



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS MÉDICAS,  
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

“Resultados quirúrgicos del tratamiento de queratocono con técnica de queratoplastía lamelar anterior profunda asistida con láser Excimer vs. Queratoplastía penetrante“

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS MÉDICAS,  
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

PRESENTA:

MARTHA PENÉLOPE JAIMES GUTIÉRREZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. ENRIQUE LUIS GRAUE WIECHERS

FACULTAD DE MEDICINA

México, Distrito Federal. Octubre 2015



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.

---

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers  
Director de Tesis

---

Dr. Juan Carlos Zenteno Ruíz  
Responsable de Entidad Académica

---

Martha Penélope Jaimes Gutiérrez  
Alumno

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo a mis grandes amores: Rafael y Natalia, porque ellos son para mi lo más bello de la vida, los motivos de mis sonrisas y quienes me han impulsado cada día para llegar hasta donde estoy hoy. Agradezco particularmente a Rafa, que siempre ha creído en mi y me ha regalado palabras de aliento en los momentos más difíciles, me ha prestado innumerable número de veces su hombro para llorar en los momentos más terribles pero también me ha dado su mano en los momentos más felices.

Agradezco a mi madre y mi hermana, que desde que soy pequeña me han protegido y gracias a ellas es que soy lo que soy ahora.

Agradezco infinitamente a Enrique Graue, porque sin su apoyo, aliento, confianza y buenas ideas no podría estar terminando este proyecto. Agradezco su liderazgo pero sobre todo su amistad. Gracias también a Alejandro Navas, a quien considero como un padre porque siempre me ha alentado y me ha hecho ver que se puede llegar muy lejos cuando pensamos diferente a los demás. Gracias a Alex Abdala y a la Dra. Aida Jiménez, quienes han leído innumerables veces este trabajo y le han dado gran parte de su esencia.

Finalmente, gracias al Dr. Graue Wiechers porque sin su sabiduría y tutoría en este proyecto no sería posible dar fin a esto que algún día se concibió como una más de muchas ideas...

## ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Justificación	9
Pregunta de investigación	9
Hipótesis de investigación	9
Objetivo general	10
Objetivos secundarios	10
Material y métodos	10
Resultados	24
Resultados quirúrgicos de la queratoplastia penetrante	27
Resultados quirúrgicos del trasplante lamelar asistido por láser excimer	31
Comparación de resultados entre las dos técnicas quirúrgicas	35
Discusión	43
Conclusiones	46
Perspectivas futuras de la investigación	46
Bibliografía	47
Anexo 1. Carta de consentimiento informado	49

## RESUMEN

**Introducción:** El queratocono causa ceguera corneal reversible. Actualmente, la queratoplastía penetrante sigue siendo la técnica de elección para su manejo en México. Recientemente se han creado técnicas lamelares que suponen ventajas en el manejo de los pacientes con queratocono, en particular se ha desarrollado una técnica asistida por paquimetría y láser Excimer que promete ser eficaz para el tratamiento del queratocono sin necesidad de reemplazar el endotelio del receptor.

**Objetivo:** Evaluar los resultados visuales de pacientes con queratocono tratados con dos técnicas quirúrgicas: queratoplastía penetrante (QPP) vs. queratoplastía lamelar asistida por láser Excimer y paquimetría (PALK).

**Material y métodos:** Ensayo clínico abierto. Se seleccionaron 2 grupos de pacientes, con 14 pacientes por grupo con queratocono III- IV según la clasificación de Amsler Krumeich los cuales fueron sometidos a una de las dos técnicas quirúrgicas, QPP o PALK. En el periodo pre y posoperatorio se evaluaron: agudeza visual con y sin corrección (escala logMar), topografía, paquimetría y aberrometría corneal, tonometría ocular, y complicaciones posquirúrgicas.

**Resultados:** La edad promedio de los pacientes en el grupo QPP fue de  $28.92 \pm 10.6$  años, 71% de los pacientes tratados en este grupo fueron mujeres (10) y 29% hombres (4). La edad promedio en el grupo PALK fue de  $26.78 \pm 7.99$  años, 65% fueron mujeres (9) y 35% hombres (5),  $p > 0.05$ . La agudeza visual sin corrección preoperatoria (UDVA) fue en el grupo QPP  $1.49 \pm 0.4$  logMar vs.  $1.67 \pm 0.65$  en el grupo PALK ( $p > 0.05$ ). La agudeza visual mejor corregida (CDVA) en el preoperatorio fue  $0.83 \pm 0.37$  en el grupo QPP y  $1 \pm 0.47$  logMar para el grupo PALK ( $p > 0.05$ ). En el posoperatorio la UDVA en el grupo QPP fue de  $0.72 \pm 0.3$  vs.  $0.87 \pm 0.32$  en el grupo PALK ( $p > 0.05$ ). La CDVA posoperatoria fue de  $0.35 \pm 0.15$  en QPP vs.  $0.52 \pm 0.32$  logMar en el grupo PALK ( $p > 0.05$ ). No se encontraron diferencias en las queratometrías, paquimetría, aberraciones de alto orden, RMS y presión intraocular en los periodos pre y posoperatorios entre ambos grupos. El 86% de los pacientes del grupo QPP y 79% de los pacientes del grupo PALK ganaron 1 o más líneas de CDVA en el posoperatorio.

**Conclusiones:** Ambas técnicas tienen resultados visuales similares a los 6 meses de seguimiento. Además de eficaces, ambos métodos fueron seguros, ya que no hubo eventos adversos graves relacionados con ninguna de las técnicas quirúrgicas.

**Palabras clave:** queratocono, queratoplastía penetrante, queratoplastía lamelar asistida por paquimetría.

## ABSTRACT

**Introduction:** Keratoconus causes reversible corneal blindness. Currently in Mexico, the gold standard technique for its management is the penetrating keratoplasty; although recently, some new lamellar keratoplasty techniques are being developed that offer advantages in the management of this patients. A new technique of lamellar transplantation assisted by pachymetry and Excimer laser is showing promising results for the treatment of keratoconus without the need to remove the receptor corneal endothelium.

**Aim:** To evaluate the visual results of patients with keratoconus treated with one of two techniques: penetrating keratoplasty (PK) vs. pachymetry and Excimer laser assisted lamellar keratoplasty (PALK).

**Materials and methods:** Randomized open trial. Two groups of patients with grade III – IV keratoconus were randomly selected and one of the two techniques were performed. We evaluated in the pre and postoperative moments: visual acuity with and without correction, corneal topography, pachymetry, corneal aberrometry, ocular tonometry and complications related with the surgical technique.

**Results:** Mean age in the PK group was  $28.92 \pm 10.6$  years, 71% were female (10) and 29% male (4). Mean age in the PALK Group was  $26.78 \pm 7.99$  years, 65% female patients (9) and 35% male (5),  $p > 0.05$ . Preoperative uncorrected distance visual acuity (UDVA) in PK Group was  $1.49 \pm 0.4$  vs.  $1.67 \pm 0.65$  logMar in PALK group ( $p > 0.05$ ). Preoperative corrected distance visual acuity (CDVA) was  $0.83 \pm 0.37$  for PK and  $1 \pm 0.47$  logMar for PALK patients ( $p > 0.05$ ). Postoperative UDVA in PK was  $0.72 \pm 0.3$  vs.  $0.87 \pm 0.32$  logMAR in PALK ( $p > 0.05$ ). Postoperative CDVA was  $0.35 \pm 0.15$  in PK vs.  $0.52 \pm 0.32$  logMar in PALK ( $p > 0.05$ ). There were no statistically significant differences between the two groups in the preoperative and postoperative periods in the keratometric power, pachymetry, high order aberrations, RMS and intraocular pressure. Eighty-six percent of PK patients and 79% of PALK patients won one or more lines of CDVA in the postoperative period.

**Conclusions:** Both techniques had similar visual results at 6 months of follow-up. Both techniques are safe and effective in the management of keratoconus and there were no surgery related adverse events.

**Key words:** keratoconus, penetrating keratoplasty, pachymetry assisted lamellar keratoplasty.

## INTRODUCCIÓN

El queratocono es una ectasia corneal usualmente bilateral, progresiva e incapacitante que causa disminución significativa de la agudeza visual. La primera descripción detallada del queratocono fue publicada hace más de 150 años por Dr. John Nottingham<sup>1,2</sup> y desde entonces, los oftalmólogos del mundo han intentado esclarecer su etiología y buscar alternativas eficaces para su tratamiento<sup>2</sup>.

Las formas clínicas de esta enfermedad se han clasificado desde leves hasta graves, siendo una constante en ellas la pérdida de agudeza visual mejor corregida, grados variables de astigmatismo irregular que, en sus formas más leves, pasan desapercibidos por el paciente y no es hasta que se realiza una topografía corneal que se puede llegar al diagnóstico correcto<sup>3</sup>.

Clásicamente, el queratocono se presenta en la adolescencia y tiende a ser progresivo hasta la tercera o cuarta década de la vida, cuando normalmente su progresión se detiene. Su incidencia aproximada es de 1 por cada 2000 personas, tiene asociación familiar y con ciertos síndromes genéticos específicos (ej. Sx. Down, amaurosis congénita de Leber, enfermedades del tejido conectivo, entre otras)<sup>1-3</sup>.

El queratocono se define como una condición en que la córnea adquiere una forma cónica como resultado de adelgazamiento no inflamatorio del estroma corneal. Esto causa astigmatismo irregular, miopía y protrusión, lo que ocasiona un déficit visual que va de leve hasta grave<sup>4</sup>. Figura 1.



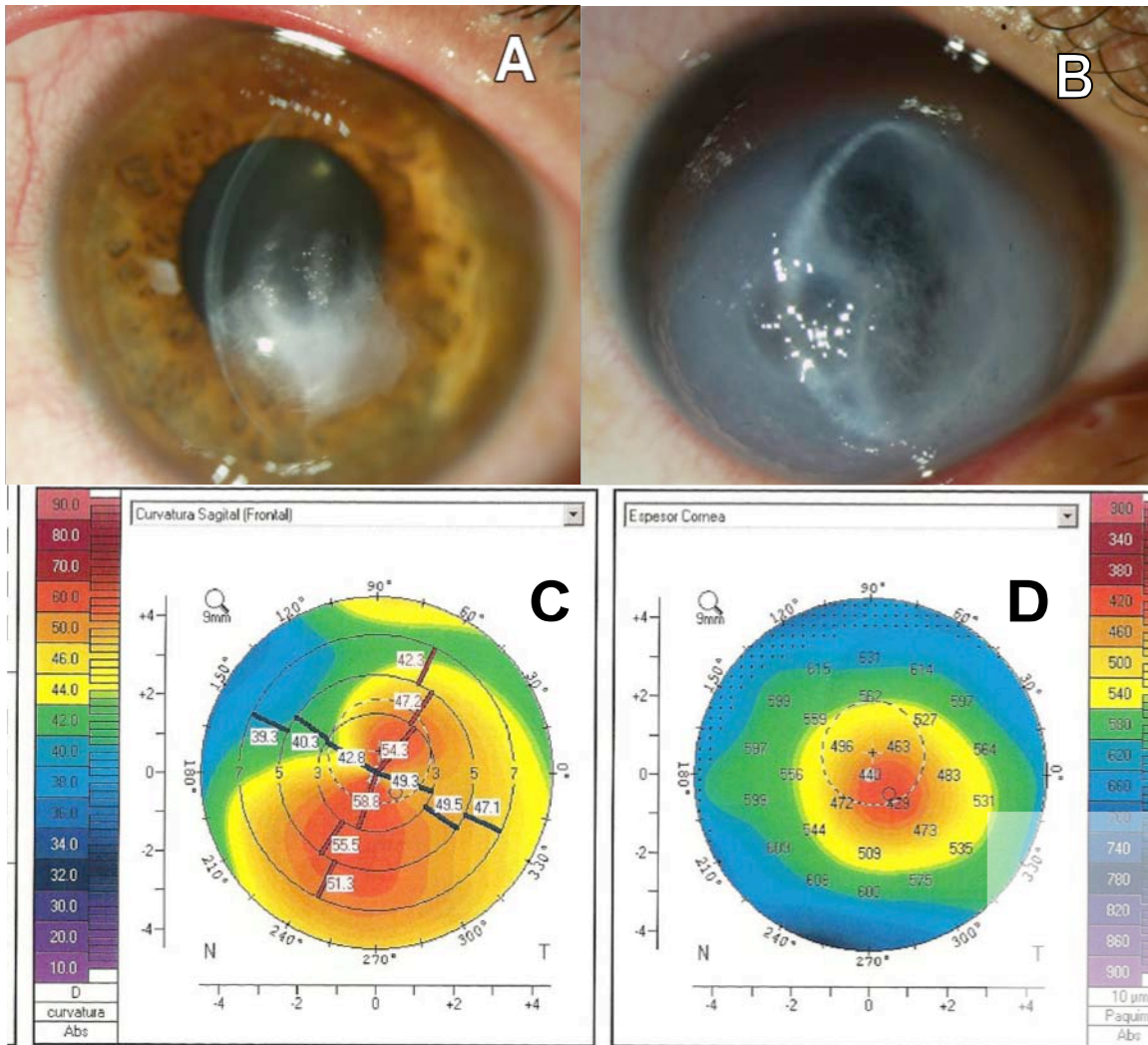


Figura 1. En A se observa foto clínica de córnea con cicatrización estromal y adelgazamiento, en B se puede observar una forma severa de queratocono que se conoce como hidrops en donde ocurre una ruptura de la membrana de Descemet y en consecuencia edema estromal de grados variables. La foto C muestra mapa queratométrico de paciente con queratocono severo, en donde se puede observar el astigmatismo irregular, incremento del poder corneal, así como la asimetría vertical del poder corneal. En la foto D se observa adelgazamiento corneal central característico de los pacientes con queratocono.

La clasificación clínica más aceptada y que muchas veces dicta el manejo terapéutico, es la clasificación de Amsler Krumeich, que considera criterios clínicos como abombamiento y cicatrización corneal, criterios topográficos como poder corneal total y paquimetría, y criterios refractivos como miopía y astigmatismo para establecer la severidad del padecimiento<sup>5</sup>. Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación clínica del queratocono. Escala de Amsler-Krumeich<sup>5</sup>.

Estadio	Características
Estadio I	Abombamiento excéntrico Miopía y/o astigmatismo inducido de 5 D Queratometría central promedio de 48 D
Estadio II	Miopía y/o astigmatismo inducido de 5 a 8 D Queratometría central promedio >48 D pero < 53 D Cicatrización ausente Grosor corneal mínimo de 400 µm
Estadio III	Miopía y/o astigmatismo inducido de 8 a 10 D Queratometría central promedio > 53 D Cicatrización ausente Grosor corneal central de 300 a 400 µm
Estadio IV	Refracción no valorable Queratometría central promedio > 55 D Cicatriz corneal central Grosor corneal < 200 µm

Los principales criterios a considerar para establecer el manejo de un paciente con queratocono son la agudeza visual mejor corregida (CDVA, por sus siglas en inglés), tolerancia al uso de lentes de contacto, edad, progresión y estabilidad refractiva<sup>6</sup>.

De esta forma, se han establecido varios tipos de tratamientos encaminados a solucionar los diferentes aspectos clínicos del queratocono y que se pueden dividir en 4 grupos<sup>7</sup>:

Tratamientos para estabilizar. En este grupo se encuentra el *crosslinking*, una técnica que utiliza la radiación ultravioleta para producir un mayor entrecruzamiento de las fibras de colágeno en la córnea y de esta manera incrementa su resistencia a la deformación<sup>8</sup>.

Tratamientos refractivos. En este grupo se consideran todas las alternativas encaminadas a mejorar la CDVA, como puede ser el uso de lentes aéreos, lentes de contacto<sup>9</sup>, lentes fágicos<sup>10</sup> y lentes pseudofágicos<sup>11</sup>.

Tratamientos aditivos. Este grupo considera la adición de dispositivos o tejido corneal para corregir los errores refractivos y estructurales de la córnea con queratocono, como los segmentos intraestromales<sup>12</sup> y el trasplante de córnea<sup>13</sup>.

Tratamientos combinados. Se refiere al empleo de 2 o más de las técnicas mencionadas anteriormente para lograr resultados estructurales y refractivos. Actualmente se han descrito múltiples combinaciones<sup>7</sup>.

Generalmente, en los casos más severos (Grados III y IV de Amsler Krumeich), la rehabilitación visual con métodos refractivos, no ofrece los mejores resultados, ya que el astigmatismo irregular (que ocurre en el 15 a 50% de los ojos con queratocono<sup>2,3</sup>) no puede corregirse de una manera óptima y por lo tanto, la CDVA tiende a ser mala. Por ello, es necesario tratarlos mediante técnica quirúrgica de reemplazo corneal (trasplante)<sup>1,13</sup>.

El trasplante de córnea ha evolucionado rápidamente en los últimos 15 años<sup>13</sup>, siendo la queratoplastía penetrante (QPP), un procedimiento que consiste en el reemplazo de espesor total de la córnea, el método terapéutico de elección para la mayor parte de las enfermedades que ocasionan ceguera corneal durante más de 50 años. En años recientes se han adoptado entre los cirujanos, nuevas técnicas de trasplante lamelar encaminadas a reemplazar selectivamente la porción de tejido corneal enfermo, eliminando de esta manera algunos de los riesgos de la QPP<sup>14</sup>.

En el año 1914, Anton Elshing reportó la primera queratoplastía lamelar exitosa en un caso de queratitis intersticial y su reporte de 174 casos inspiró a otros autores para investigar las ventajas de la queratoplastía de espesor parcial (lamelar).<sup>14,15</sup> Sin embargo, las técnicas lamelares dieron paso a la popularidad y éxito de la técnica penetrante en la segunda mitad del siglo XX, principalmente por problemas relacionados con la cicatrización en la interfase, opacidad y crecimiento intraepitelial asociado con el injerto lamelar, lo que llevaba a resultados visuales insatisfactorios<sup>14</sup>.

Las técnicas lamelares han evolucionado de manera importante, de tal forma que los objetivos actuales del procedimiento no son sólo el éxito quirúrgico, sino la transparencia óptica, astigmatismo mínimo, mejoría del poder refractivo de la córnea, menor tiempo de recuperación y menos tasas de rechazo del injerto<sup>14</sup>.

De acuerdo con estos avances, la tendencia actual consiste en reemplazar la técnica penetrante con técnicas de remoción de tejido más selectivas, como las queratoplastías lamelares, que eliminan sólo la parte enferma del tejido<sup>13,14</sup>. La queratoplastía lamelar anterior profunda (DALK por sus siglas en inglés) es actualmente la técnica quirúrgica más utilizada para el tratamiento de enfermedades corneales que respetan el endotelio, incluyendo el queratocono, distrofias corneales y cicatrices estromales profundas ya que en ellas solo se retira el epitelio y estroma de la córnea y se deja el endotelio del receptor<sup>15,16</sup>.

Existen hasta el momento muchas técnicas descritas para lograr remover el estroma corneal, entre ellas se encuentran las de disección manual (utilizando tijeras y bisturí<sup>17</sup>, desprendiendo la membrana de Descemet con una burbuja de aire, conocida como la técnica de la gran burbuja, y neumodelaminación<sup>18</sup>, utilizando hidrodelaaminación a través de un flap esclerocorneal<sup>19</sup> o viscodisección<sup>20</sup>) y las técnicas asistidas (corte lamelar asistido por microqueratomo<sup>21</sup> o corte asistido por láser de femtosegundos<sup>22</sup>). A pesar de la variedad de técnicas diseñadas, sólo la técnica de la gran burbuja remueve efectivamente el tejido estromal residual, reduciendo de esta manera el riesgo de opacidad de la interfase y permitiendo resultados visuales similares o mejores que la técnica penetrante<sup>23</sup>. Sin embargo, la técnica de DALK con la gran burbuja es técnicamente demandante, ya que incluso en manos expertas la tasa de perforación durante la cirugía oscila entre 4 y 39%, y las tasas de conversión a técnica penetrante son hasta del 14% de los casos<sup>23,24</sup>.

Para tratar de eliminar las dificultades técnicas y mejorar la tasa de éxito del DALK, recientemente se ha descrito una técnica que utiliza mapas paquimétricos optimizados del receptor obtenidos mediante un topógrafo Scheimflug-Placido, el cual permite obtener un plan de tratamiento personalizado para cada paciente mediante la exportación de estos mapas a una plataforma láser de 750 Hz (Schwind Amaris, Kleinostheim, Germany). De esta manera, se crea un perfil de ablación en función del grosor corneal, lo que permite obtener un lecho estromal residual de 100 µm con una interfase huésped donador más lisa. El uso de la paquimetría corneal multipunto en tiempo real permite al cirujano medir la profundidad de la ablación y obtener un grosor uniforme en la córnea receptora sin lesionar la membrana de Descemet ni el endotelio receptor<sup>25-28</sup>.

Los equipos de láser Excimer de punto flotante permiten realizar ablaciones controladas y precisas en algunos sectores de la córnea. Esta tecnología junto con el uso de topografías y sistemas de rastreo ocular tridimensional permite la ablación de tejido corneal a diferentes profundidades en distintas zonas anatómicas. Este principio se ha utilizado para crear una técnica llamada PALK, del inglés Pachymetry assisted lamellar keratoplasty, que mediante los principios descritos anteriormente utiliza una plataforma de láser Excimer de punto flotante a la cual se le proporciona información topográfica del sitio de tratamiento y de esta manera realiza una ablación personalizada del estroma corneal al 90% de espesor en un diámetro de 8 mm centrales<sup>25</sup>.

Debido a que los láseres Excimer son capaces de realizar ablaciones con un alto grado de exactitud, la nueva técnica de PALK puede utilizarse en casos donde existen irregularidades severas en la superficie corneal<sup>25</sup>. El procedimiento se realiza con anestesia tópica ya que se requiere colaboración del paciente para lograr la fijación. La ablación es guiada por paquimetría mediante métodos automatizados. El grosor de superficie estromal residual y la zona óptica son establecidos por el cirujano de acuerdo a la patología a tratar<sup>24</sup>.

Existen pocos reportes en la literatura respecto al uso de láser Excimer para realizar trasplante asistido por paquimetría<sup>26-28</sup>. En sus resultados posoperatorios, Carriazo CE., reportó el uso de esta técnica en pacientes con queratocono, logrando una agudeza visual sin corrección promedio de 20/50 en los primeros casos y de 20/20 a largo plazo, tras haberse corregido las aberraciones residuales posoperatorias. En este estudio, la recuperación visual fue inversamente proporcional a la integración del injerto en la interfase<sup>25, 28</sup>.

Actualmente, la serie más grande de pacientes tratados con esta técnica la realizó Spadea et al<sup>29</sup> en el año 2012, tratando 35 ojos con 2 años de seguimiento con técnica PALK. En su estudio se reporta que el 89% de los pacientes consiguió agudeza visual mejor corregida superior o igual a 20/40, una mínima pérdida endotelial durante el periodo de seguimiento y mínimas complicaciones asociadas a la técnica quirúrgica<sup>29</sup>.

## JUSTIFICACIÓN

En México, el queratocono sigue siendo la principal causa de trasplante corneal. El tratamiento convencional, si bien es una técnica segura y eficaz, puede asociarse a múltiples eventos adversos, desde leves hasta graves, que ha motivado la creación de nuevas técnicas de queratoplastía con menos complicaciones y resultados visuales satisfactorios. El trasplante lamelar profundo provee al paciente de una adecuada calidad visual y un riesgo de rechazo menor, lo que potencialmente aumentaría la supervivencia del injerto. La queratoplastía lamelar anterior asistida con láser Excimer (PALK) es un método novedoso con potencial beneficio en cuanto a técnica quirúrgica, debido a que tiene menos posibilidad de conversión a técnica penetrante (QPP). Las nuevas técnicas permiten al paciente conservar su endotelio y evitar procedimientos futuros; sin embargo, se desconoce si esta técnica es superior a la QPP en cuanto a resultados a corto, mediano y largo plazo.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo son los resultados visuales a corto plazo con la técnica PALK comparados con los de la QPP en pacientes con queratocono?

## HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Ha: La agudeza visual mejor corregida que obtienen los pacientes con queratocono trasplantados con técnica PALK es mejor que las obtenidas con QPP a los 6 meses de seguimiento.

Ho: La agudeza visual mejor corregida que obtienen los pacientes con queratocono trasplantados con técnica PALK es igual que las obtenidas con QPP a los 6 meses de seguimiento.

## OBJETIVO GENERAL

Comparar el comportamiento de los resultados visuales del trasplante corneal realizado con técnica QPP y PALK en un periodo de 6 meses de seguimiento en distintos momentos del posoperatorio (día 1, 1 mes, 3 y 6 meses)

### Objetivos secundarios

- Comparar los resultados estructurales de las dos técnicas quirúrgicas.
- Comparar los resultados topográficos de las dos técnicas quirúrgicas.
- Comparar los resultados paquimétricos de las dos técnicas quirúrgicas.
- Comparar las aberraciones ópticas más significativas en ambos grupos en el estado pre y posoperatorio en las dos técnicas quirúrgicas.
- Comparar la tasa de complicaciones y tipo de las mismas entre las dos técnicas.
- Medir el tiempo promedio de recuperación visual para cada una de las técnicas.
- Comparar el comportamiento de la presión intraocular para cada uno de los grupos durante el tiempo de seguimiento.
- Evaluar la seguridad y eficacia de cada uno de los procedimientos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un ensayo clínico aleatorizado abierto.

### OBTENCIÓN DE PACIENTES

Se seleccionaron pacientes que acudieron al servicio de Córnea y Cirugía Refractiva del Instituto de Oftalmología Fundación Conde de Valenciana de junio de 2013 a junio 2014,

referidos previamente del departamento de consulta externa con el diagnóstico clínico y/o topográfico de queratocono.

## UNIVERSO DEL ESTUDIO

Todos los pacientes con diagnóstico clínico y/o topográfico de queratocono grado III y IV del Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva del Instituto de Oftalmología “Fundación Conde de Valenciana I. A. P.” atendidos por primera vez entre junio de 2013 y junio 2014.

## MÉTODO DE MUESTREO

El muestreo fue por reclutamiento consecutivo, según el tiempo de llegada a la consulta del Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva del Instituto, posterior a determinar que eran candidatos a algún tipo de trasplante de córnea y que cumplieran con los criterios de inclusión.

Aleatorización. Para lograr distribuir aleatoriamente a los pacientes se utilizó la técnica de bloques balanceados. Se hicieron siete bloques con cuatro pacientes cada uno, considerando las dos técnicas de trasplante, y el tratamiento a realizar. El grupo de tratamiento se asignó mediante un sobre cerrado que obtuvo el investigador antes de realizar la programación quirúrgica del paciente.

## TAMAÑO DE MUESTRA

Para calcular el tamaño de muestra, se utilizó la fórmula de cálculo de una muestra para medidas repetidas. Para el cálculo inicial, consideramos los hallazgos reportados por Spadea et al a 6 meses de seguimiento para sus pacientes<sup>29</sup> con una agudeza visual mejor corregida para PALK de  $0.24 \pm 0.60$  comparada con lo esperado para QPP de  $0.54 \pm 0.22$ . Tabla 2.

[Tabla 2. Parámetros teóricos utilizados para el cálculo de muestra](#)



<b>Parámetro</b>	<b>PALK</b>	<b>QPP</b>
Agudeza visual mejor corregida (CDVA)	0.24	0.54
Desviación estándar	0.6	0.22
Valor de $\alpha$	0.05	
Poder estadístico	0.8	
Diferencia de medias	0.3	
Mediciones posoperatorias	4	
Correlación entre las mediciones	0.5	
Colas	2	
N de pacientes	23	23
<b>Ajustando por pérdidas (20%)</b>	<b>26</b>	<b>26</b>

Debido a que no se alcanzó el tamaño de muestra, se utilizó fórmula para cálculo de poder estadístico de la muestra obtenida considerando la diferencia de medias de la variable respuesta (CDVA) de los 2 grupos, así como la desviación estándar de la misma, número de mediciones obtenidas y correlación pre y posoperatoria entre los datos (obtenida del estadístico de ANOVA de medidas repetidas). Tabla 3.

Tabla 3. Cálculo de poder estadístico ajustando por los valores obtenidos de nuestros pacientes

<b>Parámetro</b>	<b>PALK</b>	<b>QPP</b>
Agudeza visual mejor corregida (CDVA logMar)	0.52	0.35
Desviación estándar	0.35	0.15
Valor de $\alpha$	0.05	
Diferencia de medias	0.17	
Mediciones posoperatorias	4	
Correlación entre las mediciones	0.83	
Colas	2	
<b>Poder estadístico</b>	<b>0.95</b>	

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PACIENTES

**Criterios de inclusión:** pacientes con diagnóstico de queratocono grados III y IV de Amsler Krumeich (tabla 1), que acudieron al Servicio de Córnea y Cirugía Refractiva y que requerían tratamiento quirúrgico para manejo del queratocono, sin cicatriz endotelial ni

otras enfermedades oculares relacionadas, con capacidad visual mejor corregida  $\leq 20/40$  (0.3 logMar), intolerancia al uso de lentes de contacto rígidos gas permeable, con una adquisición imagenológica del mapa paquimétrico mayor al 90% a los 9 mm de diámetro corneal (determinada mediante topografía corneal tipo Sirius®) y que aceptaron participar en el estudio.

**Criterios de exclusión:** contraindicación para la realización de alguna de las técnicas evaluadas, necesidad de procedimientos quirúrgicos adicionales, diagnóstico de otro tipo de ectasia que no fuera queratocono primario.

**Criterios de eliminación:** decisión del paciente de retirar su consentimiento para participar en el estudio.

## TÉCNICAS QUIRÚRGICAS Y SEGUIMIENTO DE PACIENTES

Todos los pacientes que aceptaron participar en el estudio fueron sometidos a evaluaciones preoperatorias basales, las cuales consistieron en lo siguiente:

- Evaluación de agudeza visual mejor corregida y sin corrección (UDVA y CDVA), refracción mediante esquioscopía en caso de ser posible. Se realizó una exploración oftalmológica completa considerando biomicroscopía, tonometría, fundoscopia y tinciones vitales, así como tiempo de ruptura de película lagrimal y verificación de sensibilidad corneal. Se documentaron estos hallazgos mediante expediente clínico y electrónico, así como registro fotográfico.
- Topografía corneal que incluyera mapas de elevación anterior y posterior, paquimetría corneal y mapa queratométrico de ambos ojos. También se realizó tomografía de coherencia óptica de la córnea para realizar comparación con los estados posoperatorios.
- Aberrometría corneal para determinar las aberraciones de alto orden en promedio (RMS), coma, trébol y aberración esférica.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

**Queratoplastia penetrante.** Bajo anestesia general se realizó asepsia y antisepsia, y se colocaron campos estériles. Se marcó el apex corneal y posteriormente se utilizó un trépano corneal de vacío de 8 mm de diámetro. Se penetró la cámara anterior con cuchillete de 1 mm y se colocó viscoelástico. Se cortó el total de la circunferencia corneal con tijeras corneales. Posterior a esto, se tomó la córnea donadora preparada previamente con un diámetro de 8.25 mm. Se aplicó viscoelástico en cámara anterior. Se colocó la córnea donadora y se suturó con 16 puntos simples de nylon 10-0. Al final del procedimiento se realizó un intercambio viscoelástico por solución salina balanceada. Se verificó ausencia de Seidel y se colocó antibiótico tópico y parche ocular. Figura 2.

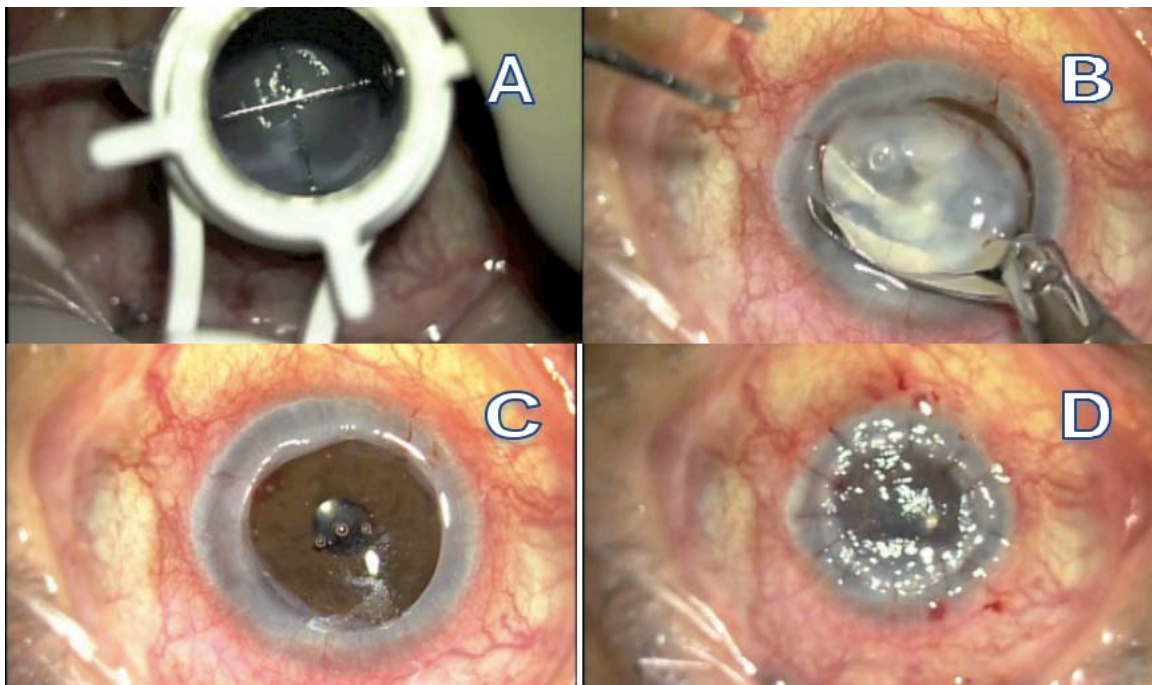
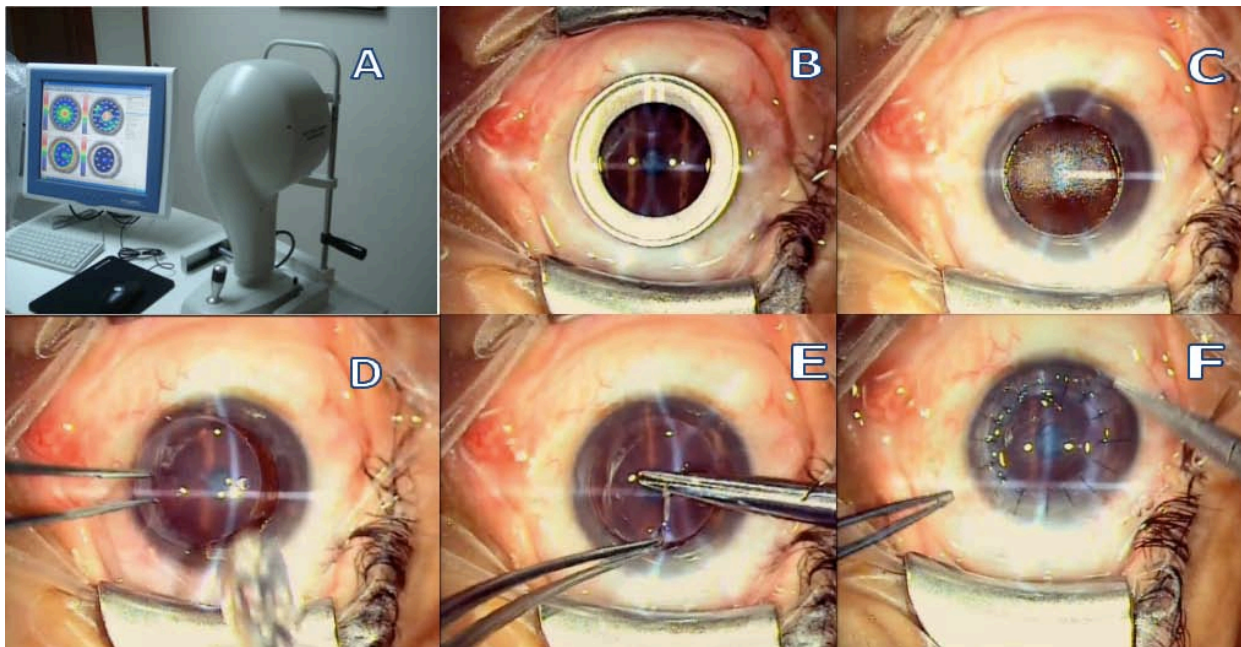


Figura 2. Técnica quirúrgica: queratoplastia penetrante. En A se observa trépano de vacío para cortar la córnea receptora. En B se observa corte de córnea del receptor. En C se observa el momento en el que se retira la córnea del receptor y se puede observar a cielo abierto las estructuras del segmento anterior. En D se observa el botón donador ya suturado.

**PALK.** Se utilizó el software de importación de mapa topográfico y paquimétrico de la córnea en el equipo de Excimer láser marca Amaris Schwind®. Posteriormente se obtuvo un perfil de ablación considerando un diámetro de 8 mm. Se solicitó al software un estroma residual de 5% de espesor. Bajo anestesia tópica, se realizó asepsia y antisepsia,

se colocaron campos estériles y se procedió a realizar una ablación de acuerdo a los mapas personalizados de cada paciente, del espesor especificado. Se colocó tejido corneal donador de 8.25 mm de diámetro, previamente tratado para retirar el endotelio corneal. Se suturó con 16 puntos simples de nylon 10-0. Se colocó antibiótico tópico y parche ocular. Figura 3.



**Figura 3. Técnica quirúrgica: PALK.** En A se observa topógrafo de Scheimpflug con adquisición de mapas topográficos y paquimétricos. Estos mapas son importados a plataforma de Excimer láser en donde se programa perfil de ablación. En B se observa alineación del láser en la superficie corneal con una máscara de 8 mm de diámetro para evitar ablación en zonas más periféricas. En C se observa el momento en el que se realiza ablación del tejido. En D se observa el momento de colocación del botón donador previamente tratado para retirar endotelio. En E se observa la técnica de sutura y F el momento final de la cirugía, ya con todas las suturas en su lugar.

## SEGUIMIENTO POSOPERATORIO

En el periodo posoperatorio, las mediciones se llevaron a cabo al día 1, 1 semana, 1 mes, 3 y 6 meses, para la primera fase del estudio. En la primera evaluación, el cirujano verificó la integridad de las estructuras oculares, valoró complicaciones posoperatorias tempranas, indicó los cuidados posoperatorios de cada paciente y se asignó una fecha para evaluación subsecuente.

En las evaluaciones subsecuentes se evaluó: agudeza visual con y sin corrección, refracción objetiva y subjetiva (en caso de ser posible), topografía corneal similar a la

preoperatoria, biomicroscopía, fundoscopia, tonometría, y registro de uso de medicamentos y eventos adversos (hipertensión ocular, infección relacionada a suturas, vascularización corneal, dehiscencia del botón, Seidel, formación de catarata, entre otras). Se realizó también topografía corneal, aberrometría corneal y tomografía de coherencia óptica en los tiempos posoperatorios cuando las características del injerto lo permitieron.

Todas las mediciones en los estados preoperatorio y posoperatorio fueron recabadas por el mismo oftalmólogo, independientemente del grupo al cual pertenecieron los pacientes.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó la versión 12.0 del programa Stata®, utilizando para los cálculos estadísticos, las siguientes pruebas:

- Estadística descriptiva para todas las variables (medidas de tendencia central y dispersión).
- Pruebas estadísticas para determinar la distribución de variables (prueba de sesgo y curtosis, prueba de Shapiro Wilk).
- Pruebas de hipótesis: Se realizaron pruebas de t de student para muestras independientes para comparación de los estados preoperatorios entre los grupos para todas las variables con distribución normal, utilizando el estadístico de prueba a 2 colas y con una  $p < 0.05$  para considerar significancia estadística. Para las comparaciones de los estados posoperatorios entre los grupos se utilizó la prueba de t de student para muestras independientes considerando significancia estadística con valor de  $p < 0.05$ . Para comparación de los grupos en los estados pre y posoperatorios, si la distribución de la variable era normal se utilizó prueba de t de student pareada, considerando el valor de  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. En los casos en los que la variable no tuvo distribución normal, se utilizó la prueba estadística de Kruskal Wallis, considerando el valor de  $p < 0.05$  como significancia estadística. También se utilizó prueba exacta de Fisher para la variable género, considerando una  $p$  estadísticamente significativa  $< 0.05$ .

- Se realizaron gráficos de normalidad para todas las variables, gráficos de caja así como gráficos de medias y sus desviaciones estándar para evaluar las principales variables de desenlace.

- Se realizó ANOVA de medidas repetidas para las variables UDVA, CDVA, seguridad y eficacia de cada uno de los procedimientos. Para realizar estos estadísticos, se consideró la prueba de esfericidad de las variables y en caso de no cumplir con ésta, se utilizó la corrección de Epsilon para poder identificar significancia estadística considerando una  $p < 0.05$ .

## DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES

### VARIABLE INDEPENDIENTE: TIPO DE CIRUGÍA

Definición conceptual	Técnica quirúrgica que consiste en la sustitución de la totalidad de la córnea (queratoplastia penetrante) o del epitelio y estroma mediante la aplicación de Laser Excimer guiado por topografía (PALK) para el tratamiento de queratocono
Definición operacional	Técnica penetrante o lamelar (PALK) identificada por el investigador mediante la tarjeta de asignación del procedimiento quirúrgico.
Tipo de variable	Nominal dicotómica
Escala de medición	QPP o PALK

### EDAD

Definición conceptual	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.
Definición operacional	Medición del tiempo en años a partir del nacimiento del individuo.
Tipo de variable	Cuantitativa discreta
Escala de medición	Años cumplidos

## VARIABLE DEPENDIENTE: AGUDEZA VISUAL MEJOR CORREGIDA (CDVA)

Definición conceptual	Medición del ángulo mínimo de resolución espacial del procesamiento de la imagen realizado por un sistema visual, utilizando la máxima corrección óptica del error refractivo posible.
Definición operacional	Medición de la agudeza visual lograda con la mejor corrección óptica para cada paciente mediante una evaluación monocular utilizando la escala de Snellen y su conversión posterior a escala LogMar
Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	logMar

## AGUDEZA VISUAL NO CORREGIDA (UDVA)

Definición conceptual	Medición del ángulo mínimo de resolución espacial del procesamiento de la imagen realizado por un sistema visual sin utilizar método de corrección óptica para error refractivo
Definición operacional	Medición de la agudeza visual lograda sin corrección óptica para cada paciente mediante una evaluación monocular utilizando la escala de Snellen y su conversión posterior a escala LogMar
Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	logMar

## PRESIÓN INTRAOCULAR

Definición conceptual	Medición de la presión que ejercen los fluidos oculares sobre la pared escleral
Definición operacional	Medición de la presión en mmHg mediante tonometría de contacto de tipo Goldman
Tipo de variable	Cuantitativa continua

Escala de medición      mmHg

## PODER REFRACTIVO DE LA CORNEA

Definición conceptual      Considerando a la córnea como parte de un sistema óptico, es una lente de poder convergente, su poder refractivo se mide en dioptrías

Definición operacional      Medición del poder refractivo de la córnea mediante utilización de topógrafos tipo Scheimpflug o con sistema de Discos de Plácido que, a través de la conversión del radio de curvatura de la córnea nos indican en dioptrías el poder refractivo de la misma en diferentes áreas topográficas. Para realizar nuestros cálculos consideraremos el poder corneal promedio obtenido mediante la media aritmética de las queratometrías 1 y 2 (que son los puntos de mayor y menor poder separados por 90°) a los 3 mm centrales de la córnea

Tipo de variable      Cuantitativa continua

Escala de medición      Dioptrías

## GROSOR CORNEAL

Definición conceptual      Medición del espesor de la córnea en diferentes áreas de su superficie mediante la utilización de paquímetro, reconstrucción mediante tomógrafo de coherencia óptica o cámara Scheimpflug

Definición operacional      Medición del grosor corneal en el punto central y en el punto más delgado de la córnea mediante topografía tipo Scheimpflug-Plácido

Tipo de variable      Cuantitativa continua

Escala de medición      Micrómetros



## ROOT MEAN SQUARE

Definición conceptual	Cálculo de la superficie asferotórica que mejor se acopla a la forma de la córnea o el perfil que minimiza la diferencia de curvatura entre la superficie y la porción de la córnea que se representa. Representa el promedio de aberraciones ópticas de la córnea.
Definición operacional	Índice que mide el grado en el que una superficie refleja la córnea. Significa cuánto se aleja en promedio la superficie medida de la superficie de mejor acoplamiento, lo que representa las aberraciones en un sistema óptico
Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	Micrómetros

## ABERRACION ESFÉRICA, COMA Y TRÉBOL

Definición conceptual	Aberraciones ópticas de alto grado de un sistema óptico. Clasificadas en el sistema de polinomiales de Zernike como aberraciones de tercer grado. Producen degradación de la calidad de la imagen.
Definición operacional	Índices que miden el grado en el que una superficie refleja la córnea. Significan cuánto se aleja en promedio la superficie medida de la superficie de mejor acoplamiento, lo que representa las aberraciones en un sistema óptico
Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	Micrómetros

## SEGURIDAD

Definición conceptual	Índice que indica la calidad y garantía de que el procedimiento esté libre de daño, peligros y riesgos
Definición operacional	El índice de seguridad de un procedimiento oftalmológico se ha

definido como una proporción, entre la CDVA posoperatoria y la CDVA preoperatoria; es un indicador de la pérdida o ganancia de CDVA, esto adaptado de procedimientos refractivos.

Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	Numérica

## EFICACIA

Definición conceptual	Capacidad del procedimiento de alcanzar el efecto visual que se espera.
Definición operacional	El índice de eficacia es la relación entre la UDVA posoperatoria y la CDVA preoperatoria que se calcula en todo procedimiento refractivo.
Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	Numérica

## TASA DE CAMBIO RELATIVA DE PODER CORNEAL

Definición conceptual	Tasa que indica el porcentaje de cambio obtenido en el poder corneal posterior al procedimiento quirúrgico.
Definición operacional	Tasa que se obtiene del poder basal corneal – poder final / poder basal x 100
Tipo de variable	Cuantitativa continua
Escala de medición	Porcentual

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente protocolo tuvo como objetivo evaluar los resultados visuales de dos técnicas quirúrgicas de trasplante de córnea convencional. Ninguno de los dos procedimientos es un procedimiento experimental y los médicos que realizaron los mismos tienen experiencia en el manejo de pacientes con diagnóstico de queratocono y habilidad quirúrgica para realizar cualquiera de los dos procedimientos. Los beneficios del tratamiento quirúrgico del

queratocono con cualquiera de las dos técnicas, representaban para los pacientes la posibilidad de mejoría significativa de la agudeza visual, disminución del error refractivo preoperatorio y mejoría respecto a la tolerancia a lentes de contacto. Todos los pacientes seleccionados requerían tratamiento quirúrgico para patología basal; es decir, se consideró la severidad del queratocono para poder ser elegido candidato a cualquiera de los dos tratamientos. En aquellos casos en los que el paciente no deseaba participar en el estudio, era asignado a tratamiento convencional (QPP) y excluido del protocolo. Los riesgos quirúrgicos inherentes a cualquiera de los dos procedimientos fueron los mismos a los que se someten los pacientes al realizarse cualquier tipo de cirugía intraocular, particularmente de cualquier trasplante de córnea. El presente estudio no constituyó ningún riesgo adicional para los sujetos de estudio, ni cambió su pronóstico u opciones de tratamiento, de acuerdo a lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, título quinto de la Ley General de Salud.

Todos los participantes fueron sometidos al mismo tipo de evaluaciones clínicas, que no representan mayor riesgo de efectos adversos relacionados al procedimiento, y son necesarios para la evaluación y seguimiento de cualquier resultado de cirugía de trasplante corneal convencional. Todos los pacientes tuvieron libre decisión respecto a su deseo de permanecer o no en el estudio sin que esto representara ningún perjuicio en cuanto a su tratamiento posterior y seguimiento en el tiempo (Apéndice 1. Consentimiento informado).

Los resultados de este protocolo son propiedad del Instituto de Oftalmología Fundación “Conde de Valenciana”, ninguna persona involucrada en los procedimientos diagnósticos o terapéuticos puede disponer de los datos particulares de los pacientes para su beneficio propio; toda la información obtenida es confidencial y no está sujeta a ningún tipo de interés comercial de los investigadores.

El presente protocolo fue sometido a evaluación y aprobado por los comités de Investigación, Bioética y Bioseguridad del Instituto.

## FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Todos los estudios en el periodo preoperatorio y posoperatorio para el seguimiento de pacientes manejados bajo cualquier modalidad de tratamiento fueron financiados por la Fundación de Asistencia Privada “Conde de Valenciana”. Los pacientes no asumieron costos adicionales para su tratamiento o seguimiento.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES DE LOS INVESTIGADORES

De acuerdo al formato establecido por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE), los investigadores de este estudio no tienen conflictos de intereses relacionados con compromisos personales de los mismos; así como tampoco relacionados con la financiación del proyecto o de cualquier otra índole.

## RESULTADOS

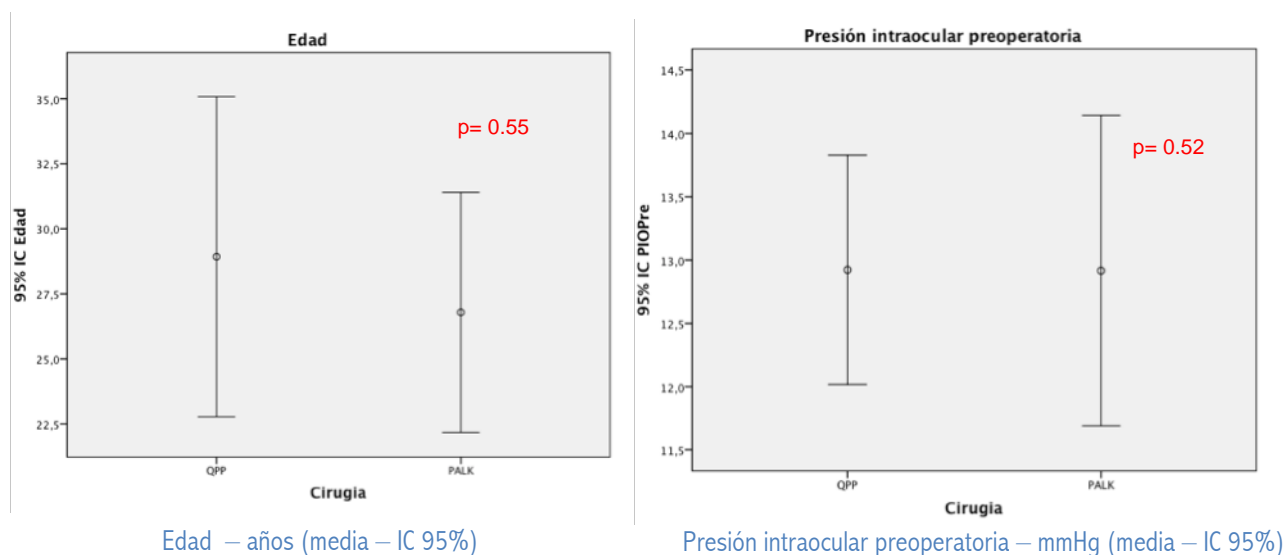
A continuación describimos los resultados visuales de 28 pacientes tratados con trasplante corneal de tipo penetrante (QPP) y lamelar asistido por paquimetría con láser Excimer (PALK). Para cada uno de los grupos, se completó seguimiento posoperatorio de 14 pacientes a 6 meses. Para el grupo de QPP, el 71% de los pacientes tratados fueron mujeres (10 pacientes) y 29% hombres (4 pacientes), con una edad promedio de  $28.92 \pm 10.6$  años (18 – 53). En el grupo PALK, 35% (5 pacientes) de los pacientes fueron hombres y 65% (9 pacientes) mujeres, con una edad promedio de  $26.78 \pm 7.99$  años (18 – 40).

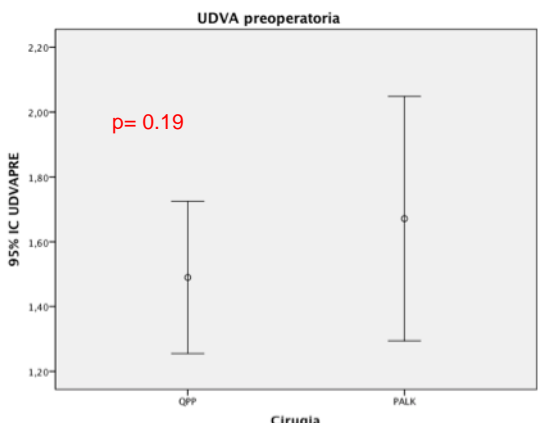
Los parámetros preoperatorios considerados en los criterios de selección se presentan a continuación en la tabla 4, figura 4.

Tabla 4. Características preoperatorias de los pacientes del estudio de acuerdo con el grupo de tratamiento

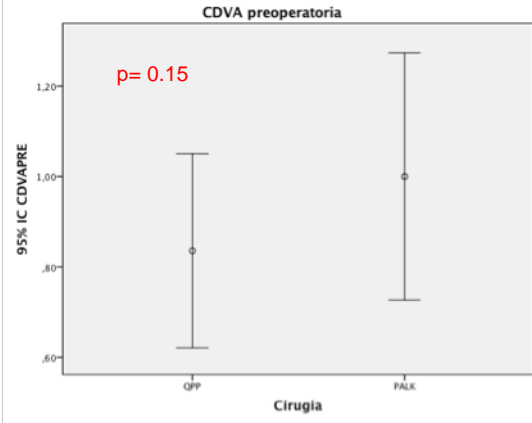
Parámetro	QPP ( $\mu \pm SD$ )	IC 95%	PALK ( $\mu \pm SD$ )	IC 95%	p
<b>N</b>	14		14		
<b>Género H/M</b>	10/4		5/9		0.128
<b>Edad (años)</b>	$28.92 \pm 10.6$	22.7 – 35	$26.78 \pm 7.99$	22.1 – 31.4	0.55
<b>UDVA pre (logMar)</b>	$1.49 \pm 0.4$	1.25 – 1.72	$1.67 \pm 0.65$	1.29 – 2.04	0.19
<b>CDVA pre (logMar)</b>	$0.83 \pm 0.37$	0.62 – 1.05	$1 \pm 0.47$	0.72 – 1.27	0.15
<b>Presión pre (mmHg)</b>	$12.92 \pm 1.49$	12 – 13.8	$12.08 \pm 4.1$	11.7 – 14.1	0.52
<b>Queratometrías (D)</b>	$65.5 \pm 9.93$	59.8 – 71.2	$59.7 \pm 8.1$	55 – 64.4	0.1
<b>Paquimetría Pre (<math>\mu m</math>)</b>	$314 \pm 74$	271 - 358	$323 \pm 36$	302 - 344	0.65

Figura 4. Características preoperatorias de los pacientes del estudio de acuerdo con el grupo de tratamiento

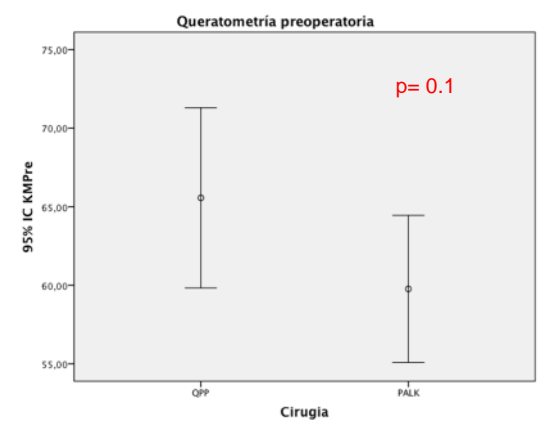




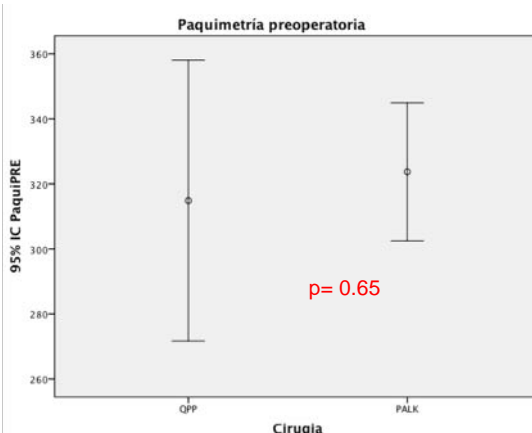
UDVA preoperatoria – logMAR (media – IC95%)



CDVA preoperatoria – logMar (media – IC 95%)



Queratometría preoperatoria – Dioptías (media – IC 95%)



Paquimetría preoperatoria – mm (media – IC 95%)

Se realizaron pruebas de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro Wilk para cada una de las variables a considerar para el análisis estadístico. Tabla 5

Tabla 5. Distribución de las variables de estudio

Variable	Grupo	p	Distribución
Edad	QPP	0.10	normal
	PALK	0.052	normal
CDVA preoperatoria	QPP	0.91	normal
	PALK	0.40	normal
CDVA 8 días	QPP	0.71	normal
	PALK	0.25	normal
CDVA 1 mes	QPP	0.99	normal
	PALK	0.40	normal

<b>CDVA 3 meses</b>	QPP	0.99	normal
	PALK	0.37	normal
<b>CDVA 6 meses</b>	QPP	0.47	normal
	PALK	0.08	normal
<b>UDVA preoperatoria</b>	QPP	0.46	normal
	PALK	0.052	normal
<b>UDVA 8 días</b>	QPP	0.7	normal
	PALK	0.85	normal
<b>UDVA 1 mes</b>	QPP	0.19	normal
	PALK	0.15	normal
<b>UDVA 3 meses</b>	QPP	0.98	normal
	PALK	0.25	normal
<b>UDVA 6 meses</b>	QPP	0.06	normal
	PALK	0.76	normal
<b>PIO preoperatoria</b>	QPP	0.98	normal
	PALK	0.7	normal
<b>PIO 1 mes</b>	QPP	0.14	normal
	PALK	0.74	normal
<b>PIO 3 meses</b>	QPP	0.016	anormal
	PALK	0.97	normal
<b>PIO 6 meses</b>	QPP	0.44	normal
	PALK	0.64	Normal
<b>K promedio preoperatoria</b>	QPP	0.13	normal
	PALK	0.27	normal
<b>K promedio 1 mes</b>	QPP	0.88	normal
	PALK	0.82	normal
<b>K promedio 3 meses</b>	QPP	0.64	normal
	PALK	0.73	normal
<b>K promedio 6 meses</b>	QPP	0.90	normal
	PALK	0.07	normal
<b>Paquimetría preoperatoria</b>	QPP	0.66	normal
	PALK	0.79	normal
<b>Paquimetría 6 meses</b>	QPP	0.37	normal
	PALK	0.05	normal
<b>Tasa de cambio K</b>	QPP	0.36	normal
	PALK	0.84	normal
<b>Seguridad 8 días</b>	QPP	<0.01	anormal
	PALK	<0.01	anormal
<b>Seguridad 1 mes</b>	QPP	<0.01	anormal
	PALK	<0.01	anormal
<b>Seguridad 3 meses</b>	QPP	<0.01	anormal

	PALK	<0.01	anormal
<b>Seguridad 6 meses</b>	QPP	0.04	anormal
	PALK	<0.01	anormal
<b>Eficacia 8 días</b>	QPP	<0.01	anormal
	PALK	0.25	normal
<b>Eficacia 1 mes</b>	QPP	0.50	normal
	PALK	<0.01	anormal
<b>Eficacia 3 meses</b>	QPP	0.01	anormal
	PALK	<0.01	anormal
<b>Eficacia 6 meses</b>	QPP	<0.01	anormal
	PALK	<0.01	anormal

## RESULTADOS QUIRÚRGICOS DE LA QUERATOPLASTÍA PENETRANTE

De los 14 pacientes tratados con técnica de queratoplastía penetrante, la edad promedio fue de 28.9±10 años (18 a 53). Los valores de las principales variables en el pre y posoperatorio de estudio se resumen en la tabla 6.

Tabla 6. Características pre y posoperatorias de los pacientes tratados con QPP

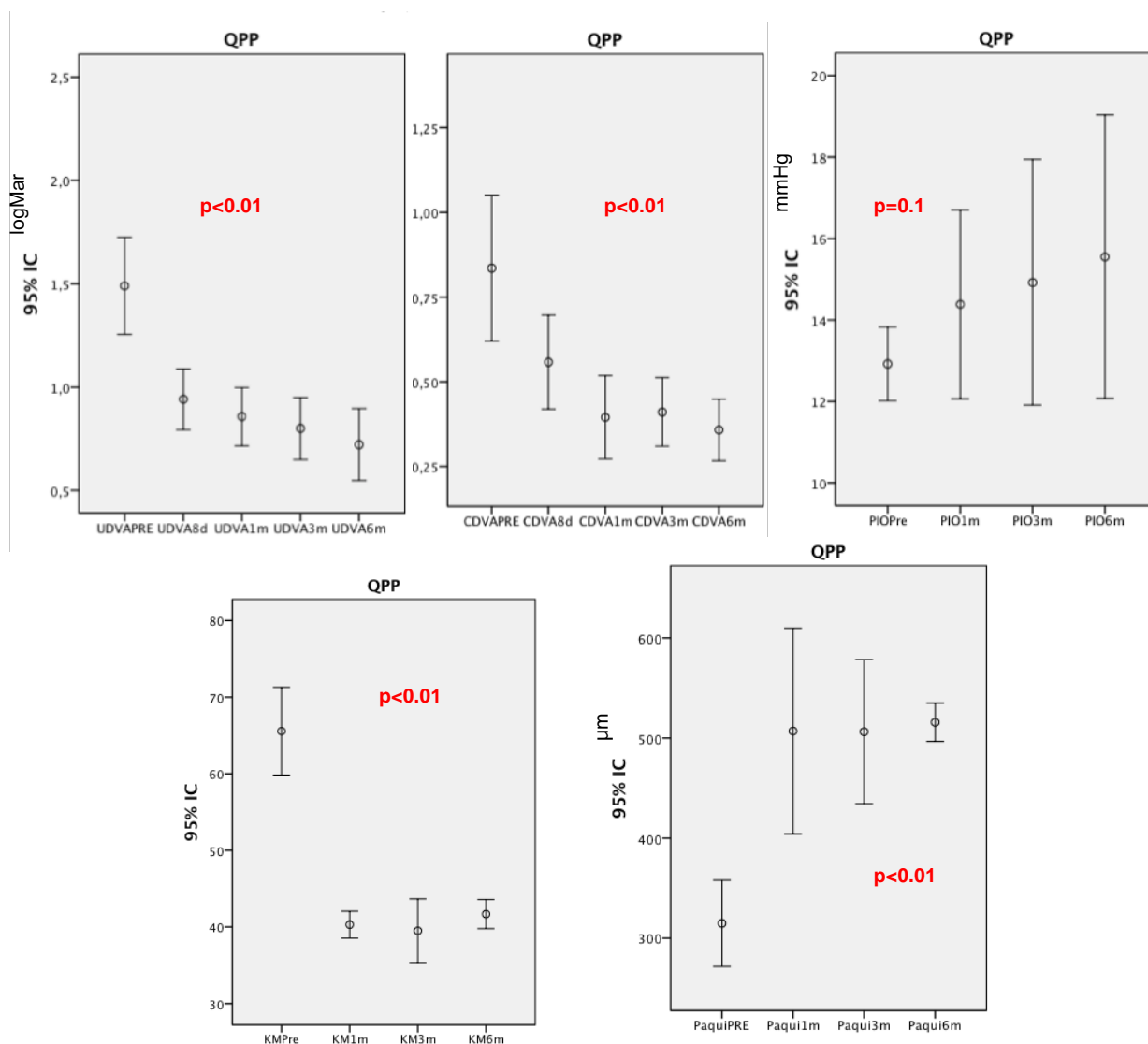
<b>QPP</b>	<b>PRE (<math>\mu\pm SD</math>)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>POST (<math>\mu\pm SD</math>)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>p*</b>
<b>UDVA (logMar)</b>	1.49±0.4	1.25 – 1.72	0.72±0.3	0.54 – 0.89	<0.01
<b>CDVA (logMar)</b>	0.83±0.37	0.62 - 1.05	0.35±0.15	0.26 – 0.45	<0.01
<b>Queratometría (D)</b>	66.4±10.4	59.4 – 73.4	41.6±2.8	39.7 – 43.5	<0.01
<b>Paquimetría (<math>\mu</math>m)</b>	243±58	150 - 335	515±12	496 – 534	<0.01
<b>PIO (mmHg)</b>	12.75±1.5	11.4 - 14	15.5±4.5	12 - 19	0.1



\* p a dos colas, considerado estadísticamente significativo  $\leq 0.05$ .

De acuerdo a la prueba de t de student pareada, la UDVA, CDVA, queratometría y paquimetría presentaron mejoría estadísticamente significativa entre los periodos pre y posoperatorios en el grupo QPP desde la primera semana del posoperatorio. Figura 5

Figura 5. Gráficos comparativos de los diferentes tiempos de seguimiento para cada una de las variables de estudio en el grupo tratado con QPP



Respecto al retiro de suturas en los pacientes del grupo QPP no se realizó retiro de las mismas durante los primeros 6 meses de seguimiento. No hubo complicaciones asociadas

a la técnica quirúrgica y solo se presentó hipertensión ocular en 1 paciente por el tratamiento crónico con esteroides en el tercer y sexto mes de seguimiento posoperatorio que fue tratado con hipotensores oculares. Figuras 6 a 9.

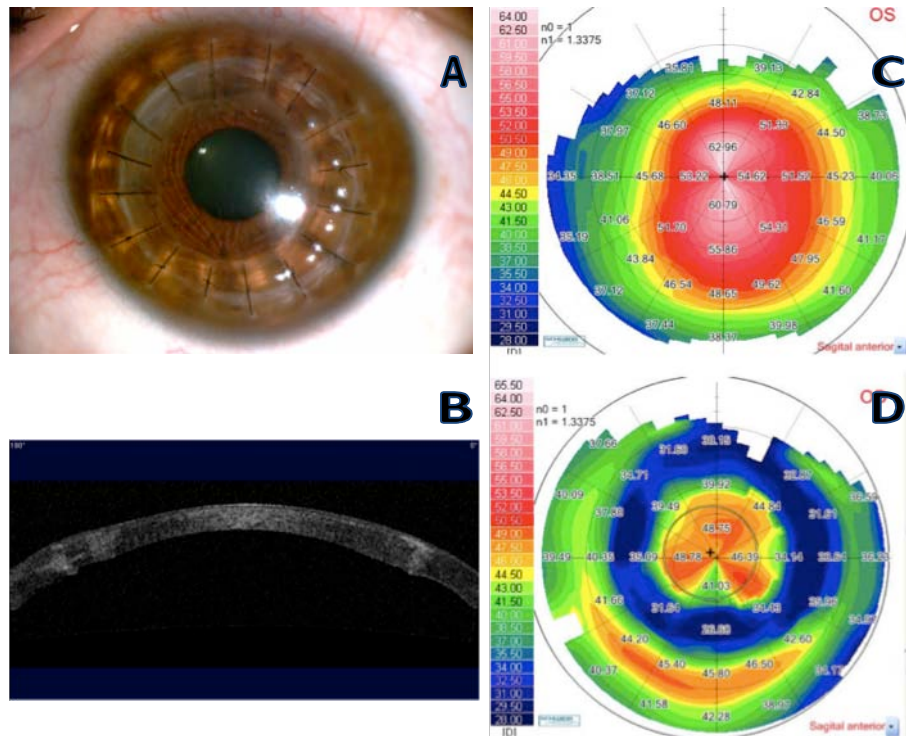


Figura 6. Paciente tratado con QPP. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

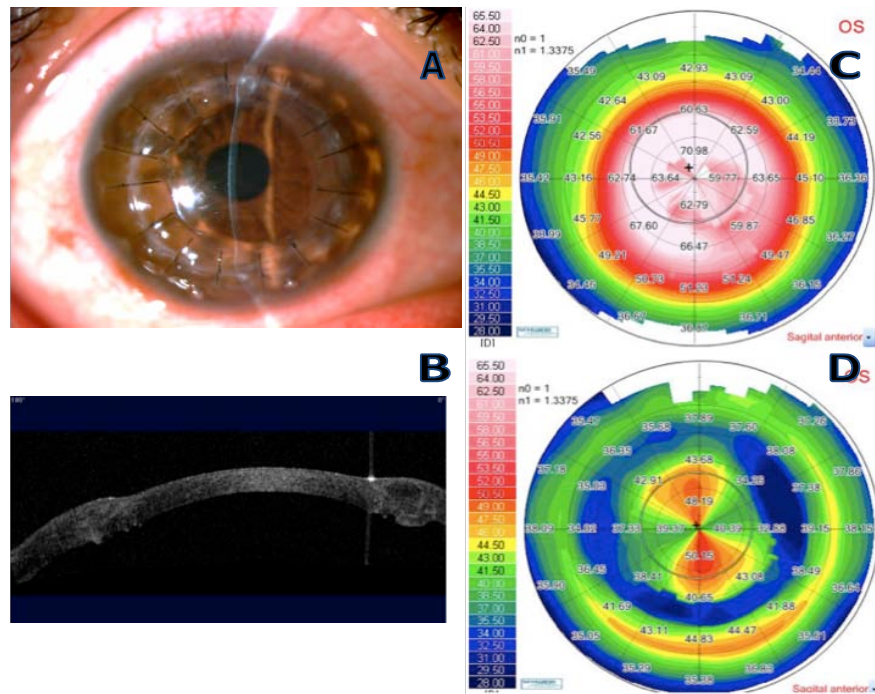


Figura 7. Paciente tratado con QPP. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

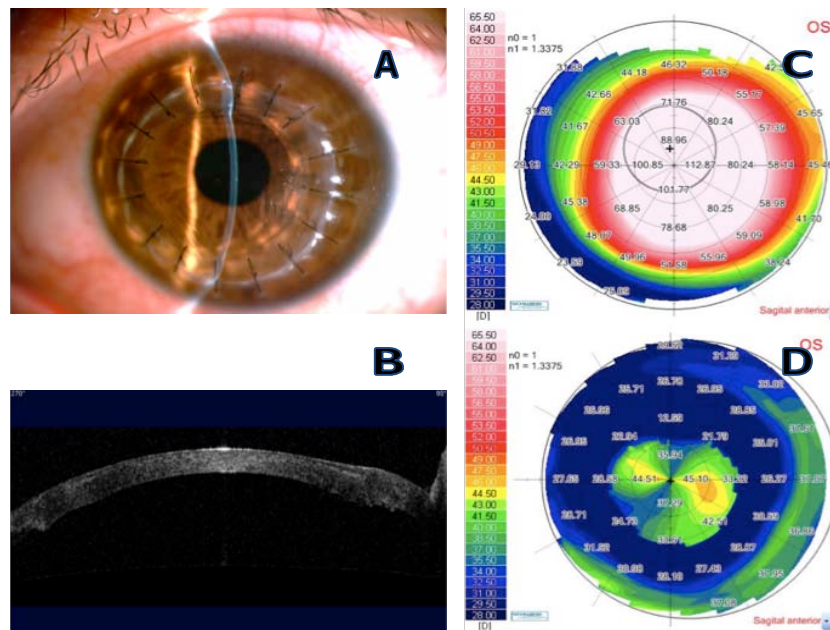


Figura 8. Paciente tratado con QPP. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

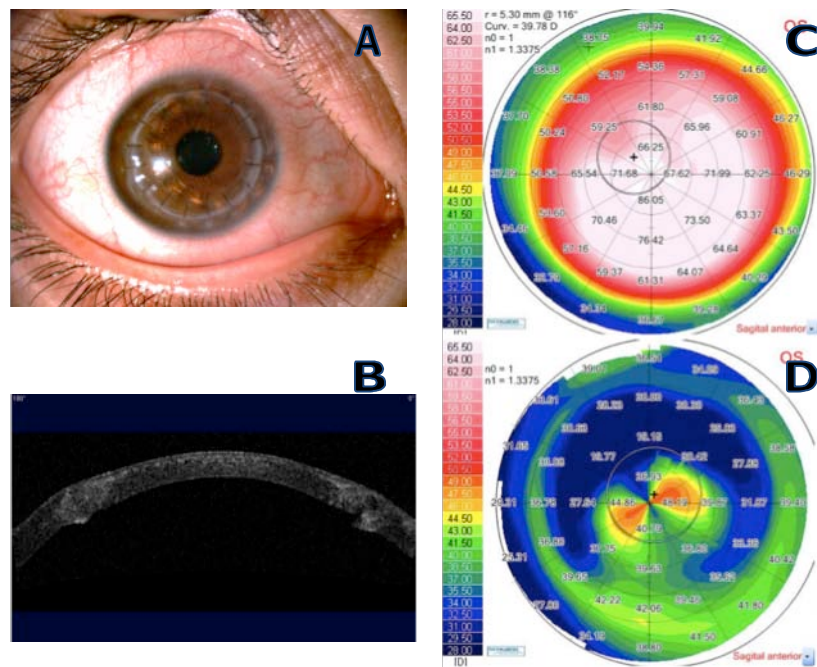


Figura 9. Paciente tratado con QPP. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

## RESULTADOS QUIRÚRGICOS DEL TRASPLANTE LAMELAR ASISTIDO POR LASER EXCIMER

De los 14 pacientes tratados con técnica de PALK, la edad promedio fue de  $26.7 \pm 8$  años (18 a 40). Los valores de las principales variables de estudio se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Características pre y posoperatorias de los pacientes tratados con PALK

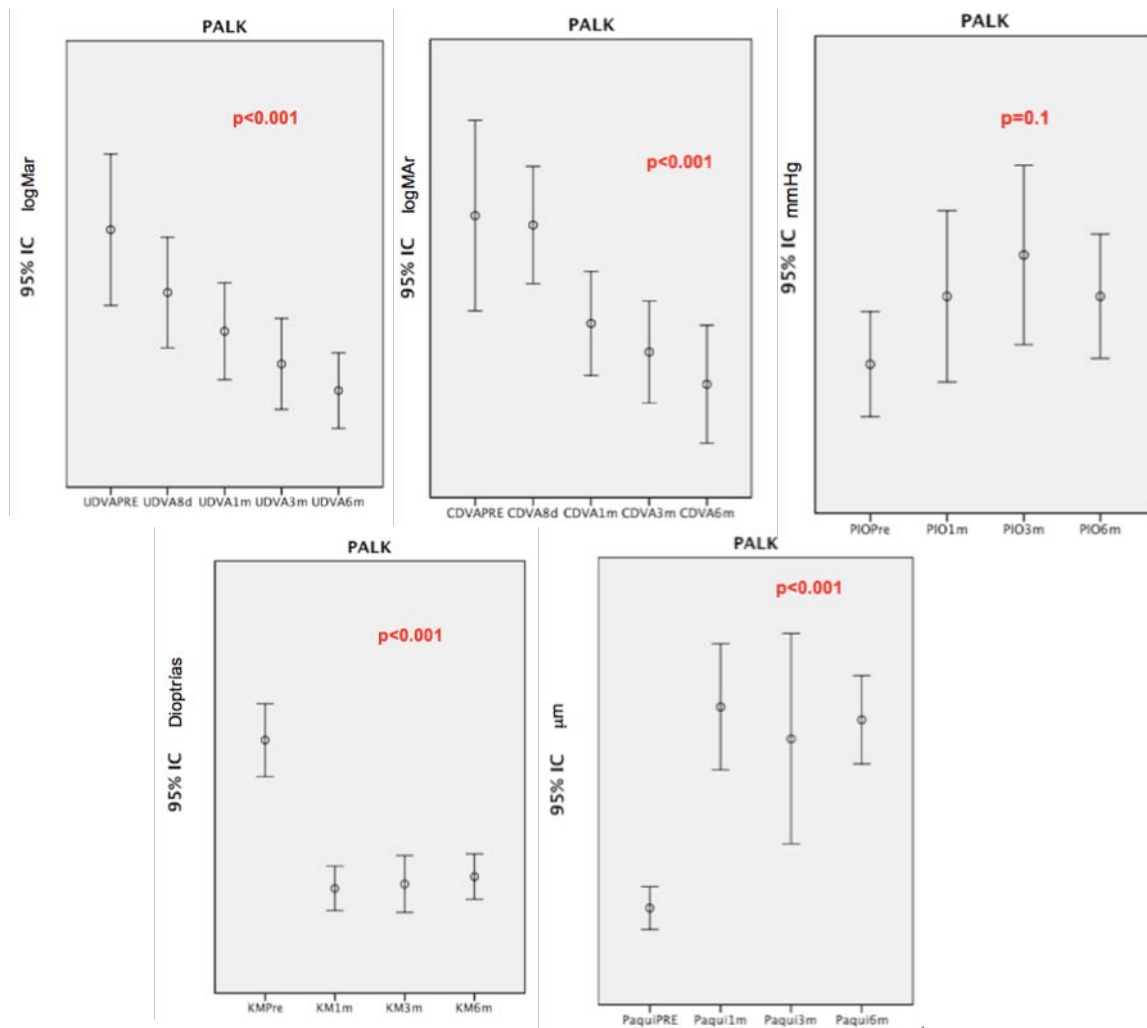
PALK	PRE ( $\mu \pm SD$ )	IC 95%	POST ( $\mu \pm SD$ )	IC 95%	p*
UDVA (logMar)	$1.67 \pm 0.65$	1.3 – 2.04	$0.87 \pm 0.32$	0.68 – 1	<0.01
CDVA (logMar)	$1 \pm 0.47$	0.72 – 1.27	$0.52 \pm 0.35$	0.32 – 0.72	<0.01
Queratometría (D)	$59.6 \pm 8.4$	54.5 – 64.7	$42.2 \pm 4.8$	39.2 – 45.1	<0.01
Paquimetría ( $\mu m$ )	$315 \pm 27$	294 – 336	$511 \pm 57$	467 - 555	<0.01
PIO (mmHg)	$12.8 \pm 1.98$	11.3 – 14.2	$14.5 \pm 2.23$	12.9 – 16	0.1

\* p a dos colas, considerado estadísticamente significativo  $\leq 0.05$ .

De acuerdo a la prueba de t de student pareada, la UDVA, queratometría y paquimetría presentaron mejoría estadísticamente significativa entre los periodos pre y posoperatorios

en el grupo PALK desde la primer semana en el posoperatorio. Para la CDVA, la diferencia estadísticamente significativa se presentó a partir del primer mes de seguimiento. Figura 10.

Figura 10. Gráficos comparativos de los diferentes tiempos de seguimiento para cada una de las variables de estudio en el grupo tratado con PALK



Respecto al retiro de suturas en los pacientes del grupo PALK se inició retiro de las mismas a los 6 meses de seguimiento; sin embargo, uno de los pacientes presentó dehiscencia de la unión estroma huésped-donador por lo que tuvo que ser suturado nuevamente y se decidió no retirar suturas hasta haberse cumplido más tiempo de seguimiento. No se presentaron complicaciones relacionadas con la técnica quirúrgica. En

este grupo, uno de los pacientes presentó a los 3 meses del posoperatorio una neovascularización coroidea secundaria a miopía, lo que condicionó pérdida de 2 líneas de CDVA, lo cual no estuvo relacionado con el procedimiento quirúrgico.

Respecto al procedimiento quirúrgico, a pesar de que el tratamiento se realizó guiado por paquimetría y topografía, se observó microperforación en la membrana de Descemet en todos los casos, siendo el estroma corneal residual irregular en grosor (Figuras 11-15) sin que esto impidiera la realización de la técnica lamelar. Figuras 11 a 14.

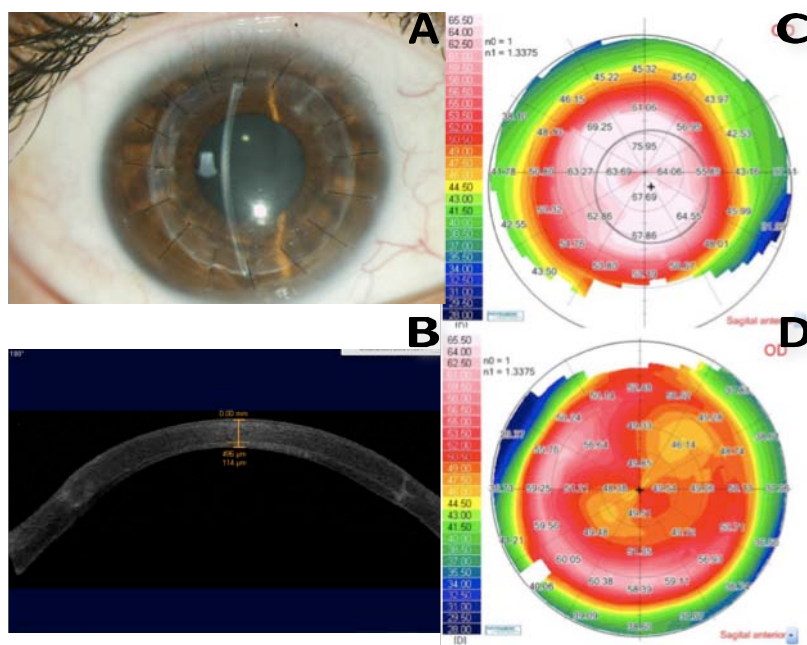


Figura 11. Paciente tratado con PALK. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio en donde se observa la separación entre el estroma donador y receptor. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

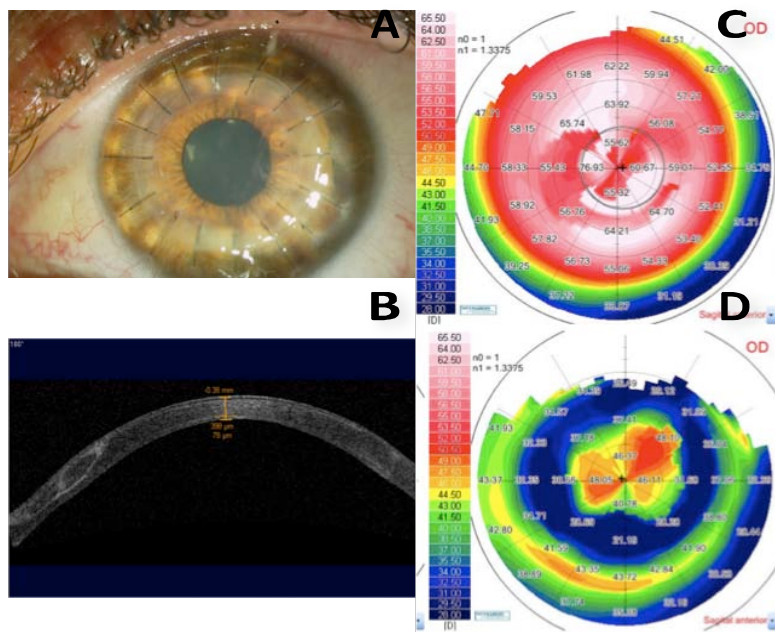


Figura 12. Paciente tratado con PALK. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio en donde se observa la separación que existe entre el estroma del donador y del receptor. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

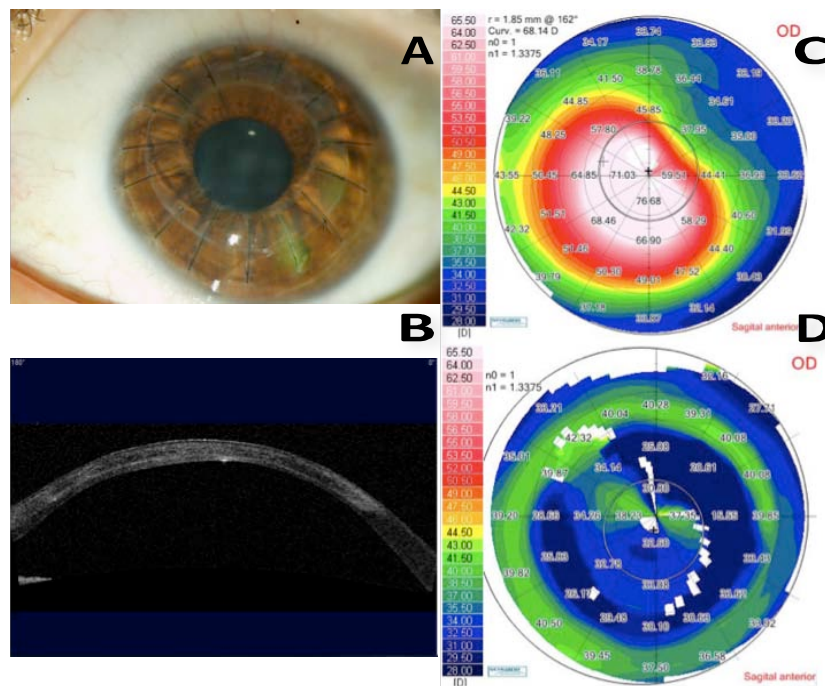


Figura 13. Paciente tratado con PALK. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio en donde se observa la separación que existe entre el estroma del donador y del receptor. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

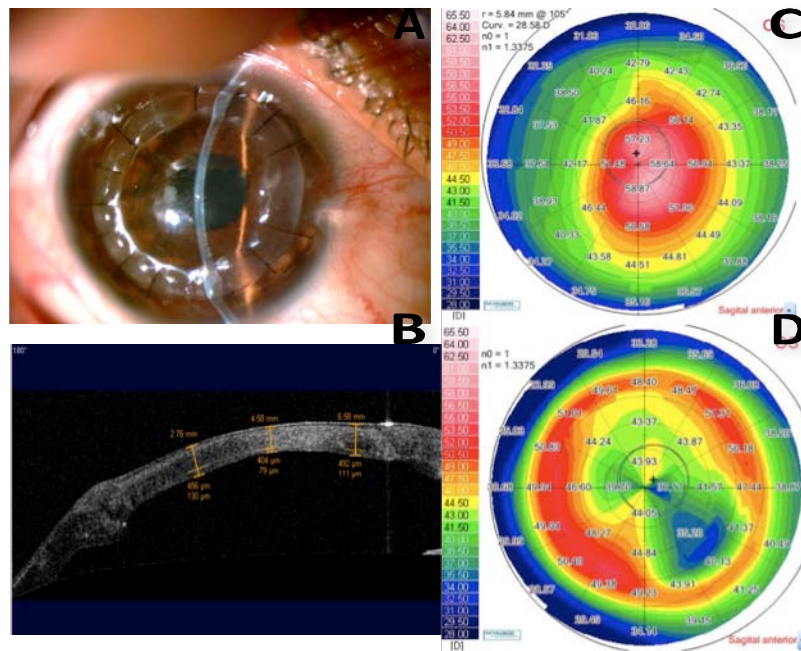


Figura 14. Paciente tratado con PALK. A, foto clínica del segmento anterior. B Tomografía de coherencia óptica de la córnea en el posoperatorio en donde se observa la separación que existe entre el estroma del donador y del receptor. C. Mapa queratométrico del estado pre y D. Posoperatorio. Se observa mejoría significativa en el periodo posoperatorio.

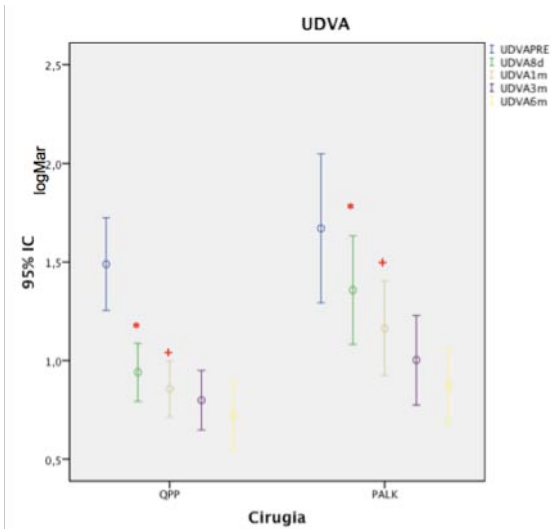
### COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE LAS DOS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

Al comparar los resultados de las dos técnicas quirúrgicas, observamos que hubo diferencias de la UDVA a los 8 días y 1 mes posoperatoria entre grupos ( $p \leq 0.01$ ) y CDVA a los 8 días, 1 mes y 3 meses ( $p \leq 0.02$ ), presentando mejor agudeza visual los pacientes del grupo QPP. Sin embargo, a los 6 meses de seguimiento no existieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a UDVA, CDVA, PIO, queratometrías y paquimetría posoperatoria entre los dos grupos. Tabla 8 y Figura 15.

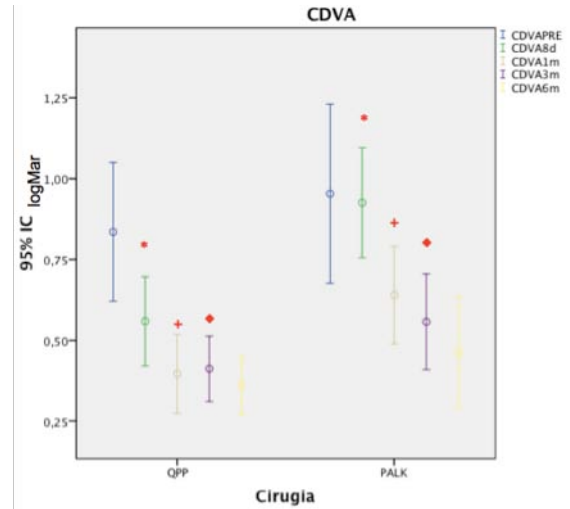
Tabla 8. Comparación de los resultados de las dos técnicas quirúrgicas.

QPP VS. PALK	QPP ( $\mu \pm SD$ )	IC 95%	PALK ( $\mu \pm SD$ )	IC 95%	p
UDVA 6 m (logMar)	0.72 $\pm$ 0.3	0.54 – 0.89	0.87 $\pm$ 0.32	0.68 – 1.05	0.1
CDVA 6 m (logMar)	0.35 $\pm$ 0.15	0.26 – 0.45	0.52 $\pm$ 0.35	0.32 – 0.72	0.06
QM 6 m (D)	41.7 $\pm$ 2.8	39.7 – 43.5	42.2 $\pm$ 4.8	39.2 – 45.1	0.37
Paquimetría 6m ( $\mu m$ )	515 $\pm$ 12	496 - 534	511 $\pm$ 57	467 - 555	0.56
PIO 6 m (mmHg)	15.5 $\pm$ 4.5	12 - 19	14.5 $\pm$ 2.2	13 - 16	0.75

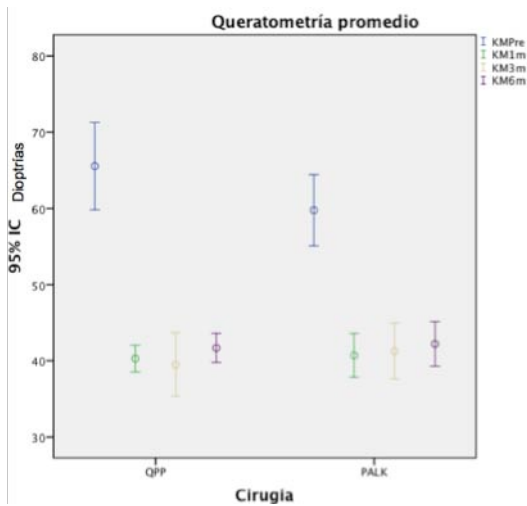




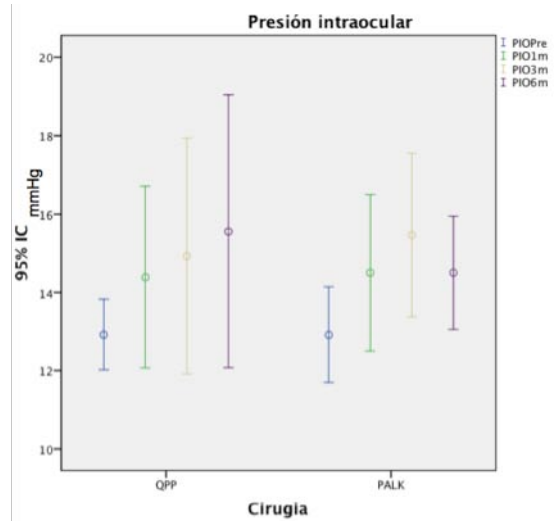
UDVA (X – IC 95%) para los 2 grupos en distintos momentos del seguimiento, \*  $p < 0.01$  a los 8 días y + $p = 0.01$  al mes del procedimiento



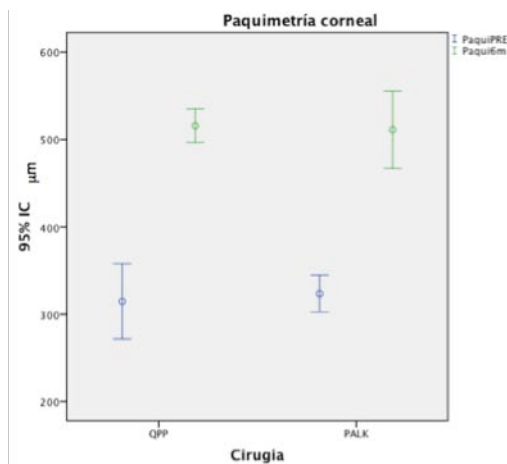
CDVA (X – IC 95%) para los 2 grupos en distintos momentos del seguimiento, \*  $p < 0.01$  a los 8 días y + $p < 0.01$  al mes, ◆ $p = 0.02$  a los 3 meses del procedimiento



Queratometría (X – IC 95%) para los 2 grupos en distintos momentos del seguimiento,  $p > 0.05$



Presión intraocular (X – IC 95%) para los 2 grupos en distintos momentos del seguimiento,  $p > 0.05$

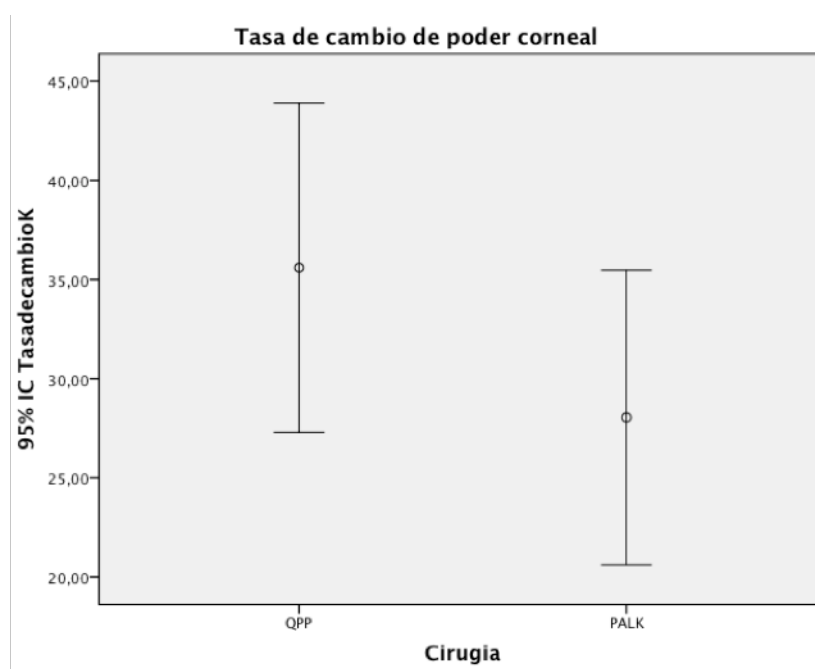


Paquimetría (X – IC 95%) para los 2 grupos preoperatoria y a 6 meses de seguimiento,  $p > 0.05$

## TASA DE CAMBIO DEL PODER CORNEAL TOTAL

Para cuantificar el porcentaje de cambio en el poder corneal obtenido por el procedimiento quirúrgico, realizamos el cálculo de la tasa de cambio de poder corneal total, que en el grupo de pacientes QPP fue de  $35.6 \pm 12\%$  (IC 95% 27.3 – 43.9%) y en el de PALK de  $28.04 \pm 12\%$  (IC 95% 20.6 – 35.4%),  $p=0.14$ . Figura 16.

Figura 16. Gráfico que muestra la tasa de cambio de poder corneal de los dos procedimientos,  $p > 0.05$ .



## ABERROMETRÍA

Se calcularon las aberraciones ópticas más comunes y que afectan en mayor grado la calidad de la imagen en pacientes con queratocono en los periodos pre y posoperatorios (6 meses) y se comparó su valor para ambos grupos. Tabla 9.

Tabla 9. Aberraciones ópticas de la córnea en el estado pre y posoperatorio en ambos grupos.

QPP VS. PALK	QPP (μ±SD)	PALK (μ±SD)	p
RMS preoperatorio (mm)	13.1±16.9	7.6±5.6	0.01
RMS posoperatorio (mm)	6.2±4.8	15.5±30	0.31
Aberración esférica preoperatoria	-2.7±7.6	-2.5±4.3	0.72
Aberración esférica posoperatoria	-3.6±3.7	-1.8±2.9	0.21
Coma preoperatorio	9±12.3	5.04±3.9	0.31

Coma posoperatorio	2±2.3	2.3±1.5	0.70
Trébol preoperatorio	4.6±7.7	2.2±2	0.37
Trébol posoperatorio	2.4±1.8	3.2±1.5	0.17

Al comparar las aberraciones de los periodos pre y posoperatorio para cada grupo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el RMS pre ( $13.1\pm 16.9$ ) y posoperatorio ( $6.2\pm 4.8$ ),  $p=0.22$  para el grupo QPP. En el grupo PALK, el RMS pre ( $7.6\pm 5.6$ ) y posoperatorio ( $15.5\pm 30$ ) tampoco tuvo diferencias estadísticamente significativas,  $p=0.3$ . Para el trébol en el grupo QPP no hubo diferencias en el estado pre y posoperatorio (pre  $4.6\pm 7.7$  y posoperatorio  $2.4\pm 1.8$ ,  $p=0.37$ ) ni tampoco en el grupo PALK (trébol pre  $2.2\pm 2$  y posoperatorio  $3.2\pm 1.5$ ,  $p=0.17$ ). Para la coma en el grupo QPP no hubo diferencias estadísticamente significativas (coma pre  $9\pm 12.3$  y posoperatorio  $2\pm 2.3$ ,  $p=0.09$ ) y para el grupo PALK si hubo diferencia estadísticamente significativa entre los estados pre ( $5.04\pm 3.9$ ) y posoperatorio ( $2.3\pm 1.5$ ),  $p=0.03$ . Para la aberración esférica no hubo diferencias significativas en el grupo QPP (pre  $-2.7\pm 7.6$  y posoperatorio  $-3.6\pm 3.7$ ,  $p=0.72$ ) ni para el grupo PALK (pre  $-2.5\pm 4.3$  y posoperatorio  $-1.8\pm 2.9$ ,  $p=0.21$ ).

## SEGURIDAD

El índice de seguridad de un procedimiento oftalmológico se ha definido como una proporción, entre la CDVA posoperatoria y la CDVA preoperatoria (Taneri et. al.<sup>30</sup>); representa un indicador de la pérdida o ganancia de CDVA, adaptado de procedimientos refractivos.

Para QPP, el índice de seguridad a los 8 días fue de  $3.17\pm 0.88$  (IC 95% 1.26 – 5.07), al mes de  $3.5\pm 0.77$  (IC 95% 1.87 – 5.24), a los 3 meses de  $3.42\pm 0.7$  (IC 95% 1.89 – 4.95) y a los 6 meses de  $3.98\pm 0.77$  (IC 95% 2.32 – 5.65). Para PALK, el índice de seguridad a los 8 días fue de  $1.37\pm 0.33$  (IC 95% 0.65 – 2.1), al mes de  $3.22\pm 1.31$  (IC 95% 0.37 – 6.07), a los 3 meses de  $3.68\pm 1.32$  (IC 95% 0.82 – 6.54) y a los 6 meses de  $5.72\pm 2.68$  (IC 95% - 0.17 – 11.51),  $p>0.05$ . Figura 17.

Para el grupo QPP, el 86% de los pacientes ganaron 1 o más líneas de CDVA al finalizar el periodo de seguimiento y el 14% no presentó cambios respecto a su CDVA

preoperatoria, mientras que para el grupo PALK, el 79% de los pacientes ganaron 1 o más líneas de CDVA y 14% no presentaron cambios respecto a su CDVA preoperatoria; un paciente (7%) perdió 2 líneas de CDVA secundario a neovascularización coroidea miópica, evento no relacionado con el trasplante. Figura 18.

Figura 17. Gráfico comparativo del índice de seguridad para ambos procedimientos en distintos momentos del tiempo. En todo momento el índice de seguridad fue > 1, lo que significa que no hubo pérdida de CDVA,  $p > 0.05$ .

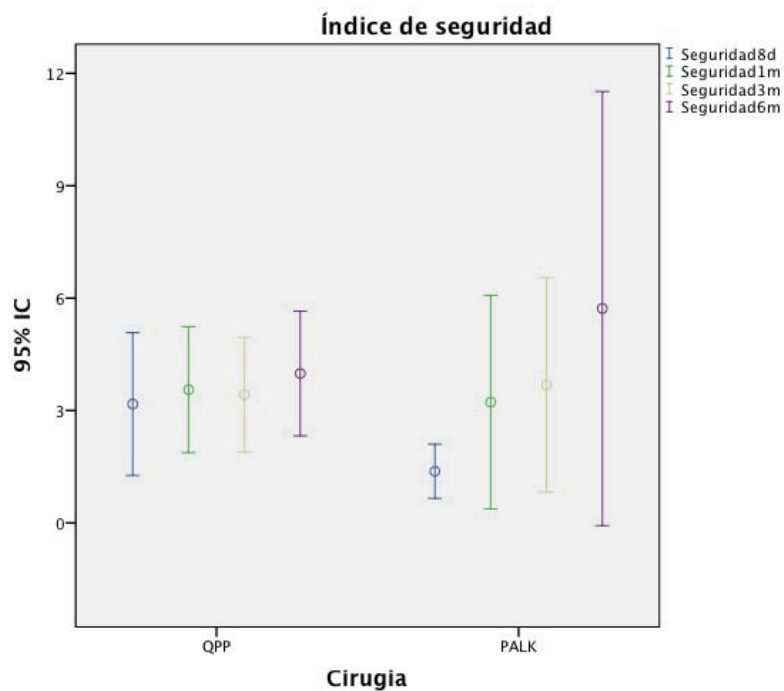
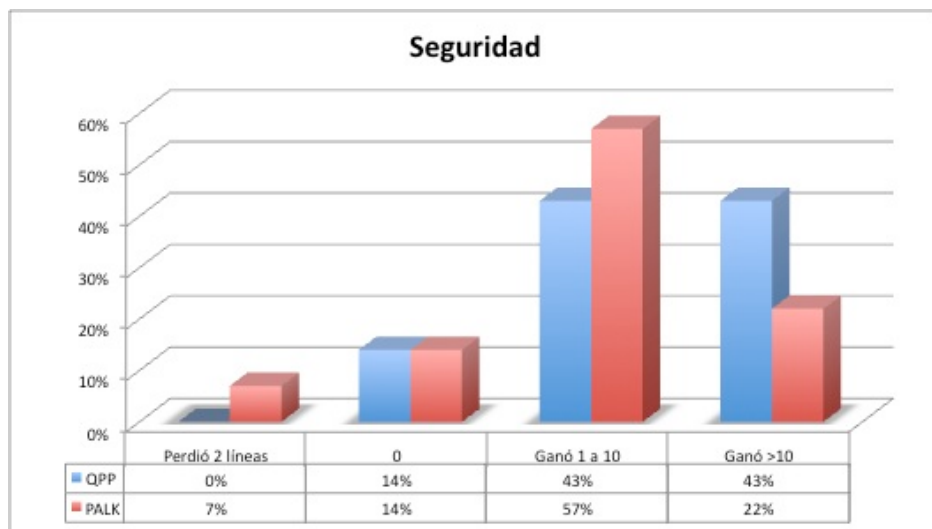


Figura 18. Cambio en líneas de agudeza visual mejor corregida en el posoperatorio. Para el grupo QPP no hubo pérdida en líneas de CDVA y para el grupo PALK 1 paciente perdió 2 líneas de CDVA secundario a neovascularización coroidea en área macular por miopía.



## EFICACIA

El índice de eficacia, es la relación entre la UDVA posoperatoria y la CDVA preoperatoria que se calcula en todo procedimiento refractivo<sup>30</sup>. Adaptando el índice, para el grupo QPP a los 8 días fue de  $1.23 \pm 0.31$  (IC 95% 0.54 – 1.92), al mes de  $1.22 \pm 0.2$  (IC 95% 0.78 – 1.67), a los 3 meses de  $1.48 \pm 0.31$  (IC 95% 0.8 – 3) y a los 6 meses de  $1.9 \pm 0.5$  (IC 95% 0.82 – 3). En el grupo de PALK, el índice de eficacia a los 8 días fue de  $0.63 \pm 0.12$  (IC 95% 0.36 – 0.89), al mes de  $1.19 \pm 0.47$  (IC 95% 0.17 – 2.22), a los 3 meses de  $1.65 \pm 0.52$  (IC 95% 0.51 – 2.78) y a los 6 meses de  $2.42 \pm 0.73$  (IC 95% 0.84 – 4.01). Figura 19 y 20. Este

índice representa un indicador de la ganancia de líneas de agudeza visual sin corrección, comparado con la mejor visión corregida en el preoperatorio.

Figura 19. Índice de eficacia del procedimiento para los 2 grupos quirúrgicos en distintos momentos del posoperatorio,  $p > 0.05$

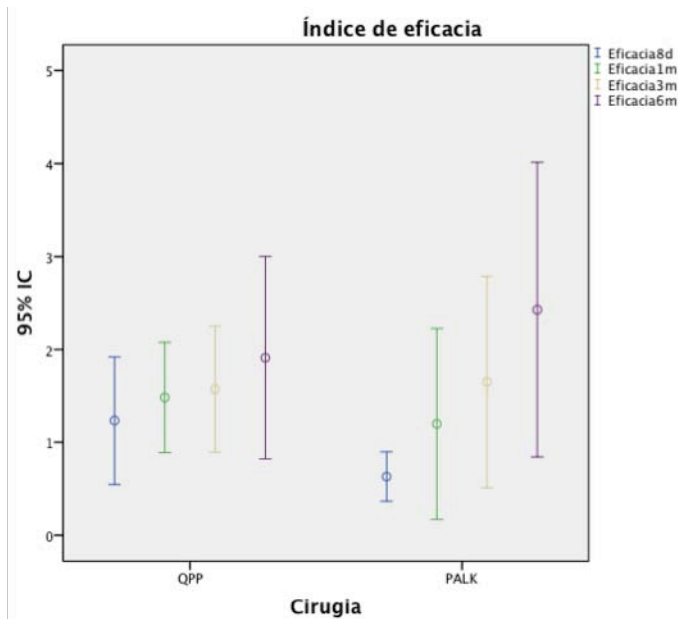
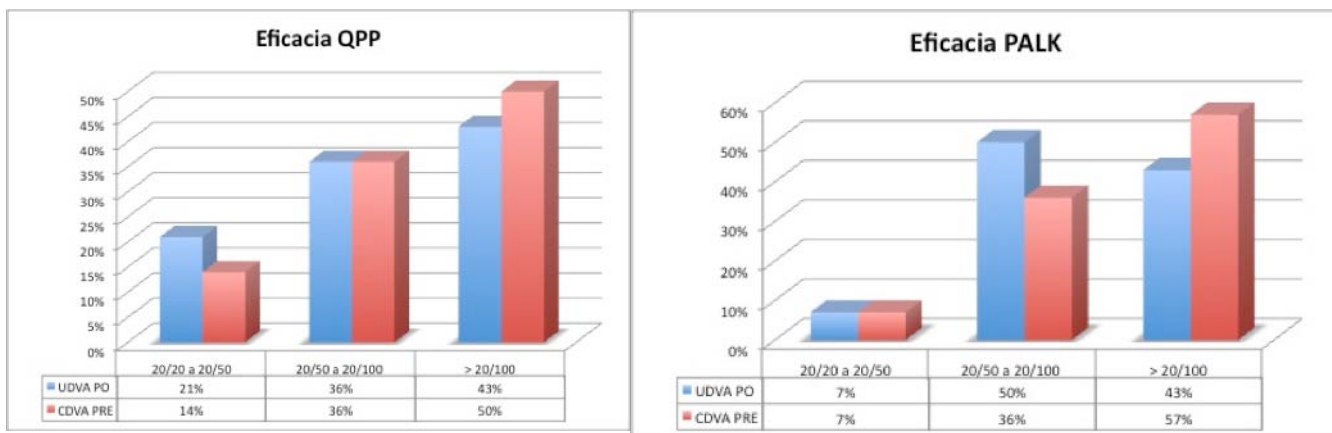


Figura 20 A, eficacia en QPP. B, eficacia en PALK. Gráficos que muestran el cambio en líneas de UDVA en el posoperatorio respecto a CDVA en el preoperatorio. La mayoría de los pacientes en los 2 grupos (57% de cada grupo) ganaron líneas de UDVA en el posoperatorio.



### ANOVA DE MEDIDAS REPETIDAS

Se realizó una prueba de ANOVA para medidas repetidas en una muestra de 14 sujetos de QPP para determinar si existieron diferencias en UDVA por tiempo de seguimiento. Los resultados mostraron que para cada uno de los momentos del tiempo de seguimiento hubo una diferencia estadísticamente significativa en UDVA promedio ( $F = 11.89$ ),  $p < 0.01$  y

CDVA promedio ( $F= 12.02$ ),  $p<0.01$  en el tiempo de seguimiento. La prueba de ANOVA para medidas repetidas en los 14 sujetos del grupo PALK demostró diferencias en UDVA promedio ( $F= 10.02$ ),  $p<0.01$  y CDVA promedio ( $F= 13.19$ ),  $p<0.01$  en el tiempo de seguimiento.

De la misma manera, se realizó prueba de ANOVA para medidas repetidas en una muestra de 14 sujetos de QPP para determinar si existieron diferencias en seguridad del procedimiento para cada uno de los momentos del seguimiento. Los resultados mostraron que no hubo diferencia estadísticamente significativa en seguridad ( $F= 0.69$ ),  $p=0.51$  y eficacia del procedimiento ( $F= 1.64$ ),  $p=0.21$  en el tiempo de seguimiento. La prueba de ANOVA para medidas repetidas en los 14 sujetos del grupo PALK demostró diferencias en seguridad promedio ( $F= 3.28$ ),  $p=0.03$  y eficacia promedio ( $F= 5.75$ ),  $p<0.01$  en el tiempo de seguimiento.

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo se presentan los resultados a corto plazo del tratamiento del queratocono con dos técnicas quirúrgicas distintas, una de ellas considerada el tratamiento quirúrgico de elección para estos pacientes, y la segunda una nueva modalidad en la que el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, como el láser Excimer y la ablación guiada por topografía y asistida por paquimetría, permiten mayor control sobre el sitio quirúrgico. Otras de las ventajas de la técnica asistida por Excimer es que la técnica quirúrgica es menos invasiva, de esta manera se convierte en un procedimiento ambulatorio y evita el uso de métodos anestésicos más agresivos como sedación o anestesia general, ya que para realizar el procedimiento PALK sólo se requiere anestesia tópica.

Desde hace algunos años, se han empezado a utilizar distintos tipos de técnicas lamelares con el propósito de optimizar la utilización de tejido corneal y disminuir los riesgos quirúrgicos para los pacientes, principalmente los riesgos graves como son el rechazo y los riesgos potencialmente fatales que ocurren con toda cirugía intraocular, como son la endoftalmitis y la hemorragia expulsiva<sup>14</sup>.

Actualmente, la técnica más aceptada para el tratamiento de queratocono avanzado en su modalidad trasplante sigue siendo la técnica penetrante, ya que es técnicamente sencilla, reproducible, requiere instrumental más sencillo y menor entrenamiento quirúrgico. La desventaja de las nuevas modalidades lamelares manuales es que requieren destrezas quirúrgicas más avanzadas y su principal desventaja es la tasa de conversión a trasplante penetrante, ya que incluso en manos expertas la tasa de perforación durante la cirugía oscila entre 4 a 39%, y las tasas de conversión a técnica penetrante son hasta el 14% de los casos.<sup>23,24</sup>

Los primeros reportes de resultados visuales a corto, mediano y largo plazo, documentaron que la técnica lamelar anterior tenía resultados visuales menores que la técnica penetrante, debido a que muchas veces la disección del estroma y el grosor del tejido donador causaba irregularidades estromales que afectaban negativamente la agudeza visual<sup>31</sup>. Debido a los avances técnicos, la creación de nuevas herramientas de



dissección y la mayor experiencia de los cirujanos en las técnicas lamelares, actualmente la mayoría de los reportes indica que los resultados visuales son similares. La principal ventaja de las técnicas lamelares es que el paciente conserva su propio endotelio por lo que la posibilidad de presentar rechazo endotelial no existe y, considerando que el rechazo endotelial es una de las principales causas de falla del injerto, esto representa un gran avance en la historia del trasplante de córnea<sup>32, 33</sup>. Las recomendaciones más recientes de la Academia Norteamericana de Oftalmología, refieren que la técnica de queratoplastia lamelar anterior profunda (DALK) es equivalente a QPP en CDVA para el tratamiento de queratocono, y que es recomendable la preservación del endotelio del receptor ya que esto permite que no ocurra rechazo endotelial<sup>24, 33</sup>.

De acuerdo a los datos que aporta nuestro estudio, los pacientes tratados con técnica PALK tienen los mismos resultados visuales que pacientes tratados con técnica penetrante a 6 meses del tratamiento. Es importante mencionar que ambos procedimientos fueron técnicamente sencillos y fáciles de realizar en todos los casos y que todos los pacientes ganaron líneas de agudeza visual, excepto un paciente en el grupo PALK que presentó neovascularización coroidea miópica, un evento secundario no relacionado con la técnica quirúrgica.

Es importante mencionar que, a pesar de que el tratamiento de los pacientes con láser Excimer fue diseñado con base en sus características topográficas, en todos los casos se observó microperforación de la membrana de Descemet antes de completar el 100% de ablación planeado, sin que esto impidiera realizar la técnica lamelar, lo que sugiere que habrá que ajustar los parámetros de ablación de la técnica con láser para poder realizar de una mejor manera los tratamientos. Es probable que las diferencias en agudeza visual y paquimetría corneal que se observaron en las primeras semanas del posoperatorio tengan que ver con la inflamación del estroma residual en los pacientes tratados con láser.

Respecto a los resultados visuales, topográficos y paquimétricos entre las dos técnicas es imposible predecir si existe alguna ventaja de la técnica PALK con respecto a QPP. Sin embargo, como hemos mencionado anteriormente, la ventaja principal consiste en que el paciente conserva su endotelio y de esta forma es menos probable que ocurra algún

evento de rechazo del tejido. Este tipo de eventos no se presentó en ningún paciente durante el corto tiempo de seguimiento.

Considerando nuestro objetivo de retirar suturas y evaluar el tiempo de recuperación visual de cada grupo, concluimos que para este tiempo de seguimiento es inadecuado el retiro de las mismas en pacientes con QPP y algunos casos de PALK, ya que en los que se realizó el retiro de suturas, observamos dehiscencia del botón por lo que se tuvieron que colocar nuevamente; esto en contra de lo que se dice del tiempo de retiro de suturas más corto en los injertos lamelares. En la segunda fase de este estudio se están realizando los retiros de suturas y seguimiento del conteo endotelial de los pacientes.

Respecto a los cambios topográficos, todos los pacientes presentaron mejoría respecto a su estado preoperatorio y ambas técnicas tuvieron resultados topográficos similares, así mismo, el grosor estromal incrementó como era esperado y la presión intraocular presentó los cambios característicos que se esperan normalmente por el incremento del grosor del estroma corneal. Respecto a las aberraciones ópticas de la córnea, ninguno de los dos tratamientos mostró ser superior para reducir el RMS, aberración esférica, trébol y sólo disminuyó la coma para el grupo PALK.

Finalmente, concluimos que ambas técnicas son seguras y eficaces a corto plazo, ya que sólo 1 paciente de la técnica penetrante tuvo un efecto adverso leve (hipertensión ocular) a los 6 meses de seguimiento y ninguno de los pacientes tratados con técnica PALK presentó eventos secundarios asociados al trasplante.

A pesar de que el seguimiento es corto, se pudo identificar que ambas técnicas tienen resultados visuales y topográficos similares; posiblemente con más tiempo de vigilancia, se hagan evidentes algunas diferencias. Estos datos concuerdan con lo reportado por Spadea y colaboradores<sup>29</sup>, que a 6 meses de seguimiento para 43 pacientes operados con técnica PALK reporta UDVA de  $0.72 \pm 0.8$  logMar, CDVA  $0.24 \pm 0.6$  logMar, queratometrías  $46.2 \pm 3.43$  D, paquimetría  $623 \pm 0.50$   $\mu$ m en la única publicación que existe hasta el momento respecto a la técnica PALK.

## CONCLUSIONES

1. Ambas técnicas tuvieron resultados visuales similares a corto plazo.
2. Todos los pacientes presentaron mejoría en sus topografías corneales y grosor estromal.
3. No se presentaron eventos adversos graves en ninguno de los dos grupos, sólo un paciente del grupo penetrante presentó hipertensión ocular (evento adverso leve).
4. Con el tiempo de seguimiento actual, es imposible identificar si existen ventajas de una técnica sobre la otra.
5. Ambas técnicas son seguras y eficaces para el tratamiento del queratocono.

## PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de este trabajo fue conocer las diferencias en agudeza visual de los pacientes tratados con ambas técnicas. Sin embargo, es bien sabido que el tiempo que sobrevive un injerto corneal depende de su conteo endotelial en el tiempo. Es por esto que, para poder determinar si hay diferencias en cuanto a conteo endotelial, nos hemos propuesto realizar un seguimiento a más de 2 años de evolución de la queratoplastía para seguir midiendo las variables originalmente propuestas, así como conteo endotelial, retiro de suturas y refracción para conocer el error esférico y cilíndrico al final del retiro de suturas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Feder RS, Gan TJ. Noninflammatory Ectatic Disorders. En: Krachmer, Mannis, Holland. *Cornea, Surgery of the Cornea and Conjunctiva*. USA: Mosby – Elsevier eds. 3º ed. 2011: 865-888.
2. McGhee CNJ. 2008 Sir Norman McAlister Gregg Lecture: 150 years of practical observations on the conical cornea - what have we learned? *Clin Exp Ophthalmol* 2009; 37:160-176.
3. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998; 42:297-319.
4. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW: Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984; 28:293-322.
5. Lovisolo CF, Calossi A, Ottone AC. Intrastromal inserts in keratoconus and ectatic corneal conditions. En: Lovisolo CF, Fleming JF, Pesando PM, eds. *Intrastromal Corneal Ring Segments*. Canelli AT, Italy: Fabiano Editore; 2000:95-163.
6. Jaimes M, Ramirez-Miranda A, Graue-Hernandez EO, Navas A. Keratoconus therapeutic advances. *World J Ophthalmol* 2013; 3(3):20-31.
7. Jhanji V, Sharma N, Vajpayee RB. Management of keratoconus: current scenario. *Br J Ophthalmol* 2011; 95:1044-1050.
8. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003; 135:620-627.
9. Garcia-Lledo M, Feinbaum C, Alio JL. Contact lens fitting in keratoconus. *Compr Ophthalmol Update* 2006; 7:47-52.
10. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Lisa C, Fernandes P, González-Méijome JM, Montés-Micó R. Collagen copolymer toric posterior chamber phakic intraocular lens in eyes with keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:906-916.
11. Jaimes M, Xacur-García F, Alvarez-Melloni D, Graue-Hernández EO, Ramirez-Luquín T, Navas A. Refractive lens Exchange with toric intraocular lenses in keratoconus. *J Refract Surg* 2011; 27:658-664.
12. Ertan A, Colin J. Intracorneal rings for keratoconus and keratectasia. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33:1303–1314.
13. Tan DH, Dart KJG, Holland EJ, Kinoshita S. Corneal transplantation. *Lancet* 2012; 379:1749-61.
14. Arenas E, Esquenazi S, Anwar M, Terry M. Lamellar Corneal Transplantation. *Surv Ophthalmol* 2012, 57:510-529.
15. Reinhart WJ, Mush DC, Jacobs DS, Lee WB, Kaufman SC, Shtein RM. Deep anterior lamellar keratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2011; 11:209-218.
16. Kawashima M, Kawakita T, Den S, Shimmura S, Tsubota K, Shimazaki J. Comparison of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for lattice and macular corneal dystrophies. *Am J Ophthalmol* 2006; 142, 304–9.
17. Anwar M. Dissection technique in lamellar keratoplasty. *Br J Ophthalmol* 1972; 56:711-3.
18. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:398–403.
19. Amayem AF, Anwar M. Fluid lamellar keratoplasty in keratoconus. *Ophthalmology* 2000; 26:1039-42.
20. Melles G, Lander F, Rietveld FJ, Remeijer L, Beekhuis WH, Binder PS. A new surgical technique for stromal, anterior lamellar keratoplasty. *Br J Ophthalmol* 1999; 83:327-33.
21. Busin M, Zambianchi L, Arffa RC. Microkeratome-assisted lamellar keratoplasty for the surgical treatment of keratoconus. *Ophthalmology* 2005; 112:987–997.
22. Farid M, Steinert RF. Deep anterior lamellar keratoplasty performed with the femtosecond laser zigzag incision for the treatment of stromal corneal pathology and ectatic disease. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35:809-13.
23. Borderie VM, Sandali O, Bullet J, Gaujoux T, Touzeau O, Laroche L. Long-term results of deep anterior lamellar versus penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 2012; 119:249-255.
24. Reinhart WJ, Musch DC, Jacobs DS, Lee WB, Kaufman SC, Shtein RM. Deep anterior lamellar keratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2011; 118:209-218.
25. Carriazo, C. Pachymetry-assisted laser keratoplasty: a new approach to an old technique. In D. Azar, *Refractive Surgery* 2007 (2nd ed ed., pp. 291–297). St. Louis, MO: Elsevier-Mosby.
26. Alessio G, L'abbate M, Boscia F, Sborgia C, La Tegola MG. Excimer laser-assisted lamellar keratoplasty and the corneal endothelium. *Am J Ophthalmol* 2010; 150(1):88-96.

27. Buratto L, Belloni S, Valeri R. Excimer laser lamellar keratoplasty of augmented thickness for keratoconus. *J Refract Surg* 1998; 14: 517–525.
28. Carriazo, C. "Pachy-link and laser lamellar keratoplasty" . *ASCRS Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery* 2001. San Diego, California, USA.
29. Spadea L, Gizzi R, Evangelista Conocchia N, Urbano S. Optical pachymetry-guided custom Excimer laser-assisted lamellar keratoplasty for the surgical treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1559-1567.
30. Taneri S, Feit R, Azar DT. Safety, efficacy, and stability indices of LASEK correction in moderate miopía and astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 2130-2137.
31. Ardjomand N, Hau S, McAlister JC, Bunce C, Galaretta D, Tuft SJ, Larkin DFP. Quality of vision and graft thickness in deep anterior lamellar and penetrating corneal allografts. *Am J Ophthalmol* 2007; 143: 228-235.
32. Han DCY, Mehta JS, Por YM, Htoon M, Tan DTH. Comparison of outcomes of lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2009; 148: 744-751.
33. Liu H, Chen Y, Wang P, Li B, Wang W, Su Y, Sheng M. Efficacy and safety of deep anterior lamellar keratoplasty vs. Penetrating keratoplasty for keratoconus: a meta-analysis. *Plos one*, 2015;

ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

INSTITUTO DE OFTALMOLOGÍA FUNDACIÓN CONDE DE VALENCIANA

DEPARTAMENTO DE CÓRNEA Y CIRUGÍA REFRACTIVA

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México, D. F., a \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año 201\_\_\_\_.

Por medio de la presente yo \_\_\_\_\_ declaro que he sido informado de que padezco una condición llamada queratocono, que es la causa de la disminución de visión que tengo y que el tratamiento que requiero es un trasplante de córnea.

Los médicos del departamento de Córnea me han informado que actualmente existen varias opciones respecto a las técnicas quirúrgicas de trasplante de córnea. Actualmente en el instituto se están realizando técnicas manuales y técnicas automatizadas con láser. Por medio de la presente doy mi consentimiento para ser aleatorizado en la asignación de tratamiento con alguna de las dos técnicas disponibles para mi tratamiento (queratoplastía penetrante y PALK).

Los médicos me han informado también que posterior al tratamiento, uno de ellos se encargará de mi seguimiento posoperatorio y requeriré algunos estudios que se realizarán de acuerdo a las necesidades de seguimiento de mi trasplante. Estoy enterado de que todos los datos que proporcione a los médicos que laboran en el instituto son totalmente confidenciales y no serán utilizados bajo ningún motivo sin mi autorización.

Así mismo, se me ha informado que soy libre de retirar mi participación en el estudio en el momento en que yo lo decida y que esta condición no tendrá ninguna repercusión en mi seguimiento y tratamiento médico o quirúrgico posterior.

Paciente: \_\_\_\_\_

Testigo 1:

Testigo 2:

Médico responsable del protocolo: Dra. Martha Penélope Jaimes Gutiérrez.