

Universidad Galileo  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Instituto Panamericano contra la Ceguera



Comparación de Histéresis Corneal pre y post cirugía  
refractiva en pacientes sometidos con láser excimer  
con las técnicas Lasik Sub-Bowman vs PRK en el  
Instituto Panamericano contra la Ceguera  
Marzo-Agosto de 2012

Tesis para obtener el grado de Maestría en  
Oftalmología

Presentada por:  
Dr. José Carlos García Márquez

Bajo la dirección de los doctores:  
Dra. Erika Alarcón (Segmento Anterior)  
Dr. Rudy Gutiérrez (Director IPC)

Revisor: Dra. Kelin Leyva

Guatemala, 2012

**Comparación de Histéresis Corneal pre y post  
cirugía refractiva en pacientes sometidos con  
láser excimer con las técnicas Lasik Sub-Bowman  
vs PRK en el Instituto Panamericano contra la  
Ceguera**

## 1. Introducción

El estudio de la biomecánica de la córnea es de vital importancia para entender los resultados de la cirugía refractiva a largo plazo. Han sido varios los estudios que han intentado medir estas propiedades corneales. Luce, determinó las propiedades biomecánicas de la córnea utilizando el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert® ORA, el cual está basado en un proceso de aplanación dinámico bidireccional<sup>1</sup>.

El Ocular Response Analyzer (ORA) es un instrumento capaz de medir las propiedades viscoelásticas de la córnea<sup>1,2</sup>. De acuerdo a la fábrica la histéresis corneal (CH), es el amortiguamiento viscoso del tejido corneal o la capacidad de absorción de la energía. El parámetro Factor de Resistencia Corneal (CRF) es la medida de los efectos acumulativos del amortiguamiento viscoso y la resistencia elástica de la córnea<sup>1</sup>. La cirugía refractiva altera las propiedades biomecánicas de la córnea de las cuales se piensa que juegan un papel importante en los resultados del tratamiento, siendo los valores de CH y CRF lo que se disminuyen en forma significativa con un procedimiento refractivo sugiriendo que la creación del flap, la ablación o ambos, alteran la habilidad de la córnea para absorber o disipar energía<sup>1,2</sup>. Córneas queratocónicas tienen valores bajos de CH y CRF, con una alta tendencia de desarrollar una ectasia post-LASIK<sup>2</sup>.

En este estudio, usamos el ORA para determinar las propiedades biomecánicas caracterizadas por la histéresis corneal y factor de resistencia corneal. El objetivo fue medir las propiedades biomecánicas en ojos que tuvieron cirugía refractiva mediante Lasik Sub-Bowman o Queratotomía Fotorefractiva (PRK) para comparar los cambios que producen en la biomecánica corneal estos dos procedimientos.

## **2. Objetivo Principal**

1. Comparar la Histéresis Corneal pre y post cirugía refractiva en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman o PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera y Centro de Cirugía Ocular.

### **2.1 Objetivos Específicos**

2. Establecer el cambio de Histéresis inducido por la cirugía refractiva en la cornea de los ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

3. Establecer el cambio de Histéresis inducido por la cirugía refractiva en la cornea de los ojos sometidos a PRK.

4. Comparar la diferencia en Histéresis corneal de los ojos post operados con Lasik Sub-Bowman vs PRK.

5. Realizar la comparación de Factor de Resistencia corneal (CRF) previa y un mes post cirugía refractiva de los ojos sometidos a PRK y Lasik Sub-Bowman.

### 3. Planteamiento del Problema

La Histéresis corneal es una medición que refleja las propiedades viscoelásticas de la córnea e indica su integridad biomecánica.

La biomecánica de la córnea toma importancia en el estudio de las ectasias post-quirúrgicas para comprender su fisiopatología, identificar sus factores de riesgo e intentar prevenirlas. Su relevancia se reconoce como una variable más a considerar en el desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos de ablación personalizados.

Estudios preliminares han demostrado la reducción de la histéresis en presencia de patologías corneales como el queratocono y posterior a cirugía refractiva<sup>1,2,6,8</sup>.

La histéresis corneal fue introducida por medio del Analizador de Respuesta Ocular (ORA, Reichert Inc) en el año 2005, fue diseñado para proveer una medición más precisa de la presión intraocular, sin embargo posteriormente se observó que ciertos pacientes con enfermedades corneales o la cirugía refractiva (LASIK) disminuía el valor de Histéresis corneal en aproximadamente 2 mmHg<sup>3,8,9,11</sup>. Con este nuevo valor análisis de Histéresis Corneal se observó que no todos los pacientes eran candidatos a cirugía refractiva sobre todo pacientes con Histéresis menores a 8 mmHg entraban como pacientes sospechosos de ectasias<sup>6</sup>.

La cirugía refractiva es una de las más realizadas a nivel mundial y se han realizado estudios más precisos en busca de la integridad de la córnea para evitar complicaciones post operatorias.

Lasik Sub-Bowman es un procedimiento que provee estabilidad biomecánica e induce una pérdida aproximada de un 10 a 14% de la resistencia corneal<sup>2,3</sup>, esta técnica involucra el uso de un microquerátomo o láser femtosegundo creando un flap de 90 a 110 micras.

No hay estudios que documenten el cambio de la Histéresis corneal en PRK. Y debido que el Lasik Sub-Bowman y PRK son dos técnicas de cirugía refractiva diferentes, se ha documentado que en Lasik hay una disminución en la Histéresis corneal por lo que realizamos este estudio para comparar cuales son los cambios inducidos en la Histéresis Corneal en Lasik Sub-Bowman vs PRK.

## 4. Justificación

Este estudio tiene como propósito disponer de un conocimiento adecuado de la Histéresis Corneal ya que es un indicador del biomecanismo corneal y es una herramienta indispensable para la selección de pacientes que serán sometidos a cirugía refractiva.

Conocer específicamente la Histéresis Corneal previo y posterior a cirugía refractiva nos ayudarán a la comprensión de las enfermedades secundarias tales como ectasias.

En el Instituto Panamericano contra la Ceguera se realizan un promedio de 5 cirugías refractivas mensuales y hemos establecido a través de la practica clínica que los valores de Histéresis corneal nos ayudan para la selección del paciente que será sometido a cirugía refractiva y es importante documentar cual es la variación de Histéresis Corneal posterior a la cirugía para determinar el cambio inducido en la resistencia corneal comparando las técnicas de Lasik Sub-Bowman y PRK.

La cirugía refractiva es un factor desencadenante en el desarrollo de ectasia corneal, se estima un aproximado del 2% en el total de ojos que son sometidos a Lasik convencional con flap de 130 micras y se considera que la afectación de la biomecánica de la cornea influye en el desarrollo de una ectasia<sup>2,6,8</sup>.

Mediante el Analizador de Respuesta Ocular podemos medir la Histéresis corneal y el Factor de Resistencia corneal para comparar como es afectada la biomecánica de la cornea posterior a un tratamiento mediante cirugía refractiva. Ya que no se conoce en qué medida la cirugía refractiva (Lasik Sub-Bowman o PRK) altera la biomecánica de la córnea en nuestro instituto se realiza este estudio para documentar los cambios inducidos comparando estas dos técnicas.

Debido a la alta demanda de la técnica de PRK y no existir datos, consideramos importante el conocimiento de cambios inducidos en la Histéresis corneal de nuestros pacientes sometidos a cirugía refractiva con esta técnica.

## 5. Marco Teórico

### 5.1 ANALIZADOR DE RESPUESTA OCULAR:

Se sospecha hace tiempo que las propiedades biomecánicas de la córnea, influyen en los resultados de numerosos procedimientos de medición y cirugías oculares y que podrían guardar cierta relación con el diagnóstico y manejo de diferentes enfermedades oculares. Medir las propiedades biomecánicas del tejido corneal previamente no había sido posible. Solamente se podía medir aspectos geométricos tales como topografía y paquimetría. El mejor conocimiento de las propiedades biomecánicas de la córnea, podría ayudar al diagnóstico y tratamiento de numerosas patologías. El analizador de respuesta ocular (OCULAR RESPONSE ANALYZER, conocido por su sigla ORA) desarrollado por Reichert (Depew, New York, Estados Unidos) utiliza un procedimiento de aplanación bidireccional dinámica para medir las propiedades biomecánicas de la córnea y la presión intraocular<sup>3</sup>. El ORA otorga la medición de una nueva propiedad del tejido corneal llamada histéresis corneal, que es el resultado de la amortiguación viscosa de dicho tejido. Distintos estudios clínicos han sugerido que la medición de la histéresis corneal puede ser útil en la identificación de diferentes condiciones corneales tales como queratocono y distrofia de Fuchs, también podría evaluarse la integridad biomecánica de la córnea y el riesgo potencial de que un candidato a cirugía refractiva pueda desarrollar una ectasia post LASIK<sup>1,2,3,6,8</sup>.

### 5.1.1 FUNCIONAMIENTO Y PARÁMETROS

El ORA actúa como un tonómetro de no contacto, registrando y analizando las propiedades biomecánicas de la córnea, cuando ésta es sometida a una fuerza inducida por un jet de aire. Utiliza un rápido impulso de aire de corta duración (20 milisegundos) para aplanar la córnea y un avanzado sistema electroóptico para monitorear esta deformación producida por la fuerza del soplo de aire en el centro de la córnea (3 mm centrales). El sistema electroóptico está formado por un diodo emisor de luz y un receptor que alcanza su mayor nivel de captación cuando la córnea está aplanada. El alineamiento del ojo del paciente con el equipo es totalmente automático. El preciso y colimado impulso de aire lleva a la córnea a modificar su curvatura, siguiendo la secuencia de convexidad – aplanamiento – concavidad – aplanamiento – convexidad. En un primer tiempo el chorro de aire provoca progresivamente un movimiento de la córnea hacia adentro, un aplanamiento posterior y finalmente una ligera concavidad. Milisegundos después de la aplanación el impulso de aire se corta, la presión desciende en forma suave y a medida que esto sucede la córnea recupera su configuración normal. En el proceso la córnea retorna a su configuración inicial pasando por una segunda etapa de aplanamiento. Es en estos dos momentos de aplanamiento cuando el receptor capta las señales que quedarán registradas. Los dos valores de presión en mmHg obtenidos, uno en el momento del primer aplanamiento y el otro en el segundo aplanamiento, corresponden a la presión intraocular según la ley de Imbert Fick, pero no coinciden, esto es debido a la naturaleza dinámica del flujo de aire y a las propiedades viscosas

de la córnea. Uno esperaría que estos valores de presión sean exactamente iguales sin embargo, durante la naturaleza dinámica del impulso de aire, la amortiguación dinámica de la córnea provoca una demora entre al aplanamiento corneal, resultando en dos diferentes valores de presión. La diferencia entre estos dos valores de presión es lo que se ha llamado histéresis corneal (CH:  $P1 - P2$ ), una nueva medida de las propiedades de los tejidos corneales que es el resultado de la depresión elástica del tejido corneal. El promedio entre estas dos presiones se considera un valor reproducible a la presión intraocular obtenida con tonómetro de Goldmann (IOPg). Un valor llamado presión intraocular corneal corregida (IOPcc), se obtiene mediante la fórmula  $P2 - K \times P1$ , donde  $P1$  y  $P2$  reflejan, respectivamente, la primera y segunda presión de cada evento de aplanamiento y  $K$  es una constante cuyo valor es 0,43. La IOPcc, representaría un valor de presión intraocular sin estar influenciado por la resistencia corneal durante el fenómeno de aplanamiento, es decir sería una IOP independiente de las propiedades corneales. La IOPcc tiene una correlación escasa o nula con la paquimetría corneal central (CCT) en ojos normales y se mantiene constante tras cirugía LASIK. La IOPcc tiene ventajas con respecto a la IOPg; estas son: no es afectada por la paquimetría ni por el grado de rigidez corneal, es más precisa en los pacientes que presentan queratocono, distrofia de Fuchs, glaucoma de presión normal, no es operador dependiente y permanece constante luego de cirugía refractiva (LASIK). La IOPcc puede diferir hasta 3 mmHg con respecto a la IOPg. Por último, el ORA también proporciona la medición del factor de resistencia corneal (CRF), calculado con la siguiente fórmula,  $P1 - 0,7 \times P2$ . Es un indicador que engloba

tanto la viscosidad como la elasticidad de los tejidos corneales. Como es de esperar se correlaciona significativamente con la CCT y la IOPg pero no con la IOPcc. La diferencia entre la CH y CRF, radica principalmente en que la CH, representa la capacidad de los tejidos corneales de absorber energía cuando se aplica a estos una fuerza, en cambio el CRF, abarca toda la respuesta de la córnea frente a la misma fuerza aplicada, incluyendo, por lo tanto, la resistencia elástica. La CH no se correlaciona fuertemente con la IOP, sin embargo, el CRF se relaciona significativamente con ésta<sup>4,13</sup>.

#### 5.1.2 VALORES NORMALES Y PATOLÓGICOS:

El valor medio de CH en una población con córnea “normal” es de 12,36 mmHg<sup>1</sup>. Los valores medidos de la CH son repetibles cuando se mide sobre un único ojo reiteradas veces y, como era de esperar, se encontró una fuerte correlación en los valores de ojos izquierdo y derecho de un mismo paciente ( $R^2=0,5994$ )<sup>1</sup>. Sin embargo, el valor de la CH para una población de ojos normales difiere considerablemente de persona a persona. Una córnea con una CH baja sería teóricamente una córnea con menos capacidad de amortiguar la energía del pulso de aire. Una córnea con una CRF baja indicaría que su rigidez total (o resistencia) es menor. Entonces se plantea una hipótesis todavía sin demostrar: un paciente con ojos normales pero con CH o CRF bajas tendría más riesgo de desarrollar una enfermedad corneal. En la actualidad siguen siendo la paquimetría y la topografía corneales los datos más importantes de despistaje de posibles candidatos a cirugía refractiva. Se considera que las córneas finas serían más

proclives a sufrir ectasia tras cirugía LASIK<sup>12</sup>. La CH y CRF son prácticamente independientes del espesor corneal y en consecuencia serían una herramienta para identificar pobres candidatos a cirugía LASIK<sup>3</sup>. Algunos estudios muestran una reducción significativa en la CH post LASIK, post LASEK, queratoplastia endotelial, cirugía de catarata<sup>1,2,3,7,8,9</sup>. Se puede aventurar la hipótesis de que esto no se debe al adelgazamiento corneal sino más bien al resultado de la debilidad de la estructura relacionada con la creación del flap. También se ha visto que la CH y el CRF deberían incrementarse tras el implante de anillos intracorneales y la realización de cross-linking<sup>4</sup>. El Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) y otros estudios han señalado la importancia del espesor corneal en el diagnóstico y tratamiento del glaucoma, demostrando que un bajo CCT es un factor de riesgo independiente del desarrollo y progresión de la enfermedad<sup>13</sup>. Se cree que otros parámetros diferentes de CCT pueden colaborar en el diagnóstico y tratamiento del glaucoma: una CH baja sería un indicador independiente del daño y progresión de esta enfermedad<sup>13</sup>.

### 5.1.3 SEÑAL DE APLANAMIENTO:

La señal de aplanamiento parecería ser la “huella digital” del comportamiento dinámico de la córnea, y mediante el análisis de las señales de aplanamiento, se puede hacer una clasificación entre señales normales y patológicas.

#### 5.1.4 LIMITACIONES DEL ANALIZADOR DE RESPUESTA OCULAR:

El ORA tiene limitaciones tanto en la captación de señales como en el registro de las mismas. Hay una gran variabilidad en las medidas consecutivas obtenidas en un mismo paciente. Muchas veces hay que repetir las medidas hasta obtener señales homogéneas y consistentes. Ello podría estar determinado por la extrema sensibilidad del instrumento frente a un mal posicionamiento de la cabeza del paciente, sobre todo debido a que el ORA no posee mentonera. También hay que señalar la gran amplitud de los rangos considerados como normales, es que los datos aportados por el ORA son valores de CH y CRF “en bruto”, no relacionados con una base de datos poblacional.

#### 5.2 CONCEPTO DE HISTÉRESIS:

El fenómeno de histéresis fue descrito por primera vez en 1890, por James Alfred Ewing. Este la definió, como la propiedad de ciertos sistemas físicos, que se observa cuando se aplica una fuerza sobre estos y tienen la capacidad de reaccionar lentamente, en lugar de hacerlo en forma instantánea, sin lograr volver completamente a su estado original. La histéresis corneal (CH), refleja las propiedades viscoelásticas de la córnea e indica su integridad biomecánica. Los materiales elásticos, son aquellos que se deforman proporcionalmente a la fuerza aplicada, independientemente del tiempo a lo largo del cual se aplica esta

fuerza. Conociendo el módulo de elasticidad e una estructura, se puede predecir la cantidad de fuerza requerida para su deformación hasta determinado nivel. Por el contrario, los materiales viscosos, son aquellos en los que la relación entre la deformación y la fuerza aplicada sí dependen del tiempo de acción. La resistencia a la fuerza aplicada depende primariamente de la velocidad a la cual esta fuerza sea aplicada (a mayor velocidad, mayor resistencia) Las estructuras viscoelásticas tienen propiedades comunes a ambos tipos de material. El tejido corneal humano es una compleja estructura viscoelástica. La histéresis corneal es un indicador de la capacidad de amortiguación de la córnea, es la capacidad del tejido de absorber y disipar energía. Estudios sugieren que los pacientes con histéresis corneales bajas (“córneas blandas”), son probables candidatos a una variedad de enfermedades oculares y complicaciones post cirugía refractiva<sup>1,2</sup>. Muchos experimentos han sido llevados a cabo con el propósito de encontrar correlaciones fuertes entre CH y algún otro parámetro ocular como ser: espesor corneal central, topografía corneal, largo axial, etc.<sup>12</sup> Sin embargo, el hecho de que no haya correlación significativa con ninguno de ellos, es una prueba de que se trata de un nuevo parámetro. Se considera que la histéresis corneal es independiente de la curvatura corneal, el astigmatismo corneal, la agudeza visual o el largo axial. Aparentemente la CH no varía a lo largo del día. Tampoco se ha encontrado diferencias entre la CH en niños y adultos. Un estudio demuestra una nula correlación entre el uso de lentes de contacto y la Histéresis Corneal<sup>5</sup>.

### 5.3 LA CÓRNEA Y CIRUGÍA REFRACTIVA

La córnea constituye un tejido de suma importancia en las diversas técnicas de cirugía refractiva. Todo ello es derivado de las propiedades, tanto anatómicas como ópticas, de esta estructura transparente de la superficie ocular.

Su plasticidad, así como su elasticidad, contribuyen al mantenimiento de su curvatura (poder refractivo), pudiendo ser modificada por medio de la cirugía. La modificación quirúrgica del poder refractivo de la córnea es posible debido a que posee dos tercios del poder refractivo total del ojo fático y es la única superficie refractiva del ojo una vez que el cristalino es extraído.

El promedio del poder de la superficie anterior de la córnea normal es +48,83 dioptrías y de -5,88 dioptrías el de la superficie posterior. El espesor contribuye con un poder despreciable de 0.1 dioptrías.

La córnea es, por ello, el elemento más importante del sistema óptico ocular, y la determinación de sus radios de curvatura, aprovechando la propiedad de reflexión de la luz, permiten detectar la presencia o no de un astigmatismo corneal.

De todo esto, podemos deducir el hecho de que mediante la cirugía refractiva se puede actuar sobre el espesor así como la curvatura corneal, modificando de esta forma el poder

óptico de la superficie corneal<sup>5</sup>. La superficie anterior de la córnea tiene el mayor poder (que es un poder positivo), mientras que la superficie posterior de la córnea tiene un poder menor (negativo). Es decir, el cambio del índice de refracción entre la lágrima y la córnea, es mayor que el presente entre la córnea y el humor acuoso. Toda alteración del radio de curvatura de la superficie anterior de la córnea cambia el poder dióptrico.

En queratofaquia y queratomileusis, la relación paralela de estas superficies es alterada para crear el cambio óptico. Esto se acompaña de aumento (o descenso) de la superficie frontal en relación a la superficie posterior de las curvaturas fijas. Debido a que solamente la zona óptica central de 5 mm de la córnea es esférica, esta es el área que debe ser modificada para alterar el radio de curvatura de la córnea y en particular, de las lamelas corneales anteriores.

De esta forma, mediante la eliminación de tejido corneal en su periferia, o mediante la eliminación del mismo en su zona central, se modifica la curvatura corneal, suponiendo esto una modificación del poder óptico de la superficie corneal, y corroborándose así, que la córnea constituye el elemento más importante del sistema óptico ocular.

Sin embargo, dentro del campo de la cirugía refractiva, debemos tener en mente que la córnea es tejido vivo con “memoria”, en virtud de la cual tiene tendencia a volver a su

forma original, afectando de manera considerable a la predictibilidad de los resultados quirúrgicos. De ahí el constante esfuerzo encaminado a la creación de técnicas eficaces, predecibles y seguras.

No obstante una correcta función óptica solamente es posible si se mantiene la transparencia (completada en el 6º mes de vida intrauterina). Esta transparencia corneal se puede ver alterada con facilidad, repercutiendo, de forma negativa sobre la función visual.

Cuando se produce un fallo en los mecanismos que controlan la hidratación corneal se produce el edema que, clínicamente responde a una alteración epitelial o endotelial, provocando un edema circunscrito o edema difuso respectivamente. De ahí la importancia de todo proceso de cicatrización corneal, puesto que de él va a depender la mayor o menor pérdida de función visual por alteración en su transparencia.

#### 5.4 BIOMECANICA DE LA CORNEA

La biomecánica de la córnea es una ciencia que trata del equilibrio y de la deformación del tejido sometido a cualquier fuerza . Surge de la conjunción de conocimientos y conceptos físico-matemáticos, arquitectónicos y mecánicos pero también biológicos. Explora la función y estructura de la cornea e intenta establecer bases para predecir su respuesta dinámica ante

situaciones fisiológicas y patológicas<sup>1</sup>.

Dentro de la estructura corneal existen áreas de mayor relevancia biomecánica, por ejemplo se ha observado que en conreos con queratocono la membrana de Bowman se encuentra alterada, presentando rupturas en sitios donde es atravesada por terminales nerviosas, invadida por queratocitos provenientes del estroma corneal anterior y por células epiteliales<sup>6,8</sup>. Estos queratocitos se activan por interleuquinas derivadas del epitelio y entran en un proceso llamado apoptosis, que si bien se caracteriza por desarrollarse con una mínima liberación de enzimas colagenolíticas, la cronicidad en el tiempo origina su pérdida más acentuada en el estroma anterior, derivando en un adelgazamiento localizado y progresivo. Estos datos se confirman por un estudio realizado con microscopía confocal in vivo, que destaca una densidad disminuida de queratocitos en el estroma anterior y un espesor estromal total adelgazado en córneas queratocónicas, en comparación con córneas normales.

En el queratocono, los cambios estructurales (destrucción tisular y cicatrización) de un tejido con su capacidad alterada en respuesta a los daños oxidativos, generan una debilidad arquitectónica a partir de la cual la estructura cede ante factores como la presión intraocular. La etiología del queratocono es discutida, postulándose tanto hipótesis genéticas como mecánicas, siendo más probable una conjunción de ambas. Y así, el concepto de la biomecánica de la córnea surge tímidamente en estudios de tonometría, asentando posteriormente su presencia para comprender una patología, conformando un factor más para el estudio e investigación del queratocono.

Pero por otro lado, comienza el crecimiento y desarrollo de la cirugía refractiva de la córnea, hasta que la llegada de los sistemas de ablación con láser excimer determinan su gran expansión. Posteriormente, con la búsqueda de mejorar la calidad visual y obtener más cantidad (alcanzar la supervisión), llegan los sistemas de ablación personalizados. Pero a pesar de una probada eficacia, predictibilidad y seguridad, se observan casos con resultados no predecibles, regresiones y ectasias corneales post-operatorias y se propone a la respuesta biomecánica como una de las principales causa.

## 5.5 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE BIOMECÁNICA DE LA CÓRNEA

Existen diferentes factores que determinan la estabilidad de la córnea y que se pueden definir en extra e intracorneales. Éstos se conjugan como fuerzas contrapuestas en equilibrio dinámico. Dentro de los factores extracorneales, el más importante es la presión intraocular que ejerce una fuerza sobre la cara interna de la córnea. Menos relevante resulta la presión atmosférica que actúa sobre la cara externa, a la que se suman los párpados, los músculos extraoculares, (indirectamente a través de sus inserciones esclerales) y el músculo ciliar que durante la acomodación produce un acortamiento del diámetro corneal e induce un cambio de curvatura equivalente a 0.60-0.72 dioptrías<sup>4</sup>.

Los factores intracorneales son los inherentes a la propia estructura corneal, la cual posee la elasticidad y características

necesarias para soportar las presiones ejercidas por los factores extracorneales 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 entrecruzamientos de las fibras colágenas del estroma. Éste representa el 90% del espesor corneal y está compuesto por agua, glicosaminoglicanos y fibrillas de colágeno (300 a 500) dispuestas en láminas, extendidas de limbo a limbo sin interrupción formando una intrincada red. Cuando es sometida a compresión o estiramiento, la cornea reorganiza sus láminas e incrementa su elasticidad hasta llegar a un nuevo estado de equilibrio. Esta red presenta diferencias regionales: las láminas dispuestas oblicuamente a la superficie corneal se entrecruzan más densamente en el tercio estromal anterior que en los dos tercios posteriores, donde se disponen paralelas a la superficie corneal. Además, el estroma posterior presenta mayor concentración del proteoglicano queratan sulfato (más hidrofílico) y el estroma anterior presenta mayor concentración del proteoglicano dermatán sulfato (menos hidrofílico). Por las diferencias estructurales, se postula que fundamentalmente el tercio estromal anterior es quien determina la estabilidad de la curvatura corneal y experimentalmente se ha demostrado que éste presenta mayor resistencia al edema, sosteniendo al resto de la estructura, en parte por la presencia de la membrana de Bowman.

La función de la membrana de Bowman es también discutida, pero se sostiene que la misma es importante para mantener la estabilidad de la curvatura de la cornea, lo cual se observa en trabajos experimentales. Aunque esto se contrapone con la

experiencia clínica, donde la mayoría de las personas operadas de queratotomía fotorrefractiva (PRK) (en quienes la membrana de Bowman fue ablacionada) no derivan normalmente en ectasias corneales<sup>9</sup>.

## 5.6 BIOMECÁNICA Y CIRUGÍA REFRACTIVA DE LA CÓRNEA

El poder refractivo de la córnea, puede ser modificado de diferentes maneras: alterando el radio de curvatura anterior, alterando el índice de refracción de la córnea, o alterando el radio de su curvatura posterior. Las diversas técnicas de cirugía refractiva de la cornea buscan modificar la curvatura de la superficie anterior de la cornea, logrando un nuevo estado refractivo y de equilibrio, idealmente estable en el tiempo. Esto se puede lograr modificando arcos de tensión, ya sea debilitando o reforzando la cornea en determinados sitios (centro o periferia) para inducir los cambios deseados, expresión de la respuesta biomecánica del tejido.

Se revisa seguidamente la relación entre la biomecánica corneal y los procedimientos refractivos incisionales, el láser excimer y su relevancia en las ablaciones personalizadas<sup>2,7,9,10</sup>.

## 5.7 BIOMECÁNICA DE LA CÓRNEA Y PROCEDIMIENTOS INCISIONALES:

Al realizar una incisión y cortar una lámina estromal, disminuye el número de fibras colágenas efectivas para mantener la carga de la presión intraocular, aumentando así la tensión que deben soportar las fibras no cortadas, que responden estirándose. La tensión se redistribuye y bajo este principio biomecánico cambia la curvatura corneal. En la queratotomía radial, la periferia corneal se abomba

y el centro se aplanan, y en la queratotomía arcuata el aplanamiento se observa en el meridiano incisional debido a cambios de elevación periférica a este meridiano.

El efecto puede variar si cambiamos la zona óptica, número de incisiones y su profundidad, como se observa en la práctica clínica y como se puede reproducir experimentalmente aplicando modelos biomecánicos. Estas características hacen que el procedimiento requiera gran destreza quirúrgica para obtener el resultado refractivo deseado de forma reproducible. Además, después del procedimiento la estabilidad corneal disminuye y las incisiones representan un punto de debilidad proporcional a su profundidad, lo cual se ha comprobado en modelos animales y también en una córnea humana.

#### 5.8 LÁSER EXCIMER Y BIOMECÁNICA DE LA CÓRNEA:

En los inicios de los procedimientos refractivos, la córnea es tratada como un trozo de plástico, al cual se le puede quitar, agregar o esculpir una forma deseada. Esto se basa en el supuesto de que el tejido acepta los cambios impuestos sin una respuesta, lo cual es falso, ya que si fuera como un trozo de plástico carente de respuesta biomecánica, la cirugía incisional no tendría ningún efecto. Con el láser excimer la cirugía refractiva comienza su mayor expansión. Se crean los primeros modelos matemáticos y Munnerlyn aporta un algoritmo de substracción de tejido para corregir errores esféricocilíndricos, que resulta útil pero que no es absolutamente eficaz en algunos pacientes por ignorar las propiedades biomecánicas de la córnea<sup>2,4,6</sup>.

Los algoritmos de ablación derivan de largos análisis estadísticos cuyas variables han sido evaluadas por su capacidad para predecir o provocar cambios refractivos. Mientras más variables se consideren, más preciso será el algoritmo y con este concepto se han diseñado ablaciones personalizadas, guiadas por topografías y frente de ondas. Sin embargo y de forma imprevista, las aberraciones esféricas aumentan incluso después de tratamientos personalizados.

La interacción láser-tejido, factor inicialmente ignorado, es responsable por ejemplo de la pérdida de la transparencia corneal (por excesiva/anómala respuesta cicatrizal). También se pueden producir cambios menos evidentes que afectan la calidad visual posiblemente secundarios a una alteración óptica del tejido corneal, como se ha demostrado experimentalmente. Así, a partir de observaciones experimentales y clínicas se establecen nuevos límites de tratamiento y simultáneamente crece la investigación básica tanto en áreas biológicas como físico-matemáticas, aunando esfuerzos por mejorar patrones de ablación y predecir la respuesta cicatrizal.

La importancia de considerar el factor biomecánico en los modelos de cirugía refractiva fue creciendo a partir de diversos trabajos hasta que finalmente se postula abiertamente que la biomecánica de la córnea es una de estas variables no considerada hasta el momento en los algoritmos de ablación y en el año 2000 Roberts C explica que no sólo cambia la porción de la córnea tratada, sino que también se modifica el resto del tejido, afectando al resultado refractivo tanto en cantidad como en calidad de visión<sup>14</sup>. Expone que la córnea funciona como si fueran varias bandas elásticas

superpuestas, y que al modificar la tensión a nivel central se produce contracción en el resto de bandas aumentando el espesor en la periferia. Mientras más profunda sea la ablación central, mayor será el cambio periférico. Este engrosamiento resulta secundario al aumento del espacio entre las fibras de colágeno, espacio llenado por matriz extracelular embebida de agua. Asimismo se produce un aplanamiento central. Este fenómeno biomecánico es responsable de un aumento del efecto de una ablación miópica, contrarresta el de una ablación hipermetrópica, e induce hipermetropía (leve) luego de realizar un tratamiento de queratotomía foto-terapéutica (PTK).

La biomecánica de la córnea también es importante si deseamos corregir aberraciones ópticas. Se ha observado que tras procedimientos de PRK y queratomileusis in situ asistida por láser (LASIK) convencional, las aberraciones ópticas aumentan<sup>9,12</sup>. Con las ablaciones personalizadas guiadas por frente de ondas, si bien disminuyen, aún se producen una cantidad de aberraciones ópticas que no se pueden predecir ni explicar completamente. Sí se ha demostrado que en los casos donde aumenta la curvatura corneal posterior se induce un incremento de aberraciones esféricas negativas y se postula que la respuesta biomecánica esta en parte relacionada, constituyendo un factor de error no previsto por las ablaciones personalizadas. La ablación láser sería responsable de la mayoría de las aberraciones inducidas, pero también se deben tener en cuenta como variables la localización de la bisagra corneal en el LASIK o el tipo de microquerátomo, ya que estos pueden modificar la cantidad y orientación de aberraciones de alto orden.

Existen múltiples factores (tanto físico-matemáticos como clínico-biológicos) a tener en cuenta a la hora de evaluar las discrepancias observadas entre simulaciones de modelos matemáticos y resultados clínicos. Se ha demostrado que no solo cambia la zona tratada y que el resultado final no solo depende del perfil de ablación<sup>1,2</sup>. La respuesta biomecánica de la córnea es un factor importante, pero sólo un factor más, que actualmente toma la relevancia dentro de la cirugía refractiva y que los nuevos modelos matemáticos comienzan a incluir junto a factores biológicos como la cicatrización de la cornea y la reorganización del epitelio post-LASIK . Aunque igualmente su respuesta continúa siendo difícil de caracterizar y predecir.

## 5.9 BIOMECÁNICA DE LA CÓRNEA Y ECTASIAS POST-QUIRÚRGICAS

Las ectasias post quirúrgicas constituyen un problema temido por todos los cirujanos refractivos y el concepto de la biomecánica de la córnea resulta fundamental para comprender su fisiopatología, reconocer sus factores predisponentes e intentar prevenirlas<sup>1</sup>.

Los factores que afectan la estabilidad corneal, si se afecta la estructura corneal y no se modifica el resto, la resistencia de la cornea estará disminuída ante los otros factores. Dependiendo de cuan disminuida se encuentre, ésta podrá adoptar un nuevo estado de equilibrio o terminará cediendo. Esto se ha observado clínicamente en aquellos casos donde se realizan ablaciones excesivas que dejan corneas debilitadas derivando en ectasia<sup>6</sup>. Por eso se han modificado los límites del total de tejido ablacionar

(dioptrías a corregir), con el objeto de dejar un espesor residual que como mínimo sea de 250  $\mu\text{m}$ , concepto que surge de inferencias realizadas por Seiler et al<sup>15</sup>. En una córnea operada de LASIK, el espesor útil desde un punto de vista biomecánico equivale sólo al lecho estromal residual, despreciándose el espesor del colgajo, ya que las uniones de las fibras colágenas de la cicatriz (interfase) nunca vuelven a tener la cohesión y fuerza de unión iniciales, por lo que el espesor del colgajo no es considerado en el mantenimiento de la estructura corneal. Y si bien se conserva la membrana de Bowman, esta al haber sido intersectada por el microquerátomo pierde su papel como factor estabilizante. Las técnicas de la PRK y de la queratomileusis subepitelial asistida por láser (LASEK) tienen la ventaja sobre el LASIK de conservar más tejido, aunque en ambos casos también se altera la membrana de Bowman y el tercio estromal anterior, relevantes a la estabilidad de la cornea<sup>3,9</sup>.

También se han detectado ectasias post-LASIK en córneas con lecho residual mayor a 250  $\mu\text{m}$ <sup>1,2,5,8</sup>. Esto remarca que no sólo es importante el espesor corneal, sino que también es importante la densidad y entrecruzamiento de fibras colágenas, esqueleto invisible de la cornea que otorga resistencia y elasticidad. En el caso de la cornea, podemos medir el espesor, pero no podemos objetivar la densidad de sus fibras colágenas in-vivo.

La incidencia aproximada de las ectasias post-LASIK es de 1/2.500 casos y su etiología se debate entre la inestabilidad biomecánica inducida o la evolución de un proceso crónico subclínico preexistente<sup>1,2,3</sup>. Se han realizado estudios para detectar factores de riesgo y evaluar similitudes y diferencias con

el queratocono<sup>6,8</sup>. Twa MD y col revisaron 60 artículos de ectasias post-LASIK y encontraron que el espesor corneal residual solo explicaba el 45% (35 de 75 casos) de las ectasias<sup>16</sup>. Asimismo observaron una distribución bimodal en el momento del diagnóstico, que se incrementaba a los 3 y 15 meses, postulando que el primer incremento puede ser debido a una forma frustra de queratocono o degeneración marginal pelúcida no reconocida en el pre-operatorio, mientras que las ectasias detectadas a los 15 meses podrían deberse a una inestabilidad biomecánica de la cornea secundaria a una ablación excesiva<sup>16</sup>.

#### 5.10 TRATAMIENTOS QUE REFUERZAN LA BIOMECÁNICA DE LA CÓRNEA

Otras formas actuales de modificar la estructura corneal sin debilitarla, induciendo también cambios refractivos. Esto se puede lograr mediante la introducción de segmentos intraestromales, queratoplastia conductiva o a través del tratamiento de la cornea con luz ultravioleta (UVA).

Mediante la colocación de segmentos intra-estromales (INTACS, Anillos de Ferrara) se produce un incremento periférico del espesor corneal y se induce un aplanamiento central que posibilita la corrección de miopías bajas, aunque los anillos de Ferrara según su grosor se postula que pueden llegar a corregir hasta 12 dioptrías. Estabilizan y aumentan la rigidez de la estructura corneal, por lo que pueden demorar la progresión del queratocono y las ectasias post-quirúrgicas, remarcando que el efecto biomecánico posiblemente será mayor en córneas adelgazadas.

La queratoplastia conductiva es una técnica basada en la emisión

de radio-frecuencia para la corrección de la hipermetropía (leve-moderada), que produce un aumento homogéneo de la temperatura en un área establecida del estroma corneal periférico, induciendo la contracción de las fibras colágenas y una respuesta biomecánica con aplanamiento corneal periférico y elevación central que derivan en la modificación de la hipermetropía.

La biomecánica no sólo es importante el espesor corneal sino también las características de su estructura interna, especialmente la densidad y entrecruzamiento de fibras colágenas. No es posible aumentar la densidad de fibras colágenas pero si su entrecruzamiento, mejorando las propiedades biomecánicas del tejido. Este fenómeno observado en el envejecimiento y en pacientes diabéticos, procesos donde aumenta el entrecruzamiento de fibras colágenas, también puede lograrse al tratar la cornea con riboflavina (como sustancia fotosensibilizante) y su posterior exposición a luz UVA (a una distancia y tiempo determinado), tratamiento que parece no ser tóxico para el resto de las estructuras oculares. También se ha demostrado que además de aumentar el entrecruzamiento, aumenta el diámetro de las fibras de colágeno (datos experimentales), resultando un factor más para mejorar la estabilidad de la estructura corneal. El efecto del tratamiento se ha probado clínicamente en un estudio prospectivo, abierto, en pacientes con queratocono, con un seguimiento de hasta 4 años, donde se observa que detiene la evolución de la enfermedad. Este tratamiento también podría resultar eficaz para las ectasias post-quirúrgicas e incluso como coadyuvante en cirugías refractivas corneales, para reforzar la estabilidad corneal<sup>17</sup>.

## **6. Metodología**

### **6.1 Tipo de Estudio:**

Estudio prospectivo y longitudinal

### **6.2 Población de Estudio:**

Todos los ojos sometidos a cirugía refractiva en el Instituto Panamericano contra la Ceguera de marzo de 2012 a agosto de 2012 bajo la técnica de Lasik Sub-Bowman o PRK.

### **6.3 Sujeto de Estudio:**

Ojos de pacientes mayores de 19 años de edad con defectos refractivos quienes se someten por primera vez a cirugía refractiva en la clínica de segmento anterior del Instituto Panamericano contra la Ceguera en un tiempo comprendido de marzo de 2012 a agosto de 2012

### **6.4 Criterios de Inclusión:**

- Pacientes sometidos a Lasik Sub-Bowman y PRK
- Edad mayor de 19 años
- Paciente que acuda a todas sus citas según lo indique el protocolo
- Ausencia de cirugía ocular previa
- Aceptación de consentimiento informado por parte del paciente para participar en el estudio

### **6.5 Criterios de Exclusión:**

- Edad menor de 19 años
- Pacientes que no llenen los requisitos propios para cirugía refractiva.
- Cirugía ocular previa.
- Enfermedades sistémicas autoinmunes.

## 6.6 Definición de las variables:

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Unidad de Medida
Edad	Tiempo que una persona ha vivido desde que nació	Edad al momento del diagnóstico y tratamiento	Intervalo	19-29 años 30-39 años 40-44 años 45-49 años 50-54 años 55-60 años
Sexo	Características biológicas que distinguen a un hombre de una mujer	Masculino Femenino	Nominal	Masculino Femenino
Procedimiento quirúrgico	Consiste en la modificación de la forma de la cornea mediante la aplicación del láser Excimer en su interior.	LASIK: "Láser in situ Keratomileusis" Se realiza un flap corneal mediante un microquerátomo automático ajustado a 90 micras y posterior la aplicación de laser Excimer.  PRK: "Queratectomia fotorrefractiva" Se retira la capa exterior de las células de la cornea "epitelio" y después, se remodela la córnea con laser Excimer.	Nominal	Lasik Sub-Bowman PRK
Histeresis Corneal (CH) Previa cirugía	Es una medida de la distensibilidad corneal o de la capacidad del tejido de absorber y disipar la energía, resultado de las propiedades viscolásticas de la cornea.	Realizarse la Histéresis Corneal previo a la cirugía no más de 3 meses previo a la fecha de la cirugía. Mediante el Analizador de Respuesta Ocular se trata de un neumotonómetro en el que el chorro de aire aplicado a la cornea primero la aplana y llega a una ligera concavidad y después cortado el flujo de aire la cornea se recupera pasando por una segunda aplanación.	Nominal	Normal > 9mmHg Anormal <9mmHg (1,2,6,8,10)

Histeresis Corneal Post cirugía	Es una medida de la distensibilidad corneal o de la capacidad del tejido de absorber y disipar la energía, resultado de las propiedades viscolásticas de la cornea.	Realizarse la Histéresis corneal 1 mes posterior a la cirugía. Mediante el Analizador de Respuesta Ocular se trata de un neumotonómetro en el que el chorro de aire aplicado a la cornea primero la aplana y llega a una ligera concavidad y después cortado el flujo de aire la cornea se recupera pasando por una segunda aplanación.	Nominal	Normal > 9mmHg Anormal <9mmHg (1,2,6,8,10)
Resistencia de Factor Corneal (CRF)	La CRF es una medida de los efectos acumulativos de la Resistencia viscosa y elástica encontrados por el chorro de aire durante la deformación de la superficie de la córnea	La CRF emplea los mismos puntos de Histéresis corneal pero emplea un algoritmo específico para llegar a su resultado.	Nominal	Normal >9mmHg Anormal <9mmHg (1,2,6,8,10)
Resistencia de Factor Corneal (CRF) Post cirugía	La CRF es una medida de los efectos acumulativos de la Resistencia viscosa y elástica encontrados por el chorro de aire durante la deformación de la superficie de la córnea	Realizarse la CFR 1 mes posterior a la cirugía. La CRF emplea los mismos puntos de Histéresis corneal pero emplea un algoritmo específico para llegar a su resultado.	Nominal	Normal >9mmHg Anormal <9mmHg (1,2,6,8,10)

## **6.7 Consideraciones Éticas:**

En el estudio se tomara toda clase de precauciones para respetar confidencialidad de la información recabada así mismo se explicará al paciente el motivo de este estudio dando su consentimiento para ser parte del estudio.

## **6.8 Descripción del proceso de investigación:**

Todo paciente que desee cirugía refractiva, al momento de la evaluación oftalmológica. El médico oftalmólogo encargado de la clínica de segmento anterior del Instituto Panamericano contra la Ceguera le explicará al paciente detalladamente sobre el objetivo del estudio y se le mostrará el consentimiento informado. Una vez que el paciente aceptó participar en el estudio firmará el consentimiento informado. El oftalmólogo a cargo evaluará al paciente de manera rutinaria por biomicroscopía para evaluar que cumpla todos los criterios de inclusión para realizarse cirugía refractiva, analizará su topografía corneal, paquimetría e histéresis corneal. Evaluará si es candidato para cirugía refractiva y explicará al paciente que procedimiento se realizará (Lasik Sub-Bowman o PRK).

El paciente será seleccionado de acuerdo al protocolo de Lasik Sub-Bowman o PRK de la clínica de Segmento Anterior.

Posteriormente llenará la hoja de recolección en donde se incluye Nombre del paciente, edad, sexo, defecto refractivo que afecta al paciente, Histéresis corneal (CH), Factor de resistencia corneal (CRF), paquimetría central, procedimiento quirúrgico, cantidad de ablación.

Posterior a la intervención quirúrgica el paciente será evaluado de forma rutinaria al segundo día, séptimo día, al mes y dos meses. Cumplido un mes post quirúrgico el paciente se realizará una nueva Histéresis corneal y el mismo procedimiento realizará el médico oftalmólogo en la hoja de recolección de datos.

#### **6.9 Tiempo de realización:**

Periodo comprendido de Marzo de 2012 a Agosto de 2012, aproximadamente 8 ojos por procedimiento quirúrgico.

#### **6.10 Análisis de datos:**

Los datos recolectados serán presentados en un informe estadístico con medidas de frecuencia y tablas de comparación de ojos sometidos a cirugía refractiva. Todos los datos serán analizados por el programa Excel.

## 7.0 Resultados

Se incluye un total de 15 pacientes en el estudio que cumplieron con los requisitos atrás descritos, los cuales se dividen en dos grupos: Grupo número uno, corresponde a quienes se les realizó Lasik Sub-Bowman (8 pacientes) en 13 ojos, y grupo número dos, PRK (7 pacientes) en 14 ojos. Las características de los pacientes descritos, se resumen en la tabla No. 1.

Tabla No. 1

Las características de los ojos descritos, se resumen de acuerdo a los grupos de estudio por edad, sexo, defecto refractivo, paquimetría media y ablación media del Instituto Panamericano contra la Ceguera, en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

<b>Tabla No.1 Características de los Ojos objetos a estudio</b>				
	<b>Grupo 1. Lasik Sub-Bowman</b>		<b>Grupo 2. PRK</b>	
	<b>Rango Edad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Rango Edad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Edad</b>	19-29 años	46.15%	19-29 años	28.57%
	30-39 años	46.15%	30-30 años	42.85%
	40-44 años	7.69%	40-44 años	14.28%
			45-49 años	14.28%
<b>Sexo</b>	Masculino	54.84%	Masculino	14.28%
	Femenino	46.15%	Femenino	85.71%
<b>Defecto Refractivo</b>	Miopia	23.07%	Miopia	57.14%
	Astigmatismo	76.92%	Astigmatismo	42.85%
<b>Paquimetria Media</b>	561 micras		534 micras	
<b>Ablación Media</b>	62 micras		52 micras	

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Tabla No. 2.

Histéresis Corneal por grupo de edad en ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera, en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla No. 2 Histeresis Corneal por grupo de edad en ojos sometidos a PRK															
	PRK pre-op							PRK post-op							
	Edad	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total
Histeresis Corneal															
> 9		28.57%	7.14%	0%	14.28%	0%	0%	50%	28.57%	7.14%	0%	7.14%	0%	0%	42.85%
< 9		0%	35.71%	14.28%	0%	0%	0%	50%	0%	35.71%	14.28%	7.14%	0%	0%	57.13%
Total		28.57%	42.85%	14.28%	14.28%	0%	0%	100%	28.57%	42.85%	14.28%	14.28%	0%	0%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Histéresis corneal del total de ojos sometidos a PRK por grupo de edad. Se puede observar que el porcentaje relacionado con la edad fue mayor en el grupo de 30 a 39 años con una Histéresis menor a 9 mmHg y post operatorio el mismo grupo de edad con una Histéresis menor a 9 mmHg. En el total de los ojos podemos observar un porcentaje de Histéresis corneal igual del 50% en el total de ojos sometidos previo PRK y un incremento de un 7.13% en la Histéresis menor a 9 mmHg en los ojos post operados.

Tabla No. 3.

Histéresis Corneal por grupo de edad en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman del Instituto Panamericano contra la Ceguera, en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012

Tabla 3. Histeresis Corneal por grupo de edad en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman															
	Lasik pre-op								Lasik post-op						
	Edad	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total
Histeresis Corneal															
> 9		46.15%	38.46%	7.69%	0.00%	0%	0%	92.31%	23.07%	23.07%	7.69%	0.00%	0%	0%	53.86%
< 9		0%	7.69%	0.00%	0%	0%	0%	7.69%	23.07%	23.07%	0.00%	0.00%	0%	0%	46.14%
Total		46.15%	46.15%	7.69%	0%	0%	0%	100%	46.15%	46.15%	7.69%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Histéresis corneal del total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman por grupo de edad. Se puede observar que el porcentaje relacionado con la edad fue mayor en el grupo de 19 a 29 años presentando una Histéresis mayor a 9 mmHg y post operatorio el grupo de edad de 19 a 29 años con una Histéresis menor y mayor a 9 mmHg en el mismo porcentaje de ojos y de igual porcentaje en el grupo de 30 a 39 años. En el total de ojos podemos observar una disminución significativa previa cirugía con una Histereris mayor a 9 mmHg con un porcentaje de 92.31% y posterior a la cirugía el total de ojos con una Histéresis mayor a 9 mmHg fue solo el 53.86%.

Tabla No 4.

Histéresis Corneal por sexo en ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

<b>Tabla 4. Histeresis Corneal por sexo en ojos sometidos a PRK</b>						
	<b>PRK pre-op</b>			<b>PRK post-op</b>		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
Histeresis Corneal						
> 9	7.14%	42.85%	50%	0%	21.42%	21.42%
< 9	7.14%	42.85%	50%	14.28%	64.28%	78.58%
Total	14.28%	85.70%	100%	14.28%	85.70%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Histéresis corneal del total de ojos sometidos a PRK por sexo. Se puede observar que el porcentaje mayor pre operatorio es el grupo de sexo femenino con el mismo porcentaje de histeresis corneal, así mismo predomina el sexo femenino en el post operatorio pero con un diferencia significativa de 28.58% en la disminución de porcentaje de Histéresis corneal mayor a 9mmHg.

Tabla No. 5.

Histéresis Corneal por sexo en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 5. Histeresis Corneal por sexo en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman						
	Lasik pre-op			Lasik post-op		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
Histeresis Corneal						
> 9	46.15%	46.15%	92.41%	23.07%	30.76%	53.83%
< 9	7.59%	0%	7.59%	30.76%	15.38%	46.17%
Total	53.84%	46.15%	100%	53.84%	46.15%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Histéresis corneal del total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman por sexo. Se puede observar que el porcentaje total de ojos previos cirugía la Histéresis corneal es mayor a 9 mmHg en un 92.41% y posterior a la cirugía una disminución significativa de Histéresis corneal mayor a 9 mmHg en un 38.58%.

Tabla No. 6.

Factor de Resistencia Corneal por grupo de edad en ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera, en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 6. Factor de Resistencia corneal por grupo de edad en ojos sometidos a PRK															
	PRK pre-op							PRK post-op							
	Edad	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total
FRC															
> 9		21.42%	7.14%	0%	14.28%	0%	0%	56.89%	7.14%	0%	0%	0%	0%	0%	7.14%
< 9		7.14%	31.71%	14.28%	0%	0%	0%	43.11%	21.42%	42.85%	14.28%	14.28%	0%	0%	92.86%
Total		28.57%	42.85%	14.28%	14.28%	0%	0%	100%	4	42.85%	14.28%	14.28%	0%	0%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Factor de Resistencia Corneal del total de ojos sometidos a PRK por grupo de edad. Se puede observar que el porcentaje relacionado con la edad fue mayor en el grupo de 30 a 39 años con un Factor de Resistencia Corneal menor a 9 mmHg y post operatorio el mismo grupo de edad con una Histéresis menor a 9 mmHg. En el total de los ojos podemos observar un porcentaje significativo de un 92.86% en el total de ojos con Factor de Resistencia Corneal menor a 9 mmHg.

Tabla No. 7.

Factor de Resistencia Corneal por grupo de edad en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera, en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

	Lasik pre-op							Lasik post-op							
	Edad	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total	19-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-60	Total
FRC															
> 9		38.46%	38.46%	7.69%	0%	0%	0%	84.62%	30.76%	23.07%	7.69%	0%	0%	0%	61.55%
< 9		7.69%	7.69%	0.00%	0%	0%	0%	15.38%	15.38%	23.07%	0.00%	0%	0%	0%	38.45%
Total		46.15%	46.15%	7.69%	0%	0%	0%	100%	46.15%	46.15%	7.69%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Factor de Resistencia Corneal del total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman por grupo de edad. Se puede observar que el porcentaje total de ojos previos a cirugía presentaban un Factor de Resistencia corneal mayor a 9 mmHg en un 84.62% y posterior a cirugía una disminución del 23.07% en los ojos con Factor de Resistencia corneal mayor a 9 mmHg.

Tabla No. 8.

Factor de Resistencia Corneal por sexo en ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 8. Factor de Resistencia Corneal por sexo en ojos sometidos a PRK						
	PRK pre-op			PRK post-op		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
FRC						
> 9	7.14%	35.71%	42.86%	0%	7.14%	7.14%
< 9	7.14%	50%	57.14%	14.28%	78.57%	92.86%
Total	14.28%	85.71%	100%	14.28%	85.71%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Factor de Resistencia Corneal del total de ojos sometidos a PRK por sexo. Se puede observar que el mayor porcentaje pre operatorio es el grupo de sexo femenino con un 85.71% y el mismo porcentaje post operatorio, sin embargo en el total de ojos post operatorio el Factor de Resistencia corneal menor de 9 mmHg es de un 92.86%.

Tabla No. 9.

Factor de Resistencia Corneal por sexo en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 9. Factor de Resistencia Corneal por sexo en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman						
	Lasik pre-op			Lasik post-op		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
FRC						
> 9	46.15%	38.46%	84.62%	30.76%	30.76%	61.52%
< 9	7.69%	7.69%	15.38%	23.07%	15.38%	38.48%
Total	53.84%	46.15%	100%	53.84%	46.15%	100%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representa el valor normal (>9) y anormal (<9) de Factor de Resistencia Corneal del total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman por sexo. Se puede observar que el Factor de Resistencia Corneal mayor de 9 mmHg en ojos pre operatorios es de un 84.62% y hay una disminución significativa en un 23.1% en el Factor de Resistencia Corneal mayor de 9 mmHg post operatorio.

Tabla No. 10.

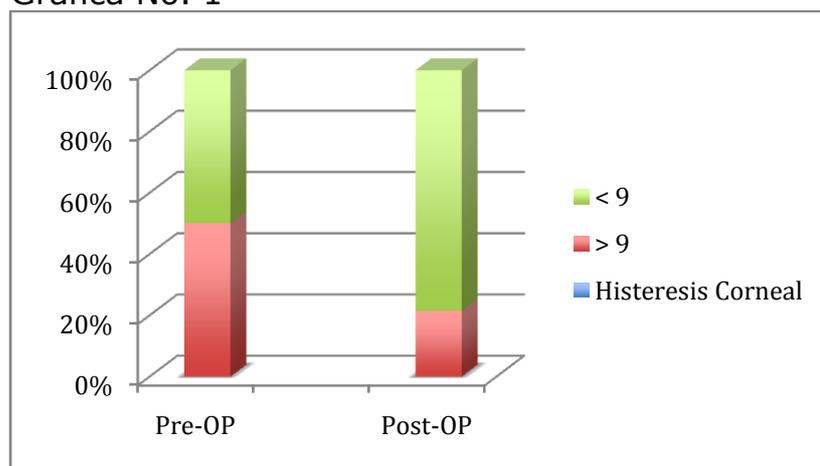
Histeresis Corneal Pre y Post operatorio en el total de ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 10. Histeresis Corneal Pre y Post OP en ojos sometidos a PRK				
		Pre-OP		Post-OP
Histeresis Corneal				
> 9		50%		21.42%
< 9		50%		78.57%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

La siguiente tabla muestra el porcentaje total de ojos sometidos a PRK, se puede observar que el porcentaje de histeresis corneal pre operatorio es igual en un 50% y una disminución en el porcentaje de histeresis corneal mayor de 9 mmHg en un 28.58%.

Gráfica No. 1



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la Tabla No. 10 en la que demuestra la Histeresis corneal en ojos sometidos a PRK.

Tabla No. 11.

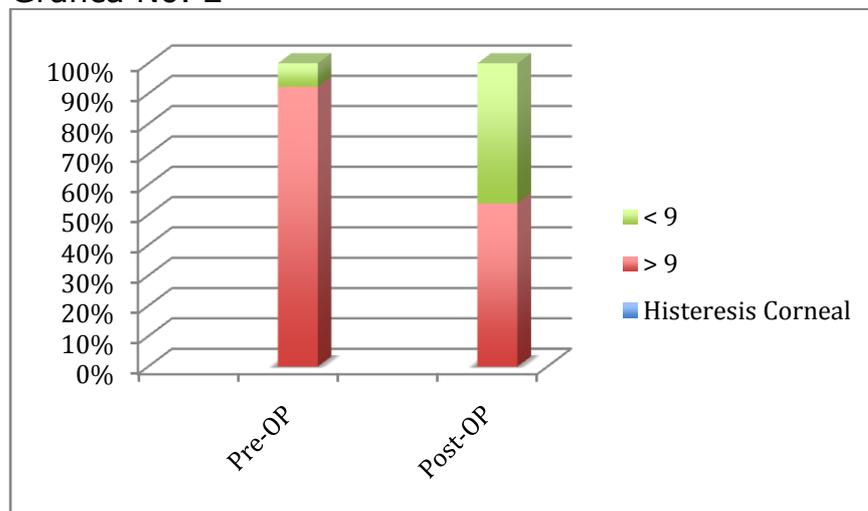
Histeresis Corneal Pre y Post operatorio en el total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 11. Histeresis Corneal Pre y Post-OP en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman				
		Pre-OP		Post-OP
Histeresis Corneal				
> 9		92.30%		53.84%
< 9		7.69%		46.15%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

La siguiente tabla muestra el porcentaje total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman, se puede observar que el porcentaje de histeresis corneal mayor de 9 mmHg pre operatorio es de 92.30% sufriendo una disminución significativa en el post operatorio de un 38.46% en la Histéresis mayor de 9 mmHg.

Gráfica No. 2



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 11 en la que demuestra la Histéresis Corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

Tabla No. 12.

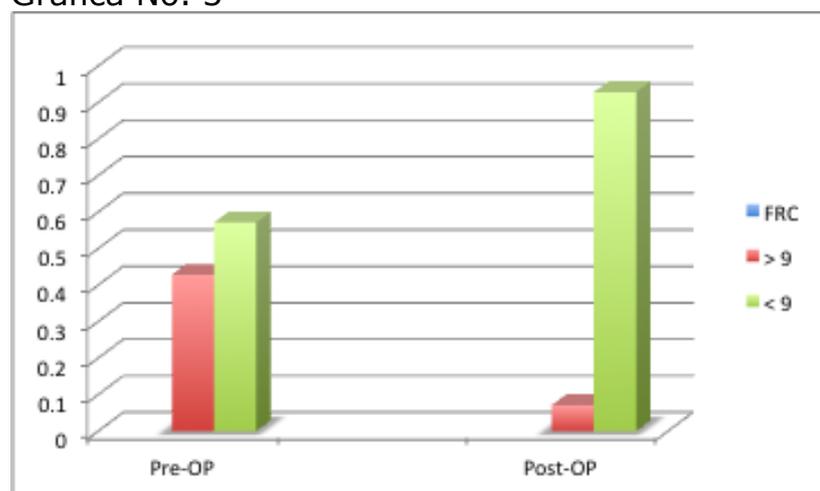
Factor de Resistencia Corneal Pre y Post operatorio en el total de ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 12. Factor de Resistencia Corneal Pre y Post OP en ojos sometidos a PRK				
		Pre-OP		Post-OP
FRC				
> 9		42.85%		7.14%
< 9		57.14%		92.85%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Podemos observar una diferencia significativa en el Factor de Resistencia Corneal mayor de 9 mmHg en el pre operatorio con un porcentaje de 42.85% y una disminución en un 35.71% respecto al post operatorio.

Gráfica No. 3



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 12 en la que demuestra el Factor de Resistencia Corneal pre y post operatorio en ojos sometidos a PRK.

Tabla No. 13.

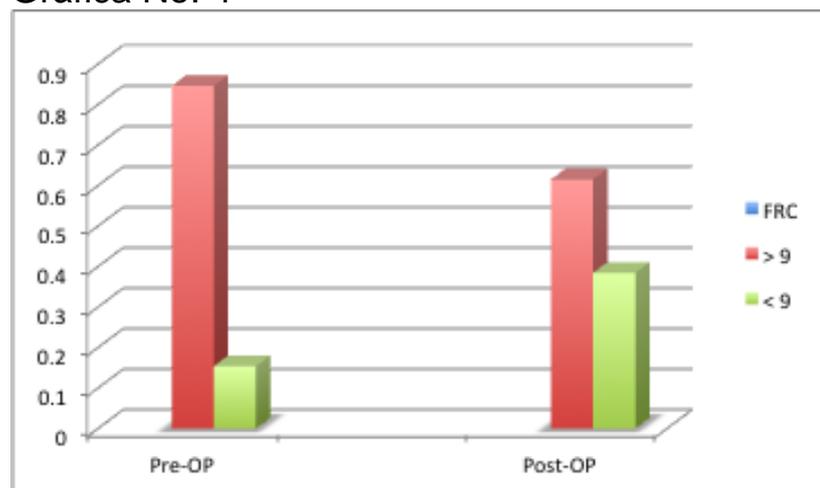
Factor de Resistencia Corneal Pre y Post operatorio en el total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 13. Factor de Resistencia Corneal Pre y Post-OP en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman				
		Pre-OP		Post-OP
FRC				
> 9		84.61%		61.53%
< 9		15.38%		38.46%

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se puede observar el porcentaje de Factor de Resistencia Corneal mayor de 9 mmHg es de un 84.61% en el pre operatorio y una disminución significativa de un 23.08% en el post operatorio

Gráfica No. 4



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 13 en la que demuestra el Factor de Resistencia Corneal pre y post operatorio en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

Tabla No. 14.

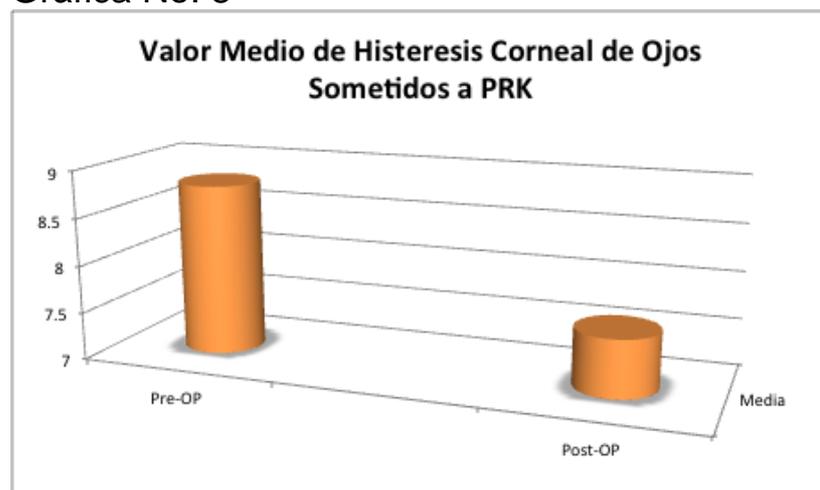
Valor Medio de Histéresis Corneal en ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

<b>Tabla 14. Valor Medio de Histeresis Corneal de Ojos Sometidos a PRK</b>			
	Pre-OP		Post-OP
Media	8.8		7.6

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se observa el valor medio del total de ojos sometidos a PRK en el preoperatorio con un valor medio de Histéresis corneal de 8.8 mmHg y una disminución de 1.2 mmHg en el valor medio post operatorio.

Gráfica No. 5



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 14 en la que demuestra el valor medio de Histéresis Corneal en ojos sometidos a PRK.

Tabla No. 15.

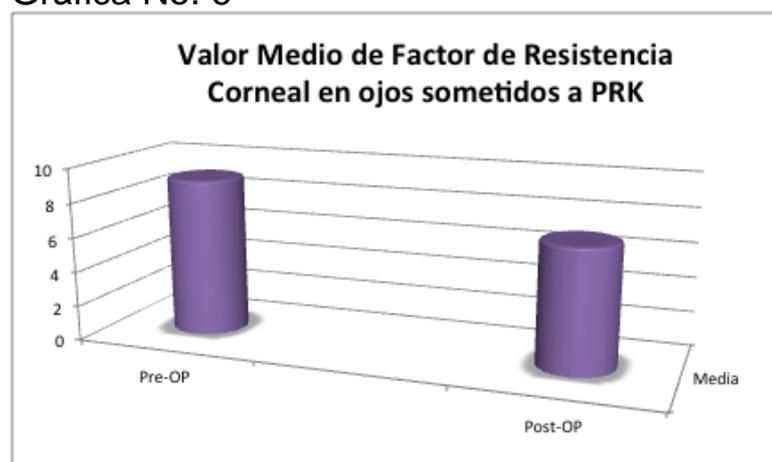
Valor medio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 15. Valor Medio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a PRK			
	Pre-OP		Post-OP
Media	9.1		7

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se observa el valor medio de Factor de Resistencia corneal en ojos sometidos a PRK en donde se demuestra una disminución de 2.1 mmHg del pre operatorio al post operatorio.

Gráfica No. 6



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 15 en la que demuestra el valor medio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a PRK.

Tabla No. 16.

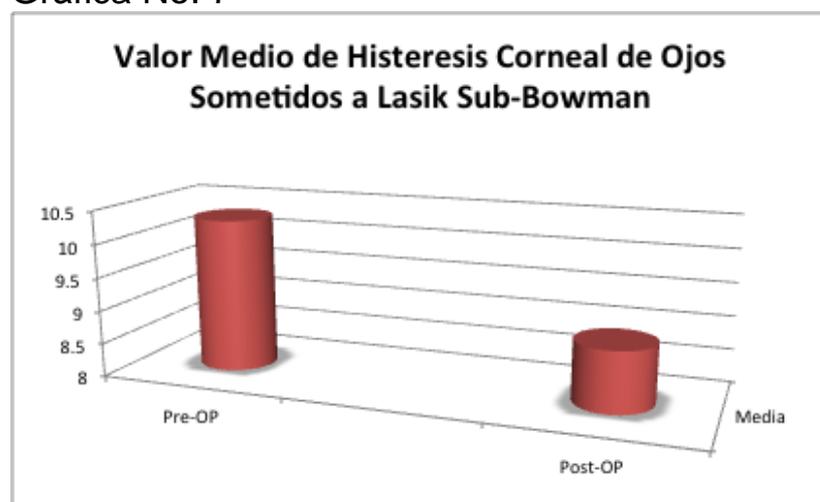
Valor medio de Histéresis Corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 16. Valor Medio de Histeresis Corneal de Ojos Sometidos a Lasik Sub-Bowman			
	Pre-OP		Post-OP
Media	10.3		8.9

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se puede observar una disminución de 1.4 mmHg en el valor medio de Histéresis Corneal en el total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

Gráfica No. 7



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 16 en la que demuestra el valor medio de Histéresis Corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

Tabla No. 17.

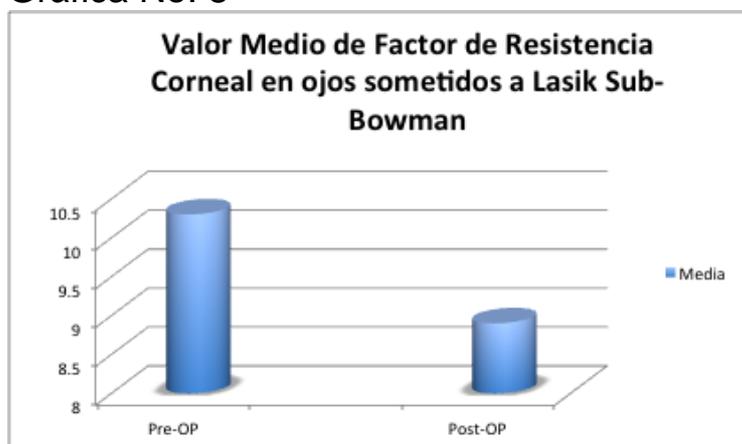
Valor medio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

	Pre-OP		Post-OP
Media	10.3		8.9

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se observa una disminución de 1.4 mmHg en el valor medio de Factor de Resistencia Corneal en el total de ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

Gráfica No. 8



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 17 en la que demuestra el valor medio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman.

Tabla No. 18.

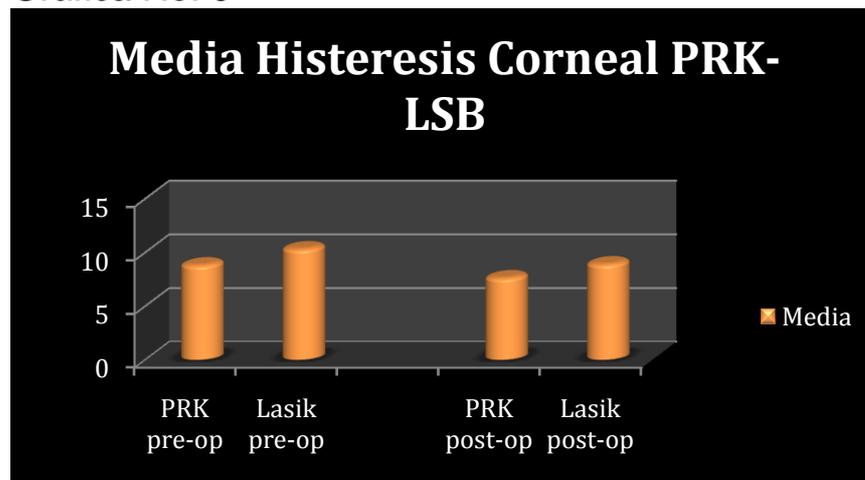
Comparación de valor medio de Histéresis Corneal en PRK y Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el período comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 18. Comparacion de valor medio de Histeresis corneal en PRK vs Lasik Sub-Bowman					
	PRK pre-op	Lasik pre-op		PRK post-op	Lasik post-op
Media	8.8	10.3		7.6	8.9

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se observan los valores medios de las dos técnicas quirúrgicas sujetas a comparación, en donde es evidente un valor medio en el pre operatorio de la técnica de Lasik Sub-Bowman, sin embargo la disminución en el post operatorio no hay una diferencia significativa entre las dos técnicas siendo de 1.2 mmHg en PRK y 1.4 mmHg en Lasik Sub-Bowman.

Gráfica No. 9



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 18 en la que demuestra la comparación del valor medio de Histéresis Corneal en PRK y Lasik Sub-Bowman.

Tabla No. 19.

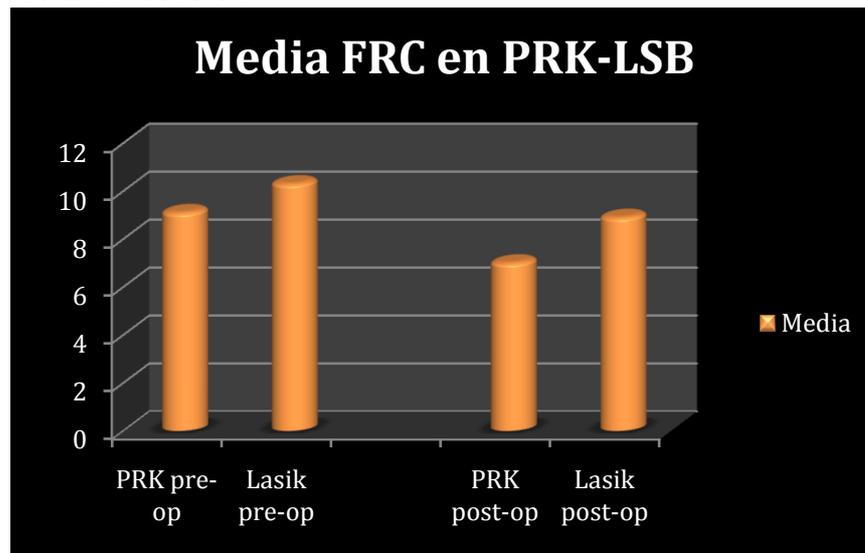
Comparación de valor medio de Factor de Resistencia Corneal en PRK y Lasik Sub-Bowman en el Instituto Panamericano contra la Ceguera en el periodo comprendido de Marzo a Agosto del 2012.

Tabla 19. Comparacion de valor medio de Factor de Resistencia Corneal en PRK vs Lasik Sub-Bowman					
	PRK pre-op	Lasik pre-op		PRK post-op	Lasik post-op
Media	9.1	10.3		7	8.9

Fuente: Hoja de Recolección de datos

Se observan los valores medios de Factor de Resistencia Corneal comparando las dos técnicas sujetas a estudio. La disminución del valor medio es evidente en ambas técnicas quirúrgicas siendo de 2.1 mmHg en PRK y de 1.4 mmHg en Lasik Sub-Bowman.

Gráfica No. 10



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Representación de la tabla No. 19 en la que demuestra la comparación del valor medio del Factor de Resistencia Corneal en PRK y Lasik Sub-Bowman

## 8. Conclusiones:

1. El ORA a la fecha es el único medio de medir las propiedades viscoelásticas de la córnea en una forma reproducible y confiable en valores de CH y CRF. Estos valores no se correlacionan con la edad ni tampoco, como encontramos en este estudio, se correlaciona con la paquimetría central ni cantidad de ablación.

2. La disminución de la CH y CRF respecto a valores preoperatorios fue significativa tanto para el grupo 1 como para el grupo 2 en la mayoría de ojos sometidos a cirugía, siendo mayor la disminución de los valores para CRF que para CH en ambos grupos.

3. El cambio de Histéresis Corneal en los ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman de acuerdo a los grupos de edad se pudo demostrar que el grupo de 19 a 29 y de 30 a 39 años predominó en el mayor porcentaje de ojos sometidos a esta técnica quirúrgica, viendo una disminución significativa en el valor de Histéresis corneal siendo un 23.07 % en el grupo de 19 a 29 años y de un 15.39% en el grupo de 30 a 39 años. Se puede demostrar que ambos grupos de edad se ven afectados con esta técnica quirúrgica en el valor de Histéresis Corneal.

4. El cambio de Histéresis Corneal en los ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman de acuerdo al sexo se pudo demostrar que tanto el sexo masculino y femenino tuvieron una disminución del valor de Histéresis Corneal post operatoria, siendo de un 23.09% para el

sexo masculino y de un 12.39% para el sexo femenino. Esto demuestra que ambos sexos se ven afectados en el valor de Histéresis Corneal para la cirugía de Lasik Sub-Bowman.

5. El valor medio de Histéresis corneal para Lasik Sub-Bowman se pudo ver una disminución en el post operatorio siendo una diferencia de 1.4 mmHg, demostrando una afectación general con ésta técnica quirúrgica.

6. El cambio de Histéresis Corneal en los ojos sometidos a PRK en relación al grupo de edad se pudo demostrar que no hay cambios significativos que demuestre una afección a la Histéresis Corneal en relación a un grupo específico de edad.

7. La Histeresis Corneal en los ojos sometidos a PRK de acuerdo al sexo se pudo demostrar que predominó el sexo femenino con mayor porcentaje de ojos, sin embargo los cambios en la Histéresis Corneal tanto sexo masculino y femenino se vieron afectados con un porcentaje significativo, demostrando que ambos sexos se ven afectados por igual en el post operatorio con la técnica de PRK.

8. El valor medio de Histéresis Corneal de ojos sometidos a PRK se vio afectado en 1.2 mmHg en el post operatorio, demostrando una disminución generalizada en el total de ojos con esta técnica quirúrgica.

9. Comparando ambas técnicas quirúrgicas podemos demostrar que los valores pre operatorios de Histéresis Corneal en PRK (8.8

mmHg valor medio) fueron menores a los de Lasik Sub-Bowman (10.3 valor medio), esto pudo ser un factor en la elección de la técnica quirúrgica, sin embargo los valores post operatorios se vieron afectados en la misma proporción en ambas técnicas (1.2 mmHg para PRK y 1.2 mm para LSB) demostrando que independientemente de la técnica quirúrgica la cornea sufrirá cambios en su biomecánica.

10. Los resultados de Factor de Resistencia Corneal se vieron de la misma manera afectados en proporción a la Histéresis Corneal, los valores de Factor de Resistencia Corneal en PRK no se evidenciaron cambios significativos con respecto a Lasik Sub-Bowman.

11. Posterior a procedimientos refractivos como Lasik Sub-Bowman y PRK, las medidas de CH y CRF en este estudio, disminuyen en una forma significativa, lo que corrobora que la misma ablación con láser, altera significativamente la habilidad de la córnea para absorber o disipar energía. Aunque la disminución entre CH y CRF en ambos grupos no muestra diferencias significativas, se observa que el cambio de estas medidas es ligeramente mayor en PRK que en Lasik Sub-Bowman.

## **9. Recomendaciones:**

1. La dinámica de aplanación usada por el Analizador de Respuesta Ocular (ORA) nos provee una medida reproducible de Histéresis Corneal y Factor de Resistencia Corneal en pacientes sometidos a cirugía refractiva independientemente de la técnica quirúrgica.

2. En este estudio fue evidente que la disminución de Histéresis Corneal y Factor de Resistencia Corneal se ve afectada por ambos procedimientos quirúrgicos por lo que es recomendable que pacientes con Histéresis y Factor de Resistencia Corneal bajos sean evaluados frecuentemente por la incidencia de Ectasia.

3. Hay que tomar en cuenta la biomecánica de la cornea no solo en pacientes sometidos a cirugía refractiva sino en todos aquellos con enfermedades corneales tales como queratocono y distrofia de Fuchs etc. ya que se han reportado casos en los que estas enfermedades alteran de forma severa la biomecánica de la cornea.

4. En pacientes donde se aprecie una disminución de Histéresis Corneal y Factor de Resistencia Corneal en vista que se vea afectado con regresión o cambios queratométricos se sugiere o recomienda que se considere tratamiento con endurecimiento corneal (cross-linking).

5. Se debe hacer un seguimiento a largo plazo (6 meses, 1 año, 2 años) para determinar variaciones en refracción.

## 10. Referencia Bibliográfica:

1. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 156-162
2. Chen M, Lee N, Bourla N, Hamilton R. Corneal biomechanical measurements before and after laser in situ Keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34:1866-1891
3. Vejarano Manuel. Propiedades corneales biomecánicas utilizando el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert: Hallazgos pre y post-LASIK, pre y post-LASEK. *Revista Sociedad Colombiana de Oftalmología; Volumen 43 - No. 1, Pág: 35-41 Enero - Marzo de 2010*
4. Kotecha A. What biomechanical properties of the cornea are relevant for the clinical? *SurvOphthalmol* 2007; 52: S109-114.
5. Shah S, Laiquzzaman M, Cunliffe I, Mantry S. the use of the Reichert ocular response analyzer to establish the relationship between ocular hysteresis, corneal resistance factor and central corneal thickness in normal eyes. *Cont Lens Anterior Eye* 2006; 29: 257-262.
6. Shah S, Laiquzzaman M, Bhojwani R, Mantry S, Cunliffe I. Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the ocular response analyzer in normal and keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007; 48:3026 – 3031
7. Kirwan C, O'Keefe M. Corneal hysteresis using the Reichert ocular response analyzer: findings pre and post LASIK and LASEK. *ActaOphthalmolScand* 2008; 86:215-218.
8. Ortiz D, Piñero D, ShabayekM, Arnalich-Montiel, F, Alió J. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ Keratomileusis and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(8): 1371-1375.
9. Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F. Comparison of the changes in corneal biomechanical properties after photorefractive keratectomy and laser in situ Keratomileusis. *Cornea*. 2009 Aug; 28(7): 765-769

10. Ambrosio R. Jr. Evaluation of Corneal Shape and Biomechanics Before LASIK. *International Ophthalmology Clinics*, volume 51, Number 2, 11–39
11. Shihao Chen. Changes in Ocular Response Analyzer Parameters After LASIK. *Journal of Refractive Surgery* April 2010 - Volume 26 · Issue 4: 279-288
12. Damien Gatinel. Corneal Hysteresis, Resistance Factor, Topography, and Pachymetry After Corneal Lamellar Flap. *J Refract Surg.* 2007;23
13. Abitbol Olivia. Corneal hysteresis measured with the Ocular Response Analyzer\_ in normal and glaucomatous eyes. *Acta Ophthalmol* 2009. The AuthorsJournal compilation.
14. Roberts C. Biomechanical characteristics of the ectatic cornea. *J Cataract Refract Surg.* 2008 Mar;34(3):510-3
15. Theo Seiler. Ocular Optical Aberrations After Photorefractive Keratectomy for Myopia and Myopic Astigmatism. *Arch Ophthalmol.* 2000;118(1):17-21
16. Twa MD. Characteristics of corneal ectasia after LASIK for myopia. *Cornea.* 2004 Jul;23(5):447-57
17. Salgado JP. Corneal Collagen Crosslinking in post-LASIK keratectasia. Technische Universität München, Germany.

## 11. Anexos:

**Tabla 20. Comparación pre y post-operatorio de Histeresis corneal en ojos sometidos a PRK**

Pre-op			Post-op	
Ojo 1	10.7		Ojo 1	7.2
Ojo 2	11.6		Ojo 2	8.3
Ojo 3	6.8		Ojo 3	8.3
Ojo 4	6.7		Ojo 4	5.2
Ojo 5	7.9		Ojo 5	7.7
Ojo 6	8.9		Ojo 6	6.7
Ojo 7	9.9		Ojo 7	6.4
Ojo 8	6.7		Ojo 8	6.5
Ojo 9	7.1		Ojo 9	5.3
Ojo 10	6.9		Ojo 10	5
Ojo 11	10.6		Ojo 11	8.8
Ojo 12	9.1		Ojo 12	9.4
Ojo 13	10.8		Ojo 13	11.6
Ojo 14	9.8		Ojo 14	10.9

**Tabla 21. Comparación pre y post-operatorio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a PRK**

Pre-op			Post-op	
Ojo 1	11.1		Ojo 1	6.7
Ojo 2	11.5		Ojo 2	6.9
Ojo 3	8.2		Ojo 3	7.8
Ojo 4	8.2		Ojo 4	4.3
Ojo 5	6.8		Ojo 5	6.9
Ojo 6	8.7		Ojo 6	5.8
Ojo 7	11.2		Ojo 7	6.8
Ojo 8	8.3		Ojo 8	5.7
Ojo 9	6.8		Ojo 9	6.2
Ojo 10	7.4		Ojo 10	5.8
Ojo 11	9.7		Ojo 11	8.2
Ojo 12	10.9		Ojo 12	8.7
Ojo 13	10.1		Ojo 13	10.3
Ojo 14	8.8		Ojo 14	8.9

**Tabla 22. Comparación pre y post-operatorio de Histeresis corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman**

Pre-op			Post-op	
Ojo 1	11.7		Ojo 1	6.8
Ojo 2	11		Ojo 2	10.8
Ojo 3	10.2		Ojo 3	10.3
Ojo 4	11.7		Ojo 4	9.6
Ojo 5	9.3		Ojo 5	10.6
Ojo 6	10.4		Ojo 6	7.3
Ojo 7	10.6		Ojo 7	11.8
Ojo 8	10.6		Ojo 8	10
Ojo 9	10.3		Ojo 9	6.9
Ojo 10	11.3		Ojo 10	7.8
Ojo 11	9.9		Ojo 11	7
Ojo 12	9.2		Ojo 12	8.6
Ojo 13	8.6		Ojo 13	9.2

**Tabla 23. Comparación pre y post-operatorio de Factor de Resistencia Corneal en ojos sometidos a Lasik Sub-Bowman**

Pre-op			Post-op	
Ojo 1	11.4		Ojo 1	7.1
Ojo 2	12.3		Ojo 2	9.9
Ojo 3	11.9		Ojo 3	9.6
Ojo 4	12.3		Ojo 4	9.6
Ojo 5	8.6		Ojo 5	10
Ojo 6	9.7		Ojo 6	8.3
Ojo 7	9.2		Ojo 7	10.6
Ojo 8	9.4		Ojo 8	10.2
Ojo 9	9.3		Ojo 9	5.9
Ojo 10	12.4		Ojo 10	9.1
Ojo 11	10.7		Ojo 11	8.1
Ojo 12	8.6		Ojo 12	8.7
Ojo 13	9.3		Ojo 13	9.7



## **1. Consentimiento Informado**

**Universidad Galileo**  
**Postgrado Maestría en Oftalmología Integral**

**Instituto Panamericano contra la Ceguera**

**Tesis para optar al grado de Maestría en Oftalmología**  
**Dr. José Carlos García Márquez**

“Comparación de Histéresis Corneal pre y post cirugía refractiva en pacientes sometidos con láser excimer con las técnicas Lasik vs PRK en el Instituto Panamericano contra la Ceguera de Marzo a Agosto de 2012”

**Objetivo:** Realizar la comparación de Histéresis Corneal previa y un mes post cirugía refractiva en el Instituto Panamericano contra la Ceguera.

**Este estudio se realiza con fines de investigación por lo que los datos personales no serán publicados; los datos médicos se utilizarán con fines de investigaciones grupales.**

**Se tomaran en cuenta los estudios rutinarios para la cirugía refractiva**

**Las citas serán las de rutina y deberá cumplir con todas sus citas establecidas en el post operatorio.**

**Este estudio no implica costos extras.**

**Este estudio es anónimo y no significa que va recibir alguna gratificación.**

**Yo \_\_\_\_\_ autorizo al Dr José Carlos García para utilizar los datos aportados con fines de investigación.**

**Firma \_\_\_\_\_**

## **2. Boleta de Recolección Pre-operatoria**

**1. Nombre:**

**2. Edad:**

**3. Sexo: F M**

**4. Defecto Refractivo: miopía hipermetropía astigmatismo**

**5. Histeresis corneal:**

**6. Factor de Resistencia Corneal:**

**7. Paquimetría central**

## **3. Boleta de recolección post-operatoria**

**1. Histeresis corneal 1 mes +- (5 días) post-operatoria**

**2. Factor de Resistencia corneal post-operatoria**

**3. Procedimiento quirúrgico**

**Lasik**

**PRK**

**4. Cantidad de ablación**

Nombre y Firma de Médico: \_\_\_\_\_