

Lentes de contacto para queratoconos

Irene Salvador Salcedo

SAERA. School of Advanced Education Research and Accreditation

RESUMEN

El queratocono es una patología ocular progresiva que implica la deformación de la córnea hacia una forma cónica, lo que genera una disminución de la agudeza visual, astigmatismo irregular y miopía. Esta condición afecta a una población amplia, especialmente durante la adolescencia y la adultez temprana, y puede progresar rápidamente si no se trata adecuadamente. La causa exacta del queratocono sigue siendo incierta, aunque se reconoce que factores genéticos, ambientales y biomecánicos desempeñan un papel crucial en su desarrollo. Entre los factores de riesgo se incluyen antecedentes familiares de la enfermedad, el frotamiento ocular excesivo y el uso inadecuado de lentes de contacto. Los síntomas iniciales pueden ser leves, como visión borrosa, distorsionada y dificultad para ver de noche. Con el avance de la enfermedad, los pacientes experimentan una mayor pérdida visual que no mejora con gafas tradicionales. El diagnóstico se basa en el análisis clínico, con técnicas como la topografía y la tomografía corneal, que permiten detectar irregularidades en la curvatura de la córnea. El tratamiento varía según la etapa de la enfermedad y puede incluir el uso de lentes de contacto rígidos, cross-linking corneal, y en casos avanzados, cirugía, como los anillos intrastromales. La detección temprana es crucial para frenar la progresión y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Palabras clave: *Querotocono, Agudeza visual, Lentes de contacto, Cross-linking corneal*

ABSTRACT

Keratoconus is a progressive eye condition that causes the cornea to bulge into a cone shape, leading to reduced visual acuity, irregular astigmatism, and myopia. This condition affects a broad population, especially during adolescence and early adulthood, and can progress rapidly if not properly managed. The exact cause of keratoconus remains unclear, although genetic, environmental, and biomechanical factors are known to play crucial roles in its development. Risk factors include family history, excessive eye rubbing, and improper use of contact lenses. Initial symptoms may be mild, such as blurry vision, distortion, and difficulty seeing at night. As the disease advances, patients experience a more significant loss of vision that does not improve with traditional glasses. Diagnosis is based on clinical examination, using techniques such as corneal topography and tomography to detect irregularities in corneal curvature. Treatment varies depending on the disease stage and may include the use of rigid contact lenses, corneal cross-linking, and, in advanced cases, surgery, such as intrastromal rings. Early detection is crucial to slowing progression and improving patients' quality of life.

Keywords: *Keratoconus, Visual acuity, Contact lenses, Corneal cross-linking*

INTRODUCCIÓN

El queratocono es una enfermedad ocular progresiva caracterizada por el adelgazamiento y deformación de la córnea, que adquiere una forma cónica irregular, provocando alteraciones visuales como miopía, astigmatismo irregular y sensibilidad a la luz. Aunque históricamente se consideraba una patología rara, su prevalencia ha aumentado en las últimas décadas gracias a los avances en las técnicas de diagnóstico, lo que ha permitido detectar formas leves y subclínicas que anteriormente pasaban desapercibidas (Song, y otros, Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics, 2019).

Se trata de una afección multifactorial, en la que intervienen factores genéticos, ambientales y biomecánicos. Afecta tanto a hombres como a mujeres, con una mayor incidencia durante la adolescencia y la adultez temprana, siendo particularmente agresiva en la población pediátrica. El diagnóstico precoz y una intervención adecuada son esenciales para frenar la progresión de la enfermedad y evitar la pérdida severa de visión.

Gracias a las nuevas tecnologías, como la topografía y la tomografía corneal, es posible identificar patrones característicos del queratocono incluso en fases muy tempranas. Este trabajo analiza en profundidad las causas, manifestaciones clínicas, métodos diagnósticos y abordajes terapéuticos actuales, con especial énfasis en la detección precoz y la prevención de su progresión.

Planteamiento del problema

El queratocono es una enfermedad ocular progresiva que se caracteriza por el adelgazamiento y deformación de la córnea, lo que provoca visión distorsionada y una reducción de la agudeza visual. Se estima que su prevalencia es de aproximadamente 1 por cada 2.000 personas en todo el mundo, aunque estudios recientes sugieren que podría ser más común de lo que se pensaba debido a los avances en los métodos de diagnóstico.

Los principales afectados por el queratocono son jóvenes y adultos de entre 10 y 30 años, una franja de edad en la que la enfermedad suele manifestarse y evolucionar progresivamente. Esta condición puede afectar significativamente su calidad de vida, dificultando actividades cotidianas como leer, conducir o trabajar.

Los profesionales de la oftalmología y la optometría desempeñan un papel clave en la detección y tratamiento de esta patología, recomendando distintas opciones terapéuticas, entre las que destacan los lentes de contacto.

El problema principal radica en la necesidad de identificar qué tipo de lente de contacto es más adecuado y seguro para tratar el queratocono en sus diferentes fases. Existen diversas opciones, como los lentes rígidos permeables a los gases (RGP), los híbridos, los esclerales y los blandos especializados. Sin embargo, la elección del tratamiento óptico más conveniente varía en función de las particularidades de cada paciente. Aunque se ha demostrado que los lentes de contacto pueden mejorar la visión de las personas con queratocono, aún no hay un consenso claro en la literatura científica sobre cuál es la mejor alternativa en cada

caso, lo que genera incertidumbre en la práctica clínica.

Este problema se sitúa en el ámbito de la salud visual, abarcando clínicas oftalmológicas y centros de optometría tanto a nivel nacional como internacional. Sin embargo, el acceso a tratamientos especializados varía en función de la formación de los profesionales, la tecnología disponible y las condiciones económicas de los pacientes.

El queratocono suele manifestarse durante la adolescencia o en la adultez temprana y progresa gradualmente con el tiempo. En los últimos años, los avances en investigación y tecnología han mejorado las opciones de tratamiento, pero sigue habiendo dificultades a la hora de definir cuál es el abordaje más adecuado en cada fase de la enfermedad.

Este trabajo es relevante porque busca aportar información basada en evidencia científica sobre la seguridad y eficacia de los distintos tipos de lentes de contacto en el tratamiento del queratocono. Esto contribuirá a mejorar la calidad de vida de los pacientes, facilitar la labor de los profesionales sanitarios y optimizar la toma de decisiones en el manejo de esta patología.

La córnea

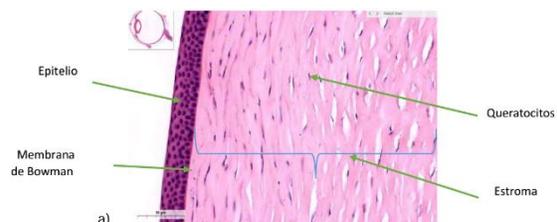
Para poder entender el queratocono, se va a explicar a continuación la principal capa del globo ocular afectada, la córnea, y sus componentes.

La córnea es la capa más externa del ojo, caracterizada por ser transparente, avascular y contar con una alta densidad de terminaciones nerviosas. Está compuesta por varias capas que van desde su superficie, en

contacto con la película lagrimal, hasta su cara interna, en contacto con el humor acuoso. La primera capa es el epitelio corneal, un epitelio escamoso no queratinizado de varias capas y compuesto por 5 a 7 filas de células con una notable capacidad regenerativa. A continuación, se encuentra la membrana de Bowman, un tejido acelular y transparente formado por fibras de colágeno que carece de capacidad regenerativa. El estroma, que constituye aproximadamente el 90% del espesor corneal, está compuesto por láminas de colágeno orientadas de forma regular, con un espacio interlaminar mantenido por proteoglicanos; entre estas láminas se encuentran los queratocitos que son fibroblastos modificados. La membrana de Descemet, una fina lámina colagenasa, elástica y resistente, corresponde a una condensación del estroma. Finalmente, el endotelio corneal es una monocapa de células hexagonales que no tienen capacidad de regenerarse (Marínez López, Remón Martín, & Otín Mallada, 2020).

Figura 1.

a) Corte histológico de la córnea humana para diferenciar las tres primeras capas. b) Corte histológico de la córnea humana para diferenciar las dos capas más internas. (Pérez López, 2022)





Cada una de estas estructuras, representadas en la figura 1, desempeñan una función específica y esencial para la córnea. Un fallo o alteración en cualquiera de ellas puede dar lugar a diversas anomalías estructurales, incluidas alteraciones topográficas y aberrométricas.

Según, Sridhar, la córnea es un tejido ocular transparente y avascular que forma la superficie anterior del ojo, proporcionando aproximadamente dos tercios de su poder refractivo total. Consiste en múltiples capas: el epitelio, que sirve como barrera protectora; el estroma, compuesto principalmente de colágeno y agua, que mantiene la transparencia y la forma; y el endotelio, responsable de regular el contenido de agua en el estroma para preservar la claridad óptica. La curvatura y la integridad estructural de la córnea son fundamentales para enfocar la luz adecuadamente en la retina, permitiendo una visión precisa (Sridhar, 2018).

Que se entiende por queratocono

El queratocono es una de las patologías corneales más relevantes, caracterizada por un adelgazamiento progresivo de la córnea que lleva a una deformación en forma de

cono. Esta alteración estructural da lugar a astigmatismo corneal irregular y oblicuo, junto con un aumento de la miopía, lo que provoca una notable distorsión en la calidad de las imágenes percibidas y una reducción significativa de la agudeza visual (P. Piñero, L. Alio, I. Barraquer, Michael, & Jiménez, 2010).

En este trastorno ectásico, la estructura interna de la córnea sufre importantes modificaciones. En una córnea normal el estroma está organizado en una matriz laminar ortogonal de colágeno; mientras que, en el queratocono se puede distinguir zonas de colágeno con fibras bien definidas, que se alternan con otras áreas en las que las fibras muestran una disposición desorganizada (Song, y otros, Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics, 2019). Estos cambios comprometen la estabilidad biomecánica de la córnea, intensificando la protrusión y las irregularidades ópticas.

Por otro lado, según la fase de progresión del queratocono, se pueden observar diversos cambios en la morfología y estructura de la córnea. Para describir su evolución, se emplea un sistema de clasificación que divide el proceso en cinco etapas distintas, descritas en la tabla 1. Además, esta categorización resultará fundamental para seleccionar el tratamiento óptico más adecuado en cada caso.

Figura 2.

Keratoconus (Singh, Koh, & & Sharma, 2024).

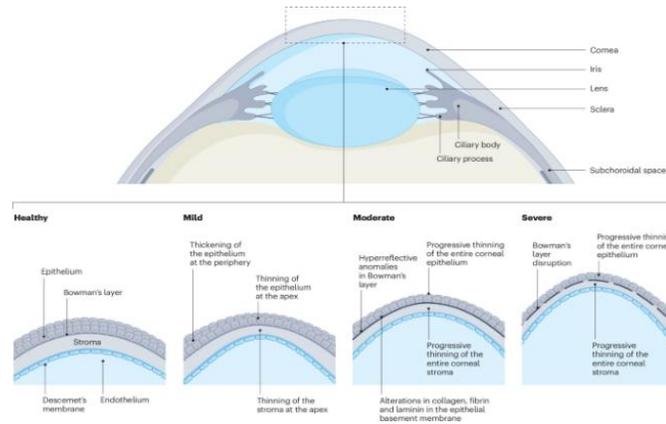


Tabla 1.

Clasificación del grado de queratocono con algunos signos clínicos característicos (McMahon, y otros, 2006).

Grado	Patrón topográfico axial	Cicatriz corneal	Lámpara de hendidura	Potencia en córnea (D)	RMS (D)
0	Normal	Sin cicatriz	Sin signos en LH	$\leq 47,75$	Alto orden: $\leq 0,65$
1	Atípico: patrón irregular, pajarita asimétrica superior, pajarita asimétrica inferior de mayor curvatura.	Sin cicatriz típica de queratocono	Sin signos en exploración con LH	≤ 48	De alto orden: $>1,00, \leq 1,50$
2	Sospechosa: con área aislada de mayor curvatura, patrón de curvamiento inferior o central	Sin cicatriz típica de queratocono	Sin signos en exploración con LH	≤ 49	De alto orden: $>1,50, \leq 3,50$
3 Leve	Típico de queratocono	Sin cicatriz	Signos positivos en LH	≤ 52	Alto orden: $> 1,50, \leq 3,50$
4 Moderado	Típico de queratocono	Cicatriz bien definida: \leq grado 3 en escala CLEK	Signos positivos en LH	>52 ≤ 56	Alto orden: $>3,50, \leq 5,75$
5 Severo	Típico de queratocono	Cicatriz densa/opaca: \geq grado 3,5 en escala CLEK	Signos positivos en LH	>56	Alto orden: $>5,75$

Prevalencia

La incidencia del queratocono varía según factores genéticos o ambientales (P. Piñero, L. Alio, I. Barraquer, Michael, & Jiménez, 2010). Las regiones con alta exposición solar y temperaturas elevadas muestran una mayor prevalencia de queratocono en comparación con los lugares fríos donde la temperatura es más baja. Esto se debe a que la luz ultravioleta induce estrés oxidativo, un factor que las córneas queratocónicas no pueden manejar adecuadamente (Gordon-Shaag, Millodot, Shneor, & Liu, 2015).

Se encontraron opiniones diversas en cuanto al incremento de la prevalencia en pacientes de queratocono con antecedentes familiares y sobre si afecta de manera equitativa a ambos sexos. Aunque el tipo más frecuente de queratocono es el esporádico, numerosos estudios han identificado una proporción significativa de casos con herencia familiar, cuya prevalencia varía entre el 5% y el 27,9% (Bravo Vanegas, 2009).

Además, la prevalencia del queratocono llega a alcanzar entre el 5-15% de los pacientes con síndrome de Down (Alió, y otros, 2015) (Bravo Vanegas, 2009) (Villa Collar & Gonzlaez-Méijome, 2009) (Abu-Amero, Al-Muammar, & Kondkar, 2014).

Se ha identificado que esta ectasia corneal puede estar asociada a diversas enfermedades como trastornos del tejido conectivo, el síndrome de Marfan, el síndrome de Ehler-Danlos y el prolapso de la válvula mitral; que contribuyen a un aumento en la prevalencia del queratocono (Abu-Amero, Al-Muammar, & Kondkar, 2014).

Finalmente, es de importancia tener en cuenta que dicha patología podrá ir asociada

a otras enfermedades oculares como son la blefaritis, uveítis, cataratas subcapsulares, retinosis pigmentaria y desprendimientos de retina.

Signos y síntomas

El queratocono se caracteriza por una progresiva deformación de la córnea, con signos y síntomas que varían en intensidad según el estadio evolutivo de la enfermedad. En fases iniciales, los pacientes pueden ser asintomáticos o experimentar leves alteraciones visuales confundibles con defectos refractivos comunes como miopía o astigmatismo, lo cual retrasa frecuentemente su diagnóstico (Niazi, y otros, 2024).

A medida que la patología progresa, uno de los signos más relevantes es la pérdida gradual de agudeza visual que no mejora significativamente con el uso de gafas convencionales. Esto se debe a la irregularidad corneal inducida por el astigmatismo irregular y el adelgazamiento estromal, lo que genera imágenes distorsionadas, visión borrosa y halos, especialmente bajo condiciones de baja iluminación.

La fotofobia, o sensibilidad aumentada a la luz, es otro síntoma común, así como la diplopía monocular, atribuida a aberraciones ópticas generadas por la deformación corneal (Mazouchi, Hassanpour, Esfandiari, & Sadoughi, 2024) (Fuller & Wang, 2020). También pueden presentarse fatiga ocular, molestias inespecíficas y dificultad para enfocar objetos a distintas distancias.

Desde un punto de vista clínico, algunos signos observables incluyen:

- **Signo de Munson:** protuberancia del párpado inferior al mirar hacia abajo,

- característico de estadios avanzados (Niazi, y otros, 2024).
- **Anillos de Fleischer:** depósitos de hierro en la periferia corneal, visibles con luz cobalto (Lim & Ling Lim, 2020).
 - **Estrías de Vogt:** líneas finas verticales en el estroma, que desaparecen con una ligera presión sobre el globo ocular (Alió, y otros, 2015).
 - **Adelgazamiento corneal:** más evidente en la zona inferior o central, evaluable mediante topografía corneal (Song, y otros, Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics, 2019).
 - **Cicatrices corneales:** en fases avanzadas pueden observarse opacidades estromales, que agravan la pérdida visual (Zhang, y otros, 2024).

La progresión del queratocono puede ser rápida o lenta, con una gran variabilidad interindividual. No todos los signos clínicos están presentes en todos los pacientes, lo cual refuerza la necesidad de un diagnóstico precoz y un seguimiento sistemático para evitar complicaciones severas y seleccionar el tratamiento más adecuado según el grado de avance (Chowdhury, Doré, Bunce, & Larkin, 2020).

El uso de tecnologías avanzadas como la topografía y tomografía corneal, la paquimetría o la aberrometría permite detectar cambios morfológicos incluso en etapas subclínicas, favoreciendo así intervenciones tempranas (Zadnik, Money, & Lindsley, 2019).

Diagnóstico

El diagnóstico del queratocono ha experimentado avances significativos en las

últimas décadas gracias al desarrollo de tecnologías de imagen de alta resolución y herramientas de análisis corneal cada vez más precisas. La identificación temprana y precisa de esta patología resulta fundamental para aplicar intervenciones oportunas y evitar el deterioro progresivo de la función visual (Niazi, y otros, 2024).

En las fases iniciales, el queratocono puede ser difícil de detectar debido a su presentación clínica solapada con errores refractivos comunes como el astigmatismo o la miopía. En este contexto, el examen oftalmológico completo debe incluir una serie de pruebas específicas que permitan identificar tanto las manifestaciones clínicas como los cambios morfológicos corneales característicos (Lim & Ling Lim, 2020).

La topografía corneal constituye una de las herramientas más sensibles para la detección de queratocono, ya que permite mapear la curvatura de la córnea y detectar irregularidades sutiles. Esta técnica ha demostrado una alta capacidad para identificar casos subclínicos, también denominados "forme fruste", que aún no presentan sintomatología evidente (Song, y otros, Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics, 2019). Por su parte, la tomografía corneal, basada en tecnología Scheimpflug, no solo evalúa la curvatura anterior, sino también la posterior y el grosor corneal, lo cual es fundamental para detectar queratocono incipiente o frustros.

La aberrometría corneal permite cuantificar las aberraciones ópticas inducidas por la irregularidad corneal, lo que resulta útil para distinguir queratocono de otros trastornos refractivos (Zadnik, Money, & Lindsley, 2019). Asimismo, la paquimetría corneal

evalúa el espesor corneal en distintas zonas, siendo típico del queratocono un adelgazamiento central o inferotemporal progresivo (Song, y otros, Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics, 2019).

La biomicroscopia con lámpara de hendidura sigue siendo un método fundamental para la evaluación clínica del queratocono, especialmente en estadios avanzados. Entre los signos característicos se incluyen los anillos de Fleischer, estrías de Vogt, adelgazamiento corneal y cicatrices estromales (Niazi, y otros, 2024). El diagnóstico también debe considerar un adecuado diagnóstico diferencial, descartando otras ectasias corneales como la degeneración marginal pelúcida, el queratoglobo o las ectasias postquirúrgicas. En muchos casos, estas condiciones comparten signos clínicos y topográficos, por lo que se requiere una evaluación detallada mediante tomografía y paquimetría para establecer el diagnóstico correcto (Zadnik, Money, & Lindsley, 2019).

En población pediátrica, el diagnóstico precoz es aún más crucial, dado que el queratocono en niños suele tener una progresión más rápida y agresiva. Estudios recientes subrayan la importancia de implementar programas de cribado visual en escolares y adolescentes, especialmente en aquellos con antecedentes familiares o enfermedades asociadas como el síndrome de Down, atopía o frotamiento ocular crónico (Abu-Amero, Al-Muammar, & Kondkar, 2014).

MÉTODO

Estrategia de búsqueda

- ESPAÑOL. lentes de contacto AND queratocono AND seguridad OR tratamiento óptico
- INGLÉS. Contact lenses AND keratoconus AND safety OR optical treatment

Criterios de inclusión

- Años de publicación 2015-2025
- Se incluyen ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos controlado aleatorio.
- Se incluyen artículos en inglés.

Criterios de exclusión

- Se excluyen fuentes terciarias como blogs y artículos que no sean científicos.
- Se excluyen artículos en español.
- Se excluyen artículos fuera del rango de año de publicación.

Procedimiento

Tabla 2.

Estrategia de búsqueda

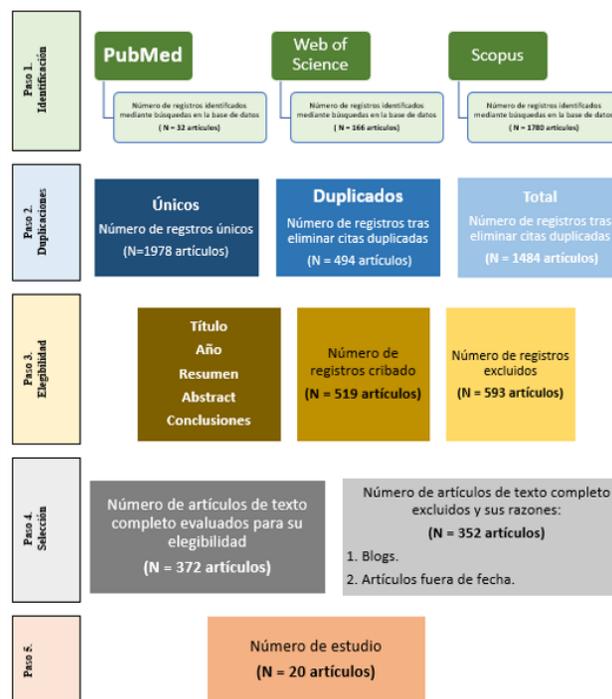
Base de datos	Descriptor clave	Nº de artículos	Filtros	Resultado
PubMed	contact lenses AND keratoconus AND safety	32	Año Free full tex	10
Web of Science	contact lenses AND keratoconus AND safety	166	Año Free full tex	5
Scopus	contact lenses AND keratoconus AND safety	1.780	Año Free full tex	5
Total				20

Fuente: Elaboración propia (2025).

Diagrama de flujo

Figura 1.

Diagrama de flujo de selección de resultados



RESULTADOS

La Tabla 3 presenta el resumen de los artículos identificados y finalmente seleccionados tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión definidos en la metodología del estudio.

Tabla 3.

Artículos encontrados y seleccionados aplicando los criterios de inclusión y exclusión

Nº	Título	Autor	Año	Resumen
01	“Current perspectives in the management of keratoconus with contact lenses”	“L. Lim y E. W. Ling Lim”	2020	Revisión sistemática de 104 estudios sobre el uso de lentes de contacto en pacientes con queratocono, evaluando tipos, características, eficacia, complicaciones, técnicas de adaptación y satisfacción, con énfasis en avances tecnológicos y resultados según el grado de afectación.
02	“Safety and Efficacy of Scleral Lenses for Keratoconus”	“D. Fuller y Y. Wang,”	2020	Análisis retrospectivo de 157 ojos con queratocono adaptados con lentes esclerales, sin cirugía previa. Se evaluó agudeza visual, seguridad y efectos adversos, confirmando eficacia en rehabilitación visual pese a incidencias relacionadas con el uso prolongado.
03	“Keratoconus: exploring fundamentals and future perspectives - a comprehensive systematic review”	“S. Niazi, Z. Gatzioufas, F. Doroodgar, O. Findl, A. Baradaran-Rafii, J. Liechty y M. Moshirfar”	2024	Revisión sistemática narrativa sobre inteligencia artificial en el tratamiento del queratocono, destacando su eficacia en diagnóstico precoz, predicción quirúrgica y optimización terapéutica mediante modelos de aprendizaje automático aplicados a diversas poblaciones clínicas.
04	“Intrastromal corneal ring segments for treating keratoconus”	“K. Zadnik, S. Money y K. Lindsley”	2019	“Evaluar la efectividad y seguridad de los segmentos de anillos corneales intracorneales como tratamiento para el queratocono, especialmente en casos donde los lentes de contacto o gafas ya no ofrecen una corrección visual adecuada”
05	“Visual rehabilitation using rigid gas permeable contact	“J. Zhang, X. Lin, Z. Li, X. Zhong, W.	2024	Estudio observacional comparó lentes RGP tras queratoplastia FL-MILK en queratocono avanzado. Resultados mostraron mejora en grosor y curvatura

	lenses after femtosecond laser-assisted minimally invasive lamellar keratoplasty in patients with keratoconus”	Shi, X. Du y H. Gao”		corneal, buena visión corregida, confort estable y ausencia de eventos adversos significativos.
06	“Corneal cross-linking versus standard care in children with keratoconus - a randomised, multicentre, observer-masked trial of efficacy and safety (KERALINK): a statistical analysis plan”	“K. Chowdhury, C. Doré, C. Bunce y D. Larkin”	2020	Ensayo clínico aleatorizado multicéntrico evaluó la eficacia del cross-linking corneal (CXL) frente al tratamiento estándar en pacientes de 10 a 16 años con queratocono progresivo, midiendo progresión, agudeza visual y seguridad durante 18 meses.
07	“Contact lens assisted corneal cross linking in thin ectatic corneas - A review”	“S. Srivatsa, S. Jacob y A. Agarwal”	2020	Estudio experimental evaluó la técnica de cross-linking corneal asistido por lentes de contacto (CACXL) en córneas delgadas con queratocono, mostrando eficacia, seguridad y rehabilitación visual temprana, aunque se requieren más estudios para confirmar resultados en humanos.
08	“Long-Term Effectiveness of Scleral Lens Treatment in the Management of Keratoconus: A Systematic Review”	“A. Mushtaq y I. Alvi”	2025	Revisión sistemática de cinco estudios con 463 ojos con queratocono mostró que las lentes esclerales mejoran la agudeza visual y calidad de vida, con pocas complicaciones; sin embargo, se requieren más ensayos aleatorizados a largo plazo.
09	“Late-Onset Haze and Severe Corneal Flattening after Combined Corneal Collagen Cross-Linking and Photorefractive	“M. Mazouchi, K. Hassanpour, H. Esfandiari y M.-M. Sadoughi”	2024	Caso clínico de un paciente con queratocono que presentó opacidad y aplanamiento corneal significativo cuatro años tras cirugía combinada de cross-linking y PRK, evidenciando riesgos y la necesidad de más estudios a largo plazo.

	Keratotomy (CXL Plus): A Case Report”			
10	“Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics”	“P. Song, K. Yang, P. Li, Y. Liu, D. Liang, S. Ren y Q. Zeng”	2019	Estudio retrospectivo que compara la pachimetría central y cambios morfológicos en 33 ojos con queratocono subclínico y biomecánica normal frente a 70 ojos normales, revelando parámetros topográficos y tomográficos (como BAD-D) que facilitan la detección temprana del queratocono en etapas subclínicas.
11	“Keratoconus: imaging modalities and management”	“Noor Alqudah”	2024	Revisión narrativa que sintetiza los avances recientes en diagnóstico y tratamiento del queratocono, con énfasis en métodos de detección temprana mediante topografía, tomografía y OCT, así como en nuevas opciones terapéuticas mínimamente invasivas, como el crosslinking corneal y terapias emergentes.
12	“Corneal collagen cross-linking in patients with keratoconus from the Dresden protocol to customized solutions: theoretical basis”	“Ciro Caruso, Luca D'Andrea, Mario Troisi, Michele Rinaldi, Raffaele Piscopo, Salvatore Troisi, Ciro Costagliola”	2024	Revisión teórica que analiza los métodos de crosslinking corneal (CXL) para el tratamiento del queratocono, integrando fundamentos físicos y matemáticos, como la ley de Lambert-Beer y la ley de Bunsen-Roscoe, que explican la interacción de la luz UV y la riboflavina en la córnea.
13	“Impacts of keratoconus on quality of life: a qualitative study”	“Leo Fan, Himal Kandel, Stephanie L Watson”	2024	El estudio exploró, mediante entrevistas cualitativas a 33 pacientes con queratocono, los dominios afectados en su calidad de vida, identificando impacto emocional, social y funcional significativo en áreas como trabajo, relaciones y bienestar general.
14	“Prevalence of keratoconus and keratoconus suspect, and their	“Hiroyuki Namba, Naoyuki Maeda, Hiroshi	2025	El estudio transversal en 822 adultos japoneses evaluó la prevalencia del queratocono (0,85%) y sospecha (1,46%), utilizando tomografía corneal y análisis

	characteristics on corneal tomography in a population-based study”	Utsunomiya, Yutaka Kaneko, Kenichi Ishizawa, Yoshiyuki Ueno, Koichi Nishitsuka”		clínicos para desarrollar modelos diagnósticos precisos con y sin tomografía.
15	“Corneal Cross-Linking for Pediatric Keratoconus”	“Bogumiła Wójcik-Niklewska, Erita Filipek, Paweł Janik”	2024	El estudio evaluó 111 ojos de 74 niños tratados con cross-linking corneal (CXL) para frenar el queratocono. Los parámetros medidos antes y después mostraron estabilización de la enfermedad, con disminución significativa en paquimetría, pero sin mejora visual significativa.
16	“Contact Lenses for Keratoconus-Current Practice”	“Marilita M. Moschos, Eirini Nitoda, Panagiotis Georgoudis, Miltos Balidis, Eleftherios Karageorgiadis, Nikos Kozeis”	2017	Los principales tipos de lentes de contacto para queratocono incluyen permeables al gas, blandas, híbridas, esclerales y piggyback. Las permeables al gas ofrecen buena agudeza visual, pero pueden afectar células corneales; las esclerales mejoran aberraciones ópticas; las híbridas y piggyback son útiles ante intolerancia a otras lentes.
17	“Pediatric keratoconus”	“Yogita Gupta, Chandradevi Shanmugam, Priyadarshini K, Sohini Mandal, Radhika Tandon, Namrata Sharma”	2025	El queratocono pediátrico se caracteriza por una progresión más rápida que en adultos, causando un impacto visual significativo. El diagnóstico precoz es esencial para intervenir oportunamente y mejorar el pronóstico.
18	“Corneal Cross-Linking for Pediatric Keratoconus”	“Bogumiła Wójcik-Niklewska, Erita Filipek, Paweł Janik”	2024	El cross-linking corneal con riboflavina y luz ultravioleta detiene la progresión del queratocono en niños, mostrando disminución significativa de la paquimetría. Aunque mejora agudeza visual y astigmatismo leve, el seguimiento prolongado es fundamental tras el tratamiento.

19	“Pediatric keratoconus in a tertiary eye hospital in Eastern province, Saudi Arabia: Patient characteristics and management outcomes”	“Asma Alhazmi, Abdulaziz Alsomali, Saad Algarni, Arwa Althumairi”	2024	Se analizó el queratocono pediátrico en un hospital terciario saudí mediante un estudio retrospectivo de 218 ojos en 109 pacientes. Predominó el decremento visual y estadios iniciales. El tratamiento con crosslinking y queratoplastia mejoró significativamente la visión y la topografía corneal.
20	“Evaluation of parameters for early detection of pediatric keratoconus”	“Sharon H Zhao, Carla Berkowitz, Hantamalala Ralay Ranaivo, Kelly Laurenti, Brenda L Bohnsack, Surendra Basti, Jennifer L Rossen”	2024	Se correlacionaron factores clínicos con índices anormales en imagenología Scheimpflug en 78 niños de 3 a 18 años evaluados con Pentacam. El 70 % presentó al menos un índice alterado, relacionándose edad avanzada, astigmatismo oblicuo, peor agudeza visual y signos corneales con resultados anormales.

Fuente: Elaboración propia (2025).

DISCUSIÓN

- “Current perspectives in the management of keratoconus with contact lenses” (Lim & Ling Lim, 2020)

Los autores realizan una revisión sistemática exhaustiva de 104 estudios sobre el uso de lentes de contacto en pacientes con queratocono. Su objetivo es evaluar la seguridad, eficacia, técnicas de adaptación, complicaciones y satisfacción de los usuarios. Los resultados indican que las lentes permeables a gases (RGP) ofrecen una mejor visión que las gafas tradicionales, aunque lentes blandos especializados mejoran la comodidad sin afectar la agudeza visual corregida. También destacan las lentes esclerales e híbridas como una buena alternativa para pacientes intolerantes a

RGP, proporcionando buena visión y confort. La conclusión principal es que los avances en materiales y tecnologías de imagen como Scheimpflug y AS-OCT optimizan la adaptación y reducen tiempos de prueba, consolidando a las lentes de contacto como pieza fundamental en la rehabilitación visual de queratocono.

- “Safety and Efficacy of Scleral Lenses for Keratoconus” (Fuller & Wang, 2020)

Presentan un estudio retrospectivo con 157 ojos de 86 pacientes para analizar la seguridad y eficacia a largo plazo de lentes esclerales en queratocono. Los resultados muestran una mejora significativa en la agudeza visual corregida (logMAR mejoró de 0.50 con gafas a 0.08 con lentes esclerales). Aunque el 9.6% de los ojos presentaron efectos adversos fisiológicos, el

55.4% tuvo eventos relacionados con las lentes, principalmente por manipulación y acumulación de depósitos. El estudio concluye que las lentes esclerales son una opción segura y efectiva para la rehabilitación visual en queratocono, aunque se requiere una cuidadosa gestión para minimizar complicaciones relacionadas con el uso prolongado.

- “Keratoconus: exploring fundamentals and future perspectives - a comprehensive systematic review” de (Niazi, y otros, 2024)

Realiza una revisión sistemática multidimensional sobre el uso de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático en el diagnóstico y manejo del queratocono. Analizando múltiples bases de datos sin restricciones, los autores destacan que la IA facilita la detección precoz subclínica, la predicción de ectasia posoperatoria y la optimización de tratamientos como la implantación de segmentos intracorneales. La revisión subraya el potencial de la IA para ofrecer enfoques menos invasivos y mayor precisión en la toma de decisiones clínicas. Concluyen que la implementación clínica de estas tecnologías representa un avance crucial para mejorar la rehabilitación visual y la personalización del tratamiento en pacientes con queratocono.

- “Intrastromal corneal ring segments for treating keratoconus” (Zadnik, Money, & Lindsley, 2019)

Los autores evalúan la efectividad y seguridad de los segmentos de anillos intracorneales para pacientes con queratocono que no responden bien a lentes o gafas. Mediante una revisión sistemática basada en ensayos controlados aleatorizados

(RCTs), no se encontraron estudios clínicos aleatorizados que compararan directamente esta técnica con tratamientos convencionales, lo que limita la posibilidad de evaluar conclusiones definitivas. Los autores resaltan la necesidad de realizar más investigaciones rigurosas para establecer la eficacia y seguridad de estos segmentos, debido a la ausencia de evidencia científica robusta hasta la fecha. Por tanto, aunque el tratamiento es prometedor, su recomendación clínica actual es cautelosa.

- “Visual rehabilitation using rigid gas permeable contact lenses after femtosecond laser-assisted minimally invasive lamellar keratoplasty in patients with keratoconus” (Zhang, y otros, 2024)

Este estudio evaluó la eficacia y seguridad del uso de lentes de contacto rígidas permeables a gases (RGP-CLs) tras una queratoplastia lamelar mínimamente invasiva asistida por láser femtosegundo (FL-MILK) en pacientes con queratocono avanzado. Mediante un diseño observacional con grupo experimental y control, se midieron variables clínicas como la curvatura corneal, grosor, visión corregida, y confort antes y después del uso de estas lentes post cirugía. Participaron 25 pacientes tratados y 22 controles. Los resultados mostraron que la cirugía mejoró el grosor y la forma de la córnea, manteniendo la agudeza visual y el confort con lentes RGP-CLs, sin eventos adversos significativos. Se concluye que FL-MILK combinado con lentes RGP-CLs ofrece una rehabilitación visual segura y eficaz para queratocono avanzado.

- “Corneal cross-linking versus standard care in children with keratoconus - a randomised, multicentre, observer-

masked trial of efficacy and safety (KERALINK): a statistical analysis plan” (Chowdhury, Doré, Bunce, & Larkin, 2020)

El objetivo de este ensayo clínico aleatorizado y multicéntrico fue evaluar la eficacia y seguridad del cross-linking corneal (CXL) comparado con el tratamiento estándar en niños de 10 a 16 años con queratocono progresivo. El estudio con enmascaramiento del observador analizó la progresión de la enfermedad mediante medidas como la curvatura corneal (K2), agudeza visual y grosor corneal, con seguimiento a 18 meses. El plan estadístico pretende determinar si el CXL reduce la progresión del queratocono mejor que el tratamiento convencional (gafas o lentes de contacto). Aunque los resultados finales no se presentan en este artículo, la metodología robusta garantiza una evaluación fiable para guiar el manejo clínico pediátrico del queratocono.

- “Contact lens assisted corneal cross linking in thin ectatic corneas - A review” (Srivatsa, Jacob, & Agarwal, 2020)

Este estudio revisó la técnica de cross-linking corneal asistido por lentes de contacto (CACXL) para tratar córneas delgadas en queratocono, que tradicionalmente representan un desafío para el tratamiento estándar. La técnica consiste en usar lentes de contacto suaves impregnadas con riboflavina para aumentar el grosor funcional de la córnea durante la exposición UV-A, mejorando la seguridad. La revisión mostró que CACXL es simple, accesible y proporciona rehabilitación visual temprana con buenos resultados y una tasa aceptable de progresión, con pocos re-tratamientos. Se resalta la necesidad de más

estudios en modelos animales y humanos para confirmar su eficacia a largo plazo.

- “Long-Term Effectiveness of Scleral Lens Treatment in the Management of Keratoconus: A Systematic Review” (Mushtaq & Alvi, 2025)

Este artículo presenta una revisión sistemática enfocada en la efectividad a largo plazo de las lentes esclerales para queratocono, analizando mejoras en agudeza visual, satisfacción del paciente y seguridad. Se evaluaron 463 ojos en cinco estudios con seguimiento mínimo de tres meses, observando que las lentes esclerales mejoraron significativamente la agudeza visual corregida (de logMAR 0.50-0.53 a 0.08-0.09) y la calidad de vida relacionada con la visión. Aunque las complicaciones fueron raras, se mencionan dificultades en manejo y empañamiento. Los autores concluyen que, a pesar de resultados positivos, es necesaria evidencia adicional mediante ensayos aleatorizados con seguimiento prolongado para fortalecer las recomendaciones clínicas.

- “Late-Onset Haze and Severe Corneal Flattening after Combined Corneal Collagen Cross-Linking and Photorefractive Keratectomy (CXL Plus): A Case Report” (Mazouchi, Hassanpour, Esfandiari, & Sadoughi, 2024).

Este reporte clínico describe un caso de un paciente de 24 años con queratocono que desarrolló opacidad corneal tardía y aplanamiento severo cuatro años después de una cirugía combinada de cross-linking corneal (CXL) y queratectomía fotorrefractiva (PRK). A través de un seguimiento observacional, se evidenció una disminución significativa de la agudeza

visual debido a estas complicaciones. Este caso resalta posibles riesgos tardíos asociados con la combinación de estos procedimientos y subraya la necesidad de vigilancia prolongada y evaluación cuidadosa de riesgos-beneficios en tratamientos combinados para queratocono.

- "Scleral lens after intracorneal ring segments in patients with keratoconus" (Hussain, 2017)

Este estudio evaluó el efecto terapéutico del uso de lentes esclerales en pacientes con queratocono severo que previamente se habían sometido a la implantación de segmentos intracorneales (ICRS), pero que continuaban presentando mala agudeza visual. Se incluyó una cohorte de 30 pacientes con queratocono avanzado tratados con lentes esclerales tras ICRS fallidos o insuficientes. Los parámetros evaluados incluyeron agudeza visual corregida, comodidad, calidad de vida y parámetros topográficos de la córnea antes y después del uso de la lente. Los resultados mostraron una mejora significativa en la agudeza visual y una alta satisfacción del paciente debido a la comodidad y estabilidad visual que proporcionan las lentes esclerales. Además, no se reportaron complicaciones graves asociadas. Los autores concluyen que las lentes esclerales son una opción terapéutica eficaz y segura para mejorar la visión en pacientes con queratocono avanzado tras implante de ICRS, pudiendo evitar o retrasar la necesidad de queratoplastia.

- "Keratoconus: imaging modalities and management" (N., 2024)

En este artículo, Alqudah revisa los avances recientes en el diagnóstico y tratamiento del queratocono, con un enfoque especial en métodos de detección temprana y terapias

innovadoras. Se destacan las tecnologías de imagen, como la topografía, tomografía y OCT, que han mejorado significativamente la identificación precoz de la enfermedad. En cuanto al tratamiento, se profundiza en el crosslinking corneal y otras opciones mínimamente invasivas que ralentizan la progresión del queratocono y mejoran la visión. El estudio, basado en una revisión narrativa de literatura científica, subraya la importancia de integrar estas herramientas para optimizar el manejo clínico. Sin embargo, también enfatiza que aún se requiere mayor investigación para validar nuevas terapias emergentes y el uso de inteligencia artificial, con el fin de perfeccionar el abordaje y personalizar la atención de pacientes con queratocono.

- "Corneal collagen cross-linking in patients with keratoconus from the Dresden protocol to customized solutions: theoretical basis" (Caruso, 2024)

Caruso y colaboradores (2024) presentan una revisión teórica sobre el tratamiento de crosslinking corneal para queratocono, explorando desde el protocolo estándar de Dresde hasta las soluciones personalizadas actuales. El artículo analiza los fundamentos físicos subyacentes, como la ley de Lambert-Beer y la ley de Bunsen-Roscoe, que explican la interacción de la luz ultravioleta y la riboflavina con el tejido corneal. Se comparan distintos protocolos clínicos, destacando mejoras en la rapidez y personalización del procedimiento, así como sus ventajas y limitaciones. La revisión enfatiza la relevancia de adaptar el tratamiento a las características individuales del paciente para aumentar su eficacia y seguridad. No obstante, los autores señalan que la falta de estandarización representa un

desafío clínico, y que los modelos teóricos pueden ayudar a optimizar futuras aplicaciones del crosslinking corneal en la práctica oftalmológica.

- "Impacts of keratoconus on quality of life: a qualitative study" (Fan, 2024)

Fan, Kandel y Watson examinan el impacto del queratocono en la calidad de vida a través de un estudio cualitativo basado en entrevistas en profundidad con 33 pacientes. Los autores identificaron siete dominios afectados: conducción, carrera, síntomas físicos, disfrute personal, relaciones sociales, finanzas y acceso a atención médica. La mayoría de las experiencias relatadas reflejan un impacto negativo considerable, generando emociones como ansiedad, frustración y aislamiento social. El estudio aporta una comprensión profunda de las dificultades emocionales y funcionales que enfrentan las personas con queratocono, incluso con tratamiento disponible. Los resultados resaltan la necesidad urgente de terapias que no solo estabilicen la enfermedad, sino que también mejoren el bienestar integral, subrayando el valor de enfoques multidimensionales en el manejo clínico para atender tanto los aspectos físicos como psicológicos de esta condición crónica.

- "Prevalence of keratoconus and keratoconus suspect, and their characteristics on corneal tomography in a population-based study" (Namba, 2025)

Namba y colaboradores realizaron un estudio poblacional transversal para determinar la prevalencia y características tomográficas del queratocono y la sospecha de queratocono en 822 adultos japoneses mayores de 35 años. Utilizando tomografía corneal con OCT de segmento anterior, el

equipo diagnosticó queratocono en un 0,85% y sospecha en un 1,46% de los participantes. Se desarrollaron modelos diagnósticos multivariantes que demostraron alta precisión cuando incluyeron tomografía, aunque también identificaron parámetros interoculares útiles en ausencia de esta tecnología. Los hallazgos sugieren una baja prevalencia en adultos y subrayan la utilidad clínica de la tomografía para mejorar la detección y clasificación. Este trabajo aporta evidencias relevantes para optimizar estrategias diagnósticas en salud ocular, especialmente en poblaciones adultas, y refuerza la importancia del cribado para el manejo temprano del queratocono.

- "Corneal Cross-Linking for Pediatric Keratoconus" (Wójcik-Niklewska, 2024)

Wójcik-Niklewska y demás investigadores evalúan la eficacia del crosslinking corneal en 74 niños con queratocono, analizando parámetros como agudeza visual, presión intraocular, queratometría y paquimetría antes y después del tratamiento. El estudio clínico sin grupo control concluye que el crosslinking estabiliza la progresión del queratocono pediátrico, con disminución significativa en el grosor corneal, aunque sin mejoras visuales estadísticamente significativas a corto plazo. La investigación destaca la importancia de un seguimiento oftalmológico detallado y prolongado para monitorizar los resultados y prevenir complicaciones. Los autores recomiendan la intervención temprana en pacientes menores de 18 años, subrayando que el crosslinking es una herramienta clave para frenar el avance de la enfermedad en niños, contribuyendo a preservar la visión y mejorar el pronóstico a largo plazo en esta población vulnerable.

- Comparación de los artículos

La literatura analizada revela un creciente consenso sobre la importancia de los lentes de contacto especializados (RGP, esclerales e híbridos) como parte integral en la rehabilitación visual de pacientes con queratocono. Artículos como los de (Lim & Ling Lim, 2020) y (Fuller & Wang, 2020) coinciden en que estos dispositivos ópticos representan una herramienta eficaz y segura, especialmente en fases avanzadas o tras intervenciones quirúrgicas. Mientras que Lim y Lim destacan una visión más general sobre las diferentes tipologías de lentes, Fuller y Wang profundizan en el rendimiento visual específico de las lentes esclerales, destacando su eficacia con mínimas complicaciones fisiológicas, aunque sí presentan eventos asociados a la manipulación.

Del mismo modo, el estudio sistemático de (Mushtaq & Alvi, 2025) orrobora la efectividad a largo plazo de las lentes esclerales, mostrando una mejora constante en la agudeza visual corregida y la calidad de vida, reforzando lo observado por Fuller y Wang. Este punto es ampliado en el artículo (Zhang, y otros, 2024), que analiza el uso de lentes RGP tras queratoplastia, confirmando su viabilidad y confort, incluso en escenarios posquirúrgicos.

En cuanto a la cirugía como alternativa terapéutica, el trabajo de (Zadnik, Money, & Lindsley, 2019) sobre anillos intracorneales evidencia la necesidad de más ensayos controlados aleatorizados, en contraste con estudios como el de (Mazouchi, Hassanpour, Esfandiari, & Sadoughi, 2024) que documentan efectos secundarios postoperatorios importantes tras la combinación de CXL y PRK. Este último

advierte sobre posibles riesgos del tratamiento combinado en pacientes con queratocono sospechoso, abogando por prudencia y seguimiento prolongado, lo que contrasta con estudios como (Srivatsa, Jacob, & Agarwal, 2020) que apoyan el uso de técnicas adaptadas de cross-linking como el CACXL en casos de córneas delgadas, con resultados clínicos aceptables y bajo riesgo de retratamiento.

En relación con el uso de inteligencia artificial (IA) y nuevas tecnologías para diagnóstico precoz, (Niazi, y otros, 2024) destacan el potencial de algoritmos de aprendizaje automático para predecir resultados clínicos y optimizar la planificación terapéutica, enfoque que se complementa con el trabajo de (Song, y otros, Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics, 2019) entrado en parámetros morfológicos como DTCP y BAD-D para la identificación temprana del queratocono subclínico. Ambos estudios refuerzan la relevancia de mejorar las técnicas de cribado, compartiendo un interés en herramientas no invasivas que ayuden a anticipar el progreso de la enfermedad.

En la misma línea, Alqudah (N., 2024) aporta una visión global de los avances en imagenología y tratamientos poco invasivos, alineándose con Niazi (Niazi, y otros, 2024) al resaltar la utilidad de tecnologías como la topografía corneal y la OCT para el diagnóstico temprano.

Finalmente, estudios clínicos como KERALINK (Chowdhury, Doré, Bunce, & Larkin, 2020) establecen comparativas formales entre tratamientos tradicionales y técnicas modernas como el cross-linking corneal en población pediátrica. Aunque sus

resultados aún están en fase de análisis, marcan una línea de investigación prometedora para identificar el tratamiento más eficaz en etapas tempranas del queratocono.

CONCLUSIÓN

El queratocono representa una patología ocular progresiva de significativa relevancia clínica debido a su impacto sobre la calidad visual y, por ende, en la calidad de vida de los pacientes. A lo largo de este trabajo se ha realizado un análisis exhaustivo de los aspectos fundamentales de esta enfermedad, con el propósito de contribuir al conocimiento actualizado sobre su manejo óptico, especialmente en lo referente al uso de lentes de contacto como opción terapéutica.

En relación con el primer objetivo, se ha descrito la fisiopatología del queratocono, caracterizada por el adelgazamiento y deformación progresiva de la córnea, lo cual genera una alteración significativa en la visión. Asimismo, se han revisado los principales síntomas clínicos y se han detallado las alternativas ópticas disponibles, incluyendo gafas, lentes esclerales, lentes rígidas permeables al gas (RGP), híbridas y blandas especiales, que permiten una compensación visual eficaz según la progresión de la enfermedad.

Respecto al segundo objetivo, se ha llevado a cabo una revisión de la literatura científica que permite concluir que no existe un tratamiento único para todos los pacientes, sino que la elección de las lentes de contacto más adecuadas depende directamente del grado de avance del queratocono. En etapas iniciales, las lentes blandas especializadas pueden ser efectivas, mientras que, en fases

moderadas a avanzadas, las lentes RGP o esclerales ofrecen mejor adaptación y calidad visual, además de una mayor estabilidad corneal.

Finalmente, en relación con el tercer objetivo, se ha evidenciado que las lentes de contacto constituyen una opción segura y eficaz en el tratamiento del queratocono cuando son seleccionadas y adaptadas de forma individualizada. La evidencia científica respalda su uso como herramienta no invasiva que mejora significativamente la agudeza visual y el confort del paciente, siempre que se realice un seguimiento adecuado y se fomente la adherencia a las recomendaciones clínicas.

En conclusión, el manejo del queratocono mediante lentes de contacto requiere una evaluación integral y personalizada del paciente. El conocimiento profundo de la patología, junto con una selección basada en la evidencia, resulta clave para garantizar un tratamiento óptico eficaz, seguro y ajustado a las necesidades de cada individuo. Este enfoque favorece no solo la mejora visual, sino también una mayor calidad de vida, destacando el papel fundamental de los profesionales de la salud visual en el abordaje multidisciplinar de esta enfermedad.

REFERENCIAS

- Abu-Amero, K. K., Al-Muammar, A. M., & Kondkar, A. A. (2014). Genetics of keratoconus: where do we stand? *Journal of ophthalmology*.
- Alió, J. L., Vega, A., Peña, P., Durán, M. L., Sanz, P., & Maldonado, M. J. (2015). *Guía de actuación en el queratocono*. Navarra: Eunsa.
- Alqudah N. (2024). Keratoconus: imaging modalities and management. *Medical hypothesis, discovery & innovation ophthalmology journal*, 13(1), 44–54. <https://doi.org/10.51329/mehdiophthal1493>
- Bravo Vanegas, S. M. (2009). Una revisión del queratocono. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 7(1), 95-106.
- Caruso, C., D'Andrea, L., Troisi, M., Rinaldi, M., Piscopo, R., Troisi, S., & Costagliola, C. (2024). Corneal collagen cross-linking in patients with keratoconus from the Dresden protocol to customized solutions: theoretical basis. *International journal of ophthalmology*, 17(5), 951–962. <https://doi.org/10.18240/ijo.2024.05.21>
- Chowdhury, K., Doré, C., Bunce, C., & Larkin, D. (2020). Corneal cross-linking versus standard care in children with keratoconus - a randomised, multicentre, observer-masked trial of efficacy and safety (Keralink): a statistical analysis plan. *Trials*, 12(2), doi: 10.1186/s13063-020-04392-1.
- Fan, L., Kandel, H., & Watson, S. L. (2024). Impacts of keratoconus on quality of life: a qualitative study. *Eye (London, England)*, 38(16), 3136–3144. <https://doi.org/10.1038/s41433-024-03251-6>
- Fuller, D., & Wang, Y. (2020). Safety and Efficacy of Scleral Lenses for Keratoconus. *Optometry and Vision Science*, 97(9), 741-748. doi: 10.1097/OPX.0000000000001578.
- Gordon-Shaag, A., Millodot, M., Shneor, E., & Liu, Y. (2015). The genetic and environmental factors for keratoconus. *BioMed research international*.
- Hussain, M., Iqbal, A., & Khan, M. (2017). Scleral lens after intracorneal ring segments in patients with keratoconus. *Contact Lens and Anterior Eye*, 40(6), 402–407. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2017.09.004>
- Lim, L., & Ling Lim, E. W. (2020). Current perspectives in the management of keratoconus with contact lenses. *Eye (Lond)*, 34(12), 2175-2196. doi: 10.1038/s41433-020-1065-z.
- Marínez López, C., Remón Martín, L., & Otín Mallada, S. Z. (2020). Actualización de la intervención optométrica en el queratocono. Zaragoza: CIEN.
- Mazouchi, M., Hassanpour, K., Esfandiari, H., & Sadoughi, M.-M. (2024). Late-Onset Haze and Severe Corneal Flattening after Combined Corneal Collagen Cross-Linking and

- Photorefractive Keratectomy (CXL Plus): A Case Report. *Case Rep Ophthalmol*, 15(1), 56-62. doi: 10.1159/000535987.
- McMahon, T. T., Szczołka-Flynn, L., Barr, J. T., Anderson, R. J., Slaughter, M. E., Lass, J. H., . . . Group, C. S. (2006). A new method for grading the severity of keratoconus: the Keratoconus Severity Score (KSS). *Cornea*, 7(25), 794-800.
- Mushtaq, A., & Alvi, I. (2025). Long-Term Effectiveness of Scleral Lens Treatment in the Management of Keratoconus: A Systematic Review. *Cureus*, 7(17), doi: 10.7759/cureus.77102.
- Namba, H., Maeda, N., Utsunomiya, H., Kaneko, Y., Ishizawa, K., Ueno, Y., & Nishitsuka, K. (2025). Prevalence of keratoconus and keratoconus suspect, and their characteristics on corneal tomography in a population-based study. *PloS one*, 20(1), e0308892. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308892>
- Niazi, S., Gatziofufas, Z., Doroodgar, F., Findl, O., Baradaran-Rafii, A., Liechty, J., & Moshirfar, M. (2024). Keratoconus: exploring fundamentals and future perspectives - a comprehensive systematic review. *Therapeutic Advances in Ophthalmology*, 20(16), doi: 10.1177/25158414241232258.
- P. Piñero, D., L. Alio, J., I. Barraquer, R., Michael, R., & Jiménez, R. (2010). Corneal biomechanics, refraction, and corneal aberrometry in keratoconus: an integrated study. *Investigative ophthalmology & visual science*, 4(51), 1948-1955.
- Pérez López, D. (2022). Elaboración de un atlas de imágenes histológicas del ojo humanos. Valladolid.
- S., G. N. (2013). Epidemiology of keratoconus. *Indian journal of ophthalmology*, 8(61), 382-383.
- Song, P., Yang, K., Li, P., Liu, Y., Liang, D., Ren, S., & Zeng, Q. (2019). Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics. *BioMed Research International*, 1-7.
- Song, P., Yang, K., Li, P., Liu, Y., Liang, D., Ren, S., & Zeng, Q. (2019). Assessment of Corneal Pachymetry Distribution and Morphologic Changes in Subclinical Keratoconus with Normal Biomechanics. *BioMed Research International*, 19(2), doi: 10.1155/2019/1748579.
- Sridhar, M. (2018). Anatomy of cornea and ocular surface. *Indian Journal Ophthalmol*, 66(2), 190–194. doi: 10.4103/ijo.IJO_646_17, Feb.
- Srivatsa, S., Jacob, S., & Agarwal, A. (2020). Contact lens assisted corneal cross linking in thin ectatic corneas - A review. *Indian Journal Ophthalmol*, 68(12), doi: 10.4103/ijo.IJO_2138_20.
- Villa Collar, C., & Gonzlaez-Méijome, J. M. (2009). El queratocono y su tratamiento. *Gaceta Óptica* (435), 16-22.

Zadnik, K., Money, S., & Lindsley, K. (2019). Intrastromal corneal ring segments for treating keratoconus. *Cochrane Database Systems Review*, 14(5), doi: 10.1002/14651858.CD011150.pub2.

Zhang, J., Lin, X., Li, Z., Zhong, X., Shi, W., Du, X., & Gao, H. (2024). Visual

rehabilitation using rigid gas permeable contact lenses after femtosecond laser-assisted minimally invasive lamellar keratoplasty in patients with keratoconus. *Science Repository*, 23(14), doi: 10.1038/s41598-024-76819-7