocono este se calcula mediante una serie de índices que se derivan de análisis topográfico.



En esta imagen se observa dos criterios el del lado derecho nos indica el índice de porcentaje de queratocono, el del lado izquierdo nos indica el índice de severidad del queratocono. En esta imagen ambos porcentajes se muestran en "0" basados en dichos criterios no hay presencia de queratocono en este patrón.



Como se puede observar en la siguiente imagen los índices del análisis topográfico aparecen fuera del rango; el índice de severidad da un porcentaje de 20.9% fuera del rango, lo que nos da una posible sospecha de ectasia corneal



Como se observa en la siguiente imagen los índices topográficos en su totalidad esta fuera del rango de normalidad, por lo tanto, ambos criterios tienen un porcentaje elevado el cual se interpreta como un queratocono clínico.

