

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

“INCIDENCIA Y CLASIFICACION DEL QUERATOCONO EN LA CLÍNICA DE OJOS “DVISUAL” ”

Autor: Ivan Juárez Gamiño

Tesis presentada para obtener el título de:
Licenciado en Optometría

Nombre del asesor:
Q.F.B Diana García

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

Escuela de Optometría.

**Incidencia y clasificación del queratocono en la
clínica de ojos “dvisual”**

Presentado:

Ivan Juárez Gamiño

Asesor:

Q.F.B. Diana García

Clave: 16PSU0239x

Acuerdo: LIC191035

Morelia, Michoacán, 21 de Mayo de 2024.

Agradecimientos.

Expresar mi más profundo agradecimiento a:

Primeramente, dedico esta tesina a mis padres, ya que sin su apoyo incondicional nada de esto hubiera sido posible. Igualmente, al resto de mi familia y amigos cercanos por siempre tener palabras de aliento para ayudarme a continuar y terminar mi licenciatura.

A todos mis compañeros licenciados, gracias por siempre apoyarme y darme la oportunidad de aprender de todos un poco, siempre con una sonrisa.

A nuestra alma mater; Universidad Vasco de Quiroga por habernos permitido forjarnos en conocimientos, a nuestros docentes por impartirnos sus conocimientos teóricos – prácticos, experiencias durante nuestra trayectoria hacia la profesión.

A mi compañera Erendira por haberme apoyado e impulsado a seguir y motivarme a no darme por vencido, y también por acompañarme en mis locuras.

Un eterno agradecimiento a mi Coach Jose Andrés Galvan Fajardo, por cuidarme mientras estaba lejos de mi familia y ser un gran apoyo en mi proceso universitario.

Índice

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	4
Introducción.....	5
Justificación.....	7
Planteamiento Del Problema.....	8
Preguntas De Investigacion.....	8
Objetivos.....	8
Marco Teorico.....	9
La Estructura Básica Del Ojo Humano.....	9
Características anatomicas de la córnea.....	10
Córnea.....	11
Ectasias corneales.....	18
Queratoglobo.....	20
Degeneración marginal pelúcida.....	20
Ectasia corneal asociada a lasik.....	20
La degeneración marginal pelúcida.....	21
Queratoglobo.....	22
Queratocono.....	23
¿Qué es el queratocono?.....	23
Signos del queratocono.....	26
Orden de aparición de los signos.....	30
Síntomas de queratocono.....	31
Topografía basada en hendidura de luz asociada a topografía de plácido.....	32
Clasificaciones clínicas del queratocono.....	34
Rabinowitz.....	34
Eftekharpede.....	35
Roush.....	36
Amsler-Krumeich.....	37
Clasificación basada en topografía.....	39
A.B.C.D.....	39
Metodología.....	41
Criterios de inclusión.....	41
Criterios de exclusión.....	42
Sujeto de prueba.....	42
Equipo de apoyo:.....	42
Procedimiento.....	44
Resultados.....	47
Conclusión.....	49
Bibliografía.....	50

Resumen.

La córnea es la capa transparente y convexa que cubre la parte frontal del ojo humano. Tiene un diámetro de aproximadamente 11 mm y un grosor de 0.5 mm en el centro y 0.6 mm en la periferia. La córnea tiene una estructura multicapa y está compuesta principalmente por agua, proteínas y colágeno. Está dividida en cinco capas, desde la superficie más externa a la más interna: el epitelio, la membrana de Bowman, el estroma, la membrana de Descemet y el endotelio.

Las ectasias corneales son trastornos en los cuales la córnea se adelgaza y se debilita, lo que puede provocar cambios en su forma esférica. Esto puede dar lugar a una variedad de problemas de visión, como la miopía, el astigmatismo y la visión borrosa. Las ectasias corneales más comunes son el queratocono, la queratoglobos y degeneración marginal pelucida, que son trastornos en los que la córnea se adelgaza y abomba hacia fuera, produciendo una deformación en forma de cono o de globo.

La clasificación del queratocono es importante para determinar el tratamiento adecuado y el pronóstico visual de la enfermedad. En general, el queratocono temprano y moderado pueden tratarse con lentes de contacto especiales o procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, mientras que el queratocono avanzado y severo pueden requerir trasplante de córnea o procedimientos quirúrgicos más complejos.

La frecuencia del queratocono en México no está claramente definida debido a la falta de estudios epidemiológicos a gran escala. Se estima que la prevalencia del queratocono en México es similar a la de otros países de América Latina, que oscila entre el 0.2% y el 2% de la población general.

Introducción

La córnea es un tejido ocular transparente que permite la entrada de luz, con un poder refractivo equivalente al 70% del poder refractivo total del ojo humano que permite enfocar la luz en la retina. La cornea es convexa y esférica, curvatura anterior de 7.8mm y curvatura posterior de 6.5mm, tiene un poder refractivo de 1.376. Con un espesor de 551 a 565 micras en el centro y en la periferia de 612 a 640 micras, (Galperín y Berra (2021).

La córnea está constituida por 6 capas; Epitelio, Bowman, Estroma, Dua, Descemet y Endotelio. Es un tejido avascular que obtiene la mayoría de sus nutrientes y oxígeno de manera indirecta a través de la película lagrimal y del humor acuoso e inervado por el nervio trigémino.

En la actualidad se conoce patologías ectásicas, iniciando con la más común; queratocono, después, degeneración marginal pelúcida y por último queratoglobos.

El queratocono, derivado del griego “Kerato” que se traduce a córnea y “konus” que se define a cono. es el término que describe esta patología como; córnea en forma de cono.

El queratocono se clasifica como una ectasia corneal primaria no inflamatoria, deformando la esfericidad de la córnea tomando una forma cónica. induciendo un adelgazamiento y protrusión del tejido. La zona afectada suele ser con incremento de las queratometrías con adelgazamiento temporal inferior. El queratocono es una de las patologías ectásicas más frecuentes bilateral, aunque se manifiesta con rasgos asimétricos entre ambos ojos.(Sridhar, 2018)

El queratocono es la ectasia corneal más frecuente. Tiene una incidencia de 1 caso por 2.000 habitantes/año y una prevalencia estimada de 54,50 casos por cada 100.000 habitantes. Comienza en la pubertad y progresa a lo largo de la segunda o tercera década de la vida hasta que se estabiliza.

Su gravedad puede variar desde un astigmatismo irregular leve a un adelgazamiento severo con protrusión grave y cicatrización corneal que requiera una queratoplastia. Como resultado, esta enfermedad conlleva una pérdida de la función visual de un grado leve a moderado.

El manejo del queratocono depende del estadio evolutivo de la enfermedad. En estadios iniciales, se emplea el tratamiento óptico con gafas correctoras y/o lentes de contacto. Cuando el paciente presenta intolerancia a las lentes de contacto y/o la agudeza visual no es suficiente con corrección óptica, es necesario progresar en el algoritmo terapéutico. El algoritmo terapéutico es fundamental para garantizar un tratamiento efectivo, seguro y adaptado a las necesidades individuales de cada paciente. Esto implica ajustar el tratamiento según la respuesta del paciente, una de las opciones terapéuticas a falta de tolerancia de a los lentes de contacto, una de las opciones es la implantación quirúrgica de anillos intraestromales para tratar la afección del queratocono o astigmatismo irregular, para optimizar el resultado clínico.

La queratoplastia ha sido hasta hace pocos años la única técnica quirúrgica capaz de proporcionar una agudeza visual satisfactoria en estos pacientes. Sin embargo, las posibles complicaciones intra-operatorias graves, como la hemorragia coroidea masiva y postoperatorias, como el rechazo del injerto, el glaucoma y la formación de catarata, han motivado la búsqueda de nuevas técnicas que eviten la necesidad de una queratoplastia.

Justificación.

Los avances en las técnicas de imagen y examen de la córnea ahora han hecho posible detectar y clasificar de manera más precisa y temprana la presencia de lesiones corneales dilatadas. Existen varias técnicas para mantener las características de forma y resistencia de la córnea. Existen diferentes de tipos de equipos topográficos pero las más comunes es el Pentacam u Orbscan y también se pueden utilizar para obtener valores fiables de fuerza, grosor, curvatura y altura de las superficies anterior y posterior de la córnea.

Debido a que las córneas con astigmatismo tienen una curvatura más pronunciada que las córneas con un error refractivo esférico convencional, y las córneas con queratocono tienen curvaturas más pronunciadas, existe un mayor grado de astigmatismo en comparación con las córneas con queratocono. Ha surgido un enfoque para determinar el comportamiento topográfico de una córnea dada. Analizar cómo se representan diversas variables, especialmente la curvatura posterior, y saber qué características topográficas se pueden utilizar para mejorar el diagnóstico del queratocono.

Planteamiento Del Problema.

En México no hay evidencia de estudios epidemiológicos concretos con respecto a la patología, sin embargo, es importante conocer la incidencia y su forma de clasificación para entender la gravedad de la afectación en la población.

Debido a la falta de información de la incidencia del queratocono en México en mi presente tesina anexaré un análisis que llevaré a cabo en la Clínica de ojos Dvisual.

Actualmente se desconoce sobre la epidemiología de las enfermedades visuales que afectan y deterioran la visión, por ejemplo: el queratocono, que afecta progresivamente la visión ocasionando problemas irreversibles sino se detecta a tiempo en su estadio inicial. En la Clínica de ojos “Dvisual” existe una frecuencia baja de pacientes que presentan características ectásicas. Es muy importante evaluar la zona para conocer el riesgo de esta enfermedad. ya que es uno de los pocos lugares donde el paciente puede tener un diagnóstico más completo y con los equipos necesarios para un diagnóstico puntual.

Preguntas De Investigacion.

¿Cuántos pacientes que se les solicitó topografía corneal y exploración de segmento anterior tienen queratocono?

¿Qué estadio de queratocono predominó más entre los pacientes?

Entre los pacientes explorados, ¿hubo pseudoqueratoconos?

Objetivos.

- 1.-Evaluar las características del queratocono en los pacientes de la Clínica de ojos “Dvisual”.
- 2.-Analizar los datos de insidencia en la paciente para prevenir evolución de la patología.
- 3.-Evaluar con diferentes clasificaciones.

Marco Teorico.

La Estructura Básica Del Ojo Humano.

El interior del ojo se divide en tres cámaras: la cámara anterior, la cámara posterior y el vítreo. La cámara anterior contiene el humor acuoso rodeado por la córnea y el iris. La cámara posterior se encuentra entre el iris y el cuerpo ciliar y también contiene el humor acuoso. La cavidad vítrea contiene el humor vítreo y está limitada por la superficie posterior del cristalino y la retina. Las estructuras internas del ojo están rodeadas por un tejido protector denso y opaco llamado esclerótica y la superficie anterior de la córnea. Entre la retina y la esclerótica hay dos capas intermedias llamadas esclerótica y coroides.

El ojo humano funciona como un sistema de imágenes que consta de dos lentes. La luz ingresa a través de la córnea (primera lente), pasa a través del iris (pupila real), se refracta nuevamente, ingresa a la lente del ojo (segunda lente) y en realidad se invierte en la retina (elemento fotosensible: sensor del sistema).

En cuanto al sistema de lentes, la córnea tiene un poder refractivo mayor que el cristalino del ojo, pero éste último tiene un poder variable que permite un proceso llamado acomodación. Consiste en enfocar objetos a diferentes distancias, aunque la distancia de la imagen y la retina son fijas, la potencia variable del cristalino se debe al hecho de que la forma (o curvatura) del cristalino se puede cambiar contrayendo o relajando el músculo ciliar, que forma parte del cuerpo ciliar.

Mecanismo del ojo humano. La retina es el elemento sensible del ojo que convierte la luz recibida en impulsos nerviosos. Su superficie exterior está compuesta por dos tipos de células: conos y bastones. Los conos son células sensibles a la luz que prefieren colores específicos, mientras que los bastones son células que responden solo a la intensidad de la luz, independientemente del color.

Los bastones pueden percibir luz de baja intensidad. Se distribuyen casi sobre la superficie de la retina, a excepción de la región central de la retina llamada fovea.

Se dice que la "visión nocturna" no existe en esta región. En la fovea, la densidad de conos es mayor que en el resto de la retina, lo que nos permite percibir detalles finos en imágenes proyectadas sobre la fovea con mayor resolución. Cuando el ojo mira un objeto de interés, el centro de la imagen está en la fovea a 5 grados del eje óptico.

La estructura anatómica de la córnea consiste, desde el exterior, en la capa lagrimal, el epitelio, la membrana de Bowman, el estroma, la membrana de Descemet y el endotelio corneal. Las grietas no afectan la refracción de la luz. Su función es retener la humedad y suavizar las células epiteliales. Además, proporciona una superficie lisa con un índice de refracción que permite la reflexión de la luz especular.

El epitelio protege la capa interna de la córnea del ambiente externo del ojo. La membrana de Bowman está hecha de colágeno y ayuda a mantener la forma de la córnea. El estroma comprende el 90% y consiste en una capa de colágeno que asegura la transparencia manteniendo su estructura mecánica. El endotelio contiene células hexagonales interconectadas cuya función es mantener el equilibrio del líquido corneal para mantener la transparencia del parénquima. El endotelio y el estroma están separados por la membrana de Descemet. (Gómez Tejada Daniel Alexis, 2022)

Características anatómicas de la córnea.

Diametro: 11.7 mm horizontal, 10.6 mm vertical. Relativamente mas en los hombres 1%.

Radio de curvatura: superficie anterior 7.8 mm horizontal, 7.7 mm vertical. Superficie posterior 6.6 mm.

Peso: 180 mg peso específico: 1.05, Periferia: 0.67 mm

Área de superficie: 1.3 mm

Zona óptica: 4 mm de diametro.

Poder refractivo: 40 a 45 dioptrias. (Molina Villalba, 2022)

Córnea

Epitelio

Formado a partir de células epiteliales estratificadas no queratinizadas. El espesor es aproximadamente de 50 μm , lo que constituye un 10% de espesor de la córnea. El epitelio está compuesto de 5 ó 6 capas de células y 3 tipos de células epiteliales distintas: células superficiales, células aladas y células columnares basales. Las células columnares basales se hayan adheridas a la membrana basal subyacente, continua a la capa de Bowman. Sólo las células basales del epitelio corneal proliferan, las células hijas se diferenciarán en células aladas y, conforme van emergiendo a la superficie, se van diferenciando en células superficiales.

Este proceso de diferenciación se lleva a cabo en un período de 7 a 14 días tras los cuales las células superficiales se descaman y se vierten en la película lagrimal. Una de las funciones del epitelio corneal es actuar como barrera frente a agentes externos. Esto se logra mediante intrincadas conexiones entre células epiteliales adyacentes. Estos compuestos impiden que ciertos principios activos penetren en las capas profundas de la córnea. Las interacciones célula a célula y célula-matriz son fundamentales para el mantenimiento de la arquitectura en capas normal y, por supuesto, para la función fisiológica del epitelio corneal.

Las células epiteliales superficiales forman parte del epitelio corneal superficial. Crean de 2 ó 3 capas celulares, en contraste con lo que sucede en el epitelio de la piel. La superficie de las células está formada por microvellosidades para facilitar a la mucina presente en la lágrima su adherencia a la superficie corneal. Debido a que las células superficiales epiteliales son células ya diferenciadas, no proliferan.

La membrana de las células epiteliales está embebida de numerosas moléculas de glicoproteínas y glicolípidos. Las moléculas generan el glicocalix y confieren propiedades hidrofílicas a la superficie corneal anterior. Estas uniones entre las células superficiales del epitelio corneal se generan mediante desmosomas, enlaces adherentes y enlaces

fuertes, que serán las encargadas del paso de sustancias hacia el interior de la córnea. La siguiente capa son células epiteliales aladas localizadas bajo las células superficiales.

La estructuran en 3 capas de células. Estas células están en un estado intermedio de diferenciación entre las células basales y las superficiales. tienen un alto contenido de tonofilamentos intracelulares formado de queratina y su membrana celular interdigitada para permitir el enlace entre ellas mediante enlaces complejas (desmosomas, enlaces adherentes y enlaces gap o en hendidura). La capa más profunda del epitelio que descansa sobre la membrana basal es la capa de las células epiteliales basales.

La capa de células columnares descansa en la membrana basal, tiene una actividad mitótica importante y las células descendientes de las basales epiteliales van a dar lugar a las células aladas y las células superficiales. En esta capa las células basales vecinas están interdigitadas lateralmente, y presentan enlaces en hendidura, enlaces adherentes y desmosomas. La superficie después de las células basales es plana y se apoya sobre la membrana basal.

Las células basales están unidas a la membrana basal por hemidesmosomas¹⁵ mediante anclajes de fibras de colágeno tipo VII que secretan las propias células. Las fibrillas de anclaje de colágeno penetran en la membrana basal y cursan dentro del estroma donde forman placas de anclaje junto con el colágeno tipo I, que es el mayor componente del estroma. Para tener el epitelio sus células están continuamente renovándose, manteniendo la estructura del mismo en capas. Son bien conocidos los movimientos centrípetos que se observan en las células epiteliales, así como el hecho de que sólo las células basales epiteliales son capaces de proliferar. La existencia de las células madre localizadas en el limbo también ha sido bien demostrada.

El epitelio limbar exhibe una mayor actividad proliferativa y sus células presentan una diferenciación más baja que las células del epitelio corneal. Las células limbares son un tipo de células madre indiferenciadas porque no expresan la queratina específica del epitelio de la córnea. La reparación de los defectos epiteliales sucede en tres fases caracterizadas por

migración de células epiteliales, proliferación y diferenciación, dando lugar a una restauración de la estructura estratificada del epitelio.

Otro factor importante en la curación de las heridas en el epitelio corneal es el papel fisiológico de la inervación corneal. La pérdida de sensibilidad corneal da lugar a una rotura de la integridad normal de la córnea. La inervación proviene de la rama oftálmica del nervio trigémino y uno de los neurotransmisores observados en la córnea es la sustancia P, que es la encargada de regular varios procesos fisiológicos, incluyendo la extravasación de plasma, la vasodilatación y la liberación de la histamina de los mastocitos. La denervación del trigémino y, como consecuencia, la reducción de la sustancia P en la córnea, da lugar a cambios tróficos en la misma.

Capa de bowman

Visible con microscopía óptica, aparece como la interfase entre epitelio corneal y el estroma. Tiene 12 μm de espesor, está formada por fibras de colágeno y proteoglicanos, siendo su principal función la de anclaje. Las fibras de colágeno en la capa de Bowman son de colágeno tipo I y tipo III y el diámetro es de 20 a 30 nm, menor al que tienen las fibras de colágeno en el estroma corneal (22,5 a 35 nm).

El colágeno tipo IV y VII están presentes en los complejos de anclaje. La superficie anterior de esta capa está definida por su superficie de contacto con la lámina densa de la lámina basal epitelial. Existen poros que probablemente actúen como canales a través de los cuales los axones de los nervios corneales viajan para llegar al epitelio. En la zona posterior de la capa de Bowman hay haces de fibras de colágeno relativamente grandes que van desde las regiones medias del estroma a terminar en esta capa. Estos haces mantienen una cohesión entre el estroma y la capa de Bowman, de tal forma que dicha capa no se puede separar del estroma como una sábana, como se puede hacer con la de Descemet. Las funciones biológicas atribuidas a la capa de Bowman se han trasladado a la membrana basal y, de hecho, en muchos mamíferos no hay evidencias de esta capa y, sin embargo, siguen teniendo una estructura epitelial bien organizada, por lo que el rol fisiológico de la capa de Bowman aún no está claro.

Estroma.

El estroma corneal constituye la porción mayor de la córnea, más del 90%. Las principales funciones de la córnea, incluyendo su fuerza, su estructura estable y sutransparencia, son atribuidas a las propiedades anatómicas y bioquímicas del estroma. La disposición uniforme y la continua producción y degradación de las fibras de colágeno en el estroma son esenciales para mantener la transparencia corneal.

Si estudiamos el estroma corneal desecado vemos que está formado por colágeno (68%), queratocitos (10%), proteoglicanos (9%), sales, proteínas y otras sustancias. En la córnea humana el colágeno a nivel estromal presenta una estructura altamente organizada. Los distintos tipos de colágeno corneales son importantes funcionalmente para establecer la transparencia del tejido y la resistencia tensil.

El estroma corneal está compuesto predominantemente de colágeno tipo I, pero también por cantidades menores de colágeno tipo III, V y VI. También se ha encontrado colágeno tipo XII distribuido periódicamente con las fibras y colágeno XIV. Aunque el índice refractivo de las fibras de colágeno (1,47) es distinto al de lamatriz extrafibrilar (1,35), el tamaño tan uniforme de las mismas y de los espacios entre fibras, junto a la direccionalidad predominantemente paralela de dichas fibras, da como resultado un conjunto de fibras altamente organizado, que permite la transparencia de la córnea debido al fenómeno de la interferencia destructiva.

Este fenómeno está causado porque el diámetro medio de las fibras de colágeno y la distancia media entre fibras en el estroma corneal es homogéneo y es menor que la mitad de la longitud de onda del espectro de luz visible (400 -700 nm). Este anclaje anatómico es el responsable del hecho de que la dispersión de un rayo de luz incidente por cada fibra de colágeno se cancela por la interferencia de otros rayos dispersados por otra fibra. Por tanto, si el diámetro o la distancia entre fibras de colágeno varían o se convierte en heterogéneo, como sucede en casos de fibrosis o edema, los rayos incidentes serían dispersados de forma aleatoria y la córnea perdería su transparencia.

En cuanto a los componentes celulares estromales, los queratocitos son las células predominantes, que se reemplazan cada 2 ó 3 años. Tienen forma de huso y están esparcidos entre las lamelas estromales. Estas células tienen procesos largos y están conectados con las células vecinas mediante uniones gap. Los queratocitos forman una red tridimensional, son similares a los fibroblastos y poseen un citoesqueleto intracelular extenso que incluye prominentes filamentos de actina. Los queratocitos permanecen en un estado quiescente en la córnea sana pero se activan rápidamente en respuesta a varios tipos de agresiones al estroma transformándose en miofibroblastos. Estos reparan el tejido estromal mediante la producción de matriz extracelular, enzimas que degradan el colágeno, metaloproteinasas y citoquinas.

Su acción contribuye a cerrar la herida. En respuesta a un daño agudo, los queratocitos entran en mitosis, adoptan un fenotipo fibroblástico y se mueven al área dañada. Esta respuesta está regulada por el factor de crecimiento β (TGF β) y la activación hacia fibroblastos da como resultado el depósito de nueva matriz extracelular con una composición y unas propiedades de transmisión de la luz diferentes de las del estroma normal.

La mayoría de células en el estroma son queratocitos encargados de mantener el estroma corneal sintetizando y secretando colágeno tipo I, III, V, VI, XII, XIV, queratán sulfato, dermatán sulfato y metaloproteinasas, aumentando su densidad en respuesta a un daño y migrando hacia la zona dañada. También están presentes los proteoglicanos, distribuidos entre las fibras de colágeno del estroma corneal. Están compuestos por una proteína central y cadenas de glicosaminoglicanos y se encargan de modular la fibrinogénesis del colágeno.

Los glicosaminoglicanos por ellos mismos también presentan un papel importante independientemente del núcleo proteico al cual están adheridos, por tanto, pueden considerarse desde el punto de vista del núcleo proteico que poseen o de las cadenas de glicosaminoglicanos que lo forman. El glicosaminoglicano más abundante en la córnea es el queratán sulfato. El resto son sulfato de condroitina y el dermatán sulfato.

La función de los glicosaminoglicanos es absorber y mantener grandes cantidades de agua. Las proteínas que componen el núcleo proteico del estroma corneal son lumican, keratocan, mimecan y decorin. El papel de los proteoglicanos aún no está claro pero sus funciones principales parecen ser mantener la transparencia corneal, la forma en condiciones fisiológicas y son los responsables de la turbidez que aparece en condiciones patológicas. El agua, el colágeno, los proteoglicanos y los queratocitos trabajan juntos para establecer y mantener la córnea transparente, creando una estructura dura y resistente que mantiene intacta la integridad ocular.

Dua

En 2013, Harminder Dua oftalmólogo, describió la capa dua como una capa acelular muy fina compuesta de colágeno, fibras elásticas y algunas células especializadas, con un grosor de 15 μm , algunos estudios revelan que aporta la estabilidad estructural a la cornea (Martinez & Perez, 2017).

Membrana de Descemet.

La membrana de Descemet es la membrana basal del endotelio y aumenta su espesor desde el nacimiento (3 μm) hasta la edad adulta (8 - 10 μm en humanos).

El análisis histológico de esta membrana muestra que se encuentra estratificada en una fina capa de unas 0,3 μm adyacente al estroma no adherida, una zona anterior adherida al estroma (de 2 a 4 μm) y una zona amorfa posterior no adherida (mayor de 4 μm), esta última es depositada por el endotelio a lo largo de la vida. No existen hemidesmosomas u otras uniones de anclaje entre la membrana de Descemet y el endotelio. Al encontrarse localizada entre el endotelio y el estroma, cualquier intercambio de sustancias entre éste y el humor acuoso tiene que atravesar tanto la membrana de Descemet como el endotelio.

El endotelio representa una barrera débil, bastante permeable, permitiendo el paso de iones y agua desde el humor acuoso al estroma, y el intercambio entre el humor acuoso y el estroma no parece encontrarse afectado por la membrana de Descemet.

Endotelio.

El endotelio es una capa simple de células, de 400.000 a 500.000 células endoteliales, derivadas de la cresta neural que cubren la superficie posterior de la membrana de Descemet en forma de mosaico bien organizado. Las células son uniformes, tienen un espesor de 5 μm y un ancho de 20 μm , son poligonales, de forma hexagonal en su mayoría y están directamente en contacto con el humor acuoso de la cámara anterior.

La densidad celular endotelial va disminuyendo con la edad, desde el nacimiento (5.000 cel. / mm^2) hasta la edad adulta (3.500 cel. / mm^2 en un adulto). Las células endoteliales son metabólicamente activas, ya que contienen núcleos grandes con abundantes orgánulos citoplasmáticos, mitocondrias, retículo endoplasmático y aparato de Golgi.

El daño endotelial se repara por la migración y la ampliación de las células endoteliales restantes. El coeficiente de variación del tamaño celular proporcionado por el microscopio especular, cuyo valor en una córnea normal es de 0,25, es el índice más sensible de la disfunción endotelial. El incremento de este valor implica una variación en el tamaño de las células y se denomina polimegatismo. Otro parámetro morfométrico del estado del endotelio es la hexagonalidad, que, en este caso, va a proporcionar información sobre el proceso de reparación de la herida endotelial.

En una córnea sana alrededor del 70-80% de las células son hexagonales. Sin embargo un daño endotelial puede dar como resultado una disminución del valor de hexagonalidad, a lo que se denomina pleomorfismo. El mantenimiento del endotelio corneal es crucial, ya que el daño endotelial da lugar a edema corneal, por lo que un índice indirecto de la función biológica global del endotelio será el espesor corneal. El endotelio tiene una importancia fundamental en la prevención de la edematización estromal, siendo esta su principal función. (López Muños Alfredo., 2018)

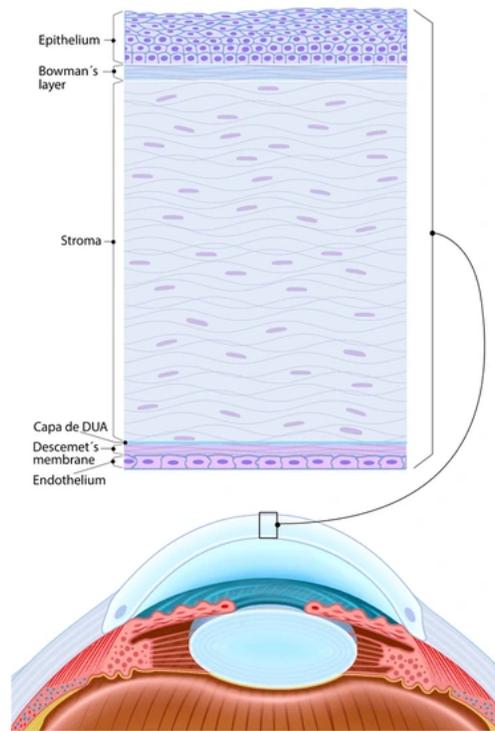


Imagen. 1 Corte histológico de la Córnea, (Oiseth et al., 2022c).

Ectasias corneales.

Se conoce bajo el nombre de ectasia corneal a un conjunto de alteraciones morfológicas y estructurales que tienen lugar en la córnea. Aunque su etiopatogenia no está del todo clara, se ha demostrado que está asociada a un adelgazamiento corneal y un progresivo encorvamiento de la córnea en dirección al vértice del cono.

Ambas caras de la córnea se ven implicadas, traduciéndose en una alteración en el comportamiento biomecánico corneal, un incremento de las aberraciones corneales, aumento de la miopía y del astigmatismo irregular, una disminución de la agudeza visual sin corrección, y a menudo también con corrección en los casos más severos.

En cuanto al examen biomicroscópico pueden aparecer también signos como la presencia de signo de Munson, estrías de Vogt, signo de Rizutti o anillo de Fleischer.

Hoy en día el diagnóstico de esta patología se realiza mediante la clínica y topografía corneal fundamentalmente. Lo más común es encontrarse con asimetría de poder

refractivo entre la hemicórnea superior y la inferior y espesores reducidos en la zona ectásica respecto al resto de la córnea. En los primeros estadios, el encorvamiento posterior que se produce inicialmente, con su consiguiente disminución del espesor corneal, es disimulado por el poder hiperplásico del epitelio, en mas carando así la presencia de ectasia corneal, y dificultando su diagnóstico. (Samano Lopez, 2020)

Las ectasias pueden aparecer tanto en córneas no intervenidas conocidas como primarias o naturales, como en córneas tratadas, secundarias a la aplicación de un procedimiento potencialmen debilitante sobre la córnea, como puede ser una cirugía refractiva. Siguiendo este criterio se pueden clasificar en primarias o naturales y secundarias o iatrogénicas. (Arana, 2022)

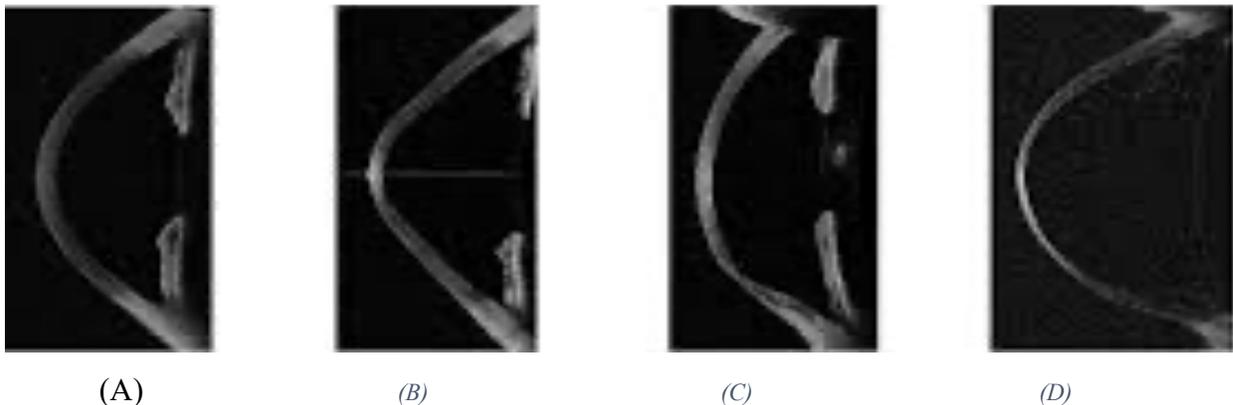


Imagen. 2 Tomografías de corneas con diferentes tipos de ectasias. (A) Cornea norlma, (B). Queratocono, (C) Degeneración Marginal Pelúcida (D) Queratoglobo, (Fernández,2015).

Naturales:

Queratocono.

Queratoglobo.

Degeneración Marginal Pelúcida.

Secundarios:

Iatrogénica tras cirugía de ablación de superficie.

Traumatismo Contuso.

Ectacia de la insición quirúrgica.

Queratoglobo.

Es una ectasia rara, casi siempre bilateral y no progresiva. Se debe a un adelgazamiento generalizado de la córnea, aun que con una protrusión más marcada en la periferia, y que hace que la córnea acabe adoptando un perfil corneal con una forma globular. Se caracteriza por un adelgazamiento corneal, sin inflamación, difuso, de limbo a limbo. Existen dos variedades de queratoglobo, la congénita o juvenil y la adquirida de adulto. La variedad congénita se asocia al menos con dos síndromes de herencia autosómica recesiva: Ehlers-Danlos tipo VI y síndrome de córnea frágil. Estos pacientes son propensos a tener roturas corneales ante mínimos traumas. El diagnóstico diferencial del queratoglobo ha de realizarse con el glaucoma congénito y la megalocórnea. (Castro Cardenas, Zayas Ribalta, & Hernandez Conde, 2020)

Degeneración marginal pelúcida.

La degeneración marginal pelúcida puede ser una variación del queratocono ya que comparten similitudes histológicas. En este caso la ectasia se caracteriza por estar situada en la córnea periférica, en la zona inferior, entre las cuatro y ocho horas del reloj. Suele aparecer entre los veinte y cuarenta años de manera bilateral y asimétrica igual que pasaba con el queratocono. La imagen topográfica clásica tiene un aspecto en “croissant”. En los estadios más iniciales no suele encontrarse pérdida de visión ya que afecta a una zona que está fuera del eje visual, pero según va aumentando la deformación empieza a aparecer una afectación visual progresiva debido a un astigmatismo elevado, típicamente contra la regla, que se hace irregular. No hay predisposición a padecerla ni por raza ni por género. (Arana, 2022)

Ectasia corneal asociada a lasik

Es una complicación que puede ocurrir después de la cirugía lasik (queratomileusis in situ asistida por láser). Esta afección se caracteriza por un adelgazamiento y abombamiento de la córnea, lo que provoca una deformación progresiva y una reducción en la calidad de la visión.

La ectasia post-LASIK comparte signos topográficos y clínicos con el queratocono, como el adelgazamiento inferior del estroma, protrusión de la córnea central acompañado de una elevación progresiva y anómala de la cara posterior córnea, estrías de Vogt, anillo de Fleischer o cicatrices en el estroma posterior pero hay discrepancia en cuanto a lo que ocurre en la capa de Bowman.

En la actualidad se a identificado tres posibilidades diferentes por las que puede aparecer una ectasia iatrogénica, secundaria al lasik

- Que previamente existiera una debilidad corneal preoperatoria que tras la Cx se ha visto exacerbada.
- Que la realización del flap o colgajo y el hecho de haber sustraído parte del estroma corneal, hayan causado un debilitamiento de la córnea preoperatoriamente sana.
- La cornea va a manifestar ectasia de cualquier manera.

(Revista Cubana de Oftalmología., 2023)

Diagnóstico diferencial

La degeneración marginal pelúcida.

La degeneración marginal pelúcida o queratotoro se caracteriza por un adelgazamiento bilateral, asimétrico y periférico de la córnea cerca de la extremidad inferior, y suele haber 1-2 mm de córnea normal entre la ectasia y la extremidad. Muestra un astigmatismo invertido e irregular con una curvatura muy uniforme en el meridiano vertical y un aumento de altura debido a la protrusión de la parte inferior de la córnea.

Las dioptrías altas también son características de los meridianos inferiores, que dan un patrón característico (alas de mariposa). Su edad de aparición (20-40 años), la similitud histológica con el queratocono y la similitud topográfica con ciertos fenotipos de queratocono nos llevan a incluirlo en el diagnóstico diferencial. En la degeneración marginal vaga, la aberración en trébol es típica, pero las aberraciones esféricas y de coma suelen estar ausentes, lo que no es el caso en el queratocono.

La localización de la ectasia también nos ayuda a distinguir entre estas dos patologías corneales, ya que la degeneración marginal pelúcida es más periférica.

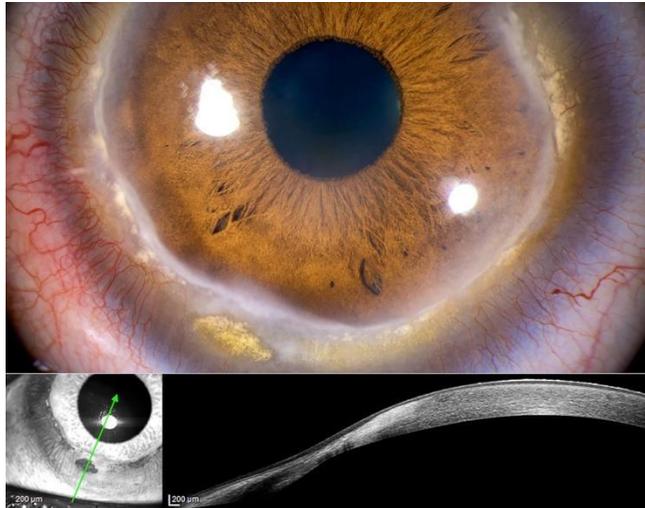


Imagen. 3 Tomografía de una Degeneración Marginal Pelúcida (FacoElche, 2019)

Queratoglobo.

Aún más raro es el queratoglobo. Verrey describió en 1947 que se trata de una ectasia bilateral y no progresiva caracterizada por un adelgazamiento generalizado más severo en el borde, que provoca un abombamiento de la córnea. La curvatura de la córnea aumenta con la aparición de astigmatismo irregular y miopía elevada, y por tanto con una disminución de la agudeza visual, difícil de corregir con corrección refractiva.

Otros parámetros corneales son normales, incluido un diámetro corneal normal, que es un criterio importante para distinguirla de otras patologías, como la bftalmía. Aunque se consideró principalmente una enfermedad congénita que está presente desde el nacimiento, se han descrito formas adquiridas. (Martinez Mora, 2023)

La genética no está del todo clara, pero puede haber un vínculo con el queratocono.

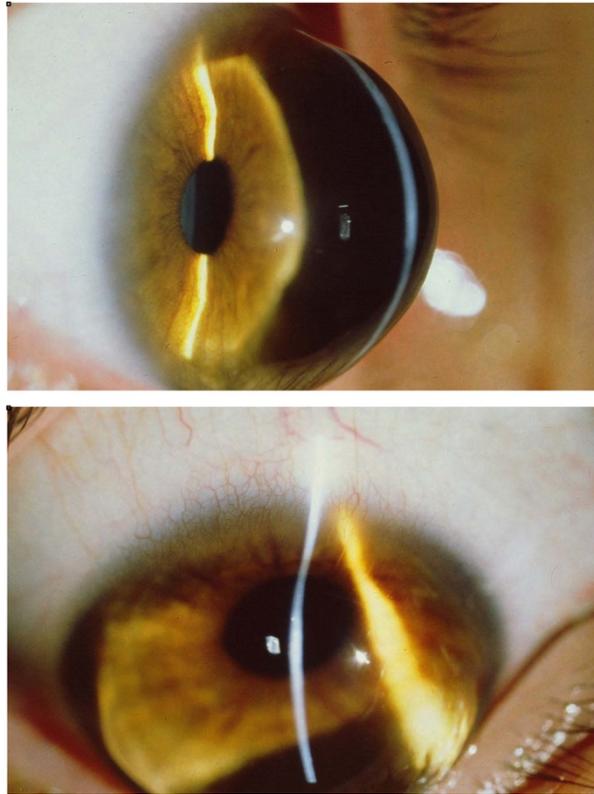


Imagen. 4 Microscopia con tecnica de paralepipedo de un Queratoglobos (Elizalde, 2015)

Queratocono

¿Qué es el queratocono?

Es una enfermedad infrecuente y multifactorial, se dice que la córnea está anormalmente delgada que protruye hacia adelante y afecta la agudeza visual de la persona en ambos ojos, pero de forma asimétrica la mayoría de los casos. Aunque no se precisa muy bien su etiología se comentan algunos factores que pueden ayudar en el diagnóstico temprano de la enfermedad, entre ellos se menciona la edad del paciente, antecedentes familiares de

queratocono, antecedentes personales o familiares de enfermedades sistémicas asociada al queratocono, estabilidad refractiva, entre otros relacionado con la agudeza visual.

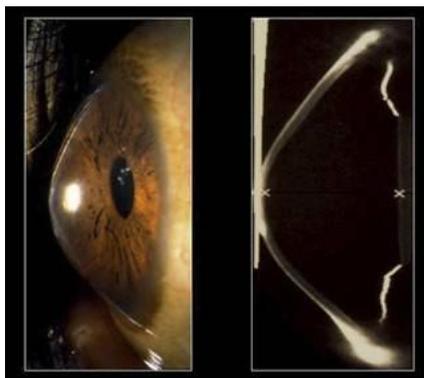


Imagen. 5 Tomografía de un Queratocono, (Puig, 2022).

Se ha asociado entre 0.5% y 15% con los síndromes como Marfan y Down. Se describe entre las manifestaciones clínicas de la enfermedad la disminución lenta y progresiva de la visión, visión borrosa o distorsionada, prurito acompañado de frote o restregado visual e intolerancia al lente de contacto que precisa cambio frecuente en la medida de refracción del lente o los cristales.

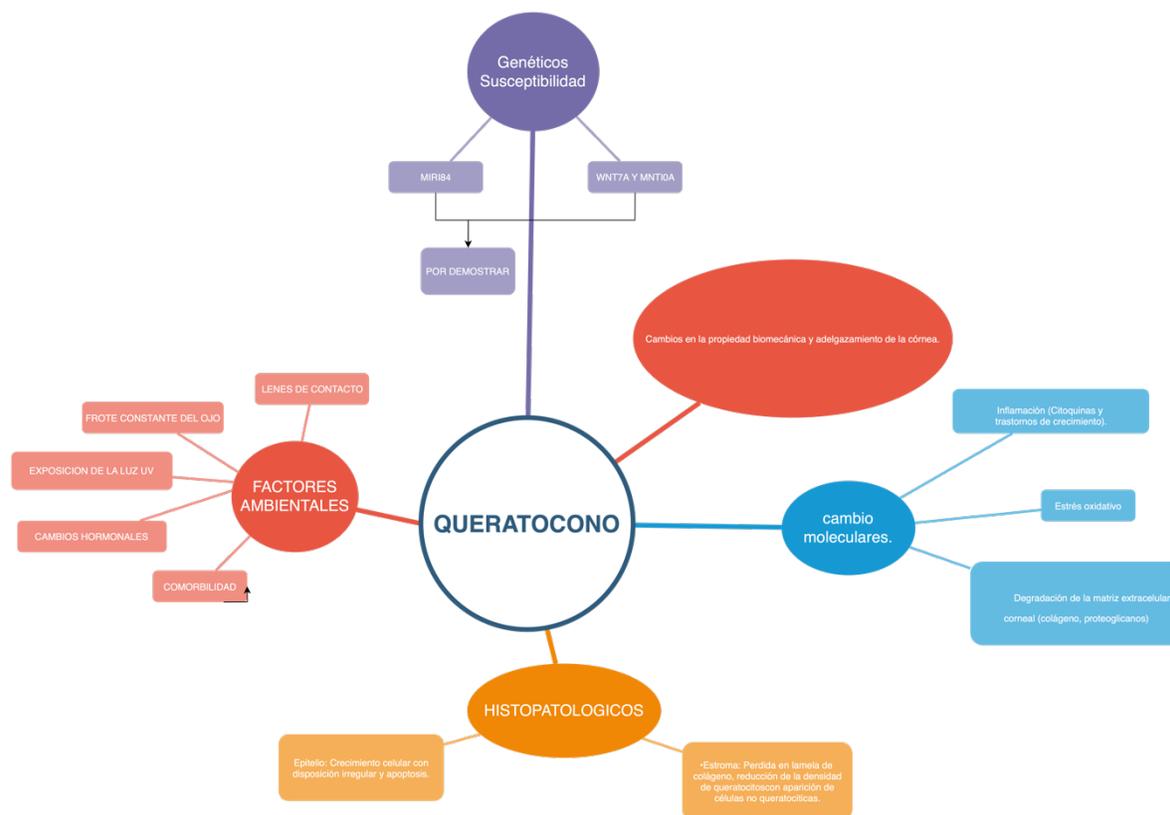
Algunos autores plantean que es más frecuente en el sexo femenino y en edades comprendidas entre los 30 y 39 años, aunque otros reportan a la población masculina como más afectada y en edades entre los 24 y 30 años, siendo controversial la relación de la enfermedad y el sexo.

Actualmente es considerada una enfermedad rara con muy baja incidencia en la población, su diagnóstico no es difícil en grados avanzados no así en aquellas personas en que la enfermedad es incipiente y donde apenas hay signos o manifestaciones clínicas. En estos casos se requiere de la combinación de medios diagnósticos que ayuden a corroborar el diagnóstico clínico para un mejor tratamiento. Ciertos autores afirman que la enfermedad puede ser asintomática en las etapas iniciales, pero pudiera detectarse con el uso de medios diagnósticos tales como el topógrafo y el aberrometría, que hacen que su detección sea más fácil.

Se manejan varias teorías para explicar su etiopatogenia, están aquellas que se relacionan con los cambios estructurales relacionados con la destrucción y/o cicatrización de los tejidos, lesiones corneales por cuerpos extraños o secundarias al uso de lentes de contacto hasta las hipótesis de un posible origen genético o condición hereditaria de la enfermedad no establecida aun científicamente pero que se asocia a la mutación del gen VSX en el cromosoma 22 en familias de personas portadoras con este problema de salud, también se hace referencia a accidentes o traumas oculares.

Se reportan estudios donde se relaciona la existencia del queratocono con enfermedades sistémicas encontrándose poca o ninguna relación hasta aquellos estudios donde se asocian con el Síndrome de Down, al Asma Bronquial y la existencia de Queratoconjuntivitis alérgica como la afección ocular más frecuente. No se encontraron estudios donde se relacione la enfermedad con alguna etnia o raza en particular. (Sanchez Villacis, Alvarez Mena, Benavides Bautista, Sanchez Sola, & Zambrano Jordan, 2018).

Tabla 6 Esquema de la etiología del queratocono (Laura Stefanny Osorio Garcialuisa Fernanda Gomez Giral dolina Marcela Fierro Peña, 2018) modificado



Signos del queratocono.

En su mayoría dependen de la duración del proceso. La visión puede ser normal en las primeras etapas, aunque la graduación suele ser más difícil en estos pacientes. Los cambios graduales son comunes, especialmente con astigmatismo y en un corto período de tiempo. Otros síntomas incluyen fotofobia, deslumbramiento, visión borrosa, distorsión de la imagen, ver cuerpos de luz, visión doble, problemas de visión con poca luz o irritación ocular por frotamiento intenso de los ojos... aunque hay que recordar que el paciente también puede llegar a nosotros sin signos ni síntomas y con agudeza normal. En estadios avanzados, el compromiso visual es significativo y afecta la calidad de vida de estos pacientes.

Disponemos de herramientas que nos acercan al diagnóstico como el retinoscopio, la biomicroscopía, la queratometría, la paquimetría, la topografía o la tomografía. La mayoría de los queratoconos son bilaterales, con afectación asimétrica, es decir, uno de los 2 ojos estará en estadio más avanzado. El grado de progresión es variable. El ojo menos afectado, sufre simplemente un astigmatismo avanzado, considerándose esta, una manifestación inicial de la patología. El signo distintivo del queratocono y de otro tipo de ectasias corneales es el afinamiento central o paracentral del estroma, la protusión apical y el astigmatismo irregular. Son pacientes que mejoran su agudeza visual con lentes de contacto y con la prueba diagnóstica del agujero estenoico.

Algunos signos que se encuentran en el examen externo (exploración macroscópica) de pacientes con queratocono avanzado son el signo de Munson, el signo de Rizzuti o el síndrome de párpados flácidos (floppy syndrom).

- Signo de Munson, hacemos que el paciente mire hacia abajo, lo que provocará una angulación característica del párpado inferior por el empuje del cono. Es un signo que no es específico de esta enfermedad y que suele aparecer más tarde que el diagnóstico.



Imagen. 7 Signo de Munson (Oiseth et al., 2022a).

- Signo de Rizzuti se trata de un reflejo cónico en la córnea nasal que se produce emitiendo luz desde la córnea temporal.

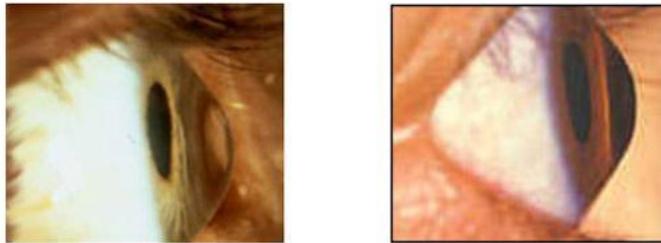


Imagen. 8 Signo de Rizzuti.

- Síndrome de párpados flácidos, afectar a hombres morbosos que padecen apneas del sueño. La placa tarsal del párpado superior es débil, muy flexible y fácilmente evertible. Suele acompañarse con la conjuntivitis papilar.



Imagen. 9 Síndrome de parpado flácido.

Con lámpara de hendidura, veremos afinamiento y protusión de la córnea central o infero central, normalmente excéntrica. Anillo de Fleischer, estrías de Vogt, adelgazamiento estromal visible con el haz de luz, espacios anteriores vacíos por roturas en capa de Bowman, opacidades corneales o nervios corneales pronunciados. Las estrías de Vogt son líneas verticales en estroma profundo y membrana de Descemet, paralelas al eje del cono y debidas a roturas en la Descemet.

- Anillo de Fleischer, son depósitos de hemosiderina que conforman una línea marrón en forma de anillo que rodea la base del cono. La hemosiderina crea el hierro existente en la película lagrimal y se deposita en el epitelio corneal. No es patognomónico de queratocono.



Imagen. 10 Anillo de Fleischer.

- En estadios muy avanzados, existirá hydrops agudo, a causa de la roturas en la capa de Descemet que inducirá la hidratación radical de la córnea por el paso de humor acuoso desde la cámara anterior. El paciente sufre una pérdida radical y dolorosa de su visión. Al cabo de varias semanas, la córnea recupera parte de su transparencia aunque suele quedar cicatriz.

Se encuentran signos típicos con la retinoscopia esquiascopia, como son las sombras en tijera y el signo de la gota de aceite de Charleaux. La retinoscopia esquiascopia sirve para averiguar el error refractivo objetivo del paciente y también observar las características del reflejo de la retina. Al realizar la retinoscopia en queratoconos avanzados.

- Sombras en tijera evidentes, pero la importancia de este reflejo es que ya se observa en estadios tempranos, siendo el primer signo que aparece en el queratocono, a pesar de que la córnea parezca normal en el examen biomicroscópico, por lo que podríamos diagnosticarlo en su forma subclínica. Es un fenómeno que se da por la aberración esférica existente, potenciada por una pupila midriática que hace que haya distinta velocidad y movimiento en el centro de la córnea y en la periferia.



Imagen. 11 Sombras en tijera.

- El signo de la gota de aceite de Charleaux es un indicador clínico de queratocono incipiente. Es un reflejo que se ve con un oftalmoscopio, colocándose a 30 cm y sin lente. Se ve una sombra anular oscura que rodea un reflejo más luminoso que se corresponde con el ápex del cono y lo separa del reflejo rojo estándar de la periferia corneal. Se da por la reflexión interna de la luz que produce la forma cónica de la córnea.



Imagen. 12 Reflejo en gota de aceite.

Orden de aparición de los signos.

En cuanto al momento de aparición, podemos dividir los signos que aparecen en el queratocono en muy precoces, precoces, tardíos y muy tardíos.

Muy Precoces:

- Protusión inferior y astigmatismo irregular en la topografía corneal computarizada
- Protusión inferior en el examen queratométrico
- Sombras en tijera

Precoces:

- Adelgazamiento corneal leve
- Protusión corneal leve
- Anillo de Fleischer: es un anillo de color marrón localizado en la base del cono, por depósitos férricos en el epitelio. Se visualiza mejor con el filtro azul cobalto.
- Estrías de Vogt: líneas finas, verticales u oblicuas en el estroma posterior del vértice del cono. Al realizar digitopresión desaparecen, volviendo a aparecer al cesar la maniobra.

Signos tardíos:

- Signo de Munson
- Leucomas corneales por las rupturas en membrana de Bowman
- Engrosamiento de nervios corneales
- Nódulo corneal en vértice del cono por el abuso de las lentes de contacto.

Signos muy tardíos:

- Cicatrización corneal
- Adelgazamiento apical severo
- Hydrops agudo: se trata de uno de los estadios más graves del queratocono. Son opacidades por rupturas en la membrana de Descemet. Sus síntomas son dolor, edema y disminución de la agudeza visual. Ha de tratarse de manera conservadora durante unos meses con fármacos hipertónicos, oclusiones, lentes de contacto blandas o inyección de aire o gas en cámara anterior. No tiene indicación de cirugía inmediata. (Fernández-Vega luis & Cueto-Felgueroso, 2016)

Síntomas de queratocono.

Los síntomas serán dependiente de lo avanzada que esté la enfermedad, en estadios iniciales podemos no encontrar ningún signo en lámpara de hendidura. Con signos topográficos nos ponen en alerta y ayudan a confirmar el diagnóstico. Para detectar o diagnosticar un queratocono, deberemos realizar un examen completo y cuidadoso del segmento anterior y cobra gran relevancia la sospecha clínica debido a un alto astigmatismo o a una gran variación del mismo en 2 visitas consecutivas. (Molina Villalba, 2022)

Topografía basada en hendidura de luz asociada a topografía de plácido

El sistema ORBSCAN (Bausch+Lomb) se caracteriza por asociar un queratoscopio convencional con disco de Plácido y una lámpara de hendidura. Proyecta el disco de Plácido sobre la córnea y realiza un barrido de la misma con dos hendiduras de luz en 1,5 segundos. En total, se proyectan 40 hendiduras de luz en un ángulo de 45° en los 5 mm centrales y se analizan 9.600 puntos de la superficie corneal.

Con el ORBSCAN se obtiene información de la cara anterior y de la cara posterior de la córnea, y de su relación entre ellas. Aporta datos reales de elevación y de paquimetría corneal. Además, valora el diámetro pupilar y la profundidad de la cámara anterior. El sistema obtiene los principales mapas diagnósticos, y establece sus correspondientes índices de sospecha de queratocono:

- Mapas de curvatura axial y tangencial: similares a los descritos con la topografía de reflexión, tanto cualitativa como cuantitativamente.
- Mapa de elevación anterior: define la morfología de la superficie corneal y sus valores numéricos, en micras, se determinan con respecto a una esfera de referencia anterior. Un punto de máxima elevación sobre la esfera de referencia anterior por encima de 20-25 micras se considera anormal, sospechoso de queratocono. Un punto desplazado inferotemporal también se considera anómalo.
- Mapa de elevación posterior: define la cara posterior de la córnea, donde se producen los cambios más precoces en el queratocono. Valores por encima de 40-45 micras sobre la esfera de referencia posterior, se consideran anormales. Lo mismo que un

desplazamiento inferotemporal de ese punto. La cara posterior de la córnea, siempre es más curva que la anterior, manteniendo una relación entre sí, que debe ser menor a 1,23 para ser normal (relación entre ambas BFS).

- Mapa paquimétrico: Una córnea de espesor central menor de 475 micras, se considera anormal. Un punto de la córnea, 30 micras más delgado que el espesor de la córnea central y localizado a más de 0,7 mm del centro de la córnea en dirección inferotemporal, es sospechoso de ser el vértice de un queratocono.
- Mapa aberrométrico de superficie: no ofrecido por el equipo de forma automática. Es necesario transportar los valores numéricos del mapa de elevación a un programa informático diseñado a tal efecto, para obtener la información aberrométrica. (Perez Rueda, 2020) (Paniagua de la Paz, 2019)

	Topografía de Plácido	Tomografía			Aberrometría Computacional
		Lámpara de hendidura	Cámara de Scheimpflug	Coherencia Óptica	
CA-100	SI				SI
Orbscan II	SI	SI			NO
Pentacam HD	NO		Si (una)		SI
Galilei II	Si		Si (dos)		SI
Sírius	SI		Si (una)		SI
Visante OMNI Atlas + OCT	SI			SI	SI

	Paqui- métrico	Elevación Ant. y Post.	Dióptrico Axial Ant.	Dióptrico Tang Ant.	Aberro- métrico	Dx Qc	Otros	Facilidad de manejo
Orbscan	SI	SI	SI 3-5	SI	NO (*)	NO	Pupila	++
Pentacam	SI	SI	SI 6-7-8-9	SI Scheimpflug	SI	SI	Pupila pIOL ICRS Faco-CRC	++
Galilei	SI	SI	SI seleccionable	SI	SI	SI	Pupila pIOL ICRS Faco-CRC	+
Sirius	SI	SI	SI 3-5-7-9	SI	SI	SI	Pupila pIOL ICRS Lentes C.	+++
Atlas	NO	SI	SI 3-5-7	SI	SI	SI	Pupila pIOL ICRS	++

Tabla 2 Característica de los diferentes sistemas de Topografías, (Fernández-Vega Luis & Cueto-Felgueroso, 2016)

Clasificaciones clínicas del queratocono.

En la literatura científica existen diversos estudios que han validado índices o descriptores topográficos corneales, para fin de definir valores de corte que permitan diferenciar las corneas normales de las queratócónicas. Algunos evalúan un parámetro de forma aislada, como la queratometría o la paquimetría pero su aplicación es muy limitada, dado que solo contemplan una característica de la enfermedad.

Las clasificaciones más útiles desde un punto de vista clínico, son las multivariantes, ya que tienen en cuenta una combinación de distintas evidencias del queratocono. Estas pueden fundamentarse en aspectos morfológicos (aberraciones), queratométricos (curvatura y asfericidad), biomicroscópicos, o en el grado de agudeza visual, entre otras.

Rabinowitz

La clasificación de Rabinowitz es una forma de clasificar el queratocono, una enfermedad ocular que se caracteriza por un adelgazamiento y una protuberancia anormal de la córnea. Fue propuesta por el oftalmólogo estadounidense Richard A. Rabinowitz en 1998.

La clasificación de Rabinowitz divide el queratocono en cuatro etapas, según la apariencia de la córnea y la cantidad de protrusión:

1. Queratocono subclínico: esta etapa se caracteriza por cambios sutiles en la córnea que pueden ser detectados por pruebas especializadas, pero que no causan síntomas o cambios visibles en la forma del ojo.
2. Queratocono frusto: en esta etapa, la córnea comienza a adelgazarse y curvarse hacia afuera, pero aún no hay una protrusión significativa. Los pacientes pueden experimentar visión borrosa, astigmatismo y distorsión de la imagen.
3. Queratocono moderado: en esta etapa, hay una protrusión más notable de la córnea y una mayor curvatura. La visión se vuelve más borrosa y distorsionada, y los pacientes pueden experimentar mayor sensibilidad a la luz y halos alrededor de las luces.
4. Queratocono avanzado: en esta etapa, la córnea es muy delgada y se ha protuberado significativamente hacia afuera. La visión puede ser muy borrosa y distorsionada, y los pacientes pueden experimentar una mayor dificultad para ver con gafas o lentes de contacto.

La clasificación de Rabinowitz es útil para evaluar la gravedad del queratocono y para guiar el tratamiento, que puede incluir lentes de contacto especiales, queratoplastia lamelar o trasplante de córnea, dependiendo de la etapa de la enfermedad.

Eftekharpede

Los criterios de Eftekharpede para el diagnóstico de queratocono son:

1. Asimetría de la córnea: La asimetría corneal se mide mediante topografía corneal y se considera significativa si la diferencia en dioptrías entre el meridiano más curvo y el menos curvo es mayor a 1.4 dioptrías.

2. Astigmatismo irregular: El astigmatismo corneal se mide mediante topografía corneal y se considera irregular si el astigmatismo no sigue un patrón regular.
3. Refinamiento visual inestable: El paciente informa cambios frecuentes en su visión, especialmente en relación con los cambios en la iluminación.
4. Imagen de doble refracción: El paciente informa ver imágenes dobles.
5. Manchas de Vogt: Depósitos blanquecinos en la base del cono corneal.
6. Estiramiento del anillo de Fleischer: Anillo de color marrón verdoso en el borde de la córnea.
7. Antecedentes familiares de queratocono: La presencia de queratocono en uno o más miembros de la familia aumenta el riesgo de desarrollar la enfermedad. (Quesada Portela, 2023)

Si un paciente cumple con tres o más de estos criterios, se considera sospechoso de tener queratocono y se requiere una evaluación adicional para confirmar o descartar el diagnóstico. Es importante destacar que la topografía corneal y la tomografía corneal son pruebas importantes para el diagnóstico y seguimiento del queratocono.

Roush

Los criterios de Roush para el diagnóstico de queratocono son:

1. Asimetría corneal: La asimetría corneal se mide mediante topografía corneal y se considera significativa si la diferencia en dioptrías entre el meridiano más curvo y el menos curvo es mayor a 1.5 dioptrías.

2. Irregularidad corneal: El astigmatismo corneal se mide mediante topografía corneal y se considera irregular si el astigmatismo no sigue un patrón regular.
3. Afinamiento corneal: El adelgazamiento corneal se mide mediante paquimetría corneal y se considera significativo si el grosor de la córnea es menor a 470 micras.
4. Cambios en la curvatura corneal: La topografía corneal muestra un patrón de curvatura corneal cambiante con la edad y la progresión de la enfermedad.
5. Cambios en el frente de onda: El análisis del frente de onda muestra un patrón de aberraciones corneales anormales.
6. Imagen de doble refracción: El paciente informa ver imágenes dobles.
7. Antecedentes familiares de queratocono: La presencia de queratocono en uno o más miembros de la familia aumenta el riesgo de desarrollar la enfermedad.

Si un paciente cumple con tres o más de estos criterios, se considera sospechoso de tener queratocono y se requiere una evaluación adicional para confirmar o descartar el diagnóstico. La topografía corneal y la tomografía corneal son pruebas importantes para el diagnóstico y seguimiento del queratocono.

Amsler-Krumeich

La clasificación de Amsler-Krumeich es una clasificación del queratocono que se basa en la presencia de ciertas características clínicas de la córnea. Esta clasificación es ampliamente utilizada por los oftalmólogos para determinar la gravedad y la progresión de la enfermedad, y para planificar el tratamiento apropiado.

La clasificación de Amsler-Krumeich se divide en cuatro etapas, que se basan en la gravedad de la deformidad corneal y la cantidad de astigmatismo que está presente. Estas etapas son:

ETAPA 1 Queratocono subclínico. En esta etapa, no hay astigmatismo significativo y la córnea tiene una curvatura normal. Sin embargo, puede haber un adelgazamiento de la córnea.

ETAPA 2 Queratocono frusto. En esta etapa, la córnea comienza a deformarse y hay un aumento del astigmatismo. La curvatura de la córnea es mayor en una dirección que en la otra.

ETAPA 3 Queratocono incipiente. En esta etapa, la córnea es más irregular y la curvatura es mayor en una dirección que en la otra. El astigmatismo es más pronunciado y puede haber una pequeña protuberancia en la córnea.

ETAPA 4 Queratocono avanzado. En esta etapa, la córnea está muy deformada y tiene una curvatura muy irregular. El astigmatismo es muy alto y hay una protuberancia significativa en la córnea.

Cada etapa se divide además en tres grados, de menor a mayor, lo que permite una evaluación más detallada de la gravedad de la enfermedad. En general, cuanto más avanzada sea la etapa del queratocono, más difícil será el tratamiento y peor será el pronóstico visual. (Rivera Rivera, 2023)

Estadio	Miopía y/o astigmatismo inducido (D)	Valores de queratometría central media (D)	Paquimetría mínima (μm)	Otros signos, cicatrices, encorvamiento
I	Hasta - 5 D	≤ 48 D		Ausencia de cicatrices y encorvamiento localizado excéntrico
II	Entre - 5 D y - 8 D	≤ 53 D	> 400 μm	Ausencia de cicatrices
III	Entre - 8 D y - 10 D	> 53 D	Entre 300 μm y 400	Ausencia de cicatrices
IV	Refracción no medible	> 55 D	200 μm	Cicatrices corneales centrales

Tabla 3: Clasificación de Amsler-Krumeich, (VELAZQUEZ BLAZQUEZ JOSE SEBASTIAN, 2020)

Clasificación basada en topografía.

A.B.C.D

La clasificación ABCD del queratocono es una forma de evaluar la gravedad y la progresión del queratocono. Esta clasificación se basa en cuatro criterios: astigmatismo, agudeza visual corregida, curvatura máxima de la córnea y profundidad del área central del queratocono.

A - Astigmatismo: se mide el astigmatismo corneal máximo en dioptrías (D) utilizando un topógrafo corneal. La clasificación es la siguiente:

A1: astigmatismo menor o igual a 3 D.

A2: astigmatismo entre 3 y 5 D.

A3: astigmatismo mayor de 5 D.

B - Curvatura corneal: se mide la curvatura corneal máxima en dioptrías utilizando un topógrafo corneal. La clasificación es la siguiente:

B1: curvatura corneal menor o igual a 48 D.

B2: curvatura corneal entre 48 y 53 D.

B3: curvatura corneal mayor de 53 D.

C - Grosor corneal: se mide el grosor corneal mínimo en micras (μm) utilizando paquimetría.

La clasificación es la siguiente:

C1: grosor corneal mayor o igual a 500 μm .

C2: grosor corneal entre 450 y 499 μm .

C3: grosor corneal menor de 450 μm .

D - Distancia visual mejor corregida (DVMC): se mide la agudeza visual mejor corregida utilizando la escala ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study). La clasificación es la siguiente:

D1: DVMC mayor o igual a 0,5.

D2: DVMC entre 0,3 y 0,4.

D3: DVMC menor de 0,3.

La clasificación ABCD del queratocono utiliza las categorías de cada criterio para asignar un grado a cada ojo, que varía de 1 (menos grave) a 4 (más grave). Por ejemplo, un ojo con astigmatismo de 6 dioptrías, agudeza visual corregida de 0,2, curvatura máxima de la córnea

de 48,5 mm y profundidad del área central del queratocono de 270 micras sería clasificado como queratocono grado 2 (A2, B2, C2, D2). Esta clasificación puede ayudar a los oftalmólogos a planificar el tratamiento y monitorear la progresión del queratocono. (Chimbo Bejarano, 2023)

ABCD Criterios	A	B	C	D	
	ARC (3 mm zone)	PRC (3 mm zone)	Thinnest Pach um	BDVA	Scarring
STAGE 0	> 7.25 mm (< 46.5 D)	> 5.90 mm (< 57.25 D)	> 490 um	≥ 20/20 (≥ 1.0)	-
STAGE I	> 7.05 mm (< 48.0 D)	> 5.70 mm (< 59.25 D)	> 450 um	< 20/20 (< 1.0)	-, +, ++
STAGE II	> 6.35 mm (< 53.0 D)	> 5.15 mm (< 65.5 D)	> 400 um	< 20/40 (< 0.5)	-, +, ++
STAGE III	> 6.15 mm (< 55.0 D)	> 4.95 mm (< 68.5 D)	> 300 um	< 20/100 (< 0.2)	-, +, ++
STAGE IV	< 6.15 mm (> 55.0 D)	< 4.95 mm (> 68.5 D)	≤ 300 um	< 20/400 (< 0.05)	-, +, ++

Tabla 4: Criterios de ABCD del queratocono, (BELLA GALA RAFAEL, 2022)

Metodología.

Este proyecto es un estudio epidemiológico, descriptivo, transversal, no exploratorio, en pacientes que acudieron a la clínica de ojos “Dvisual” por primera vez y se sospecha de queratocono.

En el proyecto de investigación se examinarán ambos ojos del paciente para confirmar la sospecha de una ectasia corneal.

Criterios de inclusión.

- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes sin restricción de edad.
- Queratometrías mayores a +45.75 dioptrías en el meridiano más plano.
- Pacientes con antecedentes familiares con algún tipo de ectasia corneal.
- Adelgazamiento corneal.

Criterios de exclusión.

- Paciente sin antecedentes familiares de queratocono.
- Presencia de enfermedades de la colágena.
- Síndromes cromosómicos clínicamente significativos.
- Antecedente de cirugías oculares.
- Co-existencia de alguna otra patología corneal.
- Antecedente de trauma ocular.

Sujeto de prueba.

El proyecto de investigación tuvo una duración de 8 meses examinando a 1758 pacientes y 42 pacientes se les solicitó estudios de topografía corneal por presentar queratometrías $>$ de +45.75 en el meridiano más plano, antecedentes familiares de ectasias corneales o cornea con alto astigmatismo.

El proyecto de investigación inició a partir del 01 de septiembre de 2022 y concluyó el 30 de marzo de 2023.

Equipo de apoyo:

- Pantalla de proyección de 24 pulgadas con letras de Snellen, E direccional, figuras lead, test logarítmico C de Landolt, prueba bicromática y reloj astigmático. Colocada a 3 metros de distancia del paciente y ajustando las pruebas a ella.
- Retinoscopio (Esqueiscopio), es una técnica de exploración optométrica que determina de manera objetiva el defecto de refracción del ojo (miopía, hipermetropía o astigmatismo).
- Unidad y Foroptero, en la unidad se encuentra el foroptero en la cual le permite al foroptero desplazarse para ajustar al paciente. El foroptero es un equipo con diversas lentes esféricas, lentes cilíndricas, filtros, complementos cilíndricos de dos piezas de -0.12 dioptrías cilíndricas y dos piezas de -2.00 dioptrías cilíndricas y prismas, que

usamos durante el examen visual para determinar la graduación del paciente de una forma ágil y cómoda.

- Amazon de prueba. equipo para realizar pruebas ambulatorias de tolerancia de la graduación. Éste equipo está diseñado para ajustarlo al paciente y para que lo sienta cómodo. Cuenta con distancia nasopupilar ajustable, marco giratorio para colocar los lentes esféricas y cilíndricas, barrillas ajustables, ángulo del vértice ajustable y puente nasal ajustable.
- Caja de pruebas. Equipo que cuenta con diversas lentes de esféricas que van de ± 0.00 dioptrías hasta ± 20.00 dioptrías, lentes cilíndricas de ± 0.12 dioptrías a ± 6.00 dioptrías, filtros rojo-verde, oclusores, agujero estenopeico, hendidura estenopeica, prismas de 0.50 dioptrías prismáticas a 8.00 dioptrías prismáticas y cilindros cruzados de ± 0.25 y ± 0.50 .
- autoref/keratometer nidek ARK-. Medición de la refracción exacta con método imagenológico zona pupila grande SLD y CCD de alta sensibilidad nebulización para minimizar alojamiento óptico, medición agudeza visual con la prueba de reflejos, evaluación de opacidad simple imagen con retroiluminación y medición de alojamiento cómodo para el paciente.
- Lámpara de hendidura, permite la examinación microscópica de la cámara anterior de la córnea, el cristalino y la porción anterior de la cámara vítrea. Es un instrumento con distancia de trabajo grande lo que facilita su uso en la inspección clínica del ojo en un consultorio oftalmológico.

La lámpara de hendidura consiste básicamente de dos sistemas ópticos, el sistema de iluminación y el sistema de observación. El sistema de iluminación proyecta una rendija angosta sobre la córnea, la luz es reflejada por la superficie anterior de la córnea, y luego es esparcida por las estructuras internas del ojo. Tanto la luz reflejada como la luz esparcida son capturadas por el sistema de observación que consta de un

microscopio binocular estereoscópico que permite tener distintas magnificaciones, entre 6 y 40 veces el tamaño real, proporcionando siempre una imagen erecta.

Los sistemas de iluminación y observación están montados en un mecanismo giratorio cuyo eje coincide con el lugar en donde se forma la imagen de la rendija y se encuentra en el foco del microscopio binocular. El mecanismo giratorio permite modificar los ángulos de iluminación y observación para así inspeccionar las distintas estructuras del ojo. Con la lámpara de hendidura se observan principalmente cuatro imágenes deformadas de la rendija, cada una formada por las superficies anterior y posterior de la córnea y el cristalino.

La deflexión de la luz de la rendija por cada superficie hace posible que, con los principios de la triangulación, se pueda realizar una medición absoluta de la elevación de cada punto de las superficies que conforman la cámara anterior y posterior del ojo.

- Topografo Orbscan® Iiz de Bausch & Lomb's, es un sistema diagnóstico que genera un mapa de toda la superficie corneal y analiza las medidas de elevación y curvatura de la córnea tanto de la superficie anterior como de la posterior. Éstas medidas son importantes para identificar muy eficazmente condiciones propias de la córnea como el queratocono y su grado, malformaciones corneales y grosor de la córnea; todos estos datos sumamente útiles en la consulta oftalmológica.

Procedimiento.

Como en cualquier examen normal se le solicita al paciente sus datos personales como; nombre, edad, fecha de nacimiento, domicilio, antecedentes, patológicos familiares, antecedentes patológicos personales, tiempo de evolución, tratamientos medicamentosos que haya tomado o que tome. Es fundamental preguntar el motivo de la consulta y saber la situación que cursa el paciente, después de conocer los datos personales y la anamnesis del paciente se inicia con las pruebas optométricas como son las siguientes;

- Toma de agudeza visual: dependiendo de la edad del paciente se escogera el tipo de optotipo que hay a disposición, por ejemplo: Para pacientes pediátricos se opta por usar las figuras lead, E de snellen direccional, rueda rota de landolt, etc. Para pacientes jóvenes frecuentemente se utiliza las letras de snellen, E de snellen direccional y letras de LogMaR. Para pacientes geriátricos se utiliza las letras de snellen, E de snellen direccional y letras de LogMaR.
- Autorefractómetro, es un equipo que realiza una medición de refracción y una de queratometrías de la cornea, es una prueba objetiva que nos puede ayudar a iniciar con la sospecha de queratocono
- Foroptometría, se coloca al paciente detrás del foroftero con ambos ojos abiertos y se procede hacer la refracción, se inicia revisando el ojo derecho, primer meridiano horizontal y después el meridiano vertical, si hay un ángulo marcado se ajusta y se sigue con la neutralización de los reflejos retinianos, una vez terminando, se cambia al ojo izquierdo y se sigue el mismo procedimiento anterior, una vez terminando se agrega la distancia de trabajo 50 cm a 2 dioptrías, esta distancia permite al examinador obtener una buena estimación de la refracción del ojo sin que el cristalino del examinador tenga que acomodarse significativamente. Se toma agudeza visual ya con la refracción sin distancia de trabajo, al ver que el paciente mejora su agudeza visual con la corrección, se procede a las pruebas subjetivas, como son las, bicromática, reloj astigmático, cilindro cruzado de jackson y máximo positivo con la mayor agudeza visual. Una vez terminando de ajustar la refracción se hace la prueba ambulatoria, con la cual se determina si la refracción causa alguna incomodidad visual. Si los datos obtenidos no mejoran la visión del paciente y hay características de reflejos en tijera o los hay, se procede a dar un orden de estudios especiales como; biomicroscopia para determinar la causa de la baja visual con la mejor corrección y una topografía corneal por si hay datos de alarma de alguna ectasia corneal.
- Biomicroscopia, se coloca al paciente detrás de la lámpara de hendidura y se ajusta según sus facciones. Se inicia explorando en el ojo derecho, explorando los anexos,

segmento anterior y segmento posterior de nasal a temporal y posterior a esto se pasa al ojo izquierdo y se repiten los mismos pasos del ojo derecho. En esta parte es muy importante para la detección del queratocono por que aquí se puede determinar si sufre alguna condición ectásica en la córnea y posterior a este estudio se manda solicitar el estudio topográfico corneal.

- Topografía corneal, se coloca al paciente enfrente del topografo, se introduce los datos para iniciar las pruebas. Se inicia con el ojo derecho, se escanea y después se para al ojo izquierdo y se repite el procedimiento, se le solicita al paciente que no se mueva en ningún momento de la prueba para que sea más confiable, después de tener los datos topográficos, se analiza los datos obtenidos por la exploración por medio de las diversas clasificaciones de queratocono.

Resultados.

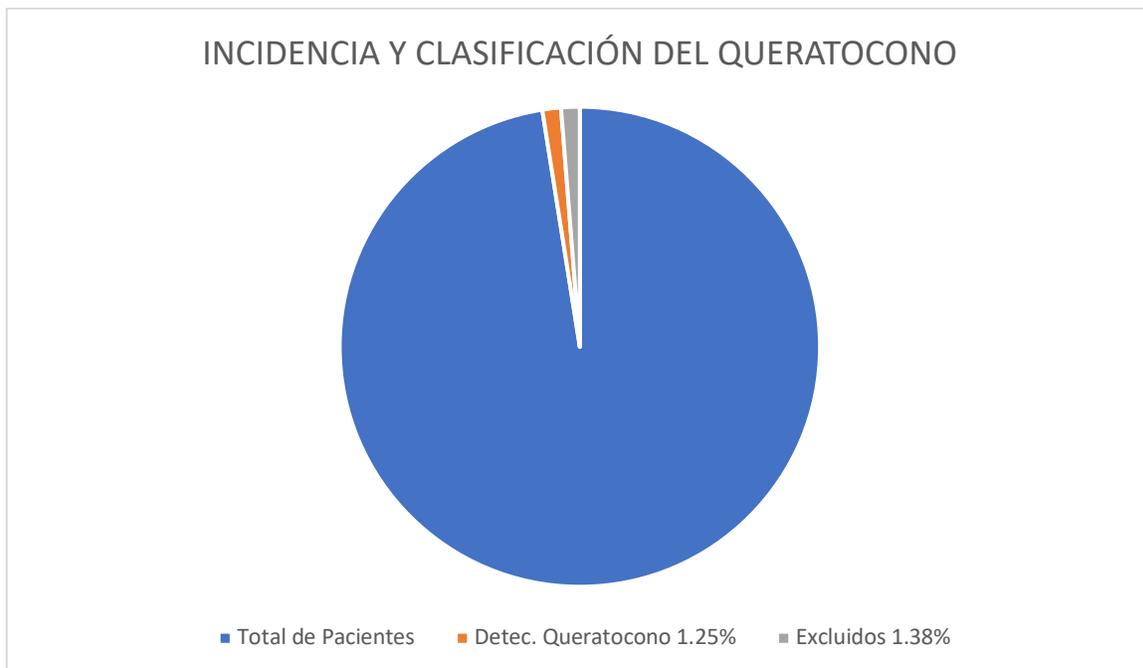
Se revisaron los expedientes para identificar los pacientes con los criterios de inclusión, de los cuales solo el 1.25% del 2.38% debido a que 1.13% de ellos tienen antecedentes, como; polinegatismo, patologías de colágeno, secuelas de operaciones de cataratas, post operados de algún tipo de cirugía refractiva y lesiones traumáticas en cornea, dando un resultado de 22 pacientes con características de queratocono.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos del estudio, clasificados de la siguiente forma. Columna 1 se muestra en número de paciente (Px). Columna de edad. Columna de género. columna 2, ojo examinado (OD, OS). Columna A, encorvamiento de la cara anterior. Columna B, encorvamiento de la cara posterior. Columna C, paquimetrías central (thinners). Columna D, agudeza visual con la mejor corrección. Columna Scarring, presencia de leocoma corneal. Columna Clasificación, estadio en el que se encuentra el ojo examinado.

1	edad	sexo	2	A	B	C	D	SCARRING	CLASIFICADO
PX 1	48	masculino	OD	38.75	47.1	571	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	41.3	52.1	567	20/30	-	ESTADIO 0
PX 2	30	femenino	OD	43	52.9	492	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	42.6	53.1	506	20/20	-	ESTADIO 0
PX 3	20	masculino	OD	39.8	48.9	545	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	39.2	48.5	527	20/20	-	ESTADIO 0
PX 4	10	masculino	OD	45.3	54.9	572	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	45.8	55.6	574	20/20	-	ESTADIO 0
PX 5	27	femenino	OD	44.9	55.6	543	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	44.8	54	535	20/20	-	ESTADIO 0
PX 6	19	femenino	OD	34	49	593	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	40.3	49.4	607	20/20	-	ESTADIO 0
PX 7	37	masculino	OD	44.1	53.2	505	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	43.7	53.4	517	20/20	-	ESTADIO 0
PX 8	19	masculino	OD	44.7	54.9	496	20/25-	-	ESTADIO 0
			OS	45.1	55.3	508	20/25-	-	ESTADIO 0
PX 9	30	femenino	OD	43.2	52.1	620	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	43.5	52.3	628	20/20	-	ESTADIO 0
PX 10	26	femenino	OD	41.2	51.9	522	20/25-	-	ESTADIO 0
			OS	41.3	52.3	537	20/25-	-	ESTADIO 0

1	edad	sexo	1	A	B	C	D	SCARRING	CLASIFICADO
PX 11	11	femenino	OD	45.1	51.2	545	20/20	-	ESTADIO 0
			OS	43.1	51.6	538	20/20	-	ESTADIO 0
PX 12	21	masculino	OD	39.8	50.1	498	20/20	-	ESTADIO 0 -
			OS	39.9	51	492	20/20	-	ESTADIO 0 -
PX 13	31	femenino	OD	42.8	52.4	528	20/70	-	ESTADIO 0 -
			OS	42.3	52.8	540	20/20	-	ESTADIO 0 -
PX 14	9	femenino	OD	40.7	50.4	576	20/40	-	ESTADIO 0 -
			OS	39	50.3	571	20/40	-	ESTADIO 0 -
PX 15	36	femenino	OD	47.3	56.2	559	20/20	-	ESTADIO I
			OS	46.4	56.8	558	20/20	-	ESTADIO 0 -
PX 16	17	masculino	OD	43.2	53.2	587	20/25	-	ESTADIO I
			OS	44.4	53.8	595	20/25	-	ESTADIO 0
PX 17	9	masculino	OD	43.9	53.8	495	20/40	-	ESTADIO 0 -
			OS	43	53.4	497	20/30	-	ESTADIO 0 -
PX 18	21	masculino	OD	43.3	53.7	468	20/25	-	ESTADIO I
			OS	43.2	53	462	20/25	-	ESTADIO I
PX 19	32	masculino	OD	42.7	51.8	487	20/30	-	ESTADIO I
			OS	42.6	52.1	484	20/30	-	ESTADIO I
PX 20	18	femenino	OD	45.7	52.6	434	20/40	-	ESTADIO I -
			OS	47	54.4	417	20/50	-	ESTADIO I -
PX 21	26	masculino	OD	50.2	54.1	369	20/80	-	ESTADIO II -
			OS	45.8	53.8	406	20/60	-	ESTADIO I -
PX 22	25	femenino	OD	56.4	65.5	413	20/100	-	ESTADIO III -
			OS	56.7	70.2	331	20/180-	-	ESTADIO III -

Tabla 5 Incidencia y clasificación de la muestra (Clasificación con el metodo de ABCD de Beli)



Conclusión.

El queratocono se clasifica como una enfermedad corneal no inflamatoria que afecta el espesor del tejido corneal y la agudeza visual conforme va evolucionando, actualmente se considera su etiología multifactorial. Afecta a hombres y mujeres de cualquier raza o etnia.

El análisis de datos de la clínica de ojos “Dvisual” localizada en Tacámbaro, Mich. se determinó que de 1758 paciente que acudieron a revisión por perdida visual, en el tiempo de exploración de 8 meses solo el 1.25% fueron confirmados con la clasificación más actual.

Estadio 0: 0.62%

Estadio I: 0.51%

Estadio III: 0.11%

Como profesionales del área de salud visual es de suma importancia saber reconocer la fisiopatología del queratocono, para realizar un adecuado manejo clínico, tanto al manejo de la información de la anamnesis del paciente como al evaluar la superficie ocular.

La topografía corneal es una de las tecnologías más actuales para complementar el diagnóstico de queratocono en estadios iniciales. Es importante detectar el queratocono en sus estadios inicial y una edad temprana para que el tratamiento sea el mas ideal.

Es importante mencionar que el presente estudio no pudo ser tan preciso, por las limitaciones presentadas al momento de la recopilación de datos de la institución.

Bibliografía

- Castro Cardenas, K., Zayas Ribalta, Y., & Hernandez Conde, M. (2020). Queratoglobos o ectasia corneal globular. Informe de caso Keratoglobos or globular corneal ectasia. *Revista médica electrónica de ciego de ávila*.
- Chimbo Bejarano, J. E. (2023). Protocolo de actualización para el diagnóstico precoz del Queratocono en la optica Luque. Ambato, Ecuador.
- Lopez Muñoz, A. (03 de Marzo de 2019). Integración de la tomografía y la caracterización biomecánica corneales mediante geometría scheimpflug en el análisis de la cirugía fotoablativa. Sevilla, España.
- Arana, I. Á. (Enero de 2022). Tratamiento de las ectasias corneales asociadas a lasik con anillos intraestromales. Valencia, España.
- Fernandez vega, L., & Felgueroso, C. (14 de Abril de 2016). Clasificación del Queratocono para su corrección quirúrgica con segmentos de anillos intraoculares tipo ferrera. Oviedo.
- Gomez Tejada, D. A. (Julio de 2022). Desarrollo de pruebas ópticas para la caracterización dimensional de la córnea. Leon, Guanajuato, México.
- Martinez Mora, Y. K. (2023). Caracterización del queratocono en un consultorio oftalmológico especializado en cornea de la Clínica de Oftalmología de Cali. Bucaramanga, Colombia.
- Molina Villalba, L. E. (19 de Marzo de 2022). Prevalencia y factores clinicos asociados al queratocono en pacientes atendidos en un consultorio oftalmologico particular de arequipa, durante los años 2019 y 2020. Arequipa , Peru.
- Paniagua de la Paz, N. (12 de Junio de 2019). Caracterización de patrones topográficos. Barcelona .
- Perez Rueda, A. (20 de Octubre de 2020). Modelos predictivos para el diagnóstico precoz y la limitación visual del queratocono basados en la topografía corneal. Almeria, España.
- Quesada Portela, M. F. (2023). Análisis In- Silico y clínico de los cambios en la superficie ocular en individuos con queratocono. Bogota, Colombia .
- Revista Cubana de Oftalmología. (2023). Ecatsia pos lasik . *Editorial ciencias médicas*.
- Rivera Rivera, D. (2023). Características clínico demográficas y topográficas al diagnóstico de queratocono. Ciudad de México, Estado de México, México.
- Samano Lopez, O. (Mayo-Junio de 2020). Mapas de elevación. *Imagen optica.*, págs. 72-74.
- Sanchez Villacis, L. S., Alvarez Mena, P. R., Benavides Bautista, P. A., Sanchez Sola, H. R., & Zambrano Jordan, D. R. (Enero de 2018). El queratocono, su diagnóstico y manejo.
- Sridhar, M. S. (Febrero de 2018). Anatomy of cornea and ocular surface. *Indian Journal of Ophthalmology* , 191-194.

IMAGEN. 1 CORTE HISTOLOGICO DE LA CórNEA, (OISETH ET AL., 2022c).	20
IMAGEN. 2 TOMOGRAFÍAS DE CORNEAS CON DIFERENTES TIPOS DE ECTASIAS. (A) CORNEA NORLMA, (B). QUERATOCONO, (C) DEGENERACIÓN MARGINAL PELUCIDA (D) QUERATOGLOBO, (FERNÁNDEZ,2015).	21
IMAGEN. 3 TOMOGRAFÍA DE UNA DEGENERACIÓN MARGINAL PELUCIDA (FACOELCHE, 2019)	23
IMAGEN. 4 MICROSCOPIA CON TECNICA DE PARALEPIEDO DE UN QUERATOGLOBO (ELIZALDE, 2015)	24
IMAGEN. 5 TOMOGRAFIA DE UN QUERATOCONO, (PUIG, 2022).	25
IMAGEN. 6 SIGNO DE MUNSON (OISETH ET AL., 2022A).	28
IMAGEN. 7 SIGNO DE RIZZUTI,	28

IMAGEN. 1 SÍNDROME DE PARPADO FLÁCIDO.	28
IMAGEN. 2 ANILLO DE FLEISCHER.	29
IMAGEN. 3 SOMBRAS EN TIJERA.	30
IMAGEN. 4 REFLEJO EN GOTA DE ACEITE.	30

1. Elizalde, Á. (2015). Evolución a largo plazo del astigmatismo tras queratoplastia penetrante en queratocono: evidencia de recurrencia tardía. <https://www.semanticscholar.org/paper/Evoluci%C3%B3n-a-largo-plazo-del-astigmatismo-tras-en-de-Elizalde-Pedro/fbd69050a45018de5a4387a27917d1a3c7c588bd/figure/67>.
2. Imagen 2: FacoElche. (2019). Degeneración marginal de Terrien. FacoElche.com. <https://www.facoelche.com/degeneracion-marginal-terrien/>
3. Imagen 3: Puig, J. (2022). El queratocono y sus tratamientos. Clínica oftalmológica DYTO. <https://clinicadyto.com/que-es-queratocono-tratamientos/>
4. Puig, J. (2022). El queratocono y sus tratamientos. *Clínica oftalmológica DYTO*. <https://clinicadyto.com/que-es-queratocono-tratamientos/>
5. Oiseth, S., Jones, L., & Maza Guía, E. (2022a). Anomalías de la córnea. *Lecturio*. <https://www.lecturio.com/es/concepts/anomalias-de-la-cornea/>

Anexos



04 de Mayo de 2023

Tacámbaro, Mich.

CARTA DE AUTORIZACIÓN.

Por medio del presente documento, me dirijo a usted. Med. Espe. Antonio Villegas y Med. Sub. Mónica Rivera. Para solicitar la autorización de ingresar a las plataformas de datos de la Clínica de ojos "Dvisual" y utilizar en nombre de la clínica. Con la finalidad de recopilar información clínica de los pacientes con sospecha de Queratocono y sus datos personales. informo que existe una carta de consentimiento informado con la Ley de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales del Estado de Michoacán de Ocampo, que se les hará firmar a voluntad a los pacientes deslindando a la clínica de cualquier uso indebido de los datos personales. Los datos recopilados de los pacientes con sospecha de queratocono, serán utilizados con la finalidad de acreditar mis estudios nivel licenciatura en optometría, por medio de una tesina de investigación de incidencia y clasificación de queratocono en la clínica de ojos "Dvisual".

Sin más por el momento, agradezco de antemano la atención prestada a la solicitud expuesta.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ivan Juárez', written over a horizontal line.

P.O. Ivan Juárez

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Antonio Villegas', written over a horizontal line.

Med. Esp. Antonio Villegas

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Mónica Rivera', written over a horizontal line.

Med. Sub. Mónica Rivera

C.C.P. Área de Administración de la clínica de ojos "Dvisual".