



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**“TRATAMIENTO DEL QUERATOCONO. ANÁLISIS DE LA  
EFICACIA Y LOS RESULTADOS DE LAS DIFERENTES  
TÉCNICAS DISPONIBLES EN LA ACTUALIDAD”**

PRESENTADO POR IRENE ORTEGA CANEDA

SEVILLA, 7 DE JULIO DE 2016



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

**“TRATAMIENTO DEL QUERATOCONO. ANÁLISIS DE LA EFICACIA Y LOS RESULTADOS  
DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS DISPONIBLES EN LA ACTUALIDAD”**

Irene Ortega Caneda

Universidad de Sevilla (Facultad de Farmacia): Sevilla a 7 de Julio 2016.

Departamento: Óptica

Tutor: Inmaculada López Izquierdo

Tipología del proyecto: Bibliográfica



## RESUMEN

El queratocono es una ectasia bilateral no inflamatoria de la córnea, la cual se encontrará anormalmente adelgazada y adoptará en su región central o periférica una forma cónica irregular. Esta ectasia es la responsable de una pérdida progresiva de visión, debido al aumento de la curvatura corneal provocando un crecimiento miópico y astigmático, que evoluciona hasta una pérdida total de la transparencia corneal en los casos más graves. Las opciones terapéuticas dependerán del grado de adelgazamiento, así como a la deformidad corneal, y van desde el uso o adaptación de gafas y/o lentillas hasta la aplicación de métodos más invasivos como pueden ser el crosslinking, los anillos intraestromales, la queratectomía fotorefractiva y las queratoplastias.

El objetivo de este trabajo de carácter bibliográfico será evaluar en qué casos procederemos a la aplicación de un tratamiento u otro, así como la efectividad que estos obtienen. Por ello, se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos que incluyeran las siguientes palabras claves: “tratamiento no quirúrgico para el queratocono”, “crosslinking corneal”, “anillos intraestromales para el queratocono”, “PRK en pacientes con queratoconos” y “queratoplastias”.

Gracias a los resultados obtenidos en la búsqueda, se llegó a la conclusión de que los tratamientos no quirúrgicos están relegados en un segundo plano. Estas técnicas deberían ser más tenidas en cuenta, sobre todo en casos de queratoconos estables, en las que deberían ser la primera opción de tratamiento. En los casos en los que esté certificada la evolución y dependiendo del estadio en el que se encuentre, se debería optar en primer lugar por el CXL, para estadios más iniciales, con el objetivo de estabilizar o frenar la evolución de la ectasia. En segundo lugar, los anillos, cuyos beneficios son más evidentes en estadios más avanzados, para regularizar la forma de la córnea. Después, son precisos más estudios que avalen la conveniencia de la técnica del PRK, para mejorar el error refractivo de los pacientes estables. Y, por último, dependiendo del estado de la córnea y cuando otros tratamientos han fracasado, la aplicación de queratoplastias.

## ABSTRACT

Keratoconus is a non-inflammatory disorder of the cornea that produces corneal thinning, which causes a progressive increase in the curvature of the cornea. This disease produces an increase of myopia and irregular astigmatism (optical defects that cause an important loss of vision). The cases more serious will suffer a loss of corneal transparency.

The therapeutic options depend on the greater or lesser extent of the thinning and corneal deformation and can range from the use of glasses or contact lenses, implementation of Crosslinking, implantation of intracorneal rings, photorefractive keratectomy and corneal transplantation.

The objective of this bibliographic work will be to evaluate in which cases we will use a treatment or another, as well as the effectiveness that they obtained. For get this objective we searched articles that include the following keywords: "non-surgical treatment for Keratoconus", "corneal crosslinking", "intrastromal rings for Keratoconus", "PRK in Keratoconus patients" and "keratoplasty".

Thanks to these results we have obtained that non-surgical treatments are relegated in the background. These techniques should keep in mind in cases of stable Keratoconus, and this should be the first choice of treatment. In cases where evolution is certified and depending on the grade in which it is found, it should opt first for the CXL, for grades more initials in order to stabilize the evolution of ectasia.

Secondly, the intraestromal rings, whose profits are most evident in advanced stages, to regulate the shape of the cornea. Then, we need more studies wich support the benefit of the PRK technique, to improve the refractive error of the stable patients. And, finally, depending on the State of the cornea and when other treatments had failed, the application of keratoplasty.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE.....	III
I. INTRODUCCIÓN .....	1
I.1. LA CÓRNEA: CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	1
I.2. QUERATOCONO.....	2
I.2.1. CONCEPTO DE ECTASIA CORNEAL: QUERATOCONO.....	2
I.2.2. DIAGNOSTICO DEL QC .....	3
I.2.3. CLASIFICACION DEL QC.....	3
I.3. TRATAMIENTO DEL QC .....	4
I.3.1. TRATAMIENTO NO QUIRURGICO .....	4
I.3.2. TRATAMIENTO QUIRURGICO .....	5
I.3.2.1. CROSSLINKING.....	5
I.3.2.2. ANILLOS INTRAESTROMALES.....	6
I.3.2.3. PRK.....	6
I.3.2.4. QUERATOPLASTIAS.....	7
I.4 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO .....	7
II.OBJETIVOS.....	9
III.MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
II.1. TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO .....	10
II.2. CROSSLINKING.....	10
II.3. ANILLOS INTRAESTROMALES .....	11
II.4.PRK .....	11
II.5. QUERATOPLASTIAS.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
IV.1. TRATAMIENTOS NO QUIRÚRGICOS .....	13
IV.2. CROSSLINKING .....	14
IV.3. ANILLOS INTRAESTROMALES. ....	17
IV.4.PRK .....	19
IV.5. QUERATOPLASTIAS .....	21
IV.6. DISCUSIÓN FINAL .....	23

V. CONCLUSIONES .....	25
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXO I. GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS .....	31
ANEXO II .....	32

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. LA CÓRNEA: CARACTERÍSTICAS GENERALES

La córnea es el elemento refractivo principal del dioptrio ocular. Esta estructura recubre 1/6 de la superficie total del globo ocular y la esclera los 5/6 restantes (Figura 1).

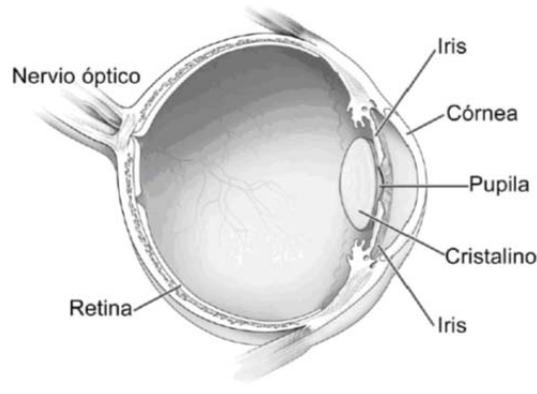


Figura 1: Esquema del ojo humano

Es una estructura transparente, avascular (no contiene ningún vaso sanguíneo) y ricamente innervada. Su poder refractivo está en torno a las 42 dioptrías (D), lo que representa los 2/3 del total de las 60 D del poder refractivo del ojo humano (Daniel y cols., 1982).

Esta estructura se compone de diferentes capas en su conjunto: Epitelio, Membrana de Bowman, Estroma corneal, Membrana de Descemet y Endotelio (Figura 2)

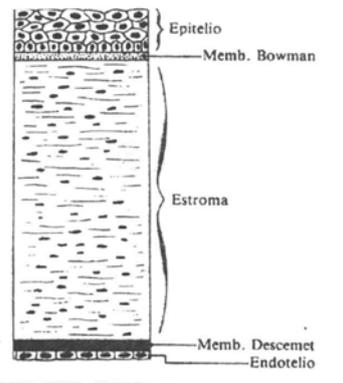


Figura 2: Esquema de las capas corneales

## I.2. QUERATOCONO

### I.2.1. CONCEPTO DE ECTASIA CORNEAL: QUERATOCONO

Se conoce con el nombre de ectasia corneal a un conjunto de alteraciones morfológicas y estructurales que tienen lugar en la córnea y que resultan en un deterioro progresivo de la calidad óptica de la misma, produciendo una grave disminución de la agudeza visual en los casos más severos (Madrid y Cooper, 2007). Existen diferentes tipos de ectasias corneales, pero en este trabajo prestaremos especial atención al queratocono, ya que, además de ser la ectasia más frecuente, es la alteración corneal entorno a la que gira este estudio.

El queratocono (QC) es una ectasia bilateral no inflamatoria de la córnea, la cual se encontrará anormalmente adelgazada y adoptará en su región central o periférica una forma cónica irregular. Esta ectasia es la responsable de una pérdida progresiva de visión, debida al crecimiento miópico y astigmático, que evoluciona hasta una pérdida total de la transparencia corneal en los casos más graves (Figura 3).



Figura 3: Perfil de un paciente con QC.

Esta patología cursa con un daño en la integridad del estroma corneal, es decir, la tercera capa que compone nuestra córnea y que representa entre el 80-90% del espesor de esta. Esta capa está formada por 200-250 bandas de fibras de colágeno (fundamentalmente tipo I), tejido conectivo denso, proteoglicanos y queratocitos. Todos estos componentes se encuentran perfectamente ordenados para mantener la transparencia y resistencia de la córnea. Por lo tanto, debido a esta alteración se produce una desorganización del estroma, perdiendo su estructura, provocando adelgazamiento y posterior deformación.

Es la ectasia más frecuente, su aparición se sitúa normalmente durante la adolescencia (Tuft y cols., 1994). Existe gran variabilidad en la incidencia del QC y esto es debido, en parte, al criterio para establecer el diagnóstico. La tasa de prevalencia es de 1 por cada 2000 habitantes en la población general (YS, 1998). Se da en todos los grupos étnicos y no existe predominio sexual.

### **I.2.2. DIAGNOSTICO DEL QC**

Su etiología es multifactorial, existiendo múltiples combinaciones de factores predisponentes como son: raza, sexo, enfermedades asociadas (síndrome Down, amaurosis congénita de Leber, etc.), historia familiar y/o factores genéticos entre otros (Albertazzi, 2010).

El paciente experimentará una pérdida de agudeza visual debido a un aumento de astigmatismo irregular acompañado o no de miopía, debido a la alteración de la forma corneal. Esta pérdida visual puede ser de leve a grave llegando a provocar opacidades corneales en el ápex del cono en los casos más avanzados. A través del examen esquiascópico observaremos los reflejos en tijeras que nos confirmara la irregularidad corneal presente.

Otros signos característicos que nos podemos encontrar son: signo de Rizzuti (reflejo nasal que se produce al iluminar el cono de forma temporal), anillo de Fleischer (depósito de color marrón debido al acúmulo de hierro), estrías de Voght, hydrops corneal (opacidades debido a la rotura de la membrana de Descemet) y leucomas (cicatrices corneales).

Una de las pruebas fundamentales de las que se dispone hoy en día para la exploración de la córnea, y por lo tanto para el diagnóstico del QC, es la topografía corneal. Existen varios tipos de topógrafos corneales, pero, en general, la topografía es un examen sistematizado que reconstruye la forma original de la cara anterior y posterior de la córnea a través de procesos digitales lo cual se traduce en mapas de código de colores. Esta prueba realiza una representación completa de toda la superficie corneal, midiéndonos el grosor, la curvatura, la elevación, etc.

### **I.2.3. CLASIFICACION DEL QC**

Existen múltiples clasificaciones, pero la más usada en la gradación de la severidad del QC es la de *Amsler Krumeich* (Albertazzi, 2010):

CLASIFICACION AMSLER-KRUMEICH	
ESTADIO I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abombamiento excéntrico de la córnea.</li> <li>• Miopía y/o astigmatismo inducido entre 5 D.</li> <li>• Lecturas queratométricas centrales medias menores o iguales a 48 D.</li> </ul>
ESTADIO II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miopía y/o astigmatismo inducido entre 5 y 8 D.</li> <li>• Lecturas queratométricas centrales medias menores o iguales a 53 D.</li> <li>• Sin cicatrices centrales.</li> <li>• Paquimetría mínima de 200-400 micras.</li> </ul>
ESTADIO III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miopía y/o astigmatismo inducido entre 8 y 10 D.</li> <li>• Lecturas queratométricas centrales medias mayores de 53 D.</li> <li>• Sin cicatrices centrales.</li> <li>• Paquimetría mínima de 200-400 micras.</li> </ul>
ESTADIO IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se puede refraccionar.</li> <li>• Lecturas queratométricas centrales medias mayores de 55 D.</li> <li>• Cicatrices corneales centrales.</li> <li>• Paquimetría mínima menos de 200 micras.</li> </ul>

Tabla 1: Clasificación Amsler Krumeich (Albertazzi, 2010)

### I.3. TRATAMIENTO DEL QC

Antes de abordar este punto cabe recordar que en la actualidad todos los tratamientos empleados en las patologías ectásicas corneales tienen como finalidad la compensación óptica satisfactoria sobre la irregularidad corneal (de lo que se ocupan las lentes de contacto), proporcionar un refuerzo estructural a la córnea con la implantación de segmentos intracorneales o con el Crosslinking, o bien, eliminar el área afectada y sustituirla por tejido sano con las queratoplastias (Villa, 2008). Para organizar este punto vamos a dividir los tratamientos en quirúrgicos y no quirúrgicos:

#### I.3.1. TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

Una vez hecho el diagnóstico de QC, y dependiendo de la severidad del caso, las primeras opciones de tratamiento serán las gafas y las lentes de contacto (LC). En el caso de QC incipientes, o leves, en los que los pacientes conserven buenas agudezas visuales o la

irregularidad corneal no sea muy marcada, podremos rehabilitar con LC hidrofílicas (esféricas, esféricas y tóricas) o gafas.

Como ya hemos mencionado anteriormente el paciente padecerá una miopía progresiva y/o astigmatismo irregular. Por lo tanto, cuando la irregularidad corneal sea leve y no estén presentes grandes aberraciones podremos realizar la rehabilitación mediante gafas. Para conseguir la prescripción se realizará un examen subjetivo con el objetivo de encontrar la máxima agudeza visual. Cuando la corrección mediante gafas no consiga las agudezas visuales esperadas o no mejore la calidad visual, debemos proceder a la corrección mediante otras ayudas.

Otra opción de tratamiento serán las LC, tanto esféricas como tóricas. En el caso de la adaptación de LC blandas procederemos de forma convencional, obteniendo una buena adaptación sin tinciones, con buen estado de la córnea, así como de párpados y conjuntivas. Con esta ayuda conseguiremos una calidad de visión parecida a la que teníamos anteriormente con las gafas correctoras.

En pacientes con QC más avanzado que posean grandes irregularidades corneales, así como aberraciones de alto orden (que no consigan buena agudeza visual) recurriremos a las lentes de gas permeable o RPG, las cuales, gracias a la capa lagrimal que se forma entre la córnea y la lente compensará estas irregularidades y/o aberraciones. En última instancia, en los pacientes que no consigan soportar las lentes gas permeable, podremos recurrir a otras técnicas como son el *piggy back* (lente RPG adaptada sobre lente hidrofílica) o lentes híbridas (compuestas por la periferia hidrofílica y el centro RPG).

### **I.3.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO**

Cuando el paciente no mejore ni consiga buena agudeza visual con las ayudas no quirúrgicas deberemos acudir a otro tipo de técnicas más invasivas que ayuden a frenar o disminuir la progresión del QC.

#### **I.3.2.1. CROSSLINKING**

La primera técnica que vamos a definir es la conocida como *Crosslinking* (CXL). Esta técnica surgió como una idea para frenar el avance QC y así evitar su progresión.

El CXL del colágeno corneal inducido es una reacción de polimerización de las fibras estromales que ocurre mediante la acción de una sustancia fotosensibilizante (riboflavina) y la radiación ultravioleta.

En esta técnica se retirará el epitelio para permitir la absorción de la sustancia fotosensibilizante, se instalará la riboflavina y mediante, la aplicación segura de radiación ultravioleta A (365 nm), se conseguirá la formación de nuevas uniones covalentes entre las moléculas del colágeno. El tratamiento también producirá un incremento en el grosor de la fibra de colágeno, disminuyendo la elasticidad del tejido y aumentando su resistencia al estiramiento (Madelyn y cols., 2012) (Tavera y Mart, 2012). Por lo tanto, se considerará este tratamiento para ectasias no muy avanzadas con el objetivo de ralentizar o estabilizar su progresión.

### **I.3.2.2. ANILLOS INTRAESTROMALES**

Otra de las técnicas de las que se dispone para el tratamiento de esta enfermedad son los anillos intraestromales.

La idea surgió en 1949 cuando J.I. Barraquer uso implantes sintéticos con el objetivo de compensar ametropías. Por lo tanto, cuando hablamos de anillos intraestromales lo que estamos buscando es la adicción de un implante anular que se insertará mecánicamente en el estroma corneal. Este implante variará el espesor corneal, mejorará la ametropía del paciente (según el espesor del anillo y el diámetro de este), desplazará el vértice del cono corneal al centro de la pupila y mantendrá la forma prolata de la córnea (Figura 4). Todo esto ayudará a mejorar la cantidad y calidad visual, incluso facilitando en algunos casos la adaptación de lentes de contacto u otras ayudas visuales.



**Figura 4: paciente con anillos intraestromales.**

### **I.3.2.3. PRK**

Otro tratamiento a considerar en el QC es la técnica PRK (queratectomía fotorrefractiva). En este caso el objetivo no será el tratamiento de la ectasia, si no la corrección de la ametropía presente en el paciente. Esta técnica consiste en eliminar el epitelio corneal mediante una solución alcohólica para posteriormente aplicar el láser que corrija la ametropía del paciente.

Mediante este proceso lo que conseguimos es regularizar un poco la córnea y corregir la ametropía del paciente sin modificar el desarrollo de la ectasia.

#### I.3.2.4. QUERATOPLASTIAS

En los casos más graves en los que se hagan presentes cicatrices corneales que impidan la visión o contraindicación de otros procedimientos tendremos que recurrir a las queratoplastias (trasplantes de córnea). En el caso de la queratoplastia podemos hablar de penetrante o lamelar.

La queratoplastia penetrante pretende trasplantar la totalidad de la córnea, es decir, todo el espesor sin conservar ninguna capa corneal del paciente. Mientras que la queratoplastia lamelar solo trasplanta la parte anterior de la córnea, manteniendo la membrana de Descemet y el endotelio del paciente intactos. Por lo tanto esta última técnica al ser más conservadora mantiene algunas ventajas respecto a la penetrante: la recuperación es más rápida, menos complicaciones intraoperatorias y postoperatorias y no existe rechazo endotelial (Cano-Ortiz y Villarrubia, 2015). (Figura 5)

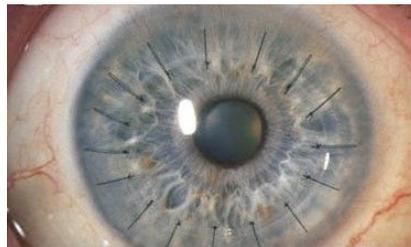


Figura 5: Paciente sometido a queratoplastia.

#### I.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Al abordar este tema se ha observado como en la práctica clínica no existe un criterio unificado y objetivo que nos permita conocer cuál es el tratamiento más adecuado que se puede aplicar a un paciente con QC, dependiendo del estado de avance en el que se encuentre su enfermedad. Cada profesional elige la técnica con la que está más familiarizado o con la que considera que va a obtener, a su juicio, los mejores resultados. Por esta razón se han querido analizar todos los tratamientos disponibles para intentar clasificarlos en función de los resultados obtenidos y del momento óptimo de aplicación, así como analizar las alternativas existentes en cada caso. El propósito es desarrollar una herramienta, derivada de las conclusiones, que permita a los diferentes profesionales consultar las distintas opciones y

fomentar de esta manera la comunicación entre las diferentes disciplinas implicadas para llegar al tratamiento más óptimo para cada paciente.

## II.OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo, es analizar los resultados de los diferentes procedimientos disponibles en la actualidad para el tratamiento del QC. Así como, analizar la eficacia que se obtiene de ellos y determinar en qué situaciones o en qué casos se aplican.

Los objetivos específicos de este estudio son:

1. Analizar los resultados de los diferentes tratamientos no quirúrgicos de los que se dispone.
2. Determinar los cambios inducidos por el CXL en ojos tratados mediante esta técnica.
3. Estudiar, del mismo modo, los resultados obtenidos con la técnica de los anillos intraestromales.
4. Valorar los resultados encontrados de queratotomía fotorefractiva (PRK).
5. Determinar y analizar los resultados de queratoplastias.

## III.MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica de publicaciones que incluían estudios prospectivos y retrospectivos, así como artículos de revisiones bibliográficas con o sin metanálisis referidos a los diferentes tratamientos para pacientes con QC. Se analizaron las bases de datos: Pubmed, Dialnet, CISC, Medes, Medline y Scopus. Se revisaron publicaciones entre 1978 y 2016 tanto en inglés como en español. Se seleccionaron los estudios que confirmaban el diagnóstico de QC y que tuvieran un seguimiento  $\geq 6$  meses, excluyendo a pacientes que sufrían o tenían antecedentes de otras enfermedades oculares, embarazo y lactancia, así como estudios que solo analizaran a población pediátrica.

Dividiremos los criterios de búsqueda más específicos por tratamiento:

### II.1. TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

Las palabras claves fueron: “lentes de contacto para el tratamiento del queratocono”, “contact lenses for keratoconus”, “nonsurgical treatment in keratoconus”. Seleccionamos los artículos que cumplieran los siguientes criterios:

- Publicaciones con un seguimiento  $\geq 6$  meses.
- Pacientes sin antecedentes de procedimientos quirúrgicos para el QC.

Se seleccionaron siete artículos que cumplían alguna característica. En una lectura más exhaustiva tuvimos que excluir todos los artículos ya que en todos ellos se incluían sujetos con cirugías para el QC previas.

### II.2. CROSSLINKING

La búsqueda se realizó mediante palabras clave tanto en inglés como en español: “cross linking corneal”, “corneal collagen cross linking”, “cross linking”, “collagen cross linking for keratoconus”, “tratamiento del queratocono”. Obtenidos los resultados, seleccionamos los artículos que cumplieran los siguientes criterios:

- Publicaciones que tuvieran un seguimiento de los resultados  $\geq 2$  años.
- La edad de los pacientes debería de ser  $\geq 11$  años.
- El estudio y la recopilación de los datos deberían de estar adheridos a la declaración de Helsinki.
- El tratamiento debería de cumplir los criterios del protocolo de Dresden.

- Analizaran QC progresivos, es decir que hubiera un aumento  $\geq 1$  D durante un año.

Después de aplicar estos criterios de búsqueda obtuvimos muchos resultados, pero de ellos, basándonos en las referencias de otros artículos sobre estas publicaciones, seleccionamos en una primera lectura treinta y dos artículos. En una segunda criba más exhaustiva acotamos los artículos a dieciséis que cumplieran todas las características. Finalmente seleccionamos los tres artículos más recientes que cumplían todos los criterios.

### II.3. ANILLOS INTRAESTROMALES

Las palabras claves en inglés y español fueron: “intrastromal ring”, “intrastromal corneal ring segment”, “anillos intraestromales”, “anillos intraestromales en el queratocono”, “tratamiento del queratocono mediante anillos”, “intrastromal ring for keratoconus”. Los criterios de inclusión fueron:

- Publicaciones con un seguimiento de los resultados  $\geq 6$  meses.
- Pacientes con edades  $\geq 19$  años.
- El estudio y la recopilación de los datos deberían de estar adheridos a la declaración de Helsinki.
- Técnicas quirúrgicas tanto manuales como con láser de femtosegundo.
- Que incluyeran en el estudio QC progresivos y/o QC estables.

Realizada la búsqueda, seleccionamos veintiséis artículos que aparentemente cumplían alguno de los requisitos. Posteriormente, en la segunda criba seleccionamos diez artículos que cumplían todos los criterios. Finalmente acotamos a tres artículos que cumplían todos los requisitos y tenían en cuenta las técnicas y resultados de los artículos publicados con anterioridad.

### II.4.PRK

Llevamos a cabo la búsqueda con las siguientes palabras clave: “photorefractive keratectomy”, “PRK for keratoconus”, “PRK en pacientes con queratocono”. Los criterios de inclusión fueron:

- Estudios que incluyeran QC estables.
- Publicaciones con un seguimiento de  $\geq 5$  años de los pacientes.
- Todos los pacientes deberían ser mayores de edad.
- Publicaciones que en el diagnóstico y selección de pacientes se basaran en la clasificación de *Amsler-Krumeich*.

Aplicando los criterios de búsqueda se obtuvieron doce artículos que cumplían algunos de los criterios. En una segunda lectura seleccionamos los tres artículos más importantes que cumplían todos los requisitos.

## II.5. QUERATOPLASTIAS

La búsqueda la basamos en las siguientes palabras claves: “keratoplasties in keratoconus”, “penetrating keratoplasty”, “corneal transplantation”, “lamellar keratoplasty”, “trasplante corneal”, “queratoplastia penetrante versus queratoplastia lamelar”. Los criterios de inclusión fueron:

- Seguimiento de los pacientes  $\geq 6$  meses.
- QC en etapa moderada a avanzada.
- Incompatibilidad de otros tratamientos.
- Estudios que hicieran una comparación entre queratoplastia penetrante y lamelar anterior.

En la primera criba obtuvimos treinta resultados los cuales incluían alguno de los requisitos establecidos. Se tuvo que realizar una segunda y tercera lectura para finalmente acotar los estudios a los cuatro artículos más actualizados y que cumplieran todos los criterios.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este apartado se expondrán y discutirán los resultados obtenidos en este trabajo para facilitar la extracción de las conclusiones derivadas de este estudio. En primer lugar, se analizarán las características de cada tratamiento por separado y finalmente se compararán entre si los resultados de todos los tratamientos analizados.

### **IV.1. TRATAMIENTOS NO QUIRÚRGICOS**

Respecto a los tratamientos no quirúrgicos disponibles no podemos analizar los resultados obtenidos ya que no se encontraron artículos específicos del tratamiento del QC mediante procedimientos que no incluyeran alguna cirugía. Todos los artículos consultados proporcionaban resultados de pacientes en los cuales se recurría a la adaptación tanto de lentes de contacto como de gafas correctoras, después de someterse a protocolos como por ejemplo la implantación de anillos intraestromales o el CXL (Fernández-Velázquez y Fernández-Fidalgo, 2015; Kazanci y cols., 2014).

En la búsqueda si encontramos artículos como el de Rathi y cols., 2013 y el de Buxton, 1978 en el que se describen los tipos de lentes de debemos de aplicar según el tipo y el grado del QC, pero no se aportan datos sobre los resultados o beneficios visuales obtenidos con este tratamiento.

El resultado obtenido nos indica que en la actualidad estos tratamientos están en un segundo plano, y que pocas veces se recurren a ellos como tratamiento de elección, aunque estas técnicas no sean invasivas. Tenemos que tener en cuenta que el campo de la contactología ha sido desarrollado y trabajado principalmente por optometristas, y por otro lado las técnicas más invasivas como son las cirugías son campo exclusivo de oftalmólogos, que son en primera instancia los profesionales a los que acude un paciente con este tipo de problema. Debido a ello podemos entender el hecho de que no existan publicaciones respecto este tema. Un aspecto a resaltar es que en todas las cirugías es común como criterio de inclusión el hecho de documentar la progresión de QC, por lo que los QC estables en el tiempo con buena agudeza visual mediante lentes de contacto o gafas no se documentan ni se incluyen en este tipo de estudios, razón por la que no se han encontrado publicaciones acerca de esta cuestión.

## IV.2. CROSSLINKING

Al realizar esta revisión, se han encontrado numerosos artículos cuyo seguimiento no superaban el año y que contaban con un número reducido de pacientes, resultando mucho más interesantes los que permiten conocer lo que sucede en un periodo más prolongado de tiempo y con una muestra mayor.

Como se ha comentado anteriormente en el apartado de materiales y métodos, de todos los trabajos consultados, se han seleccionado tres de ellos (Tabla 3), que se analizarán a continuación. La edad media de los pacientes se situó entre 17 y 31 años en dos de los estudios, en cambio el primer estudio incluyó edades más avanzadas. La agudeza visual fue similar en todos los artículos, partiendo de una media preoperatoria de 0,2 LogMar, lo que equivaldría a una agudeza visual  $\approx 0.63$  en unidades decimales. La queratometría máxima preoperatoria correspondía a estadios I y II, lo que nos indicaba estadios iniciales de QC, pero en uno de los artículos se incluyeron queratometrías máximas de estadios más avanzados. El espesor corneal rondó las 460  $\mu\text{m}$ . Por lo tanto, los artículos seleccionados cumplían los criterios de inclusión y exclusión de la técnica general:

- Indicaciones:
  - La progresión de la ectasia estaba certificada en todos los pacientes
  - Ausencia de fibrosis corneal.
  - Mejor agudeza visual corregida inferior a 0,8 (20/25), ya que de lo contrario se intervendrá un ojo sano y sería difícil estimar el balance entre beneficios y riesgos
  - Queratometría máxima no superior a 58 D, ya que por encima de este valor es frecuente la aparición de fibrosis corneal.
- Contraindicaciones:
  - Paquimetría menor de 400  $\mu\text{m}$ .
  - Leucomas corneales importantes.
  - Enfermedades autoinmunes.
  - Daños endotelial previos o con antecedentes de queloides (cicatrización anómala de la córnea).
  - Antecedentes de queratitis herpética.
  - Síndrome de ojo seco severo.
  - Infecciones en el lugar del tratamiento.

- Embarazo, ya que puede provocar un empeoramiento del QC, incluso en córneas sometidas a CXL.

Los valores medios preoperatorios de los estudios seleccionados quedan resumidos en la siguiente tabla:

	EDAD	MAVC	K MAXIMA	PAQUIMETRÍA	SEGUIMIENTO
VALORES MEDIOS	25	0.25	50	460	≥2

Tabla 2: Valores medios preoperatorios. Edad en años. Máxima agudeza visual corregida en LogMar. Paquimetría ( $\mu\text{m}$ ). Seguimiento medio en años.

Analizando los resultados de los tres estudios que hemos seleccionado, podemos ver que en líneas generales los parámetros que sufren más cambios son la queratometría y la agudeza visual. Estos parámetros están íntimamente relacionados ya que la queratometría nos refleja el poder refractivo y el nivel de deformación en el que se encuentra la córnea. Por un lado, la agudeza visual medida tanto en LogMar como en unidades decimales experimentó una mejora en las últimas revisiones del periodo de seguimiento que se llevaron a cabo en los estudios, pero debemos recalcar que en las primeras revisiones postquirúrgicas que se hacían, la agudeza visual había empeorado debido al edema corneal y al proceso postquirúrgico, como se muestra en el artículo de De Bernardo y cols., 2015. Posteriormente la agudeza visual mejoraría debido a la desaparición del edema corneal. Esta mejoría es común en casi todos los estudios realizados para estudiar la eficacia del crosslinking (O’Brart, 2014). Refiriéndonos a los valores obtenidos en las publicaciones examinadas podemos ver una mejora estadísticamente significativa de una a dos líneas de visión.

La paquimetría fue estudiada en los tres artículos. Podemos ver que su valor siguió disminuyendo a lo largo de los meses de seguimiento. Algunos autores apoyan la teoría de que esta reducción es debida a la deshidratación postoperatoria, así como al proceso de cicatrización epitelial y las nuevas uniones en el estroma corneal (Wittig-Silva y cols., 2014), por otro lado, otros autores achacan esta disminución a la técnica quirúrgica que necesita de la retirada del epitelio para poder aplicar la riboflavina.

Solamente un estudio tiene en cuenta la densidad de células endoteliales antes y después del procedimiento quirúrgico. Este dato es interesante, ya que existen estudios que apoyan la teoría que debido a este procedimiento quirúrgico se producen disminuciones significativas después del tratamiento (Wittig-Silva y cols., 2014). Por el contrario, otros autores señalan que

no se esperaría ningún daño en el endotelio corneal si se respetan los límites del protocolo estandarizado (Spoerl y cols., 2007). Por lo que llegamos a la conclusión de que es un parámetro poco estudiado en las publicaciones, y en las pocas que lo incluyen podemos ver resultados dispares.

Por otro lado un estudio muestra el valor de aumento de volumen corneal (De Bernardo y cols., 2015). Mostrando valores que disminuyen al mes de la operación pero que tienden a aumentar durante los 24 meses de seguimiento, pero sin llegar a los valores preoperatorios.

Lo errores refractivos que poseían los pacientes antes de la operación no experimentaron grandes cambios.

Como hemos dicho anteriormente la mayoría de los pacientes que integraron estos estudios poseían QC leve en estado progresivo. Por lo tanto, gracias a los resultados obtenidos, podemos concluir en que el CXL corneal se aplica en los casos donde queremos disminuir la progresión de la ectasia evitando que llegue a valores mucho más avanzados, los resultados encontrados avalan esta teoría. Con este tratamiento no se pretende mejorar los valores preoperatorios, si no evitar que empeoren y continúen estables a lo largo del tiempo, esta afirmación la podemos ver reflejada en los valores obtenidos (Tabla 3).

		Nº PACIENTES	EDAD MEDIA	MAVC	K MAXIMA	PAQUIMETRIA
ESTUDIO I (Lang y cols., 2015)	PREOPERATORIO	14*	17-53	0.25±0.15*	47.3±2.2*	466.8±27.8*
	POSTOPERATORIO	15**		0.39±0.37**	50.9±5.7**	468.8±25.4**
ESTUDIO II (Wittig- Silva y cols., 2014)	PREOPERATORIO	27*	25.8±6.4*	0.22±0.14*	46.9±2.1*	449±72*
	POSTOPERATORIO	41**		0.23±0.27**	51.2±6.9**	467.3±24**
ESTUDIO III (De Bernardo y cols., 2015)	PREOPERATORIO		22.5±5	0.33±0.26*	52.87±4.31*	444±34*
	POSTOPERATORIO			0.28±0.26**	51.18±4.03**	454±30**
				0.24±0.03*	31.84±0.19*	449.86±4.30*
				0.23±0.03**	52.93±0.38**	444.4±4.25**
	PREOPERATORIO			0.56±0.26	58.04±4.92	458±30.5
	POSTOPERATORIO	55		0.81±0.24	55.82±5.37	436.2±38.1

Tabla 3: datos preoperatorios y postoperatorios. Máxima agudeza visual corregida (MAVC) en LogMar en el I y II estudio, y expresada en unidades decimales en el III. Queratometría media (K media) en dioptrías. Paquimetría (µm). Pacientes sometidos a CXL (\*). Pacientes incluidos en el grupo placebo (\*\*).

### IV.3. ANILLOS INTRAESTROMALES.

Los anillos intraestromales están en auge actualmente. Como podemos ver en los artículos de Alio y cols., 2014 y el de Torquetti y cols., 2014 actualmente se incluyen pacientes con diferentes grados de QC con el objetivo de tratar la ectasia.

En los artículos estudiados podemos ver que la edad de los pacientes se situaba entre 25 y 49 años. La agudeza visual media fue de  $\approx 0.8$  LogMar. La queratometría media estuvo entre 43 y 54 dioptrías. La paquimetría solo fue descrita en dos de los estudios siendo en los dos casos  $\geq 360$   $\mu\text{m}$ . Los valores refractivos preoperatorios eran altos, encontrándose valores medios de -5 dioptrías. Estos valores medios se encuentran resumidos en la siguiente tabla:

	EDAD	AVSC	K MEDIA	PAQUIMETRIA	EQUIVALENTE ESFERICO
<b>VALORES MEDIOS</b>	30	0.8	48.5	$\geq 360$	$\approx -5$

Tabla 4: Valores medios preoperatorios. Agudeza visual sin corrección (AVSC) en LogMar. Queratometría media (K media). Paquimetría ( $\mu\text{m}$ ). Equivalente esférico en dioptrías.

Analizando los valores postquirúrgicos en líneas generales, podemos señalar una mejora de la AVSC, así como una disminución de la queratometría. Pero si analizamos los resultados de los diferentes grados de QC por separado como se muestran en el estudio de Alio y cols., 2014 Podremos ver que no en todos los grados se produjo la misma mejoría (Tabla 5).

GRADO	MAVC PREQUIRURGICA	MAVC POSTQUIRURGICA
I	$0.97 \pm 0.06$	$0.86 \pm 0.18$
II	$0.71 \pm 0.08$	$0.75 \pm 0.22$
III	$0.45 \pm 0.53$	$0.57 \pm 0.22$
IV	$0.27 \pm 0.05$	$0.50 \pm 0.22$
>IV	$0.05 \pm 0.04$	$0.14 \pm 0.14$

Tabla 5: Datos prequirúrgicos y postquirúrgicos de la mejor agudeza visual corregida (MAVC) en unidades decimales.

Como se muestra en la tabla anterior, los casos que se encontraban en grado I o II en la clasificación de Amsler-Krumeich manifestaron una menor ganancia de agudeza visual, incluso se podría decir que perdieron calidad de visión, como también paso en los grados >IV. En cambio, en los grados III y IV se produjo la mayor ganancia de agudeza visual aumentando de una a tres líneas de visión. Otros estudios avalan esta teoría (Torquetti y cols.,2014), llegando incluso a incluir casos (grados I y II) donde los anillos tuvieron que ser reimplantados obteniendo peor agudeza visual que la preoperatoria.

Por otro lado, también debemos señalar una diferencia entre los resultados de casos progresivos y estables. En el estudio de Torquetti y cols., 2014, el 20.7 % de los pacientes manifestó una pérdida de visión, todos los pacientes que sufrieron esta pérdida poseían QC en grado  $\geq$ IV. Por otro lado Colin, 2007 en su publicación encontró una pérdida de agudeza visual en el 14.63% de los casos. Analizando los resultados podemos ver que, en los casos progresivos, después de la implantación del anillo, continuó el aumento queratométrico y con ello la pérdida de agudeza visual. Aun así, en los artículos donde se manifestaron estos resultados, no se llegaron a analizar los casos progresivos que posteriormente a la implantación del anillo necesitaron o no someterse a un trasplante de córnea.

No todos los estudios encontrados miden los mismos parámetros ya que como podemos ver en la tabla 6, los parámetros de paquimetría solo se tienen en cuenta en uno de ellos y el equivalente esférico solo en dos de ellos. Datos que pueden servir de gran ayuda para evaluar las condiciones del paciente después de la operación y evaluar la eficacia o no del tratamiento. Si estudiamos los únicos valores que nos proporciona Jadidi y cols., 2015 y Alio y cols., 2014 (Tabla 6), podemos ver que los valores refractivos si disminuyen gracias a la implantación de los anillos.

Una característica común en los tres artículos es que los resultados se mantienen uniformes desde los seis meses, donde se empiezan a ver la mejoría de los parámetros, hasta las últimas revisiones que se tomaron en cada estudio. Por lo tanto, se puede decir que la implantación de anillos intracorneales es un tratamiento estable a lo largo del tiempo.

En conclusión, este tratamiento obtiene mejores resultados en los grados III y IV. Respecto a la idea de someter o no QC estables, debemos plantearnos que, si los parámetros de estos pacientes se encuentran sin evolución, se podrán probar técnicas no quirúrgicas que no alteren la situación de la ectasia, una vez que estas técnicas no consigan resultados entonces procederemos a plantear la posibilidad de los anillos intraestromales. Aun así, existen pocos estudios que indiquen el pronóstico que existe cuando alteramos la córnea de una ectasia que se encuentra estable. Incluso en grados III y VI que se encuentren estables debemos de sopesar otras técnicas que no requieran la alteración corneal. En el caso de QC progresivos debemos frenar esta progresión mediante otros tratamientos como puede ser el CXL.

Por último, en los casos en los que, según la literatura, se podría obtener un beneficio con la aplicación de esta técnica, podríamos ver: disminución de los valores queratométricos, desplazamiento del ápex del cono hacia la zona corneal central y mejora en los valores refractivos.

		NUMERO DE PACIENTES	EDAD MEDIA	AVSC	K MEDIA	PAQUIMETRÍA	EQUIVALENTE ESFERICO
ESTUDIO I (Torquetti y cols., 2014)	PREOPERATORIO	30	39.44±10.18	1.01±0.2	51.83±5.6	457.42±58.2	N.A.
	POSTOPERATORIO			0.67±0.2	48.82±4.3	434.32±77.6	N.A.
ESTUDIO II (Jadidi y cols., 2015)	PREOPERATORIO	15	28.87±6.4	0.79±0.4	48.11±1.9	≥360	-5.46±1.52
	POSTOPERATORIO			0.28±0.1	43.31±2.3	N.A.	-2.01±1.63
ESTUDIO III (Alio y cols., 2014)	PREOPERATORIO	35*	29.76±8.84*	0.22±0.1	N.A.	N.A.	N.A.
	POSTOPERATORIO	15**	25.75±3.59*	0.45±0.2	Δ-3.24*	N.A.	Δ-1.26*
			*	6	Δ-3.36**		Δ-2.05**

Tabla 6: Datos preoperatorios y postoperatorios. Agudeza visual sin corrección (AVSC) en LogMar en estudio I y II, y expresada en unidades decimales en el III. Queratometría media (K media) en dioptrías. Paquimetría (μm). Equivalente esférico en dioptrías. Datos con de QC estable (\*), y QC progresivo (\*\*). Datos no presentes en el estudio (N.A.).

#### IV.4.PRK

El tratamiento con queratectomía fotorefractiva actualmente se lleva a cabo en numerosos pacientes para eliminar o disminuir la ametropía.

Analizando los resultados de este tratamiento podemos ver que la edad media de inclusión fue de 41.75 años. La agudeza visual media en LogMar fue 0.64, lo que equivaldría a una agudeza visual de 0.25 decimal. Los pacientes no tenían elevados defectos refractivos. La paquimetría media fue de 460 μm. La queratometría máxima se situó entre 40 y 57 dioptrías. Los valores medios vienen resumidos en la siguiente tabla:

	EDAD	AVSC	PAQUIMETRÍA	K MAXIMA
VALORES MEDIOS	41.75	0.64	460	40-57

Tabla 7: datos preoperatorios medios. Agudeza visual sin corrección (AVSC) en LogMar. Paquimetría (μm). Queratometría máxima (K máxima) en dioptrías.

Todos los artículos tienen en común como criterio de inclusión que los QC fueran estables. Es decir que no se manifestara una progresión de una dioptría a lo largo de 12 meses como mínimo. Otro criterio de inclusión fue el valor refractivo, este debería ser leve, ya que el

tratamiento mediante laser supone una eliminación de tejido con el fin de modificar la curvatura de la córnea, por lo tanto, no podemos eliminar mucho tejido empeorando el estado de la ectasia (Tabla 8).

Los parámetros más importantes para analizar la efectividad de este tratamiento serán la regresión miopía y la progresión del queratocono.

En primer lugar, analizando los datos refractivos preoperatorios y postoperatorios de los pacientes podemos ver que existe una disminución estadísticamente significativa de los valores refractivos (Tabla 8), pero que a lo largo del periodo de seguimiento se produce una regresión miopía. Algunos estudios achacan esta regresión a un aumento de longitud axial del ojo, incluso señalan que los pacientes menores de 40 años sufren mayor regresión debido al mayor crecimiento del globo ocular comparado con los pacientes mayores de 40 años (O'Brart y cols., 2014). Otros estudios llegan a relacionar una mayor regresión en las mujeres que en los hombres durante el periodo de seguimiento (O'Brart y cols., 2014). Por otro lado, la falta de datos sobre si esta regresión se debe o no al crecimiento axial del ojo o se ve influida por el sexo, no permite demostrar un valor estadísticamente significativo que lo respalde.

En segundo lugar, si evaluamos la progresión del queratocono encontramos que los resultados demuestran que la queratotomía fotorefractiva no es la causante de la progresión de la ectasia. Incluso en algunos artículos parece frenar la progresión del queratocono (Cennamo G y cols., 2008). Esta teoría surge de la idea de la aparición de una nueva membrana fibrocelular. Esta membrana aportaría rigidez actuando como escudo contra la progresión, incluso podría servir como matriz para la síntesis y reconstrucción de la estructura corneal (Kasparova, 2003).

Analizando estos dos parámetros, se debería analizar la efectividad y, por lo tanto, la necesidad de este tipo de tratamiento, ya que los beneficios obtenidos probablemente no superen los riesgos derivados de la intervención. Si analizamos los valores de partida, podríamos ver que se pueden recurrir a otras técnicas no quirúrgicas para compensarlos. Es entonces donde se refleja la necesidad de aumentar los estudios sobre estos tratamientos no invasivos que podrían compensar la ametropía del paciente sin necesidad de alterar la superficie corneal.

		Nº DE PACIENTES	EDAD MEDIA	AVSC	REFRACCION MEDIA	PAQUIMETRÍA	K MAXIMA
ESTUDIO I (Chelala y cols., 2013)	PREOPERATORIO	72	31.5±8.4	0.76±0.34	E: +2 / -5.75 C: 0.5 / 3	524±28	40.1-54.2
	POSTOPERATORIO	62		0.036±0.009	E: -0.76±0.19 C: 0.48±0.13	492±34	45.4±3.8
ESTUDIO II (Tambe, Ivarsen, & Hjortdal, 2015)	PREOPERATORIO	23	30-51	0.49 ± 0.27	E: +3.5 a -10 C: 0 / -7.25	410-610	44.29-57.89
	POSTOPERATORIO	16		0.24±0.28	E: 2.1±8 C: -3±1.7	337-560	44.8-56.6
ESTUDIO III (O'Brart y cols., 2014)	PREOPERATORIO	42	22-64	≈0.67	E: -2.75 / -8 C: 0 / -1.75	≈450	41.54-46.61
	POSTOPERATORIO			≈0.49	E: -1.72±1.69 C: ≈-0.54	433±26	40.76±1.37

Tabla 8: datos preoperatorios y postoperatorios. Número de pacientes. Edad media en años. Agudeza visual sin corrección (AVSC) en LogMar. Refracción media en dioptrías. Paquimetría (µm). Queratometría máxima en dioptrías (K máxima).

#### IV.5. QUERATOPLASTIAS

Los pacientes que sufren de QC en grados muy avanzados, en los que se aprecian cicatrices y otras complicaciones que impiden la visión, se ven obligados a someterse a un trasplante de córnea.

Todos los pacientes que se incluyeron en los estudios sufrían QC avanzado, y que no han sido susceptibles de someterse a otras técnicas para poder mejorar su patología. Los tres estudios llevaron a cabo una comparación de los resultados de los grupos sometidos a técnica penetrante (PK) y técnica lamelar (DALK). Se realizaron seguimientos durante al menos 3 años después de la cirugía.

Durante los últimos 50 años la técnica PK estaba en auge y era la técnica de elección para tratar los QC avanzados (Cohen y cols., 2010; Watson y cols., 2004). Después han ido surgiendo más técnicas con el fin de disminuir las complicaciones y mejorar así el pronóstico postquirúrgico de los pacientes. Nuevas técnicas lamelares que preservan el endotelio eliminando así el rechazo endotelial por la respuesta inmunitaria (Funnell y Ball, 2006) ha impulsado la alternativa lamelar para dolencias corneales con endotelio sano.

Comparando los resultados obtenidos podemos llegar a las siguientes ideas que se reflejan en los tres artículos:

- Aunque la PK es un tratamiento efectivo, conlleva riesgos a largo plazo, el más importante es el rechazo inmunitario del endotelio y el consecuente fracaso quirúrgico (Ang y cols., 2009).
- Las nuevas técnicas lamelares profundas, conllevan menos riesgos de rechazo, así como menos complicaciones quirúrgicas: hemorragia expulsiva, endoftalmitis, sinequias posteriores y glaucoma secundario y cols., 2009).
- La técnica DALK es menos invasiva ya que mantiene el globo ocular prácticamente cerrado, lo que mejora la distorsión del lecho del injerto (Donoso y cols., 2013).
- La técnica lamelar requiere criterios menos estrictos para el tejido donante.

Por otra parte, hemos obtenido resultados dispares en algunos apartados. Respecto a la agudeza visual dos de los estudios obtuvieron una agudeza visual comparable entre la técnica DALK y PK (Cano-Ortiz y Villarrubia, 2015; Donoso y cols., 2013), en cambio en uno de ellos se obtuvo una visión inferior en el grupo DALK, debido a la aparición de un lecho de estroma que ocasionaba peores resultados (Tabla 9). Aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa debemos resaltarla ya que existen pocas publicaciones que obtuvieran estos resultados.

En una publicación se estudió cual fue la mejor técnica para los pacientes con síndrome de Down, llegando a la conclusión que la técnica DALK proporciono mejores resultados (Cano-Ortiz y Villarrubia, 2015) .

Entre los valores refractivos no hubo diferencias significativas entre ambos grupos (Tabla 9).

Es interesante resaltar que el espesor corneal solo fue estudiado en una de las publicaciones, obteniendo valores similares en ambos grupos lo que sugería una perfecta disección estromal en el grupo DALK (Donoso y cols., 2013).

Aunque queda demostrado que la técnica DALK produce menos complicaciones quirúrgicas y postquirúrgicas a corto plazo hemos de señalar que puede aumentar las complicaciones a largo plazo como puede ser el rechazo del estroma y vascularización del interfaz (Keenan y cols., 2011). Por lo que deducimos la necesidad de estudios a largo plazo de técnicas lamelares.

En conclusión, las queratoplastias son muy efectivas y la única alternativa en pacientes con QC avanzado, pero dependiendo del estado del endotelio seleccionaremos técnicas lamelares si se encuentra en buen estado, o técnicas penetrantes si no lo estuviera.

	Nº DE OJOS		MAVC		AVSC		EDAD MEDIA		CILINDRO MEDIO		ESFERA MEDIA		PAQUIMETRÍA	
	DALK	PK	DALK	PK	DALK	PK	DALK	PK	DALK	PK	DALK	PK	DALK	PK
ESTUDIO I	90	49	0.15	0.17	0.59	0.48	14-52	14-83	-3.38	-3.1	N.A.	N.A.	545	547
ESTUDIO II	18	17	0.778	0.624	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.472	3.779	-	-	N.A.	N.A.
ESTUDIO III	42	31	0.05	0.14	N.A.	N.A.	29.2	32.3	3.87	2.58	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Tabla 9: Datos postoperatorios. Agudeza máxima corregida en LogMar (MAVC). Agudeza visual sin corrección en LogMar (AVSC). Datos refractivos: cilindro medio y esfera media en dioptrías. Paquimetría ( $\mu\text{m}$ ).

#### IV.6. DISCUSIÓN FINAL

Después de evaluar los resultados podemos señalar, que no todos los tratamientos se deben aplicar en cualquier ocasión, si no que debemos estudiar detenidamente en qué grado de evolución se encuentra el QC, así como la estabilidad o no de la ectasia.

Al llevar a cabo esta revisión bibliográfica hemos concluido que los tratamientos no invasivos, gafas y lentes de contacto, se encuentran en un segundo plano y son rechazados en algunos casos donde serían la primera opción de tratamiento ya que se obtendrían los resultados visuales más óptimos con la mínima intervención posible. Estos tratamientos no quirúrgicos obtendrán mayores beneficios en QC incipientes, así como en QC estables en el tiempo, siempre y cuando estas técnicas sean toleradas por el paciente y los resultados visuales sean satisfactorios. Aun así, debemos señalar la necesidad de más artículos que avalen esta afirmación.

Los tratamientos quirúrgicos son efectivos, pero debemos acotar el rango de población donde aplicarlas, así como determinar un criterio de inclusión sobre el grado en el que se deben aplicar algunas técnicas, ya que podemos ver que en algunas ocasiones se obtienen peores resultados cuando se podría haber sometido al paciente a otro tratamiento. Este es el caso de los anillos intraestromales en QC estables, en los que no existen publicaciones que aporten datos acerca de su efectividad o consecuencias al alterar córneas que se encuentran estables. Otro ejemplo sería la técnica PRK, que igual que la técnica anterior cambia el estado cornea, por lo que sería de gran utilidad contar con más publicaciones que justifiquen, con resultados, los riesgos que implica el hecho de aplicar este procedimiento (en estas circunstancias) en relación a los beneficios que aporta.

En el caso del crosslinking los resultados indican que la técnica será efectiva en QC leve en estado progresivo, es decir en casos donde nuestro principal objetivo es frenar el avance de la ectasia, evitando así que llegue a valores mucho más avanzados. Por lo tanto, el objetivo de esta técnica no será mejorar los valores preoperatorios si no mantener estos valores estables a lo largo del tiempo.

Por otro lado, la única alternativa de la que se dispone para el tratamiento del QC progresivo en estados avanzados es la queratoplastia. Cuando, pese a todos los esfuerzos, no se consigue frenar el desarrollo de la alteración, tendremos que recurrir a esta opción. Se estima que en esta enfermedad aproximadamente el 20% de los casos avanza hasta tal punto en que se precisa este procedimiento (Tuft y cols., 1994) (Kennedy y cols., 1986).

Para terminar, podemos llegar a la conclusión de que los tratamientos no invasivos deberían ser nuestra primera opción en todos los casos intentando alcanzar los mejores beneficios sin que se altere la situación de la ectasia, una vez que estas técnicas no consigan resultados entonces procederemos a plantear la posibilidad de otras técnicas más invasivas.

## V. CONCLUSIONES

Tras analizar los resultados obtenidos sobre los diferentes procedimientos disponibles para el tratamiento QC, y atendiendo a los objetivos específicos que se plantearon al principio de este estudio, las conclusiones obtenidas son las siguientes:

1. Los tratamientos no quirúrgicos deberían de ser la primera opción de tratamiento para QC leves y estables, en los que se consiga buena calidad de visión. Existe la necesidad de más publicaciones sobre la aplicación y los resultados de estos tratamientos antes de recurrir a técnicas más invasivas.
2. El tratamiento con CXL se aplicará en pacientes con QC progresivo en estados moderados y leves, con el objetivo de evitar el avance. Los sujetos que se someterán a esta técnica se deberá certificar la progresión de la ectasia, poseer un espesor corneal  $>400\mu\text{m}$  y la MAVC será  $\approx 0.25$  LogMar. Los resultados avalan la eficacia del tratamiento si respetan los criterios de la técnica tipificada.
3. Los anillos intraestromales obtendrán mejores resultados en QC en grados de evolución medios (grado III y IV). Cuando nos encontremos ante QC estables se deberá estudiar el balance de beneficios / riesgos que conlleve el hecho de alterar la córnea y provocar de esta manera la posibilidad del avance de la ectasia o no provocarlo. La literatura consultada no aporta datos al respecto. Ante esta situación, y a falta de más información para disipar esta duda, los tratamientos no quirúrgicos son la alternativa no invasiva con la que se podrían conseguir los beneficios visuales perseguidos, siempre y cuando estas técnicas puedan ser aplicadas y hasta que la evolución de la enfermedad no nos dicte otras cosas.
4. Antes de la aplicación de este procedimiento se debe de estudiar más detenidamente la efectividad y, por lo tanto, la necesidad de este tipo de tratamiento, ya que los

beneficios obtenidos probablemente no superen los riesgos derivados de la intervención. Si analizamos los valores de partida, se deberían valorar la posibilidad de otras técnicas que respeten más la integridad corneal, consiguiendo resultados similares.

5. En QC avanzados deberemos de recurrir a las queratoplastias. En los casos donde el endotelio este en buenas condiciones recurriremos a técnicas lamelares y así disminuirémos las complicaciones, en otros casos donde el endotelio este dañado aplicaremos técnicas penetrantes. Los resultados son aceptables, habida cuenta de que no existe otra opción para estos casos.

## VI. BILIOGRAFÍA

Albertazzi R. Queratocono: pautas para su diagnóstico y tratamiento. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas, 2010; 2010.

Alio JL, Vega-Estrada A, Esperanza S, Barraquer RI, Teus MA, Murta J. Intrastromal corneal ring segments: how successful is the surgical treatment of keratoconus? Middle East Afr J Ophthalmol [en línea].;21(1):3–9. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3959038&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

Ang M, Mehta JS, Arundhati A TD. Anterior lamellar keratoplasty over penetrating keratoplasty for optical, therapeutic, and tectonic indications: A case series. 26. Am J Ophthalmol. 2009; 147:697–702.

Artículo original: Trasplante de córnea en queratocono: queratoplastia penetrante: Discovery Service para Universidad de Sevilla [en línea]. Disponible en: <http://0-eds.b.ebscohost.com.fama.us.es/eds/detail/detail?sid=10ca3820-d310-45e6-8518-bf1de8bbcf%40sessionmgr113&vid=0&hid=111&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0365669114002998&db=edselp>

Buxton JN. Contact lenses in keratoconus [en línea]. Contact and Intraocular Lens Medical Journal. 1978. p. 74–85. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0017894930&partnerID=tZOtx3y1>

C. V. Manejo Clínico del Queratocono. XX Congreso Internacional de Optometría. Contactología y Óptica Oftálmica. 2008;

Cano-Ortiz A, Villarrubia A. Trasplante de córnea en queratocono: Queratoplastia penetrante versus queratoplastia lamelar anterior profunda con técnica de Melles. Arch Soc Esp Oftalmol. 2015;90(1):4–8.

Cennamo G, Intravaja A, Boccuzzi D, Marotta G CG. Treatment of keratoconus by topography-guided customized photorefractive keratectomy: two-year follow-up study. J Refract Surg. 2008; 24:145–9.

Chelala E, El Rami H, Dirani A, Fadlallah A, Fakhoury O, Warrak E. Photorefractive keratectomy in patients with mild to moderate stable keratoconus: A five-year prospective follow-up study. *Clin Ophthalmol*. 2013; 7:1923–8.

Cohen AW, Goins KM, Sutphin JE, Wandling GR WM. Penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty for the treatment of keratoconus. *Int Ophthalmol*. 2010; 30:675–81.

Colin J MF. Intacs for the correction of keratoconus: two year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2007; 33:69–74.

Daniel G, Dawson D, Watsky MA, Geroski DH EH. Cornea and Sclera. *Ocular Anatomy, Embryology and Teratology*. Harper and Row: Philadelphia. 1982.

De Bernardo M, Capasso L, Lanza M, Tortori A, Iaccarino S, Cennamo M, y cols. Long-term results of corneal collagen crosslinking for progressive keratoconus. *J Optom [en línea]*. Elsevier.2015;8(3):180–6. Disponible en: <http://www.journalofoptometry.org/en/long-term-results-corneal-collagen-crosslinking/articulo/S1888429614000417/>

Donoso R, Díaz C, Villavicencio P. Comparative study of keratoconus between Anwar's deep anterior lamellar keratoplasty versus converted penetrating keratoplasty. *Arch Soc Esp Oftalmol [en línea]*. SEGO; 2013;90(6):257–63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oftal.2014.11.008>

Fernández-Velázquez FJ, Fernández-Fidalgo MJ. Feasibility of custom-made hydrogel contact lenses in keratoconus with previous implantation of intracorneal ring segments. *Contact Lens Anterior Eye [en línea]*. British Contact Lens Association; 2015;38(5):351–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clae.2015.03.016>

Funnell CL, Ball J NB. Comparative cohort study of the outcomes of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye*. 2006; 20:527–32.

Han DCY, Mehta JS, Por YM, Htoon HM TD. Comparison of outcomes of lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2009; 148:744–51.

Jadidi K, Mosavi SA, Nejat F, Naderi M, Janani L, Serahati S. Intrastromal corneal ring segment implantation (keraring 355??) in patients with central keratoconus: 6-month follow-up. *J Ophthalmol*. 2015;2015.

Kasparova EA KA. Six-year experience with excimer laser surgery for primary keratoconus in Russia. *J Refract Surg.* 2003; 19:250–4.

Kazanci B, Ozek D, Anayol A, Balik??i A, Ileri D, Yilmazbas P. Applications of different types of gas-permeable contact lenses in keratoconus and their visual results. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24(6):835–41.

Keenan TD, Carley F, Yeates D, Jones MN, Rushton S GMNOTAG and contributing ophthalmologists (OTAG AS 8). Trends in corneal graft surgery in the UK. *Br J Ophthalmol.* 2011; 95:468–72.

Kennedy RH, Bourne WM DJ. A 48-year clinical and epidemiologic study of keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 1986;101:267–73.

Lang SJ, Messmer EM, Geerling G, Mackert MJ, Brunner T, Dollak S, y cols. Prospective, randomized, double-blind trial to investigate the efficacy and safety of corneal cross-linking to halt the progression of keratoconus. *BMC Ophthalmol [en línea]. BMC Ophthalmology;* 2015; 15:78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12886-015-0070-7>

Madelyn D, Ochoa J, Zaadia ID, Parra P, Milagros IDT, Domínguez F, y cols. Efectividad del crosslinking del colágeno corneal en el tratamiento del queratocono Effectiveness of the corneal collagen crosslinking in the treatment of keratoconus. 2012;

Madrid MI, Cooper J. Universidad de Murcia. Pnas [en línea]. 2007;281(4):1–30. Disponible en: <http://nadir.uc3m.es/alejandro/phd/thesisFinal.pdf>

O’Brart DPS, Shalchi Z, McDonald RJ, Patel P, Archer TJ, Marshall J. Twenty-year follow-up of a randomized prospective clinical trial of excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol [en línea]. Elsevier Inc.;* 2014;158(4):651–63.e1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajo.2014.06.013>

O’Brart DPS. Corneal collagen cross-linking: A review. *J Optom [en línea]. Spanish General Council of Optometry;* 2014;7(3):113–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2013.12.001>

Rathi VM, Mandathara PS, Dumpati S. Contact lens in keratoconus. *Indian J Ophthalmol [en línea].* 2013; 61:410–5. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3775075&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

Spoerl E, Mrochen M, Sliney D. Safety of UVA–riboflavin cross-linking of the cornea. *Cornea*. 2007; 26:385–9.

Tambe DS, Ivarsen A, Hjortdal J. Photorefractive Keratectomy in Keratoconus. *Case Rep Ophthalmol* [en línea]. 2015;6(2):260–8. Disponible en: <http://www.karger.com/?doi=10.1159/000431306>

Tavera IS, Mart JE. Cambios topográficos, refractivos y de agudeza visual en pacientes con queratocono sometidos a crosslinking y / o implante de anillos intraestromales Topographic Changes, Visual Acuity and Refractive Error in Patients with Keratoconus Undergoing Crossli. 2012;1(1):88–100.

Torquetti L, Ferrara G, Almeida F, Cunha L, Araujo LPN, Machado AP, y cols. Intrastromal corneal ring segments implantation in patients with keratoconus: 10-year follow-up. *J Refract Surg*. 2014;30(1):22–6.

Tuft SJ, Moodaley LC, Gregory WM. Prognostic factors for the progression of keratoconus. *Ophthalmology*. 1994; Vol.101: p.439–47.

Tuft SJ, Moodaley LC, Gregory WM. Prognostic factors for the progression of keratoconus. *Ophthalmology*. 1994;101:439–47.

Watson SL, Ramsay A, Dart JK, Bunce C CE. Comparison of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in patients with keratoconus. *Ophthalmology*. 2004; 111:1676–82.

Wittig-Silva C, Chan E, Islam FMA, Wu T, Whiting M, Snibson GR. A randomized, controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: three-year results. *Ophthalmology* [en línea]. Elsevier Inc.;121(4):812–21. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84897954232&partnerID=tZOtx3y1>

YS R. keratoconus. *Surv Ophthalmol*. 1998; 42:297–319.

# ANEXO I. GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

$\mu\text{m}$ : Micrómetros, unidad de longitud.

AV: Agudeza visual.

AVSC: Agudeza visual sin corrección.

CXL: Crosslinking.

D: Dioptrías.

DALK (del inglés): Deep Anterior Lamellar Keratoplasty (Queratoplastia lamelar anterior profunda).

EE: Equivalente esférico.

LASEK (del inglés): Laser Assisted Subepithelial Keratomileusis (Queratomileusis subepitelial asistida por láser).

LASIK (del inglés): Laser in situ Keratomileusis (Queratomileusis in situ asistida con láser excímer).

LOGMAR: logaritmo del mínimo ángulo de resolución.

MAR: ángulo mínimo de resolución.

MAVC: Máxima agudeza visual corregida.

Mm: Milímetros, unidad de longitud.

PK: Queratoplastia profunda.

PRK: Photorefractive keratectomy (Queratectomía fotorefractiva).

QC: Queratocono.

RPG: Rigid Gas Permeable (Lentes de contacto rígidas gas permeable).

## ANEXO II

A continuación, se expone la equivalencia entre las diferentes escalas más utilizadas para la medida de la AV. Seguidamente se definirán las escalas más comunes:

- Agudeza Snellen: es una fracción donde el numerador es la distancia de realización del test y el denominador es la distancia a la cual el carácter más pequeño leído subtende 5' o distancia a la que el paciente debería verlo si tuviera AV unidad. Se expresa en metros o en pies (6 metros = 20 pies). Ej. AV 1,0 = 6/6 = 20/20. Significa que el test está a 6 m y que el carácter más pequeño leído subtende 5' a 6 m.
- Agudeza visual decimal: es el resultado de la fracción de Snellen. Ej. AV 6/12 = = 0,5
- Mínimo Ángulo de Resolución: expresa la AV en minutos de Arco. Indica el tamaño angular del mínimo detalle que el paciente es capaz de resolver en el optotipo.

$$AV = 1/MAR; MAR = 1/AV$$

$$\text{Ej. Para AV } 20/40, MAR = 1/AV = 2'$$

En la tabla 10 se muestran las equivalencias entre las escalas más utilizadas.

MAR (MIN ARC)	LOGMAR	SNELLEN (D=6M)	SNELEN (D=20 PIES)	ESCALA DECIMAL
100	2.0	6/600	20/200	0.01
79	1.9	6/480	20/1600	0.0125
63	1.8	6/380	20/1250	0.016
50	1.7	6/300	20/1000	0.02
40	1.6	6/240	20/800	0.025
32	1.5	6/190	20/630	0.032
25	1.4	6/150	20/500	0.04
20	1.3	6/120	20/400	0.05
15.8	1.2	6/95	20/320	0.063
12.5	1.1	6/75	20/250	0.08
10.0	1.0	6/60	20/200	0.1
8.0	0.9	6/48	20/160	0.125
6.3	0.8	6/38	20/125	0.16
5.0	0.7	6/30	20/100	0.2
4.0	0.6	6/24	20/80	0.25
3.2	0.5	6/19	20/63	0.32
2.5	0.4	6/15	20/50	0.4
2.0	0.3	6/12	20/40	0.5
1.58	0.2	6/9.5	20/32	0.63
1.25	0.1	6/7.5	20/25	0.8
1.0	0.0	6/6	20/20	1
0.8	-0.1	6/4.8	20/16	1.25
0.63	-0.2	6/3.8	20/12.5	1.6
0.5	-0.2	6/3	20/10	2

Tabla 10: equivalencias de AV.