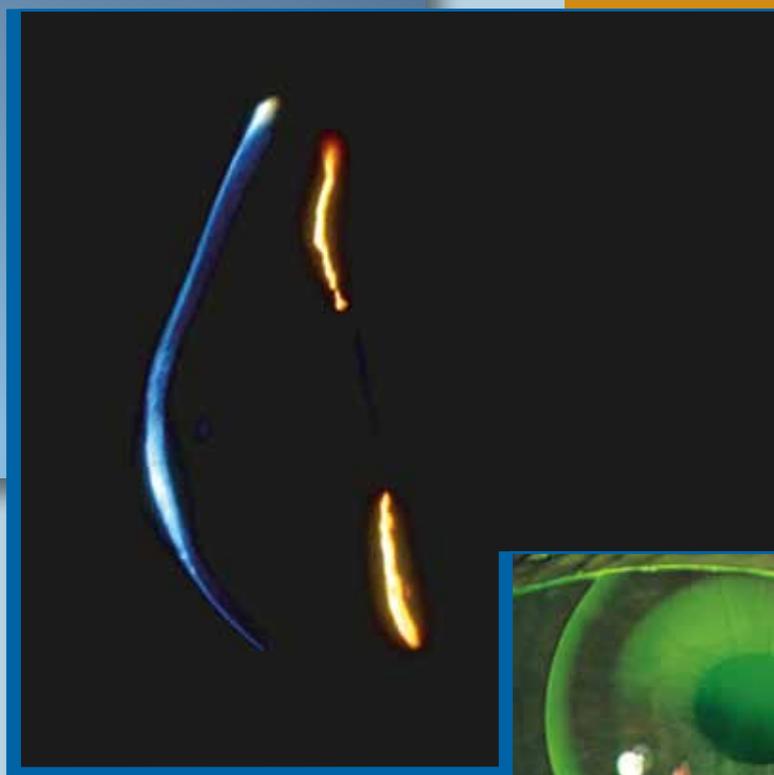
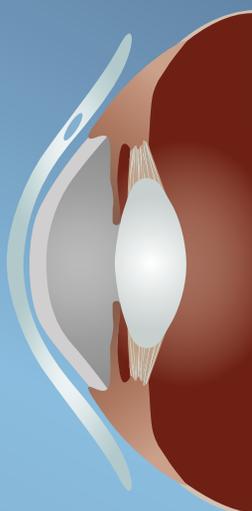


Corrección del queratocono con lentes de contacto GP



Centro para la Investigación
de Lentes de contacto
(Centre for Contact Lens Research, o CCLR)
Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo, Canadá

Introducción

Nota preliminar

Es posible corregir el queratocono de forma segura y eficaz con el uso de lentes de contacto permeables al gas (GP). La detección de los diversos tipos de queratocono se ha simplificado con el uso de topógrafos corneales y tomógrafos de coherencia óptica. La compensación de esta condición también se ha facilitado con el uso de lentes que se adaptan de forma más precisa al tipo de cono. Los avances en la fabricación y el diseño de los lentes han proporcionado al contactólogo una mayor variedad de lentes de los cuales escoger.

Esperamos que este libro ayude al contactólogo a seleccionar un diseño de lente apropiado en función de la curvatura estándar y las mediciones corneales nuevas que pueden usarse para determinar las necesidades de los pacientes de queratocono. Con este material, esperamos demostrar lo sencillo de la adaptación y el compensación del queratocono.

Centro para la Investigación de Lentes de contacto (Centre for Contact Lens Research, o CCLR)

Establecido en 1988, el Centro de Investigación de Lentes de contacto de la Facultad de Optometría de la Universidad de Waterloo, en Canadá, concentra su trabajo en los efectos que tiene el uso de los lentes de contacto en el ojo. Conformadas por académicos, investigadores, licenciados y personal administrativo y técnico, las pruebas clínicas y las investigaciones básicas realizadas en el CCLR es resultado de la colaboración con la industria de los lentes de contacto y otras relacionadas. Muchas de nuestras actividades también tienen como fin apoyar el desarrollo de la educación para contactólogos en el campo de la optometría. Visite el sitio web <http://cclr.uwaterloo.ca> para obtener más información sobre nuestro trabajo.

Agradecimientos

EDITOR EJECUTIVO

Desmond Fonn, MOptom, FAAO
Director del Centre for Contact Lens Research
Profesor de la Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo

GERENTE DE PROYECTO

Bonnie Boshart, BBA
Coordinadora de desarrollo comercial
Centro para la Investigación de los Lentes de contacto
(Centre for Contact Lens Research, o CCLR)

AUTORA

Luigina Sorbara, OD, MSc, FAAO
Científica clínica del Centro de Investigación de Lentes
de Contacto
Profesora Adjunta de la Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo

EDITORES

Craig Woods, PhD, FAAO
Gerente de Investigación del Centre for Contact Lens
Research
Profesor Adjunto de la Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo

Alisa Sivak, MA
Coordinadora de comunicación
Centro para la Investigación de los Lentes de contacto
(Centre for Contact Lens Research, o CCLR)

CONTRIBUCIONES

Katrin Müller
Estudiante, diploma de Aalen, Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo

Kristine Dalton
Residente en lentes de contacto y estudiante de
licenciatura en ciencias
Facultad de Optometría, Universidad de Waterloo

Jalaiah Varikooty
Científica clínica del Centro de Investigación de Lentes
de Contacto
Universidad de Waterloo

Jyotsna Maram
Estudiante de doctorado de la Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo

Adam Keech

Estudiante de doctorado de la Facultad de Optometría
Universidad de Waterloo

Nos complace reconocer y agradecer a la Asociación
Internacional de Educadores de Lentes de Contacto
(IACLE, por su sigla en inglés) por las imágenes
proporcionadas por David Miller (Figuras 1, 11 y 65) y
Hilmar Bussacker (Figura 29).

REVISORES

Hans Bleshø, BSc, Ph.D, MCOptom, FAAO
Danish Contact Lens Consultants
Skive, Dinamarca

Timothy B. Edrington, OD, MS
Profesor de la Facultad de Optometría de California del
Sur
Fullerton, CA, USA

Sergi Herrero
Diploma en Óptica y Optometría
Barcelona, España

Craig W. Norman, FCLSA
South Bend Clinic
South Bend, Indiana, Estados Unidos

Philippe Seira, Dipl. Augenoptiker
Conferencista de la Universidad de Ciencias Aplicadas
Suiza Noroccidental
Olten, Suiza

José L. Garrido Tundidor
Master en optometría y ciencias de la visión
Diploma en Óptica y Optometría
Barcelona, España

Richard Wu BSc, OD, PhD, FIOS, FIACLE
Centro Profesional de Optometría de Taipei
Taiwán

Osbert Chan, PhD
Hong Kong

DISEÑO

Christina Englund
Jefa de diseño gráfico
Grupo de Productos Boston
Bausch & Lomb Incorporated

Índice

1. Presentación del queratocono	1
Epidemiología del queratocono	1
Condiciones relacionadas	1
Métodos de corrección del queratocono	1
Lentes de contacto	1
Gafas	2
2. Clasificación del queratocono	3
Topografía de la córnea	3
Tipos de queratoconos	4
Avance de la enfermedad (espesor de la córnea)	4
3. Diagnóstico y síntomas	6
Historia y síntomas	6
Lámpara de hendidura (biomicroscopio)	6
Oftalmoscopia y retinoscopia	7
Topografía, queratometría y paquimetría	7
Refracción y visión	8
Diagnóstico diferencial	8
4. Métodos de corrección con lentes de contacto	9
Lentes de contacto corneales permeables al gas (GP)	9
Lentes de contacto GP esclerocorneales y semiesclerales	10
Lentes de contacto GP miniesclerales y esclerales	11
Diseños de lente GP sobre lente blando (piggyback)	11
Lentes de contacto blandos	12
5. Diseños de lentes	13
Lentes de contacto corneales	13
Lentes esféricos multicurvados	13
Centro esférico y periferia esférica	13
Centro esférico y periferia asférica	14
Lentes de contacto asféricos	14
Lentes de contacto semiesclerales y miniesclerales	14
Lentes GP sobre lentes blandos (piggyback)	14
6. Adaptación de lentes	15
Elección del diseño correcto del lente	15
Consideraciones generales	15
Selección radio de la zona óptica posterior (BOZR, por su sigla en inglés)	15

Consideraciones sobre el poder dióptico	17
Procedimientos de adaptación: Selección del radio central de la zona óptica posterior (BOZD) y diámetro total (TD)	17
Adaptación de lentes de diámetro pequeño (8,5 a 9,3 mm)	18
Adaptación de lentes de diámetro mediano (9,4 a 9,9 mm).	19
Adaptación de lentes corneales TD grandes (10,0 a 12,8 mm) y corneoesclerales (12,9 a 13,5 mm) de diámetro total (TD)	19
Adaptación de lentes semiesclerales (TD de 13,6 a 14,9 mm) y miniesclerales (TD de 15,0 a 18,0 mm).	20
Diseño periférico de los lentes asimétricos	22
Determinación de levantamiento axial del borde (AEL, por su sigla en inglés)	22
Periferias tóricas o asimétricos	23
Evaluación de la adaptación apropiada	23
Fluorograma	23
Toque de tres puntos (apoyo dividido)	24
Toque apical.	24
Levantamiento apical	24
Levantamiento axial ideal del borde	25
Levantamiento mínimo de borde	25
Levantamiento excesivo de borde	25
Centrado y movimiento del lente	26
Sobrerrefracción.	26
Simulaciones de fluoresceína de mapas topográficos	26
7. Estrategias de seguimiento y gestión	27
Procedimientos de seguimiento y visitas.	27
Complicaciones que exigen cambios de lentes	28
Alteración del diseño de lentes.	29
Cambio del radio de la zona óptica posterior (BOZR, por sus siglas en inglés).	29
Cambio del diámetro de la zona óptica posterior (BOZD, por sus siglas en inglés)	29
Cambio del diámetro total (TD, por sus siglas en inglés).	29
Cambio del levantamiento axial del borde (AEL)	29
Cambio del AEL por sectores	29
Cambio del espesor del centro	30
Cambio de la potencia del lente	30
Readaptación con diferentes lentes y/o diseño	30
BOZD esférico a esférico	30
Periferia del lente esférica a esférica.	30
BOZD fijo o variable	30
De lentes corneales a diseño semiescleral.	31
8. Complicaciones	32
Teñido corneal	32
Teñido por toxicidad de la solución	32

Teñido en tres y nueve	32
Teñido lineal o en áreas debido a una abrasión o a un cuerpo extraño . . .	33
Teñido apical	33
Velo de burbujas	33
Visión.	33
Lente descentrado	34
Indentación corneal.	34
9. Referencias bibliográficas	35
Apéndice A: Etiología y genética	40
Apéndice B: Corrección quirúrgica del queratocono	42
Queratoplastia penetrante (espesor total)	42
Queratoplastia lamelar (espesor parcial)	42
Queratoplastia lamelar profunda	42
Queratoplastia lamelar de espesor dispar	42
Queratoplastia lamelar profunda	42
INTACS®	42
Agentes para enlaces cruzados	43
Apéndice C:	
Detección de queratocono con el uso del Orbscan II	44
Apéndice D:	
Adaptación de lentes semi y miniesclerales	45
Adaptación por la profundidad sagital central	45
Adaptación de zona de periferia media o limbal	46
Zona de adaptación escleral	46
Apéndice E: Ejemplos de adaptación	47
Ejemplo de adaptación: cono tipo pezón o centrado (etapa incipiente)	47
Ejemplo de adaptación: cono oval (etapa avanzada)	51
Apéndice F:	
Tabla de conversión de medidas queratométricas	56
Apéndice G: Tabla de conversión:	
Nomenclatura de visión a distancia	57
Apéndice H: Acrónimos	58

1. Presentación del queratocono

Epidemiología del queratocono

El queratocono es una ectasia de la córnea progresiva, en general asimétrica y no inflamatoria (Figura 1) Es bilateral en el 96% de los casos, y se desarrolla en forma asimétrica, generalmente con el diagnóstico de la enfermedad en el segundo ojo retrasada aproximadamente cinco años respecto del primero. El curso de la enfermedad es muy variable; habitualmente comienza en la pubertad y continúa hasta la mitad de la década de los treinta. Progresiva de diez a quince años hasta la cuarta o quinta década de la vida. El inicio del queratocono es generalmente seguido de un período de estabilidad relativa o un avance muy lento, que puede intercalarse con episodios de progresión más rápida. El punto final de la progresión también es variable: La severidad del trastorno en el momento que se estabiliza puede variar de astigmatismo leve e irregular, corregible con gafas o lentes de contacto, hasta un adelgazamiento grave, protrusión y cicatrizaciones que posiblemente requieran de queratoplastia u otros métodos quirúrgicos de tratamiento. El paciente comienza con una córnea que es esférica o que tiene astigmatismo común. La progresión se caracteriza en sus inicios por un adelgazamiento del tejido del estroma corneal central, protrusión apical con la consecuencia de encurvamiento de la curvatura corneal, así como diversos grados de cicatrizado. El ápice más adelgazado se desplaza hacia abajo, dando lugar a un astigmatismo irregular, característica del condición, que resulta en una discapacidad de leve a marcada en la calidad de la visión. La incidencia del queratocono varía de 50 a 230 cada 100,000 en la población general; esto equivale aproximadamente a 1 en 2000 personas. Investigaciones indican que la prevalencia del queratocono alcanza valores tan altos como de 0,6% y tan bajos como de 0,05% en la población general. El Apéndice A estudia la etiología y la genética del queratocono.

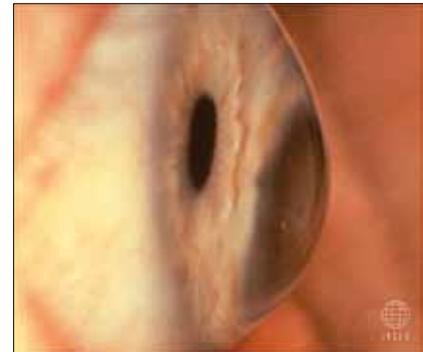


Figura 1. Vista del perfil de la córnea queratocónica.

Condiciones relacionadas

El queratocono es principalmente una condición aislada, a pesar de diversas informaciones de que aparece conjuntamente con otras condiciones, como el síndrome de Down¹, el síndrome de Ehlers-Danlos, la osteogénesis imperfecta, el prolapso de la válvula mitral y pacientes con enfermedades atópicas. También puede desarrollarse a partir de formas de traumatismos oculares tales como uso de lentes de contacto o frotamiento del ojo.



Figura 2. Luz blanca ilumina el lente de contacto sobre el queratocono

Métodos de corrección del queratocono

Lentes de contacto

En determinados estadios de la condición, los lentes de contacto se tornan necesarios en casi todos los casos de queratocono, para proporcionar una visión óptima (Figura 2), y aproximadamente de 10% a 26% de pacientes con el tiempo necesitan someterse a una cirugía corneal. Es posible que el uso de lentes de contacto en el ojo queratocónico pueda llevar a la aparición de cicatrices corneales; sin embargo, la evidencia

¹ La trisomía 21 aumenta la incidencia del queratocono de 50 a 300 veces.

razonable indica que la córnea puede sufrir cicatrices con o sin el uso de lentes de contacto. El pronóstico de esta condición es impredecible y su progresión es variable; se recomiendan exámenes oculares cada un año o menos. La enfermedad no causa ceguera, pero puede comprometer la calidad de vida, si bien los pacientes queratocónicos aún pueden habitualmente conducir y leer en el transcurso de la mayor parte del avance de la condición.

La mayoría de los pacientes queratocónicos (el 74% de los ojos) pueden ser tratados sin cirugía, por completo en al menos un ojo, mientras que el porcentaje restante (26%) se trata con queratoplastia.

Gafas

A medida que el queratocono avanza, la cantidad de astigmatismo corneal irregular aumenta debido a la distorsión ocasionada por la distensión de la córnea cuando se torna ectásica. Este astigmatismo irregular es no ortogonal (es decir, con múltiples focos) haciendo difícil el logro de una refracción adecuada, tanto objetiva como subjetivamente. La refracción en gafas, por lo tanto, es menos eficaz y no ofrece resultados ópticos adecuados, en particular en las etapas más avanzadas de la enfermedad.

Además, si bien el queratocono es un trastorno bilateral, un ojo tiende a liderar mientras que el otro queda rezagado en su progresión; la anisometropía o antimetropía que esto ocasiona tiene como resultado intolerancias de la magnificación del gafas. Debido a que se torna cada vez más difícil recetar gafas cuando la condición empeora, la dependencia de los lentes de contacto pasa a ser primordial. Por otro lado, se debe recetar un par de gafas, de manera que puedan ser usados en esos días en que los lentes de contacto no se pueden tolerar. También se deben recetar gafas de lectura, para usar sobre los lentes de contacto, en el caso de los presbitas.

La corrección quirúrgica del queratocono se analiza en el Apéndice B.

Crews et al. (1994) descubrió que la mayoría (53%) de los pacientes queratocónicos se corregían mejor con lentes de contacto, y que el restante 21% (queratocono leve) con gafas o sin ninguna corrección al menos en un ojo.

2. Clasificación del queratocono

Topografía de la córnea

Una de las herramientas más importantes en la detección y el tratamiento del queratocono es la videoqueratografía (VKE, por sus siglas en inglés). Una deficiencia común en la capacidad de detectar el queratocono ha sido el uso de un radio de curvatura axial (sagital) en lugar de instantánea (tangencial o local). Las escalas sagitales observan específicamente la óptica en términos de visión de la córnea, mientras que las escalas tangenciales evalúan la forma física de la córnea. El uso del radio axial en la videoqueratografía distorsiona la posición aparente y el poder de un ápice que está ubicado en la córnea periférica, ya que su referencia es el eje de la VKE. Las figuras 3a y 3b ilustran la diferencia de aspecto entre los mapas axiales y tangenciales.

Mapa axial (sagital)	Mapa tangencial (instantáneo)
Muestra el área de impacto óptico en la visión, pero no el tamaño y forma reales del cono.	Muestra dónde se ubica el cono, coincidiendo con la forma que se observa clínicamente.
Promedia el poder corneal, subestimando los poderes de curvas más cerradas y sobrestimando la periferia más plana.	Recalcula los radios corneales sin referencia al eje VKE, haciendo que las áreas más cerradas lo parezcan aún más y que las áreas planas se vean aún más planas.

Esta distorsión se exagera todavía más en el queratocono, en el que las regiones más cerradas fuera del centro del mapa se subestiman en su radio, y las regiones más planas de la periferia se sobrestiman. El uso del mapa tangencial ayuda en una representación más precisa de la posición y tamaño del cono debido al recálculo de las lecturas axiales, ahora referenciadas a cada anillo adyacente más que al eje VKE. El uso de mapas de elevación indica claramente la presencia y la ubicación del cono pero, sin radio de curvatura, no resulta tan útil para la adaptación de lentes de contacto.

El uso del topógrafo Orbscan II, que mide tanto la elevación como el radio de curvatura, para la detección y tratamiento del queratocono se analiza en el Apéndice C.

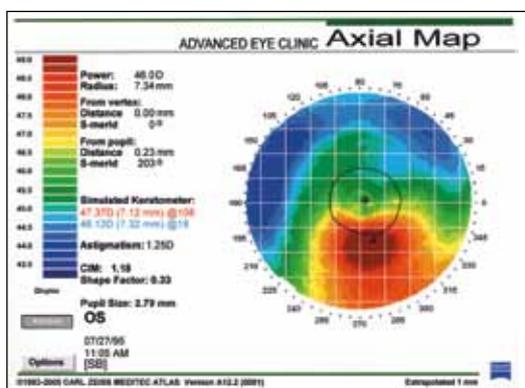


Figura 3a. Mapa de curvatura axial

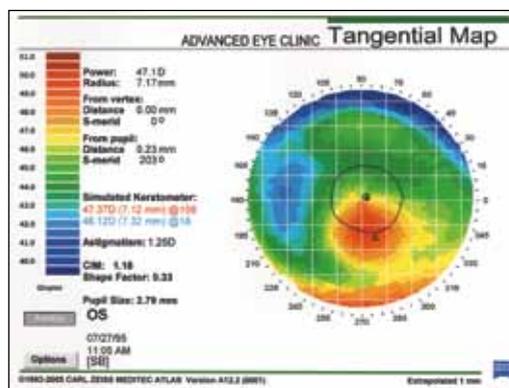


Figura 3b. Mapa de curvatura tangencial

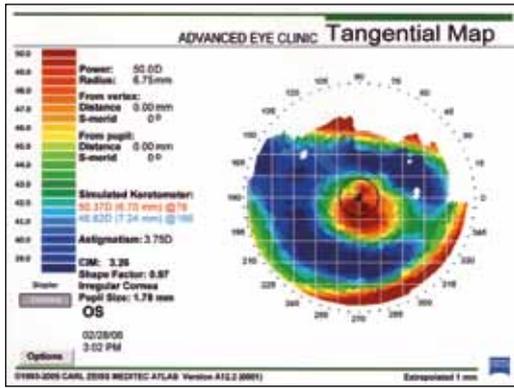


Figura 4a. Mapa topográfico, cono centrado

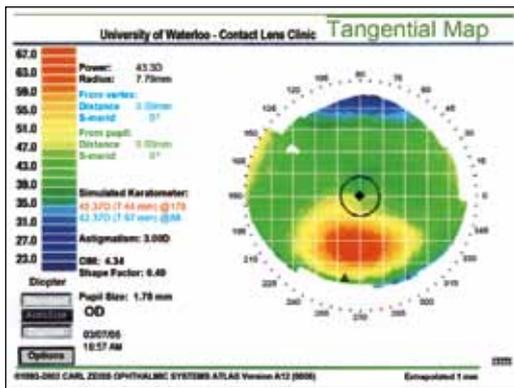


Figura 5b. Mapa topográfico, cono oval

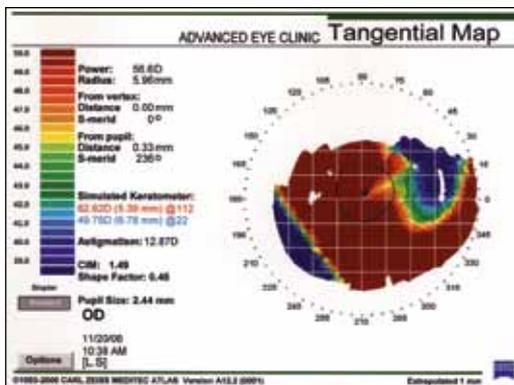


Figura 6c. Mapa topográfico, cono tipo globo

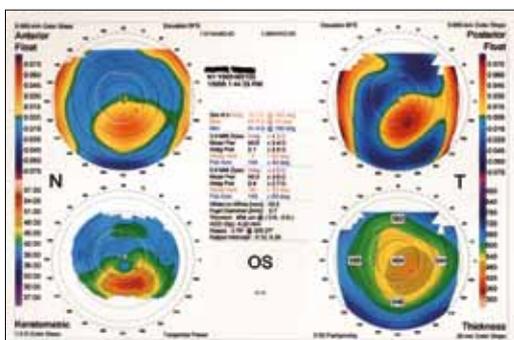


Figura 7a. Mapa topográfico, degeneración pelúcida marginal (PMD) (observar el astigmatismo “contra la regla”)

Tipos de queratoconos

La topografía corneal puede ayudar a identificar la severidad y el tipo o forma del cono de queratocono. La clasificación del queratocono puede basarse en la severidad de la curvatura del cono corneal, es decir, las lecturas queratométricas simuladas promediadas centrales proporcionadas por el topógrafo corneal. Una estimación común de la severidad es la siguiente: Si este promedio es menor a 50,00 (6,75 mm), se considera que el cono está en su etapa incipiente; si es de 50,00 a 56,00D (6,75 a 6,03 mm), el cono ha avanzado, y pasados los 56,00D (6,03 mm), se considera en estado severo.

En segundo lugar, la ubicación o forma del cono comúnmente identificado, por ejemplo del tipo pezón o central, oval, tipo inferior temporal o nasal, y tipo queratoglobos o generalizado (Figuras 4a, 5b y 6c). Otra condición o variación del queratocono es la degeneración pelúcida marginal (PMD, por sus siglas en inglés), en el cual el adelgazamiento y el cono tiene lugar inferiormente, más cerca del limbo (Figura 7a) que con el queratocono de forma oval, induciendo por lo tanto un astigmatismo contra la regla, un característico en el diagnóstico de esta variante. Con frecuencia, se la muestra como un mapa de tipo “mariposa” o “palomas besándose”.

Avance de la enfermedad (espesor de la córnea)

A medida que avanza el queratocono, tiene lugar un adelgazamiento corneal central, principalmente en el estroma y muy frecuentemente en el epitelio. Los métodos de paquimetría que miden el espesor corneal topográfico incluyen:

- técnicas de escaneo por hendidura tales como la Orbscan II (Bausch & Lomb, NY), Figura 8a
- fotografía rotativa Scheimpflug, tal como la Pentacam (Oculus, Alemania), Figura 8b
- tomografía de coherencia óptica, como la Visante OCT (Zeiss Meditec, CA), Figura 8c
- paquimetría de ultrasonido, como el instrumento Artemis (UltraLink, LLC), Figura 8d

Estos dispositivos relativamente nuevos ofrecen perspectivas topográficas de la córnea, de forma que su espesor puede identificarse en cualquier punto a lo largo de cualquier meridiano, inclusive el punto más delgado.

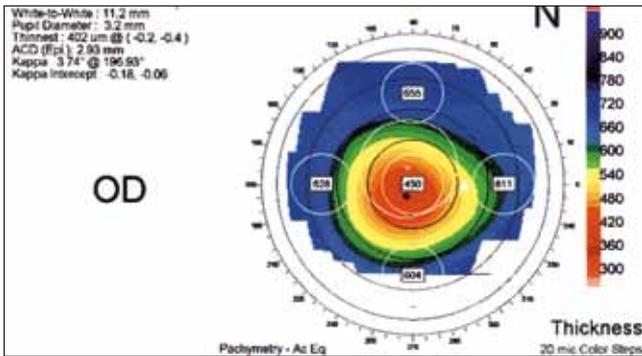


Figura 8a. Mapa de paquimetría con el uso de Orbscan II

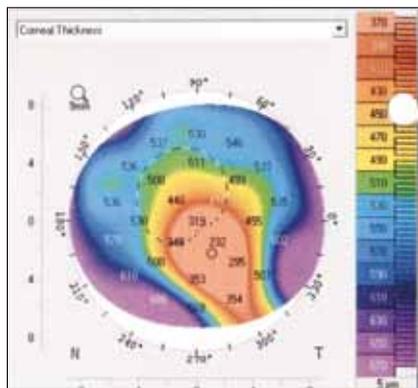


Figura 8b. Mapa de paquimetría con el uso de Pentacam

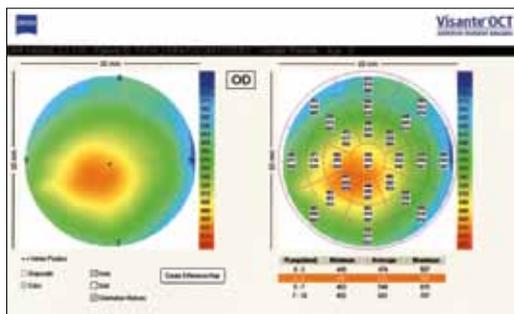


Figura 8c. Mapa de paquimetría con el uso de Visante OCT

Los estudios que utilizan tecnología más avanzada tal como el OCT indican una diferencia en el espesor corneal entre el ojo normal y el ojo con queratocono, que abarca desde 89 a 109µm. Si bien los pacientes con queratocono pueden tener un espesor de córnea en el ápice del cono dentro del rango normal, en un estudio los espesores centrales mínimos promediales son $540 \pm 30\mu\text{m}$ para el ojo normal y $443 \pm 64\mu\text{m}$ para el ojo con queratocono.

La medición del espesor topográfico permite un control cuidadoso de la progresión de la condición, ya que es posible medir los mismos puntos y ubicaciones en el transcurso del tiempo. Los dominios espectrales OCT de alta definición más avanzados mejoran la resolución de estas imágenes, de manera que es posible medir con más precisión el espesor epitelial y corneal total. Si bien no existe un medio específico de clasificar la gravedad del queratocono en función del espesor corneal, existen diferencias significativas entre los ojos normales y los que tienen queratocono con respecto al espesor (todos los tipos y niveles de gravedad reunidos). Generalmente se acepta que los espesores corneales de menos de $300\mu\text{m}$ deben considerarse para ser derivados a un cirujano de córnea para realizarse una evaluación.



Figura 8d. Dominio espectral OCT

3. Diagnósis y síntomas



Figura 9. Estrías de Vogt

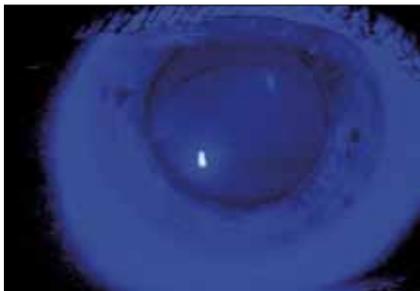


Figura 10. Anillo de Fleischer



Figura 11. Cicatrices corneales

Historia y síntomas

Es posible hacer un diagnóstico inicial de queratocono durante la juventud o hasta mediados de la década de los treinta del paciente. Los síntomas incluyen falta de visión clara o definida, en particular bajo iluminación baja (por ej., al conducir o mirar televisión en una habitación oscura).

La siguiente es una lista de síntomas y signos asociados en el diagnóstico del queratocono:

- Reducción leve o marcada de la precisión visual de alto y bajo contraste corregida con gafas tanto para la visión de cerca como de lejos
- Cambio en la visión que tiene lugar desde la pubertad (por ej., hasta los treinta o cuarenta del paciente, pero el inicio tardío también es posible)
- Diplopía monocular e imagen fantasma
- Sensibilidad al contraste anormal
- Síntomas de irritación ocular y sequedad en los ojos
- Historia del frotamiento ocular
- Historia de condiciones atópicas
- Historia de condición sistémica que puede asociarse con queratocono

Lámpara de hendidura (biomicroscopio)

La siguiente es una lista de signos biomicroscópicos que identifican la enfermedad:

- Nervios corneales prominentes
- Estrías de Vogt: líneas de tensión en el estroma posterior o en Descemet, que desaparecen transitoriamente ante presión digital (Figura 9)
- El anillo de Fleischer (o el anillo de hierro) que tiene lugar en la conjunción del sector corneal más delgado y el área gruesa sin afectar.
- Cicatrices corneales apicales epiteliales o subepiteliales (Figura 11)
- El signo de Munson, desplazamiento inferior del párpado inferior al mirar hacia abajo (Figura 12)
- Hidrops corneales (en sus últimas etapas), anomalía en la función endotelial que causa un grave edema corneal epitelial con cicatrices posteriores (Figura 13)

Oftalmoscopia y retinoscopia

Estos signos pueden tener lugar al inicio del avance de la enfermedad y ayudar en el diagnóstico precoz:

- Visualización del cono en el reflejo rojo dentro del área de la pupila (Signo en gota de aceite de Charleaux)
- Irregularidad o parpadeo de tijera del reflejo retinoscópico
- Cambio en el eje del cilindro de la corrección del astigmatismo inicial, seguido de un cambio en la cantidad del cilindro
- Miopía y astigmatismo irregular (en general, con la regla u oblicuo) para el queratocono
- Tendencia a la hipermetropía y astigmatismo irregular contra la regla con PMD



Figura 12. Signo de Munson



Figura 13. Hidrops corneales

Topografía, queratometría y paquimetría

Definición del tipo y tamaño del cono mediante el uso del videoqueratoscopio (VKE)

El cono tipo pezón o central es una anomalía paracentral pequeña, en general de menos de 5 mm de diámetro. A medida que este tipo de cono avanza, se torna más cerrado y más pequeño como puede observarse en los mapas VKE de las Figuras 14a y 14b.

En el cono oval (meridiano horizontal), el centro apical se desplaza desde el eje visual hacia el cuadrante inferior y generalmente temporal, con un promedio de 5 a 6 mm de diámetro. A medida que el cono avanza, se descentra más, su diámetro es más grande, y se encorvan sus radios (Figuras 15a, 15b y 15c).

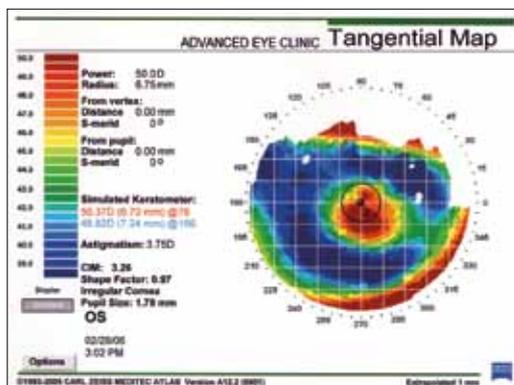


Figura 14a. Mapa topográfico, cono incipiente centrado

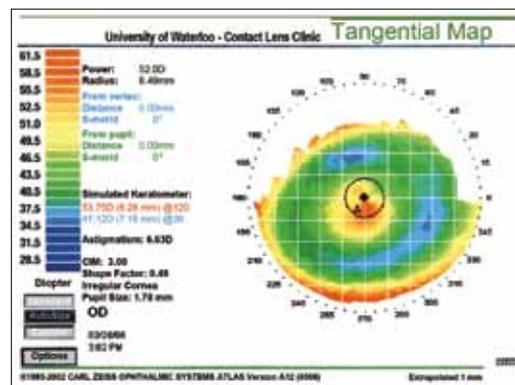


Figura 14b. Mapa topográfico, cono avanzado centrado

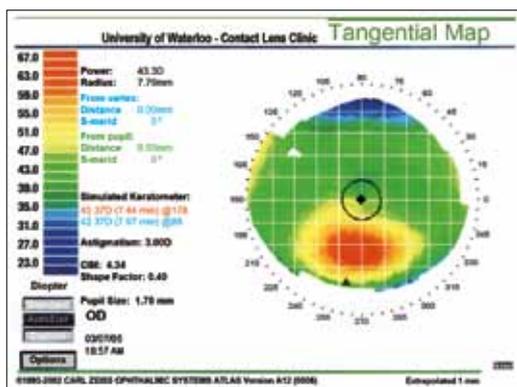


Figura 15a. Mapa topográfico, cono incipiente oval

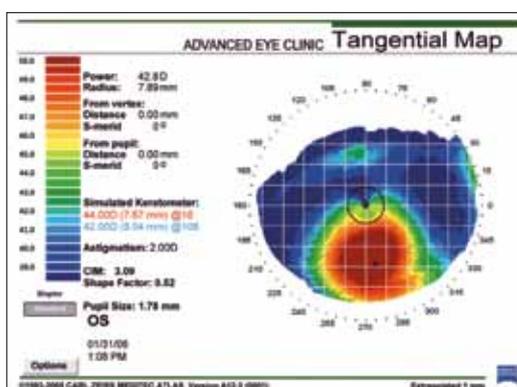


Figura 15b. Mapa topográfico, cono oval de avance moderado

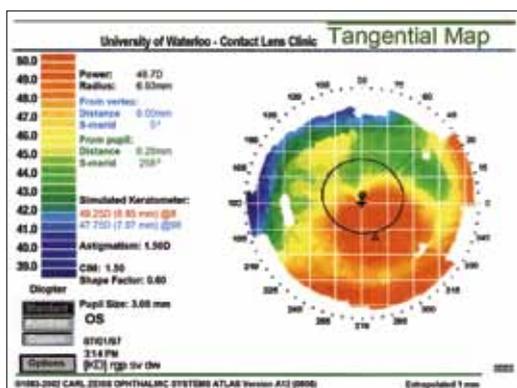


Figura 15c. Mapa topográfico, cono oval de avance severo

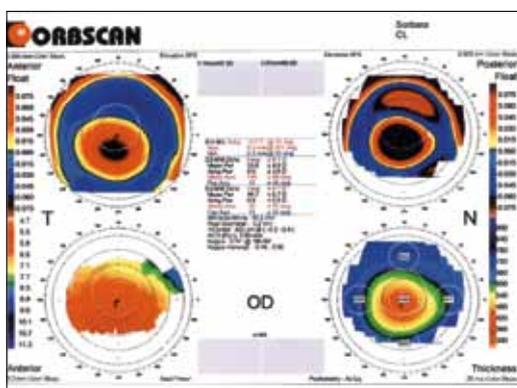


Figura 16. Mapa topográfico, cono tipo globo

El cono globos es el más grande de los tres tipos, y generalmente abarca casi tres cuartos de la superficie corneal (Figura 16).

Progresión del cierre de curvas corneales

A medida que el cono tipo pezón o central progresa, la córnea se adelgaza apical y centralmente induciendo astigmatismo de medidas queratométricas más irregulares y no ortogonales con la regla u oblicuo. A medida que el cono oval avanza, se adelgaza paracéntricamente y el ápice de la córnea tiende a apuntar inferior y temporalmente, induciendo medidas queratométricas irregulares, asimetría de la imagen topográfica y también astigmatismo no ortogonal con la regla u oblicuo. Ambas variaciones tienen asimetría interocular (Figuras 15a, 15b y 15c). En casos de PMD, el cono se adelgaza hacia el inferior y se sitúa cerca del limbo inferior, induciendo astigmatismo no ortogonal contra la regla (Figura 7a)

Refracción y visión

La miopía y el astigmatismo aumentan con la progresión de los dos conos ovales y centrados, de $-1,00D$ a más de $-10,00D$ (poder de la esfera y el cilindro), y decrece la posibilidad de alcanzar una agudeza aceptable con gafas. En forma similar, se ha informado un aumento en el astigmatismo contra la regla de hasta $20,00D$ que tiene lugar con PMD debido a curvas inferiores excesivamente más cerradas. El paciente pasa a ser más hipermetrópico, debido a un aplanamiento corneal excesivo sobre el área de la pupila. Asimismo, las agudezas de bajo y alto contraste con gafas disminuyen con su progresión, en general entre $20/25$ a $20/80$ o peor. Véase el Apéndice G para la Tabla de conversión: Nomenclatura de agudeza visual para distancia.

Diagnóstico diferencial

Puede ser importante diferenciar el tipo de cono y condición (es decir, si es queratocono central u oval o si es PMD) a fin de aconsejar debidamente al paciente sobre el pronóstico de la condición y qué tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos se aplican. En la adaptación de lentes de contacto es esencial que se identifique el tipo y el tamaño del cono, de forma que el lente (incluyendo los parámetros del lente y el diseño) pueda ser adaptado más eficientemente.

4. Métodos de corrección con lentes de contacto

Lentes de contacto corneales permeables al gas (GP)

Los lentes con diámetros (TD) entre 8,0 mm y 12,8 mm se consideran lentes corneales. A medida que el diámetro del cono aumenta, también lo debe hacer el diámetro de zona óptica posterior (BOZD), el radio de curvatura base y el diámetro del lente, lo que lleva a una mejor coincidencia entre la ságitas del cono y la ságitas de la zona óptica posterior, según indican las flechas de los lentes y los mapas topográficos. La búsqueda de una coincidencia entre estas variables se logra con el uso de un topógrafo corneal, con el que es posible ayudarse de rejillas numéricas para medir el tamaño, la posición y el área del cono. La comunicación con su laboratorio es importante para alcanzar la adaptación óptica de los lentes, lo que incluye conocer el diámetro de la zona óptica posterior y saber si el diámetro de la zona óptica cambia con el radio de la zona óptica posterior del lente de contacto (BOZD variable) o permanece constante (BOZD fijo), cambiando únicamente cuando cambia el diámetro del lente (Figuras 17 a 25). Consulte la página 13, Tablas 1 y 2. Si la zona óptica es demasiado grande comparada al diámetro del cono, la ságitas del lente de contacto es mayor que el cono y el espacio libre alrededor del cono, llevará a la formación de burbujas en la película lagrimal anterior al lente, debido a la gran brecha de espacio libre alrededor del cono. Estas condiciones pueden afectar a la función visual. Si la zona óptica del lente es demasiado pequeña, la caída del lente de contacto

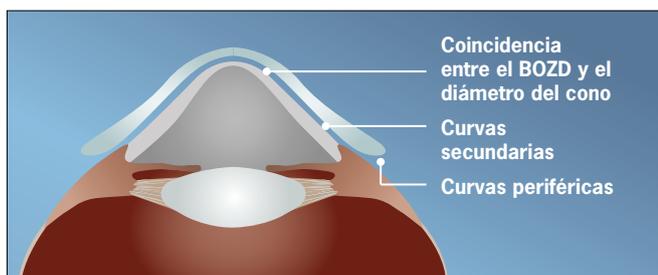


Figura 21. Ilustración de coincidencia entre BOZD y diámetro del cono

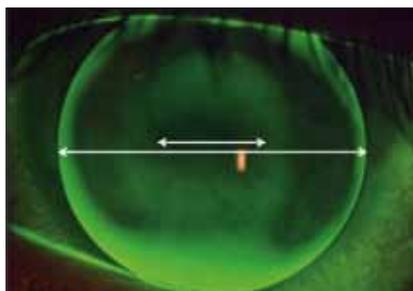


Figura 17. Cono centrado (BOZD flotante)

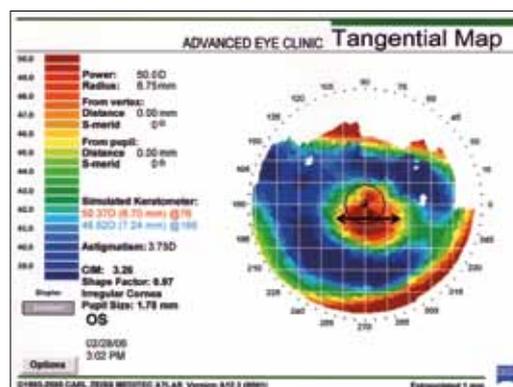


Figura 18. Topografía del cono centrado

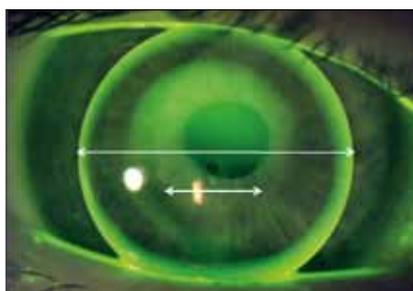


Figura 19. Cono oval incipiente (BOZD fijo)

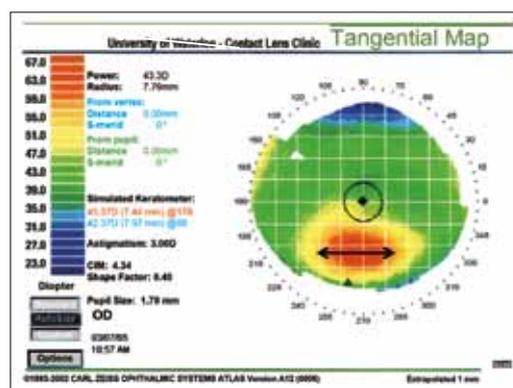


Figura 20. Cono oval incipiente

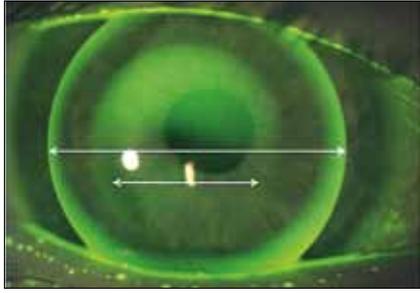


Figura 22. Cono oval moderado (BOZD fijo)

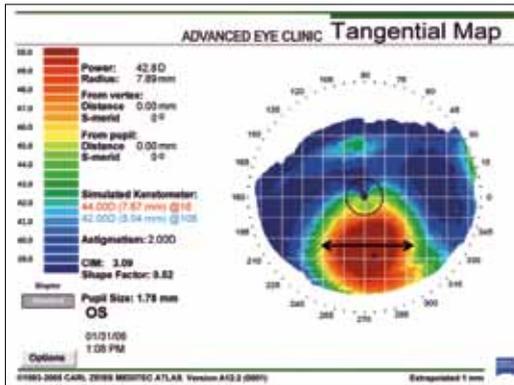


Figura 23. Topografía del cono oval moderado



Figura 24. Cono oval avanzado (BOZD fijo)

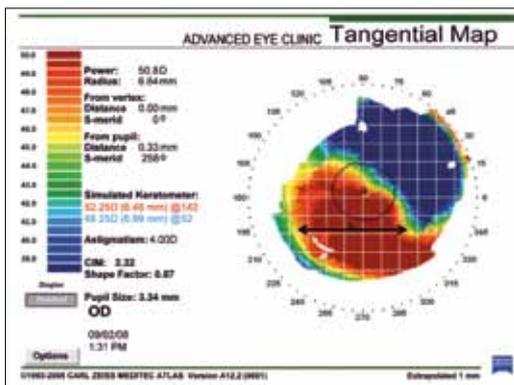


Figura 25. Topografía del cono oval avanzado

será más pequeña que la ságita del cono, siendo un obstáculo para el lente que se apoya en el cono y resultando en un lente inestable y descentrado sobre la córnea (Figura 21). Una vez calculados el BOZD y el TD, un diseño común de lente debe asegurar que el radio de zona óptica posterior (BOZR) resulte en un suave toque de tres puntos o un apoyo distribuido sobre el cono (Figuras 17 a 25). Observe las tablas de la página 13.

La zona periférica del lente necesita aplanarse más que la córnea periférica y, al hacerlo, tendrá que tener un levantamiento axial del borde que es mucho más alto que el de un lente diseñado para el ojo promedio con un valor de excentricidad promedio (0,5 a 0,6). Los valores de excentricidad para los ojos con queratocono abarcan desde 0.65 a más de 1.0 en casos avanzados.

Lentes de contacto GP esclerocorneales y semiesclerales

Con la introducción de materiales para lentes de contacto GP de hiper Dk, los contactólogos se sienten más seguros para prescribir lentes de diámetro mayor. Los diámetros de los lentes entre 12,9 mm y 13,5 mm pueden considerarse lentes esclerocorneales, y de 13,6 mm a 14,9 mm pueden considerarse como lentes semiesclerales.

Existen tres partes del lente que deben tomarse en consideración en la adaptación y pueden ser ajustadas independientemente:

- la zona corneal (BOZD/BOZR),
- la zona de la periferia media sobre la conjunción córneo escleral (c-s, por sus siglas en inglés)
- la zona esclero conjuntival (s-c)

Los lentes córneo esclerales se adaptan con un leve levantamiento apical o alineación central, levantamiento sobre



Figura 26. Ilustración del diseño escleral

la conjunción córneo escleral y alineación en la zona esclero corneal. Los lentes semiesclerales se adaptan en forma similar, pero se necesita más levantamiento apical para inducir bombeo de lágrimas bajo el lente.

Los mapas topográficos pueden revelar conos muy grandes y deformados (queratoglobos) que se desplazan inferiormente (PMD o degeneración pelúcida marginal) o de forma irregular (oblata, como con queratoplastia penetrante o PKP, por sus siglas en inglés), todo lo cual podría beneficiarse del diámetro de gran tamaño de la zona óptica posterior (o BOZD, por sus siglas en inglés) que estos lentes proporcionan.

Lentes de contacto GP miniesclerales y esclerales

Los diámetros de lentes entre 15,0 mm y 18,0 mm podrían considerarse miniesclerales, y de 18,1 mm a más de 24 mm se consideran lentes esclerales. La adaptación de estos lentes requiere una comprensión de la forma de la zona córneo escleral y de la topografía escleral.

La adaptación de estos lentes sin el uso de técnicas de molde de impresión presenta sus dificultades, pero la reciente introducción de cajas de prueba y de tomografía de coherencia óptica como medio de visualizar el segmento anterior del ojo ha sido de ayuda en el diseño y la adaptación de estos lentes. Estos lentes están diseñados para alinearse y apoyarse en la conjuntiva escleral y envolver la córnea, sin tocar el cono (Figura 26). La ságitas del lente debe ser mayor que la pendiente corneal a fin de lograr este tipo de relación de adaptación. Al atrapar la lágrima por debajo del lente, estos lentes esclerales pueden tener una ventaja terapéutica para el ojo seco (por ej. rechazo del injerto contra el huésped (EICH) o síndrome de Sjögren) además de enmascarar grandes áreas de irregularidad corneal.

Estos lentes ofrecen ventajas para casos avanzados de PMD, queratoglobos avanzados y para queratoplastia penetrante (PKP) con injertos prominentes o no bien centrados (o alguna otra distorsión post operatoria). En forma similar a los diseños semiesclerales, cada una de las tres zonas del lente debe considerarse individualmente para lograr una adaptación satisfactoria de estos diseños. El intercambio lagrimal se logra a través de una acción de bombeo del párpado superior sobre la superficie del lente de contacto, induciendo flexión (presión positiva) del centro de los lentes y presión negativa a medida que la periferia del lente envía lágrimas por debajo del mismo (Figura 27 a 28).



Figura 27. Lente escleral, luz blanca

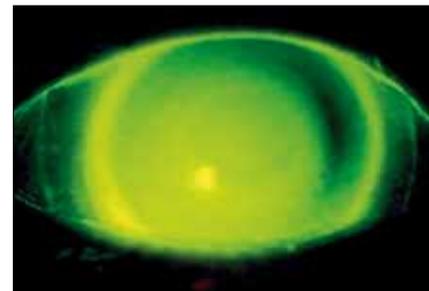


Figura 28. Lente escleral, fluorograma

Diámetro del lente	Clasificación
8,0–12,8 mm	Lente corneal
12,9–13,5 mm	Córneo escleral
13,6–14,9 mm	Semi-escleral
15,0–18,0 mm	Mini escleral
18,1–24,0 mm	Escleral

Diseños de lente GP sobre lente blando (piggyback)

El tradicional sistema de lente GP sobre lente blando, en el que un lugar de encastre (de 8,0 a 9,8 mm) se talla en la superficie externa del lente de hidrogel que lo sostiene, por ejemplo el lente UltraVision KeraSoft® (de 12,5 a 14,5 mm) y el lente GP se asienta dentro del mismo, tenía las ventajas de centrar el lente de contacto sobre la pupila en casos leves a moderados de conos ovales y mayor comodidad pero tiene la desventaja de reducir la permeabilidad al oxígeno debajo de los dos lentes a niveles muy bajos (Figuras 29 a 30b). Con la presencia de los hidrogeles de silicona, se ha presentado un renovado interés en los lentes GP sobre lentes blandos (piggyback), con uso off-label

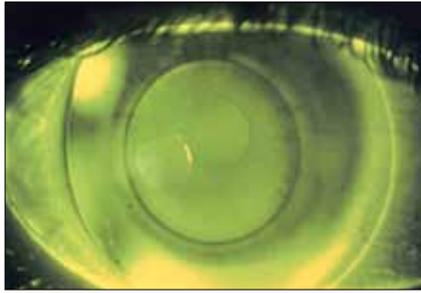


Figura 29. Lente GP sobre lente blando (piggyback), fluoresceína de alto peso molecular



Figura 30a. Lente GP sobre lente blando (piggyback), luz blanca

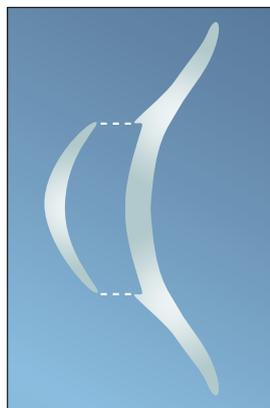


Figura 30b. Ilustración de "piggyback"

de estos lentes (solamente los lentes CIBA Night and Day™, Bausch & Lomb PureVision® y Vistakon Oasys™ tienen uso terapéutico). Esta combinación incrementa la permeabilidad al oxígeno debajo del sistema de dos lentes, de 34 mm Hg (material PMMA y lente de bajo contenido de agua) a 95 mm Hg (GP y lentes blandos o SCL, por su sigla en inglés), que se traduce a Dk/t de 39×10^{-9} (cm/seg)(ml O₂ x mm Hg): muy por encima del rango necesario para evitar el edema corneal (24×10^{-9} [cm/seg][ml O₂ x mm Hg]) para el uso diario.

Otras ventajas del sistema de lente rígido sobre lente blando (piggyback) sobre hidrogeles de silicona, además de una mayor comodidad, son: Modificación leve del perfil corneal y protección corneal cuando se presentan abrasiones crónicas y mejoras con respecto a los hidrogeles. El centrado puede únicamente proporcionarse si se tiene poder positivo en los lentes blandos, ya que no hay encastrado. El poder positivo (+0,50D) ayuda al centrado del lente mediante el ajuste de la adaptación central del lente GP que se coloca encima, llevando el lente al centro del lente blando. Debido al efecto de ajuste y cierre, es posible que la periferia del lente GP necesite reordenarse con un aumento del levantamiento axial del borde, para evitar un efecto sellador sobre el lente blando.

Lentes de contacto blandos

La función de los lentes blandos en la corrección de una córnea irregular con astigmatismo irregular es limitada. Considere usar estos lentes cuando todo lo demás falló y el paciente no tolera el uso de lentes GP (cada vez menos común con el uso en aumento de lentes GP de diámetro grande con diseños semi y miniesclerales, que se apoyan fuera del limbo). Los lentes blandos esféricos con espesores muy altos en su centro (0,3 a 0,5 mm) pueden ocultar algún grado de irregularidad, pero tenga en cuenta su baja permeabilidad al oxígeno y su bajo índice de éxito. En forma alternativa, considere usar lentes tóricos posteriores (también con espesores altos en el centro debido a la estabilización del prisma) que pueden hacerse a medida hasta con 11,00D cilíndricas de corrección. En general, se necesita una sobrecorrección astigmática en gafas para equilibrar los malos resultados ópticos. Otra opción que puede considerarse es el uso de los lentes blandos con corrección de aberraciones a medida, que podrían corregir algunas aberraciones de mayor orden siempre que se pudiera controlar la rotación y translación del lente.

5. Diseños de lentes

Lentes de contacto corneales

Lentes esféricos multicurvos

Centro esférico y periferia esférica: El lente bicurvo Soper fue el primer PMMA usado para el queratocono. Tenía un diámetro pequeño y una zona óptica posterior fija, con una curvatura base central cerrada y una curva secundaria plana (45,00D, 7,5 mm) que coincidía con la córnea periférica normal. Ahora puede fabricarse en materiales GP y se adapta variando la profundidad sagital del lente hasta la desaparición del toque apical o la formación de una burbuja.

Más adelante, se utilizaron los lentes McGuire, con un centro cerrado y un aplanamiento gradual hacia la periferia. El aplanamiento progresivo se logra con una pentacurva: cuatro curvas periféricas que sean 3, 6, 8 y 10D más planas que la curvatura base del lente. El diámetro del lente se escoge en función del tamaño del cono, aumentando a medida que el diámetro del cono aumenta; es decir, desde 8,1 mm para un cono centrado o cono tipo pezón a 8,6 mm para un cono oval.

Tabla 1. Ejemplo de un juego de lentes para diagnóstico multicurvos con BOZD fijo

9,4 TD																		
BOZR	7,99	7,90	7,80	7,67	7,50	7,34	7,18	7,11	7,03	6,96	6,89	6,82	6,75	6,68	6,62	6,55	6,49	6,37
BOZD	7,40																	
SC1	9,30	9,20	9,10	9,00	8,90	8,80	7,98	7,91	7,83	7,76	7,69	7,62	7,55	7,48	7,42	7,50	7,40	7,30
SCW1	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
SC2	10,30	10,20	10,10	10,00	9,90	9,80	8,98	8,91	8,83	8,76	8,69	8,62	8,55	8,48	8,42	8,55	8,40	8,30
SCW2	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
SC3	11,30	11,20	11,10	11,00	10,90	10,80	10,18	10,11	10,03	9,96	9,89	9,82	9,75	9,68	9,62	9,65	9,55	9,35
SCW3	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
PC	12,30	12,20	12,10	12,00	11,90	11,80	11,68	11,61	11,53	11,46	11,39	11,32	11,25	11,18	11,12	11,00	11,00	10,85
PCW	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
AEL	0,186	0,191	0,198	0,208	0,225	0,241	0,222	0,228	0,236	0,243	0,250	0,257	0,265	0,274	0,282	0,302	0,307	0,326

Tabla 2. Ejemplo de un juego de lentes para diagnóstico multicurvos con BOZD variable

9,4 TD																		
BOZR	8,00	7,90	7,80	7,70	7,60	7,50	7,40	7,30	7,20	7,10	7,00	6,90	6,80	6,70	6,60	6,50	6,40	6,30
BOZD	7,00	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,00	5,00
SC1	9,00	8,90	8,80	8,70	8,60	8,50	8,40	8,30	8,20	8,10	8,00	7,90	7,80	7,70	7,60	7,50	7,40	7,30
SCW1	7,60	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	5,80	5,80
SC2	10,00	9,90	9,80	9,70	9,60	9,50	9,40	9,30	9,20	9,10	9,00	8,90	8,80	8,70	8,60	8,50	8,40	8,30
SCW2	8,20	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,90	6,90
SC3	11,00	10,90	10,80	10,70	10,60	10,50	10,40	10,30	10,20	10,10	10,00	9,90	9,80	9,70	9,60	9,50	9,40	9,30
SCW3	8,60	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,00	8,00
PC	12,00	11,90	11,80	11,70	11,60	11,50	11,40	11,30	11,20	11,10	11,00	10,90	10,80	10,70	10,60	10,50	10,40	10,30
PCW	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
AEL	0,213	0,262	0,270	0,279	0,288	0,298	0,350	0,362	0,375	0,389	0,403	0,455	0,473	0,492	0,513	0,535	0,606	0,633

Actualmente, los lentes corneales con curvas esféricas pueden diseñarse usando un programa de levantamiento axial del borde para lentes de contacto, con cualquier diámetro, diámetro de la zona óptica posterior y levantamiento axial del borde formado por múltiples curvas periféricas (Tablas 1 y 2). La clave es asegurarse de que el levantamiento axial del borde del lente es alto (más alto que el perfil normal de la córnea), lo suficiente para proporcionar un levantamiento adecuado para las córneas con valores de excentricidad más altos. Los diseños para diagnóstico vienen con BOZD fijos con cada BOZR, y es posible encargar periferias multicurvas estándares o de curvas más cerradas o más planas. En forma similar, también se han adaptado con éxito los diseños para diagnóstico con un BOZD fluctuante con periferias multicurvas estándares o más cerradas o más planas.

Centro esférico y periferia asférica: Con los adelantos en la fabricación de los lentes GP, los diseños han cambiado y ahora se dispone de lentes de periferia asférica. Estos diseños ofrecen la ventaja de la óptica central esférica y una alineación mejorada en la periferia de la córnea. Estos diseños también proporcionan un mayor levantamiento axial del borde, que sería necesario en el caso del queratocono avanzado. El centro del lente y la periferia pueden alterarse independientemente.

Lentes de contacto esféricos

Los diseños completamente esféricos, en los cuales el lente se aplanan progresivamente desde el centro hacia la periferia, están ahora más disponibles. Además, algunos diseños ofrecen control de aberración, en el cual se diseña una superficie asférica en la superficie anterior del lente para ayudar a tratar la aberración esférica. Debido a una alineación más cerrada con la córnea, especialmente en el centro, estos lentes se adaptan de forma más ajustada que un lente esférico con el mismo BOZD. Algunos diseños permiten definir el valor de excentricidad de la superficie posterior asférica que usted predice. Si bien la zona óptica y la periferia del lente pueden ajustarse en forma independiente, el laboratorio ajustará el BOZR y el poder del lente cuando la periferia del mismo se ajuste más cerrado o más aplanado, debido al aumento o disminución en la ságitas total del lente. Contrariamente a tener un BOZD fijo, algunos lentes están diseñados con un BOZD fluctuante; es decir, a medida que la curvatura base del lente se cierra, el BOZD disminuye su tamaño, lo que permite una nueva adaptación cuando los conos centrados avancen.

Lentes de contacto semiesclerales y miniesclerales

La adaptación de los lentes semi y miniesclerales y sus diseños han evolucionado significativamente con los materiales para lentes GP de hiper Dk, permitiendo un mayor permeabilidad al oxígeno. Estos lentes están diseñados para apoyarse en la esclera y usan óptica esférica en la superficie posterior en varias zonas, y algunas tienen óptica asférica en la superficie anterior para reducir la aberración esférica. Pueden tener un diseño de cinco curvas, en el que la curvatura base y la primera curva periférica se apoyan en la zona corneal, la siguiente curva periférica se levanta sobre el área del limbo y las dos curvas periféricas finales son tangentes a la esclera. Encontrará un análisis más detallado de estos lentes en el Apéndice D.

Lentes GP sobre lentes blandos (piggyback)

En general, para los lentes GP sobre lentes planos (piggyback), se usan los lentes de hidrogel de silicona con la curvatura más cerrada posible. El levantamiento axial del borde del lente puede resultar evidente si el lente es demasiado plano, y un lente de curva cerrada puede tener una burbuja atrapada en el limbo. Si bien un lente más rígido puede parecer más favorable para enmascarar la irregularidad, puede no adaptarse a la córnea, causando más distorsión visual al curvarse con el parpadeo. El lente debería tener un poder positivo bajo (+0,50D) para ayudar a centrar al lente GP. Es posible que sea necesario ajustar la curva base del lente GP utilizado en el sistema de lentes GP sobre lentes blandos (piggyback) aplanando el BOZR en 0,10 mm. Quizás también deba aumentarse el levantamiento axial del borde.

6. Adaptación de lentes

Elección del diseño correcto del lente

Consideraciones generales

Las opciones de lentes de contacto incluyen (en orden de aumento de la gravedad de la enfermedad):

- Lentes permeables al gas esféricos (bicurvo o tricurvo) y asféricos
- Lentes GP multicurvos esféricos (lentes especializados) con periferias asféricas o esféricas
- Lentes GP semiesclerales

Los casos graves de queratoglobo, degeneración pelúcida marginal (PMD, por sus siglas en inglés) y procedimientos postquirúrgicos pueden beneficiarse de los mini o totalmente esclerales.

A esta altura, es prudente iniciar la adaptación de los lentes de contacto GP, ya que es inevitable que serán necesarios. En general, los pacientes se consideran apropiados para el uso de lentes de contacto cuando la visión ya no puede corregirse adecuadamente con gafas. La necesidad de una visión funcional por parte del paciente es el determinante principal.

El procedimiento de adaptación debe incluir los siguientes aspectos:

- Historia clínica
- Evaluación de la lágrima
- Evaluación de los párpados y de sus bordes
- Queratometría
- Videoqueratografía
- Refracción
- Adaptación con lentes de prueba
- Sobrerrefracción
- Análisis de fluorograma

La evaluación previa a la adaptación debe establecer dos parámetros corneales importantes:

- La etapa de la enfermedad
- El tamaño y ubicación del cono (a fin de seleccionar el BOZD y el TD)

La etapa del queratocono se determina calculando el promedio de las dos lecturas K. Si la K media es menor que 50,00D (6,75 mm), se considera que el cono está en su etapa temprana; si se encuentra una media de 50,00 a 56,00D (6,75 a 6,03 mm), el cono está en una etapa avanzada. Si supera los 56,00D (6,03 mm), se considera que el cono está en una etapa severa. La videoqueratografía ayudará a determinar la forma, el lugar y el tamaño del cono. Al llegar a una etapa avanzada, el área cónica habrá adquirido una forma definida, que puede clasificarse como tipo pezón (casi centrado y/o levemente nasal), oval (inferior y desplazado hacia un lado) o globo, que afecta el 75% o más de la córnea.

Es importante disponer de lentes de prueba para la adaptación.

Selección del radio de la zona óptica posterior (BOZR, por su sigla en inglés)

Para seleccionar el BOZR del lente en función de un BOZD y TD particular, tenga presente que, a medida que las lecturas K se cierran, la ságitas de la córnea aumenta. Debe hallarse una concordancia aumentando el BOZR a la vez que el astigmatismo corneal aumenta y las K aumentan.

Edrington et al. (*Optom Vis Sci* 1996) usaron la lectura K promedio según se obtuvo por queratometría tradicional como punto de partida en su estudio. No encontraron diferencia sustancial entre la lectura K promedio y el BOZR ($p = 0,3907$). Este estudio no analizó el BOZR final que en definitiva se adaptó con éxito, sino que lo usó como punto de partida.

Puede predecir de forma más precisa el BOZR del lente de contacto del paciente con queratocono usando el topógrafo y las lecturas K centrales simuladas si aplica el nomograma de adaptación descrito en la Tabla 3 o alguno sugerido por el laboratorio fabricante.

Evite el uso de BOZR excesivamente planos, ya que pueden aumentar el puntillado de la córnea, cicatrices y distorsión, además de incomodidad. Asimismo, demasiado levantamiento apical puede llevar a un moldeado de la córnea y peligros transitorios tales como edema de córnea, puntillados corneales y marca del lente en el epitelio a raíz de un lente adherido. También existen informes sobre cicatrices corneales, así como una disminución de agudeza visual (VA, por sus siglas en inglés).

Sorbara y Luong (1999) utilizaron mapas instantáneos (o tangenciales) en la adaptación, ya que definían mejor el descentrado del ápice y la forma de la córnea. Se categorizaron los pacientes según la cantidad de astigmatismo corneal (delta K) y se registró el BOZR final que obtuvo más éxito. Los cálculos de las ecuaciones se basaron en la relación de la curva base final con relación a la K plana. La Tabla 3 resume el nomograma de adaptación que se obtuvo para la adaptación de pacientes con queratocono usando la K delta y la K plana proveniente de las lecturas K simuladas por el topógrafo. Un ejemplo:

Si el sujeto 1 tiene una K plana simulada de 48,00D (7,03 mm) según se midió con el topógrafo corneal y $-3,00D$ de astigmatismo corneal, el BOZR del lente de contacto sería igual a $48,00 - (0,609 \times (-3,00)) = 49,83D$ (6,77 mm).

Si el sujeto 2 tiene una lectura de K plana simulada de 48,00D, pero con $-7,00D$ de astigmatismo corneal, el BOZR = $48,00 - (0,419 \times (-7,00))$ que equivale a 50,93D (6,62 mm).

Para la cantidad promedio de astigmatismo (entre $-4,00$ y $-7,50D$), el nomograma indica aproximadamente el promedio

Tabla 3. Determinación del BOZR en función del astigmatismo corneal para 9,4TD

ΔK (D)	BOZR (D) (9,4TD)
$-0,25 D$ a $-3,75 D$	K plana (D) $- 0,61 \times (\Delta K)$
$-4,00 D$ a $-7,50 D$	K plana (D) $- 0,50 \times (\Delta K)^*$
$-7,75 D$ a $-16,75 D$	K plana (D) $- 0,35 \times (\Delta K)$

*Promedio aproximado de K para BOZD de 7,4 mm

Más y más estudios respaldan el uso de las lecturas de videoqueratografía para determinar la curva base de los lentes de contacto. Wasserman et al. (*CLAO J* 1992) descubrió, después de adaptar lentes esféricos en 11 sujetos, que el BOZR se relacionaba más estrechamente con la K más plana en la zona de 5 mm. Donshik et al. (*Trans Am Ophthalmol Soc* 1996) descubrieron que el BOZR final de los lentes GP tenían una mayor correlación con el promedio de los dos semimeridianos centrales más planos en la zona central de 3 mm. Szczotka (*CLAO J* 1998) descubrió que las lecturas K simuladas, axiales cerradas, (donde los meridianos 5o., 6o. y 7o. se promedian) representaban el mejor promedio esférico de BOZR para los lentes GP.

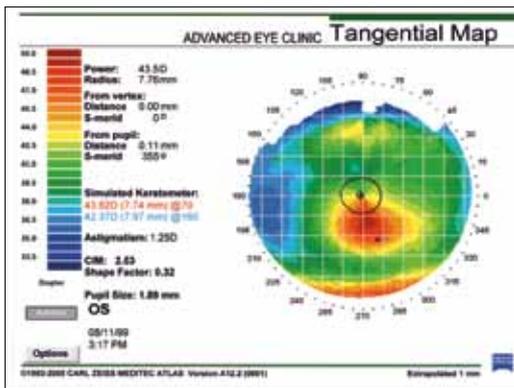


Figura 31. Mapa topográfico, cono oval incipiente

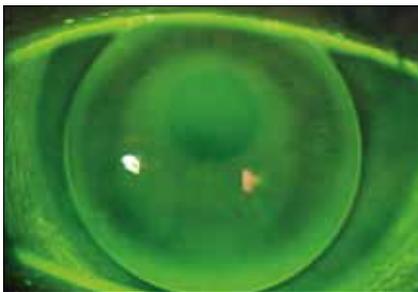


Figura 31a. Fluoresceína, en cono oval incipiente

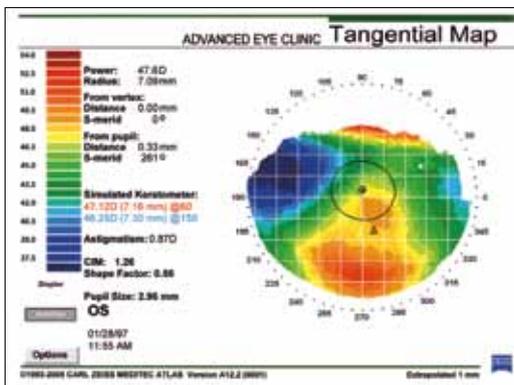


Figura 32. Mapa topográfico, cono oval moderado



Figura 32a. Fluoresceína, cono oval moderado

de las lecturas de K simuladas para BOZD seleccionado, apropiado para un diámetro de lente de 9,4 mm (0,419 que aproximadamente es igual a 0,50 (promedio de la K plana y cerrada)). Para diámetros más pequeños de lentes (por ej. 8,7 mm), la K promedio más 0,2 mm más ajustada es un buen punto de inicio, y para lentes de diámetros mayores (por ej. 9,6 a 10,1 mm), la K promedio menos 0,2 mm es un buen BOZR para empezar, siempre que los BOZD sean similarmente más pequeños y más grandes, respectivamente. El BOZR final se determina consultando al fluorograma; se recomienda un leve toque de tres puntos (Figuras 31a y 32a). Un toque severo de tres puntos puede resultar en cicatrices corneales, descentrado excesivo, incomodidad con el lente y distorsión corneal.

Las mismas reglas pueden aplicarse para los lentes biasféricos, excepto que la curva base inicial debería ser de 0,1 a 0,2 mm más planas que lo sugerido por el nomograma, debido a una alineación más cercana entre la superficie posterior del lente de contacto y la córnea.

Consideraciones sobre el poder dióptico

Las primeras señales al diagnosticar queratocono son un aumento del astigmatismo y un cambio en el eje de ese cilindro. Habitualmente, el paciente tiene miopía y astigmatismo, ya sea con astigmatismo a favor de la regla u oblicuo en el queratocono, pero con degeneración pelúcida marginal, o el paciente tiene un alto nivel de astigmatismo contra la regla con hipermetropía (debido a un aplanamiento excesivo sobre la pupila). En ambos casos, este astigmatismo se hace cada vez más irregular y no ortogonal, dificultando la retinoscopia y reduciendo aún más la agudeza visual corregida del paciente. Solamente es posible obtener una sobrerrefracción una vez que se haya realizado la adaptación del lente. La superficie posterior esférica del lente GP neutraliza la irregularidad corneal al convertir en esférica la superficie anterior de la película lagrimal, siempre y cuando el lente GP no tenga una flexión excesiva. Sin el lente GP en el ojo, la refracción es difícil de predecir. La adaptación empírica es cada vez menos factible con conos más cerrados.

Procedimientos de adaptación: selección del diámetro central de la zona óptica posterior (BOZD) y diámetro total (TD)

En el pasado, el uso de lentes de diámetro pequeño con zonas ópticas posteriores pequeñas significaba que los lentes se adaptaban con espacio libre apical (más cerrados), y los lentes

de diámetros mayores se adaptaban con toque apical y soporte palpebral; no obstante, la mayoría de los expertos creen que estos últimos tipos de adaptación no deberían utilizarse. Un método de adaptación de toque de tres puntos no solamente puede mejorar el resultado visual sino puede ayudar a mantener la salud corneal a largo plazo.

Se predice el BOZD (y por lo tanto el TD) con más precisión para un paciente con queratocono examinando cuidadosamente los mapas topográficos tangenciales. Los mapas identifican si el paciente tiene un cono tipo pezón, oval o globo, el tamaño del área adelgazada y la ubicación del cono. Cada mapa topográfico tiene indicadores de tamaño, en los que cada marca indica una separación de 1 mm, lo que ayuda a la rápida evaluación del tamaño del área con curvas más cerradas. La cuidadosa comparación de esta medida con el BOZD del lente de contacto ayudará a predecir el aspecto del área de acumulación de fluoresceína alrededor del cono y el centrado del lente. Estos dos parámetros son esenciales para obtener una adaptación satisfactoria en el paciente con queratocono.

Una comunicación continua con el laboratorio de lentes de contacto ayudarán a comprender el diseño de los lentes de prueba, con lo que usted podrá hacer coincidir los parámetros del lente con el tipo y tamaño del cono de la adaptación que está llevando a cabo.

Adaptación de lentes de diámetro pequeño (8,5 a 9,3 mm)

Una vez identificado el tamaño del cono y el tipo de queratocono, es posible seleccionar el diámetro de zona óptica posterior. Los lentes de diámetro pequeño son los más apropiados para el cono tipo pezón o central así como conos ovales incipientes.

A medida que el cono tipo pezón avanza, los lentes de diámetro más pequeño, con cada vez más pequeños diámetros de zona óptica posterior (BOZD), proporcionarán un mejor centrado y evitarán la formación de burbujas de aire alrededor del cono.

Un cono tipo pezón ubicado centralmente ocupa un área más pequeña y a medida que éste avanza y sus curvas se tornan más pronunciadas, dicha área se reduce progresivamente (Figura 33a y 33b). En consecuencia, el BOZD y el BOZR tendrían que reducirse a medida que el cono adquiere curvas cada vez más ajustadas, a fin de coincidir con el cono y minimizar el acúmulo por encima y por debajo del mismo, donde podrían acumularse lágrimas. Esto tendrá como resultado un mejor centrado del lente y una mejor alineación con el cono (Figura 34)

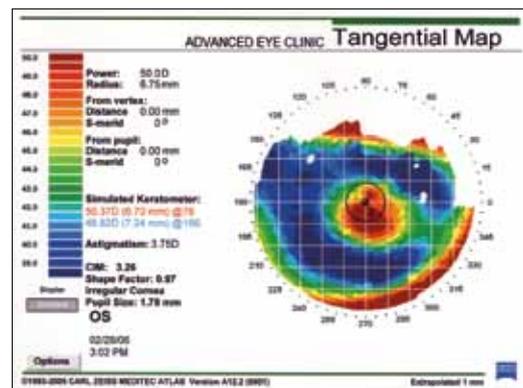


Figura 33a. Cono centrado incipiente, mapa topográfico (incipiente)

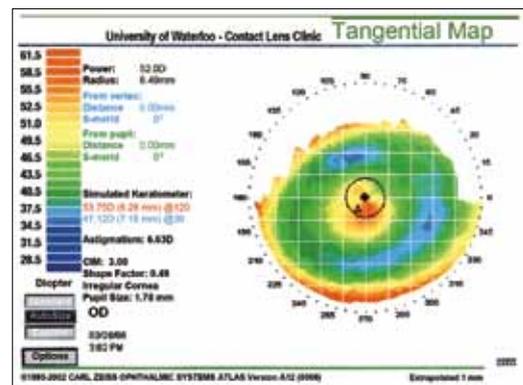


Figura 33b Cono centrado (avanzado), mapa topográfico

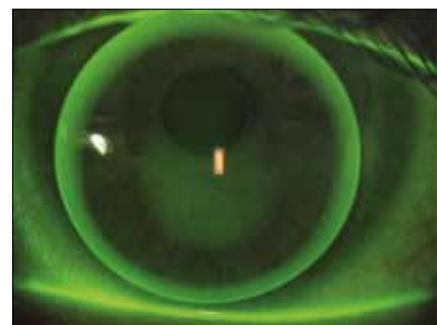


Figura 34. Fluorograma de un lente de diámetro pequeño sobre un cono centrado

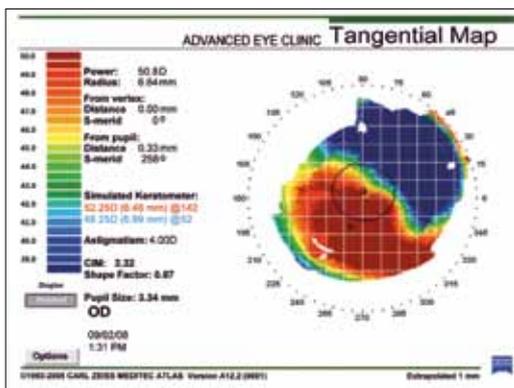


Figura 35. Cono oval avanzado (mapa topográfico)

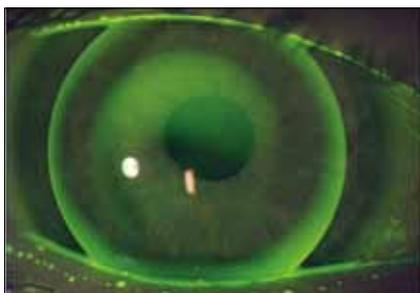


Figura 35a. Fluoresceína, cono oval avanzado

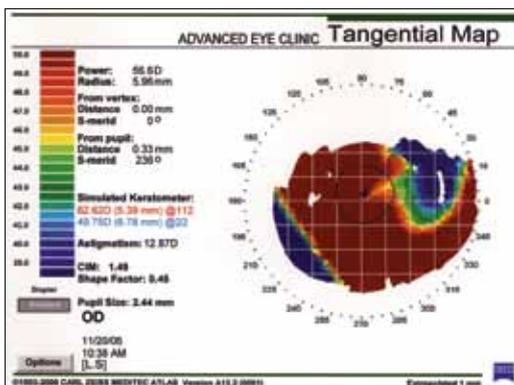


Figura 36. Cono tipo globo (mapa topográfico)

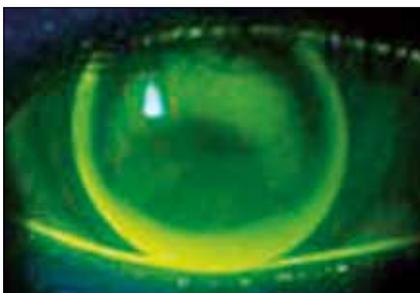


Figura 36a. Fluoresceína, cono tipo globo

Adaptación de lentes de diámetro mediano (9,4 a 9,9 mm)

Los lentes con diámetros de zona óptica posterior cada vez mayores constituyen una adaptación más apropiada para el cono oval en desarrollo, ya que promueven el centrado a medida que el cono oval avanza, y evita un levantamiento excesivo del lente con la formación de burbujas alrededor del cono.

Las Figuras 31, 32, 35 y 36 demuestran que las córneas con su queratocono menos avanzado pueden tener conos más pequeños, mientras que las córneas con queratocono avanzado tienen conos más grandes, si son de tipo oval. A fin de escoger el BOZD (y por lo tanto el diámetro general del lente [TD]), recurra al videoqueratógrafo y evalúe el tamaño o área del cono. Seleccione un BOZD y un TD para conos más grandes (y generalmente de curvas más cerradas o en un estado más avanzado).

Para estos conos de tipo oval avanzados, los lentes de contacto de curvas más cerradas en el centro con BOZD más grandes coincidirán más precisamente con este recubrimiento corneal de mayor dimensión y más cerrado, alineándose con el contorno corneal sin espacio en el ápice. El contacto apical resultante no debe ser muy pronunciado.

Las Figuras 31a, 32a, 35a y 36a demuestran el toque leve de tres puntos que debe usarse para reducir el trauma corneal en el ápice y a la vez asegurar que la superficie corneal irregular se “regularice” o se haga esférica al corregirse con un lente GP esférico para obtener una agudeza visual óptima. Las cajas de prueba basadas en el diseño multicurvo McGuire™ (disponible en la mayoría de laboratorios) o en los diseños Soper tienen un BOZD constante para cada diámetro de lente. Por ejemplo: Se puede prescribir ya sea un BOZD de 5,75 mm y un TD de 9,0 (para el paciente con queratocono incipiente), un BOZD de 6,25 mm y un TD de 9,6 (para el paciente con queratocono moderado) y un BOZD de 7,0 mm y un TD de 10,1 (para el paciente con queratocono avanzado).

Adaptación de lentes corneales (10,0 a 12,8 mm) y corneoesclerales (12,9 a 13,5 mm) de diámetro total (TD)

Incluso lentes con diámetro grande y con BOZD grandes se adaptan para coincidir con el tamaño del cono avanzado, evitando un levantamiento excesivo o un toque excesivo sobre el ápice del cono, lo cual a su vez promueve el centrado. La Figura 36a es un ejemplo de un lente con BOZD y TD grandes

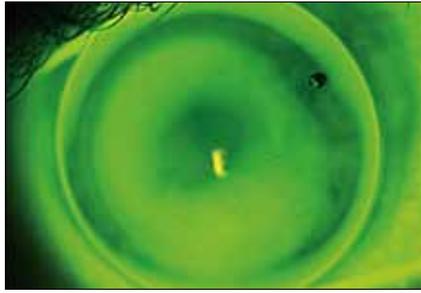


Figura 37. Diámetro de 10,4 mm



Figura 38. Diámetro de 11,2 mm (esférico)



Figura 39. Diámetro de 11,2 mm (asférico)

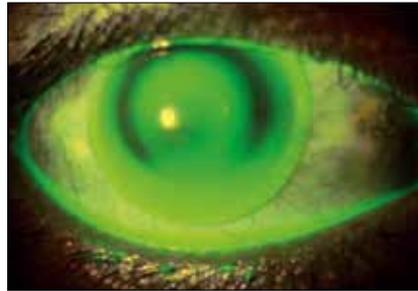


Figura 40. Diámetro de 13,5 mm

en un cono grande (globo) que resulta en un buen centrado del lente y en un toque leve de tres puntos. El lente es esférico, con un TD/BOZD grandes (10,2 mm/9,2 mm). También pueden ser apropiadas otras opciones (Figura 37) con diámetros más grandes, tales como 10,4 mm. Para el cono de tipo globo, los lentes con un diámetro más grande (11,2 mm, por ejemplo) (Figura 38 y 39) o los lentes corneoesclerales, con TD de 12,9 a 13,5 lograrán el efecto deseado.

La Tabla 4 resume la relación entre el BOZD y el tamaño del cono. Las Tablas 5a y 5b relacionan el BOZD y el BOZR.

Adaptación de lentes semiesclerales (TD de 13,6 a 14,9 mm) y miniesclerales (TD de 15,0 a 18,0 mm)

Debido a que los lentes semiesclerales se utilizan para adaptaciones en córneas extremadamente irregulares por un queratocono avanzado y PMD, postraumatismo, ectasia posrefractiva, postqueratoplastia penetrante y post RK, PRK y LASIK, es útil tener una idea de la ságitas corneal a fin de seleccionar la curva base o la ságitas del lente de contacto. Es ideal asegurar que la ságitas del lente de contacto sea es mayor que la ságitas de la córnea, para garantizar que haya un depósito continuo de lágrima en la totalidad de la superficie posterior del lente sin un acúmulo demasiado grande, que propiciaría la formación de burbujas.

La ságitas corneal puede medirse directamente usando un instrumento OCT Visante (OCT, por su sigla en inglés), que puede calcularse para cualquier diámetro (Figura 41). El Orbscan II también puede proporcionar una estimación de la ságitas corneal del Diámetro del Iris Visible Horizontal (HVID, por sus siglas en inglés) (de “blanco a blanco”, como se suele llamar), donde se obtiene la medida de profundidad de la cámara anterior. Agregado al espesor corneal en el punto central, esta medida constituiría una estimación de la ságitas corneal. Otros topógrafos, tal como el Medmont, ofrecen una medida directa de la ságitas corneal. Asimismo, con cualquier topógrafo que ofrezca un valor de excentricidad (valor e), es posible calcular la ságitas corneal utilizando la fórmula para elipses prolatas, que usa el factor de forma ($p=1-e^2$), la lectura K en ese meridiano (plano) y cualquier diámetro de semi-cuerda.

$$Sag = \frac{r - \sqrt{r^2 - p \left(\frac{chord}{2} \right)^2}}{p}$$

donde r es el radio y p es el factor de forma.

Con la ságitas de la córnea, se puede seleccionar un lente semiescleral con una ságitas levemente mayor, a fin de asegurar el espacio entre el lente y la córnea. Si el lente se define con

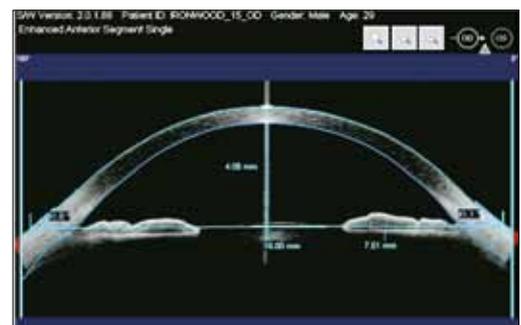


Figura 41. Ságita con Visante

Tabla 4. Relación entre diámetro de cono y BOZD/TD

Tipo de cono	Diámetros de cono	Variaciones de BOZD	Variaciones de LD
Cono centrado:			
Incipiente	4,0 a 5,0 mm	7,40 a 8,10 mm	9,4 a 9,6 mm
Moderado	2,8 a 3,9 mm	5,00 a 7,30 mm	8,8 a 9,3 mm
Avanzado	2,0 a 2,7 mm	3,00 a 4,90 mm	8,0 a 8,7 mm
Cono oval:			
Incipiente	2,0 a 4,0 mm	5,25 a 7,50 mm	8,5 a 9,6 mm
Moderado	4,2 a 5,0 mm	7,60 a 8,10 mm	9,8 a 10,1 mm
Grave	5,2 a 7,0 mm	8,20 a 9,40 mm	10,2 a 11,4 mm
Cono globo	>7,0 mm	9,20 a 9,60 mm	10,2 a 11,4 mm
PMD (Degeneración pelúcida marginal):			
Incipiente	5,0 a 7,0 mm	8,20 a 9,40 mm	10,2 a 11,4 mm
Avanzado	7,2a 9,0 mm	9,40 a 10,50 mm	11,4 a 18,2 mm

Tabla 5a. Determinación del BOZR en función del BOZD fluctuante

BOZD variable	BOZR (mm)
3,3–4,3 mm	Promedio K (mm) – 0,4 mm
3,9–4,6 mm	Promedio K (mm) – 0,35 mm
5,1–6,1 mm	Promedio K (mm) – 0,3 mm
6,2–7,2 mm	Promedio K (mm) – 0,2 mm
7,4–8,0 mm	Promedio K (mm)
> 8,1 BOZD	Promedio K (mm) + 0,2 mm

Tabla 5b. Determinación del BOZR en función del BOZD fijo

BOZD fijo/LD	BOZR (mm)
6,5–7,2/8,5–9,0 mm	Promedio K (mm) – 0,2 mm
7,3–7,5/9,2–9,6 mm	Promedio K (mm)
7,6–8,1/9,8–10,1 mm	Promedio K (mm) + 0,15 mm
8,2–8,6/10,2–10,6 mm	Promedio K (mm) + 0,2 a 0,3 mm
8,7–9,4/10,8–11,4 mm	Promedio K (mm) + 0,4 mm

mediciones del radio, la ságitra de la córnea se calcularía en el BOZD del lente de contacto y luego este valor puede convertirse a radio.

$$r = \frac{\left(\frac{\text{chord}}{2}\right)^2 - p(\text{sag})^2}{2(\text{sag})}$$

Las pautas de adaptación de los fabricantes también sugerirán un lente de prueba inicial basado en el avance del cono.

Para lograr la acumulación en la periferia media, las curvas de la periferia media del lente de contacto (ya sea dos o tres curvas esféricas o una zona asférica) deberán ser:

- aplanadas (si no hay levantamiento), o
- más cerradas (si hay un levantamiento excesivo con burbujas)

La parte final del lente, la zona escleral, sólo puede ser parcialmente observada con nuevos instrumentos OCT tales como el RT-Vue OCT (Clarion Medical Tech), el Visante OCT (Zeiss Meditec, CA) y con fotografía de lámpara de hendidura. Identificar una zona escleral tangencial (es decir, alineada) evaluando los vasos sanguíneos de la conjuntiva para observar la comprensión del flujo y con fluoresceína.

Véanse las Figuras 42, 42a, 42b y 43 por ejemplos de lentes semiesclerales.

Diseño periférico de los lentes asimétricos

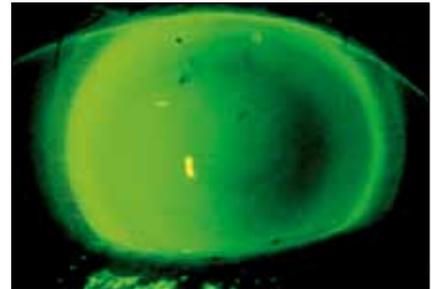
Determinación de levantamiento axial del borde (AEL, por su sigla en inglés)

El parámetro final relevante para un buen comportamiento del lente y que asegura una fisiología corneal inalterada es el sistema de curvaturas periféricas del lente, descrito como el levantamiento axial del borde (AEL, por su sigla en inglés) del lente y sobre el ojo como el levantamiento axial del borde (AEC, por su sigla en inglés) (Figura 44). El levantamiento axial del borde (AEC, por su sigla en inglés) se describe como el espesor de la capa lagrimal (TLT, por su sigla en inglés) entre el lente de contacto y la córnea.

Para el queratocono incipiente, use lentes con un levantamiento axial del borde (AEL) de 120 micrones (estándar) o lentes esféricas estándares (por ej. Boston Envision™) con AEL levemente más elevados. Esta cantidad de AEL se basa en un valor de excentricidad promedio (excentricidad de 0.45 a 0.55). Una vez que el queratocono alcanza un estado avanzado, se deben adaptar diseños multicurvados, que requieren BOZD ya sea más pequeños o más grandes y AEL más elevados (de 200 a 350 micrones inicialmente), a medida que la curvatura del cono aumenta (y, por lo tanto, su ságitra aumenta) además de un rápido aplanamiento hacia la periferia. A continuación, es posible que sean necesarios los levantamientos axiales del borde (AEL) de hasta 650 micrones o más a medida que aumentan los valores de excentricidad de la córnea con queratocono (de 0,75 a $\approx 1,00$), con un cierre de curva central en aumento.

Los lentes de prueba tienen periferias estándares con diseños periféricos patentados y levantamientos axiales de borde (AEL) aún más altos que el promedio. La adaptación de prueba de estos lentes puede tener como consecuencia un fluorograma que presente un toque leve central de tres puntos pero un levantamiento en la periferia insuficiente o excesivo (lo más común es insuficiente). Es únicamente en estos casos en que el levantamiento del borde periférico pueda necesitar ajustes. Hasta que la imagen central sea la ideal, el AEL del lente no debe cambiarse ya que es posible que el levantamiento periférico sea simplemente el resultado de un lente de curvas excesivamente cerradas o flojas. Si partimos de la base de que la relación entre el lente y la curvatura base (BOZR) es la ideal, la periferia puede volver a encargarse en pasos regulares (paso No. 1, No. 2 o No. 3, etc.) que sean o más cerradas o más planas que el estándar.

Cuando se realizan ajustes a la periferia de lentes con un muy pequeño BOZD (3,7 mm a 5,1 mm), la adaptación central del lente se verá afectada. Una periferia más cerrada hará que la adaptación central se vea más cerrada, debido al aumento de ságitra, y el laboratorio automáticamente aplanará el BOZR (generalmente, en 0,05 mm) para compensar dicho cambio de ságitra. El poder del lente también se verá compensado al mismo tiempo, en $-0,25D$. Una periferia más plana dará como resultado



Figuras 42, 42a y 42b. Diámetro de 15,8 mm

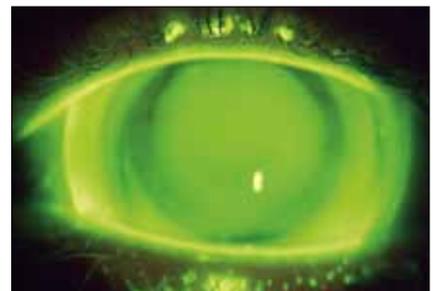


Figura 43. Diámetro de 18,2 mm

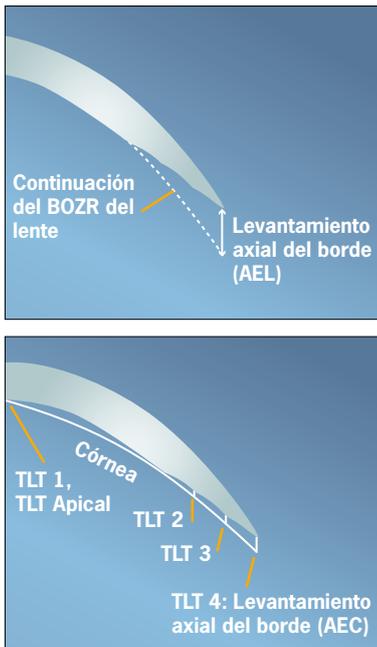


Figura 44. AEL y AEC de lentes de contacto

una reducción de la ságit visible con el fluorograma, debido a los BOZD pequeños y así, en forma similar, se otorgará un BOZR más cerrado (en 0,05 mm) y se agregará menos poder negativo (+0,50D). La repetición de un pedido indicaría que estos nuevos parámetros ya han sido ajustados a fin de evitar la necesidad de más compensación.

En general, los lentes con BOZD de más tamaño (>6,25 mm) quizá no necesiten ser compensados debido al cambio en la ságit, ya que el fluorograma puede no verse afectado por el cambio en la ságit ocasionado por el aumento o disminución del levantamiento del borde periférico. Es posible encarar estos lentes con aumento o disminución de periferias y levantamiento axial del borde (AEC), y se mantiene el BOZR. Cuando este lente es para una adaptación de prueba, se debería evaluar el fluorograma para determinar si es necesaria alguna compensación.

Periferias tóricas o asimétricos

Los nuevos diseños de lentes se basan en información topográfica disponible para ayudar a evaluar si el astigmatismo irregular se extiende a la córnea periférica. Estos diseños tienen periferias tóricas o periferias en las que una

parte del lente puede haber sido fabricada con un AEL menor que el del resto del lente. Una periferia tórica puede tener 1,0 mm de ancho con una diferencia de 0,8 mm entre los dos meridianos. El BOZR se ajustará unos 0,05 mm y la potencia se compensará en $-0,50D$ adicionales cuando se efectúe este cambio.

Los diseños periféricos “tóricos” se usan cuando la topografía indica que la córnea inferior mucho más cerrada está desplazada hacia abajo, ocasionando que el borde inferior del lente se levante e irrite el párpado inferior del ojo. Para estabilizar el lente en su posición, los lentes pueden ser diseñados con una periferia estándar en 90° y una periferia más cerrada con un prisma de 1 a 1,25 con base en 270° . Otros diseños tienen una zona superior con una periferia estándar, y el cuadrante inferior se hace más cerrado con las zonas nasal y temporal como zonas de transición con levantamientos axiales del borde intermedios (AEL).

Estos diseños de lentes son también útiles en casos de degeneración pelúcida marginal, en la que el adelgazamiento de la córnea ocurre en un lugar mucho más inferior que en el caso de la córnea con queratocono, y ocasiona un levantamiento excesivo en el borde inferior del lente (Figura 45).



Figura 45. Periferias desiguales

Evaluación de la adaptación apropiada

Fluorograma

Todas las evaluaciones por fluorograma deben llevarse a cabo con el uso de un filtro de cobalto en la lámpara de hendidura, con el uso de un filtro Wratten No. 12 que resalte el color amarillo del filtro a fin de garantizar el máximo contraste (Figura 46). Se debe aplicar la tira húmeda de fluoresceína en la conjuntiva bulbar para minimizar la cantidad de fluoresceína que entra en contacto con la superficie anterior del lente. Debido a que la mayoría de las periferias de los lentes de prueba tienen un levantamiento de borde estándar, los conos más avanzados con valores “e” más altos requerirán periferias más planas. Asegure el intercambio lagrimal por debajo del borde inferior más ajustado del lente para evaluar el fluorograma central. También es importante permitir que



Figura 46. Filtro Wratten de Boston

el lente se adapte sobre el ojo de 5 a 20 minutos, en especial cuando se trata de lentes con apoyo escleral, ya que puede flexionarse y moverse hacia la córnea con el tiempo.

Toque de tres puntos (apoyo dividido)

Generalmente, se acepta que un toque leve de tres puntos al borde del espacio apical sea la imagen de adaptación patrón alcanzarse dentro de la zona central del lente. La ubicación de este toque depende del lugar del ápice del cono. Con un cono tipo pezón, se ubicará centralmente, mientras que con un cono ovalado, esta área se descentrará hacia el lado inferior o inferior y lateral. Las otras dos áreas de toque habitualmente se ubican a lo largo del meridiano más plano, en general horizontalmente en el caso de queratocono y posiblemente en forma vertical en caso de degeneración pelúcida marginal (PMD) incipiente. El levantamiento periférico de 0,5 a 0,7 mm de ancho puede lograrse con periferias más planas de lo normal (Figura 47).

Toque apical

Se ha comprobado que el toque apical inducido por una curva base demasiado plana (o una ságitas demasiado baja) puede ocasionar daño a nivel apical, como cicatrices y teñido concéntricos. Los lentes de diámetro grande no necesitan adaptarse en forma plana con soporte palpebral, como se consideraba originalmente. Utilice la ságitas aumentada para adaptar el cono más grande sin un toque apical pronunciado. La Figura 48 muestra el impacto de un lente de adaptación plana con lesiones apicales corneales. Se debe evitar este tipo de adaptación.

Levantamiento apical

También se debe evitar un excesivo espacio apical. Podrían atraparse burbujas dentro del área de la zona óptica e interferir con la comodidad de uso y la agudeza. La agudeza visual reducida puede también atribuirse a la flexión del lente, que hace que la superficie anterior de la capa lagrimal se convierta en tórica y por lo tanto el lente ya no corregirá la irregularidad corneal debido a la presencia de este astigmatismo residual (Figura 49). Con lentes excesivamente cerradas, en particular en córneas con un alto grado de astigmatismo, la curvatura corneal puede ajustarse y ocasionar un moldeado de la córnea que lleva a un cambio miópico.

Levantamiento axial ideal del borde

Una vez que se ha logrado el fluorograma central ideal, es posible evaluar los fluorogramas de la periferia y la periferia media. Lo ideal



Figura 47. Toque de tres puntos (apoyo dividido), fluoresceína



Figura 48. Plano (toque central), fluoresceína

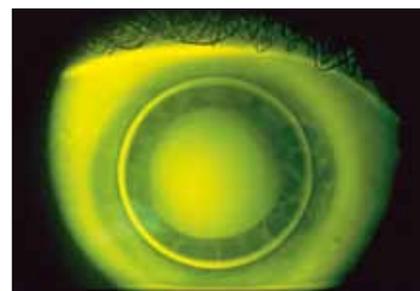


Figura 49. Ajustado (espacio apical), fluoresceína

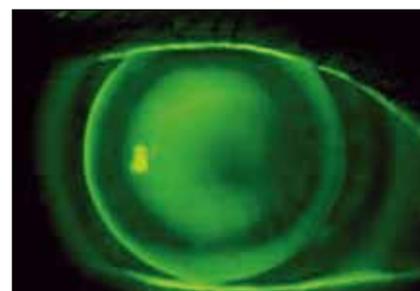


Figura 50. Levantamiento de borde periférico ideal (lente esférico)

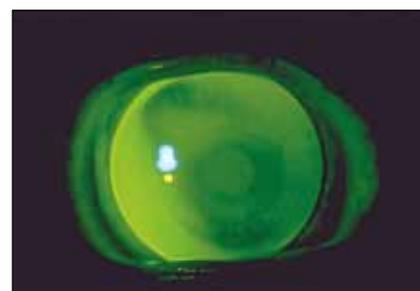


Figura 51. Levantamiento de borde periférico ideal (lente esférico)

Adquirir una comprensión sobre la excentricidad de la córnea y su aumento en casos de queratocono, que usted puede observar mediante mapas topográficos, ayudará a explicar los motivos para aumentar o reducir el levantamiento axial del borde del lente, a fin de proporcionar una cantidad ideal de levantamiento periférico.

es que la periferia media debería ser tangencial a la periferia media de la córnea en una imagen de alineación para curvas periféricas esféricas (Figura 50). Si las curvas periféricas son asféricas, esta alineación es más evidente, con cierto levantamiento difuso que se extiende hacia la periferia del lente (Figura 51). La periferia del lente de contacto debe tener de 100 a 120 micrones de levantamiento desde la córnea periférica. Es seguro que se observe un poco más de levantamiento en lentes de diámetro más grande con curvas periféricas más planas (es decir, un aumento de levantamientos axiales de borde), y se necesite un poco menos de levantamiento (es decir, una disminución de levantamientos axiales de

borde) en lentes de diámetro más pequeño. Este levantamiento ideal del lente es necesario para garantizar el movimiento del mismo, el intercambio lagrimal y la circulación de los residuos desde detrás del lente, además de controlar el centrado del mismo.

Un anillo de levantamiento de 0,7 mm de ancho sería lo ideal, y que fuera uniforme en todas las direcciones. Si los lentes de BOZD y TD son lo suficientemente grandes, con conos bajos y de gran tamaño, el borde inferior del lente debe introducirse por debajo del párpado inferior, con uniformidad en el levantamiento periférico en los 360°. Para lograr el levantamiento ideal, es necesario ya sea aplanar o ajustar el AEL. Si fuese necesario, altere el levantamiento axial de borde en un solo cuadrante del lente para lograr uniformidad en el mismo.

Levantamiento mínimo de borde

Un levantamiento de borde mínimo o nulo en lentes de cualquier diámetro no es aceptable; puede generar una compresión periférica que ocasione moldeado o teñido de la córnea así como un movimiento reducido o nulo, que lleva a encerrar las lágrimas obstruidas y residuos, ocasionando reacciones como edema e inflamación. Los lentes con un levantamiento mínimo tienden a apoyarse centrados sobre el ápice del cono, el cual puede estar descentrado hacia el inferior y temporalmente, o en forma nasal (Figura 52).

Levantamiento excesivo de borde

El levantamiento excesivo de borde causa irritación y una sensación de cuerpo extraño. Puede hacer que el borde inferior del lente se apoye sobre el párpado inferior, con la amenaza de ser lanzado desde la córnea en la posición de mirada lateral extrema o de continuos descentramientos del lente (Figura 53). El párpado superior puede también llevar al lente hacia arriba, a una posición de sujeción al párpado, que no es recomendable, ya que ocasionará un aplanamiento de la región por encima del ápice del cono desplazado hacia el inferior.

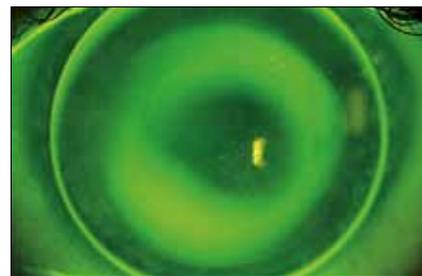


Figura 52. Levantamiento mínimo de borde

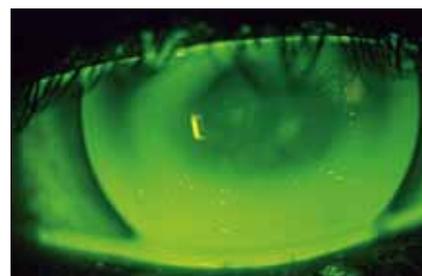


Figura 53. Levantamiento excesivo de borde (apoyado sobre el párpado inferior)

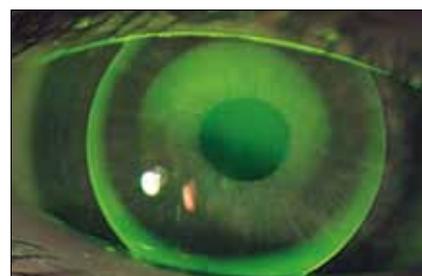


Figura 54. Lente centrado

Centrado y movimiento del lente

Lo ideal es que el lente se centre, al igual que con cualquier lente de contacto de adaptación interpalpebral (Figura 54). El centrado puede obtenerse con un fluorograma ideal y un diámetro adecuado del lente, escogido para que coincida con el diámetro del cono (es decir, lentes más grandes con diámetros más grandes del cono). El movimiento del lente también resulta necesario para promover la fisiología normal de la córnea. El movimiento del lente estará entre 2,0 mm para lentes de diámetro más pequeño y 0,5 mm en lentes para la córnea con diámetros muy grandes. Los lentes corneoesclerales y los semiesclerales tendrán un movimiento del lente mínimo o nulo, dependiendo de una acción de bombeo lagrimal por parte de los párpados sobre la superficie frontal del lente flexionándose sobre el espacio libre apical, para el intercambio lagrimal debajo del lente. Use el método “push up” para garantizar que el lente esté libre para moverse sin contacto con la esclera.

Sobrerrefracción

Una vez optimizada la adaptación del lente de prueba, se debe completar una sobrerrefracción, con el lente colocado, para averiguar su potencia final. El recurso de una autorrefracción es útil, ya que una retinoscopia será difícil de realizar debido a los reflejos de tijera. Debido a la potencial dificultad para determinar la potencia del cilindro y el eje, primero establezca una sobrerrefracción esférica. Si hay evidencia obvia de que el astigmatismo residual debe corregirse y mejora la agudeza, esta sobrerrefracción puede colocarse en gafas que pueden utilizarse sobre los lentes de contacto (en especial para el paciente con presbicia y queratocono).

Simulaciones de fluoresceína de mapas topográficos

El uso del videoqueratoscopio, que define de forma más precisa de la córnea, y el nomograma de adaptación sería una ventaja en la definición del BOZR, BOZD y TD finales rápidamente. El software del topógrafo le ayuda usted, el contactólogo, a instalar su propio nomograma de adaptación dentro de un módulo de adaptación de lentes de contacto para los tipos específicos de lentes que usted selecciona bajo “Doctor Preferences” (Preferencias del profesional). Con algo de experiencia técnica, este nomograma podría instalarse para diseños de lentes multicurvados para queratocono en cualquier topógrafo. La predicción de los parámetros iniciales o finales mediante el uso del topógrafo y su nomograma de adaptación corrobora aún más su uso en la práctica profesional optométrica. Los topógrafos también ofrecen fluorogramas simulados que pueden manipularse para demostrar una adaptación central ajustada, plana o ideal del lente. Las Figuras 55, 56 y 57 contienen algunos ejemplos (simulación de fluoresceína en “Focal Points”).

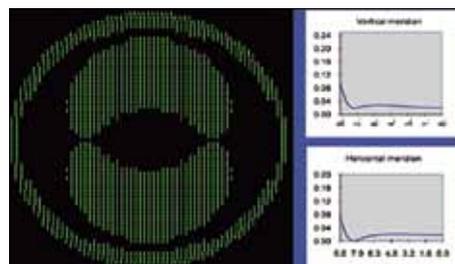


Figura 55. Fluorograma simulado ideal

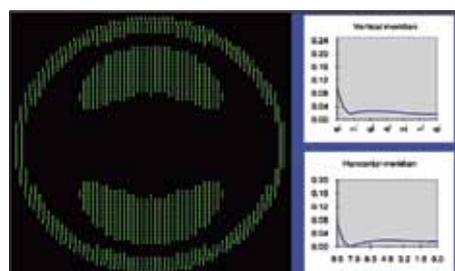


Figura 56. Fluorograma simulado demasiado plano

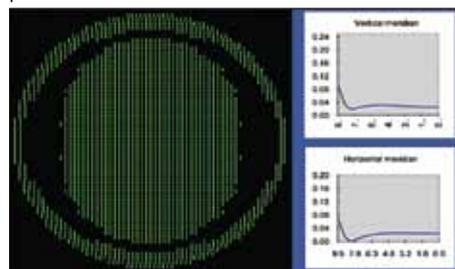


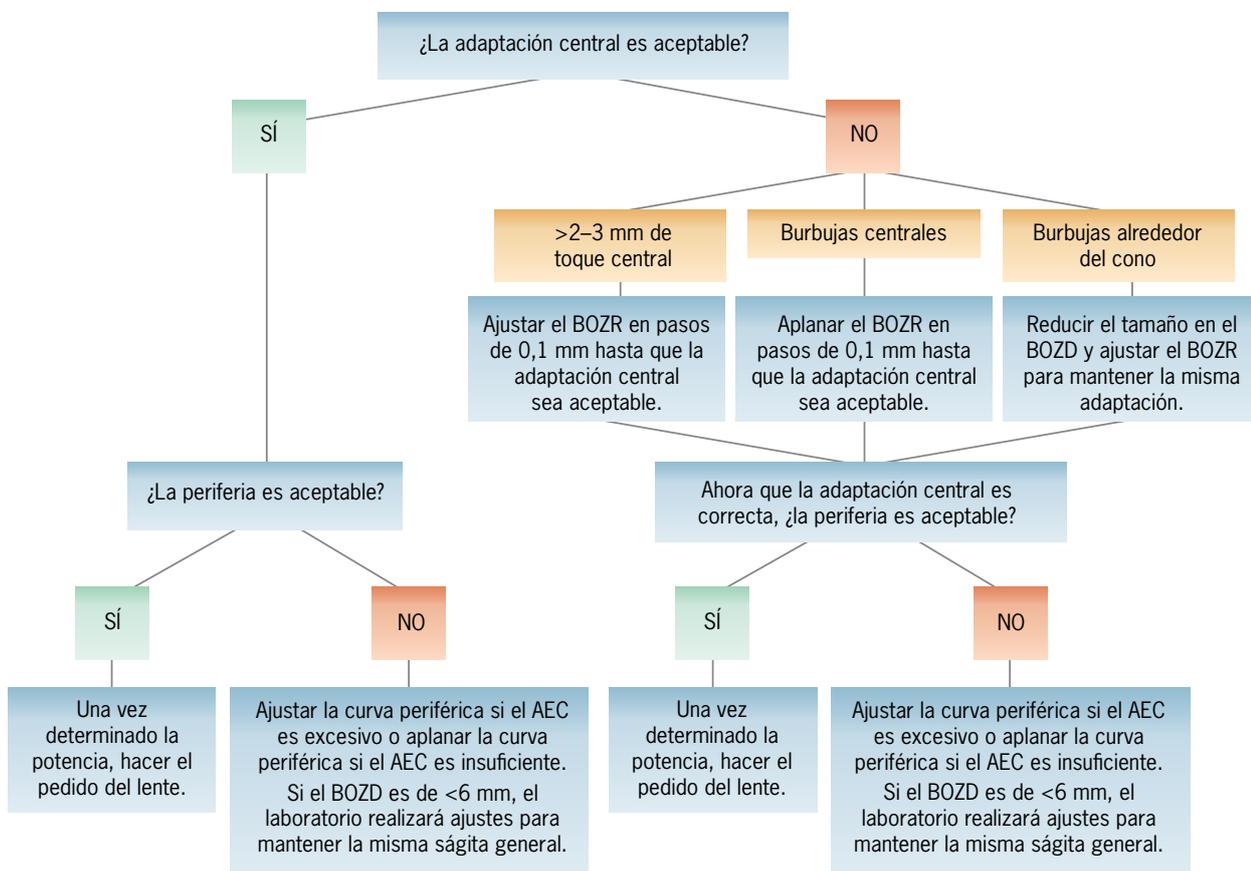
Figura 57. Fluorograma simulado demasiado ajustado

7. Estrategias de seguimiento y gestión

Procedimientos de seguimiento y consultas

Los pacientes con queratocono generalmente necesitan un seguimiento más frecuente y más consultas posteriores periódicas que otros usuarios de lentes de contacto. A la vez, son más leales y aprecian más la atención que reciben de usted. Le recomendarán pacientes, porque lo consideran un especialista. Es posible también que periódicamente se necesiten modificaciones en los parámetros del lente, en particular cuando el cuadro clínico se encuentra en su etapa de progresión.

Después de la entrega inicial de los lentes y la sesión de capacitación, proponga realizar una consulta a la semana, al mes, a los dos y tres meses, seguidas de consultas cada tres meses durante el primer año. La frecuencia de las consultas pueden disminuir en los años subsiguientes, en función de la velocidad de progresión de la enfermedad. En cada una de las visitas de seguimiento trimestrales, debe llevarse a cabo la evaluación de la agudeza visual (alto y bajo contraste), de sobrerrefracción, topografía corneal, superficie del lente y evaluación de la adaptación del mismo con fluoresceína y biomicroscopía, con y sin lentes. Es necesario conversar sobre la visión, la comodidad, las molestias por objetos extraños y los síntomas de sequedad en cada consulta. Se debe prestar especial atención al grado de toque central entre el lente y el ápice, que debe ser suave con una pequeña cantidad de espacio apical y no debe tener un toque central importante. Si esta relación cambió, el lente debe adaptarse nuevamente: ya sea ajustarse con el mismo diseño o cambiar a un lente de diámetro más grande, en especial si el tamaño del cono ha aumentado en forma significativa. El siguiente diagrama lo guiará a través del procedimiento de adaptación en la primera consulta de seguimiento.



El paciente debe informarle cualquier tipo de episodio de dolor agudo inmediatamente, ya que puede indicar la presencia de hidrops, para su tratamiento y derivación a otro profesional, en caso que corresponda.

Deberán acudir a un especialista de córnea si no pueden ponerse en contacto con usted. Estos episodios pueden ser consecuencia de hidrops corneales (fallo de la bomba endotelial que conlleva un edema masivo y dolor) y la detección temprana es clave para una resolución más favorable (Figura 58). Los hidrops corneales diagnosticados tempranamente pueden



Figura 58. Hidrops corneales

tratarse con la interrupción del uso de los lentes y con gotas hipertónicas tales como Muro 128 (B&L), seguido de una consulta con un especialista de córnea. En función de su resolución y de las cicatrices en la córnea central que puedan quedar, puede considerarse realizar una queratoplastia penetrante. Se debe realizar un reemplazo anual de los lentes, para optimizar los parámetros y potencia de la adaptación, así como para mantener una superficie en perfecto estado.

Complicaciones que exigen cambios de lentes

La tabla siguiente muestra observaciones clínicas que harían necesario una nueva adaptación:

Observaciones	De importancia probable (nueva adaptación necesaria)																			
	Aumento del adelgazamiento corneal	Borde anómalo del lente	Aumento de residuos en la córnea	Exceso de movimiento del lente	Aumento de ajuste corneal	Periferia ajustada	Periferia plana	Aumento de la excentricidad corneal	Lente o adaptación planos	Levantamiento excesivo de borde	Aumento de astigmatismo irregular	Aumento de aberraciones	Lente descentrado	Diámetro del lente muy pequeño	Aumento de sequedad	BOZD grande	BOZD pequeño	Aumento de leucomas en córnea	Edema corneal	
Aumento de leucomas en córnea	■				■															
Aumento del toque central					■															
Levantamiento axial reducido del borde						■		■												
Aumento en el desplazamiento del lente									■	■										
Reducción del movimiento del lente													■							
Aumento de teñido en 3&9														■	■					
Aumento de teñido central									■											
Aumento de burbujas centrales																■				
Aumento de burbujas periféricas							■			■										
Visión reducida											■	■							■	
Aumento de reflejos													■					■		
Aumento de halos																				■
Aumento de visión fluctuante		■	■										■							
Dificultad con la extracción del lente					■															
Incomodidad o irritación con el lente		■						■												

Ajustes del diseño de lentes

Cambio del radio de la zona óptica posterior (BOZR, por sus siglas en inglés)

- Al ajustar o aplanar el BOZR, asegúrese de haber convertido el radio de milímetros a dioptrías a fin de ajustar la potencia del lente de contacto para compensar el cambio en la capa lagrimal.
- Haga cambios al BOZR en pasos de 0,1 mm para asegurarse de notar cualquier cambio importante en la adaptación
- Ajuste el BOZR cuando el toque central no es aceptable y se observa o es posible que tenga lugar un daño corneal apical.
- Aplane el BOZR cuando se observe la presencia de burbujas centrales y no desaparecen al parpadear, interfiriendo con la visión, o cuando se constata una adherencia del lente.

Cambio del diámetro de la zona óptica posterior (BOZD, por sus siglas en inglés)

- Al aumentar o disminuir el BOZD, asegúrese de que compensa el cambio en la ságitas del lente, ya sea aplanando o ajustando el BOZR, respectivamente, para mantener la misma relación de adaptación. En tal caso, no es necesario ningún cambio de la potencia del lente.
- Aumente el BOZD (y mantenga el mismo BOZR) cuando el diámetro del cono haya aumentado, a fin de lograr una mejor alineación con la topografía. Esto aumenta la ságitas del lente.
- Disminuya el BOZD (y mantenga el mismo BOZR) cuando haya burbujas sobre la pupila, para reducir el espacio alrededor del cono y alinearlos mejor con el tamaño del cono. En estos casos, ajuste el poder del lente debido al cambio en la ságitas del lente y por lo tanto en la película lagrimal.
- El ajuste del BOZR requiere un aumento en potencia negativo y viceversa.

Cambio del diámetro total (TD, por sus siglas en inglés)

- El aumento o disminución del diámetro del lente sin hacer un cambio en el BOZD tendrá como consecuencia un aumento o disminución en el levantamiento periférico, a menos que solicite que se mantenga el AEL.
- El aumento del diámetro del lente puede resultar útil cuando
 - el diámetro del cono haya aumentado,
 - el lente comience a descentrarse,
 - se observe un teñido en 3&9.
- Reduzca el diámetro del lente si su borde se aproxima al limbo sin superponerse al mismo o para reducir el peso del lente; un borde que se apoya directamente en el limbo puede causar irritación.

Cambio del levantamiento axial del borde (AEL)

- Únicamente ajuste el AEL del lente cuando el fluorograma central es el ideal y demuestra una adaptación ideal. El aumento o disminución del AEL de un lente que tiene un BOZD pequeño afecta en gran medida su ságitas general, que entonces necesitará que se la compense y ajuste.
- Al aumentar el AEL para mejorar el intercambio lagrimal en la periferia del lente, el BOZR debe ajustarse (en general, en 0,1 mm) y la potencia debe ajustarse de manera que incluya la cantidad apropiada de potencia negativo aumentado, con lentes de diámetro pequeños para la zona óptica. Si se reduce el AEL (es decir, si el lente se ubica demasiado alto o el borde del lente provoca irritación), se aplica lo contrario.

Cambio del AEL por sectores

- En general, los ajustes al sector inferior del lente de contacto no afectan la adaptación del mismo. La incorporación de prisma balastrado para mantener su posición inferior puede afectar la comodidad.
- Las periferias tóricas no afectan la adaptación y pueden aumentar la comodidad en el uso del lente.

- Tenga en cuenta un ajuste de sector en casos de PMD, en los que el cono desplazado hacia el inferior hace que el borde inferior del lente cause irritación al párpado inferior y en donde un diámetro o un BOZD más grandes no permitió que el borde del lente se ubique por debajo del párpado inferior.

Cambio del espesor del centro

- Evalúe la posibilidad de aumentar el espesor central del lente, si se observa flexión en el lente que no sea resultado de una adaptación demasiado ajustada sino más bien de un lente demasiado delgado. Habitualmente, un cambio de 0,02 mm es suficiente para reducir 0,75D de flexión del lente.
- Asegúrese de estar usando un material de lentes con una permeabilidad al oxígeno lo suficientemente alta como para evitar la reducción de transmisión de oxígeno en forma demasiado significativa.

Cambio de la potencia del lente

- Al aumentar el poder negativo del lente por encima de 4,00D, evalúe la posibilidad de lenticular el lente o aumentar la cantidad de lenticulación.
- Para corregir el astigmatismo residual, es posible que los diseños de lentes tóricos frontales no funcionen debido a la irregularidad del astigmatismo.

Readaptación con diferentes lentes y/o diseño

BOZD esférico a esférico

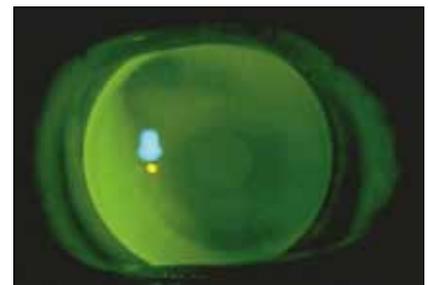
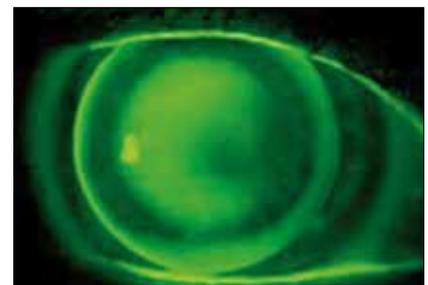
- Al hacer una nueva adaptación de un diseño de zona óptica esférica a un diseño de zona óptica esférica, ajuste el BOZR en 0,10 o 0,15 mm más plano.
- Compense la potencia del lente agregando de 0,50 a 0,75D más positivo. El caso contrario es válido cuando se cambia de una óptica esférica a una esférica (Figuras 59a y b).

Periferia del lente esférica a esférica

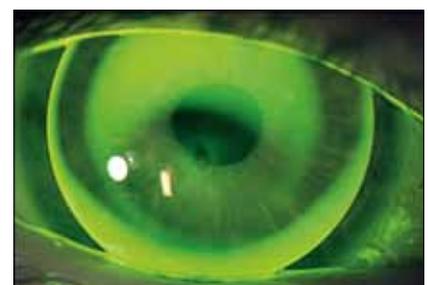
- Al hacer la conversión de una periferia multicurva esférica a una periferia esférica, es posible que necesite aumentar el levantamiento axial de borde. De lo contrario, la periferia esférica se adaptará más cerca del contorno de la córnea y puede ser necesario un aplanamiento (y viceversa cuando se pasa de un diseño periférico esférico a uno esférico) (Figura 60a y b).

BOZD fijo o variable

- Al cambiar de un diseño de lente que tiene un BOZD fijo a un diseño que tiene un BOZD variable, es posible que necesite aumentar o disminuir el BOZD en función del radio del lente.



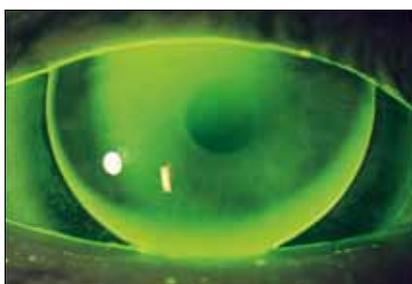
Figuras 59a y 59b. Centro esférico a esférico



Figuras 60a y 60b. Periferia esférica a esférica



Figuras 61a y 61b. Fija a variable



Figuras 62a y 62b. Corneal a escleral

- Los lentes más ajustados tienen BOZD más pequeños en diseños de BOZR variables.
- Para mantener la misma relación de adaptación, es posible que tenga que compensar el BOZD ya sea aplanando o ajustando el BOZR para mantener la misma relación de adaptación (si el BOZD es más grande o más pequeño, respectivamente) (Figuras 61a y b).

De lentes corneales a diseños semiescleral

- Tome en cuenta que el cambio en el diámetro del lente ha aumentado la ságitas del lente en forma considerable, y deberá compensar esto con un BOZR mucho más plano. Ahora, el lente está adaptado a la ságitas de la córnea más que la curva base. El patrón del toque suave en tres puntos se reemplaza por un fluorograma de levantamiento apical moderado a través de toda la córnea, mientras que el lente se apoya en la esclera (Figuras 62a y b).

8. Complicaciones



Figura 63. Toxicidad de la solución

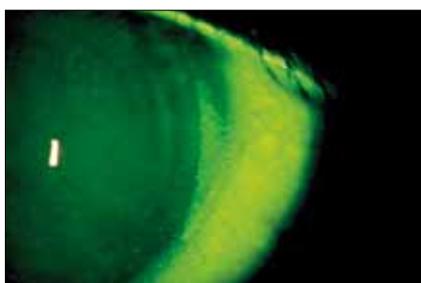


Figura 64. Teñido en 3&9

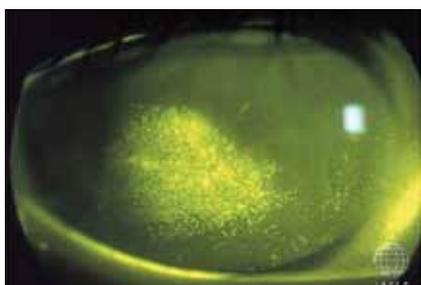


Figura 65. Teñido en áreas, fusionado

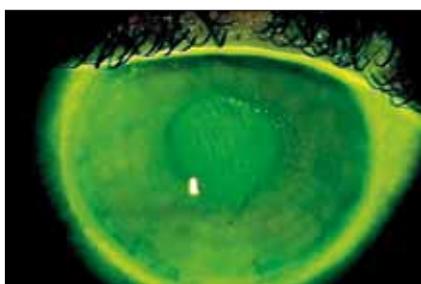


Figura 66. Teñido concéntrico del cono: diámetro demasiado pequeño y ajustado (descentrado)

Teñido corneal

Es posible identificar muchas formas de teñido corneal con el uso de los lentes GP para queratocono como, por ejemplo:

Teñido por toxicidad de la solución

El teñido por toxicidad de la solución es poco frecuente con los lentes GP, pero puede tener lugar con ciertos conservantes, como clorhexidina, timerosal o, raramente, polihexanida y poliquad. Esta reacción depende de la concentración de estos componentes y puede causar un teñido corneal difuso en el área por debajo del lente de contacto (Figura 63). La presencia de este teñido indica que el sistema para el cuidado de los lentes debe cambiarse y/o puede ser necesario un enjuague con solución salina antes de la inserción de los lentes. Tome en cuenta también que las gotas lubricantes y los complementos lagrimales pueden ocasionar esta respuesta, en cuyo caso serán necesarios complementos lagrimales no preservados.

Teñido en tres y nueve

El teñido en tres y nueve proviene de una combinación de muchos factores relacionados con la adaptación del lente y la superficie ocular. El teñido en cuatro y ocho se ve comúnmente cuando el lente se ubica en la parte inferior y está inmóvil, interrumpiendo un parpadeo completo (Figura 64). Si el lente tiene un perfil de borde grueso o un levantamiento axial alto de borde, el área adyacente a la periferia del lente se secará y causará teñido. Si el lente es demasiado pequeño, la córnea expuesta se deshidratará y presentará un teñido, particularmente en el caso de pacientes con sequedad ocular. El paciente con queratocono puede presentar sequedad ocular asociada con trastorno atópico y disfunción de glándula del párpado, de los que ambos contribuyen al teñido periférico. Cómo tratar esta respuesta.

- aumentar el diámetro del lente
- lenticular la superficie anterior del lente para reducir el espesor del borde
- asegurar la cantidad adecuada de levantamiento de borde y centrado del lente

También es sumamente importante una higiene adecuada del párpado así como el tratamiento de la sequedad ocular para garantizar tiempos de uso adecuados.

Teñido lineal o en áreas debido a una abrasión o a un cuerpo extraño

Es posible observar teñido fusionado en áreas si la superficie posterior del lente o irrita la superficie de la córnea, habitualmente como resultado de un contacto excesivo. En combinación con la inserción de objetos extraños, estos trastornos pueden afectar el epitelio (Figura 65). Se debe tener en cuenta tanto la topografía de la córnea como la topografía de la superficie posterior del lente al tratar de resolver este problema. Como solución, se puede limpiar la superficie posterior del lente, suavizar las uniones de las curvas periféricas o probar un diseño esférico.

Teñido apical

El teñido apical (habitualmente en un patrón concéntrico) surge cuando el lente de contacto es demasiado plano con toque apical y tiene un movimiento excesivo (rotación apical) (Figura 66). Esta constante irritación puede llevar a la aparición de cicatrices (Figura 67). Mitigar la presión del lente sobre el ápice del cono será de ayuda en estos casos.

Velo de burbujas

El velo de burbujas se conforma por la impresión realizada por burbujas de aire en la superficie corneal. No tienen importancia a largo plazo desde el punto de vista fisiológico, pero pueden tener síntomas asociados de incomodidad. Pueden interferir con la visión, si su presencia es central. Dentro de la media hora de quitarse el lente, las marcas de las burbujas desaparecen de la superficie corneal. Para resolver este trastorno, reduzca el área de espacio de las siguientes maneras:

- disminuya la cantidad de espacio apical (si las burbujas están ubicadas sobre el cono)
- reduzca el BOZD (si las burbujas están ubicadas alrededor del cono)
- reduzca el levantamiento axial de borde (si están ubicadas en la periferia del lente) (Figura 68)

Visión

Los lentes con BOZD excesivamente grandes comparados con el tamaño del cono tendrán un espacio apical excesivo y pueden también tener burbujas de aire por encima y alrededor del cono, interfiriendo con el desempeño visual. Los lentes en los que el BOZD es demasiado pequeño pueden estar descentrados, además de presentar destellos y una disminución del desempeño visual. Equiparar el BOZD con el diámetro del cono puede resolver estos problemas de la visión.

Con un espacio apical excesivo, el lente se flexionará sobre la córnea y causará una visión borrosa fluctuante con el parpadeo. El lente debe estar alineado con el ápice y si aún hay flexión después de ajustar el BOZR, se deberá modificar el espesor del centro del lente. Los lentes no tienen que ser adaptados con un toque excesivo a fin de lograr una visión adecuada (Zadnick (CLEK), Sorbara et al). Un toque apical mínimo probablemente proporcione la mejor agudeza visual.



Figura 67. Leucoma en el cono



Figura 68. Velo por burbujas

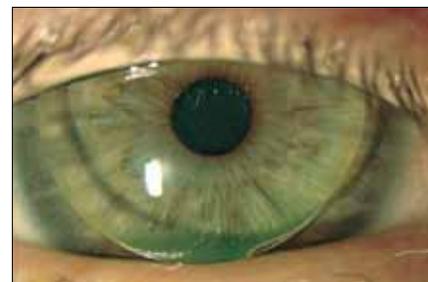


Figura 69. Periferia demasiado plana (descentrada)



Figura 70. Periferia demasiado ajustada (descentrada hacia abajo)

La córnea con queratocono tiene niveles anormalmente altos de aberraciones de alto índice, particularmente aberración esférica y de coma, que degrada la visión. Algunos pacientes pueden verse beneficiados por un intento de corregir algunas aberraciones mediante curva frontal esférica.

Lente descentrado

Cuando un lente con un BOZD pequeño se une con un cono grande, su ságitra reducida hará que el lente se desplace y se descentre con más facilidad. De forma similar, los lentes con periferias planas (levantamiento alto de borde) algunas veces se descentrarán, a veces llevados hacia arriba por el párpado superior (Figura 69). Esta adaptación plana afecta la visión y puede tener como consecuencia una respuesta fisiológica mala. Los lentes con levantamientos axiales bajos de borde y con levantamiento apical excesivo habitualmente se descentran hacia abajo, hacia la ubicación del ápice del cono, conduciendo a un parpadeo incompleto y sequedad (Figura 70).

Indentación corneal

Un lente se descentra si tiene una periferia plana confrontada a una periferia corneal más plana o, por otra parte, una periferia ajustada que evita el movimiento del lente (y en ocasiones se adhiere a la córnea). La adherencia del lente en general tiene lugar con el uso nocturno de los lentes, pero puede ocurrir con el uso diario en el caso del paciente con queratocono debido a la ausencia de una película lagrimal adecuada entre el lente y la córnea. La parte acuosa de la capa lagrimal se adelgaza y la capa de mucina actúa como adhesivo entre el lente y la córnea. En estos casos, se debe modificar la adaptación del lente y deben usarse complementos lagrimales durante el día para promover la humectación del lente y el movimiento (Figura 71).

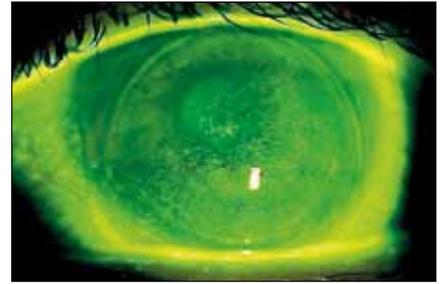


Figura 71. Puntillado corneal de lentes adheridos

9. Referencias bibliográficas

- Al Mezaine HS, Al Amro SA, Kangave D, et al. Comparison between central corneal thickness measurements by oculus pentacam and ultrasonic pachymetry. *Int Ophthalmol* 2008;28:333–8.
- Aldave AJ, Yellore VS, Salem AK, et al. No VSX1 gene mutations associated with keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:2820–2.
- Ang M, Mehta JS, Arundhati A, Tan DT. Anterior Lamellar Keratoplasty Over Penetrating Keratoplasty for Optical, Therapeutic, and Tectonic Indications: A Case Series. *Am J Ophthalmol* 2008.
- Auffarth GU, Wang L, Volcker HE. Keratoconus evaluation using the Orbscan Topography System. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:222–8.
- Bahar I, Kaiserman I, Srinivasan S, et al. Comparison of three different techniques of corneal transplantation for keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;146:905–12.
- Betts AM, Mitchell LG, Zadnik K. Visual performance and comfort with the Rose K lens for keratoconus. *Optom Vis Sci* 2002;79:493–501.
- Bilgihan K, Ozdek SC, Sari A, Hasanreisoglu B. Microkeratome-assisted lamellar keratoplasty for keratoconus: stromal sandwich. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1267–72.
- Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD, et al. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2035–8.
- Brancati F, Valente EM, Sarkozy A, et al. A locus for autosomal dominant keratoconus maps to human chromosome 3p14–q13. *J Med Genet* 2004;41:188–92.
- Brennan NA, Efron N, Carney LG. Critical oxygen requirements to avoid oedema of the central and peripheral cornea. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1987;65:556–64.
- Burger D, Zadnik K. Keratoconus: Contact Lenses for Pre- and Post-Surgery. St. Louis, Missouri. Mosby, 1997;21-52.
- Cheng AC, Rao SK, Lau S, et al. Central corneal thickness measurements by ultrasound, Orbscan II, and Visante OCT after LASIK for myopia. *J Refract Surg* 2008;24:361–5.
- Colin J, Velou S. Current surgical options for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:379–86.
- Crews MJ, Driebe WT, Stern GA. The clinical management of keratoconus: a 6 year retrospective study. *CLAO J* 1994;20:194–7.
- Dao CL, Kok JH, Brinkman CJ, van M. Corneal eccentricity as a tool for the diagnosis of keratoconus. *Cornea* 1994;13:339–44.
- de Brabander, Chateau N, Marin G, et al. Simulated optical performance of custom wavefront soft contact lenses for keratoconus. *Optom Vis Sci* 2003;80:637–43.
- DeNaeyer GW, Breece R. Fitting techniques for a scleral lens design. *Contact Lens Spectrum* 2009;34–7.
- Donshik P, et al. The Use of Computerized Videokeratography as an aid in Fitting Rigid Gas Permeable Contact Lenses. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1996;XCIV:135–45.
- Dupps WJ, Wilson SE. Biomechanics and wound healing in the cornea. *Exp Eye Res* 2006;83:709–20.
- Edrington TB, Barr JT, Zadnik K, et al. Standardized rigid contact lens fitting protocol for keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:369–75.
- Edrington TB, Szczotka LB, Barr JT, et al. Rigid contact lens fitting relationships in keratoconus. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. *Optom Vis Sci* 1999;76:692–9.
- Edrington TB, Szczotka LB, Begley CG, et al. Repeatability and agreement of two corneal-curvature assessments in keratoconus: keratometry and the first definite apical clearance lens (FDACL). CLEK Study Group. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus. *Cornea* 1998;17:267–77.

- Ertan A, Kamburoglu G. INTACS implantation using a femtosecond laser for management of keratoconus: Comparison of 306 cases in different stages. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1521–6.
- Galin M, Berger R. Atopy and Keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1958;45:904–6.
- Gasset AR, Lobo L. Dura-T semiflexible lenses for keratoconus. *Ann Ophthalmol* 1975;7:1353–7.
- Gemoules G. A novel method of fitting scleral lenses using high resolution optical coherence tomography. *Eye Contact Lens* 2008;34:80–3.
- Giasson CJ, Perreault N, Brazeau D. Oxygen tension beneath piggyback contact lenses and clinical outcomes of users. *CLAO J* 2001;27:144–50.
- Girard LJ, Soper JW. Indications for contact lenses or keratoplasty in keratoconus. *Ophthalmologica* 1965;150:161–6.
- Gonzalez-Meijome JM, Jorge J, de A, Parafita MA. Soft contact lenses for keratoconus: case report. *Eye Contact Lens* 2006;32:143–7.
- Gundel RE, Libassi DP, Zadnik K, et al. Feasibility of fitting contact lenses with apical clearance in keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:729–32.
- Haque S, Jones L, Simpson T. Thickness mapping of the cornea and epithelium using optical coherence tomography. *Optom Vis Sci* 2008;85:E963–E976.
- Haque S, Simpson T, Jones L. Corneal and epithelial thickness in keratoconus: a comparison of ultrasonic pachymetry, Orbscan II, and optical coherence tomography. *J Refract Surg* 2006;22:486–93.
- Hom MM. Another perspective on keratoconus contact lens fitting. *J Am Optom Assoc* 1986;57:886–8.
- Hood A. Advanced contact lens fitting: part 3 – hospital contact lens practice. *Optician* 1997;214:16–22.
- Hughes AE, Dash DP, Jackson AJ, et al. Familial keratoconus with cataract: linkage to the long arm of chromosome 15 and exclusion of candidate genes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:5063–6.
- Hutchings H, Ginisty H, Le G, et al. Identification of a new locus for isolated familial keratoconus at 2p24. *J Med Genet* 2005;42:88–94.
- Kaluzny BJ, Fojt W, Szkulmowska A, et al. Spectral optical coherence tomography in video-rate and 3D imaging of contact lens wear. *Optom Vis Sci* 2007;84:1104–9.
- Kaluzny BJ, Kaluzny JJ, Szkulmowska A, et al. Spectral optical coherence tomography: a new imaging technique in contact lens practice. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006;26:127–32.
- Karabatsas CH, Cook SD. Topographic analysis in pellucid marginal corneal degeneration and keratoglobus. *Eye* 1996;10 (Pt 4):451–5.
- Kayazawa F, Nishimura K, Kodama Y, et al. Keratoconus with pellucid marginal corneal degeneration. *Arch Ophthalmol* 1984;102:895–6.
- Kenney MC, Chwa M, Atilano SR, et al. Increased levels of catalase and cathepsin V/L2 but decreased TIMP-1 in keratoconus corneas: evidence that oxidative stress plays a role in this disorder. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:823–32.
- Kohlhaas M, Spoerl E, Schilde T, et al. Biomechanical evidence of the distribution of cross-links in corneas treated with riboflavin and ultraviolet A light. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:279–83.
- Kok JH, van M. Piggyback lenses in keratoconus. *Cornea* 1993;12:60–4.
- Korb DR, Finnemore VM, Herman JP. Apical changes and scarring in keratoconus as related to contact lens fitting techniques. *J Am Optom Assoc* 1982;53:199–205.
- Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293–322.
- Krachmer JH. Eye rubbing can cause keratoconus. *Cornea* 2004;23:539–40.
- Kymionis G, Portaliou D. Corneal crosslinking with riboflavin and UVA for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1143–4.

- Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up of INTACS in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2007;143:236–44.
- Lawless M, Coster DJ, Phillips AJ, Loane M. Keratoconus: diagnosis and management. *Aust NZ J Ophthalmol* 1989;17:33–60.
- Lee BW, Jurkunas UV, Harissi-Dagher M, et al. Ectatic disorders associated with a claw-shaped pattern on corneal topography. *Am J Ophthalmol* 2007;144:154–6.
- Lee LR, Readshaw G, Hirst LW. Keratoconus: the clinical experience of a Brisbane ophthalmologist. *Ophthalmic Epidemiol* 1996;3:119–25.
- Lee R, Ahmed I. Anterior segment optical coherence tomography: Non-contact high resolution imaging of the anterior chamber. *Techniques in Ophthalmology* 2006;4:120–7.
- Leung KK. RGP fitting philosophies for keratoconus. *Clin Exp Optom* 1999;82:230–5.
- Li X, Rabinowitz YS, Tang YG, et al. Two-stage genome-wide linkage scan in keratoconus sib pair families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:3791–5.
- Lim L, Wei RH, Chan WK, Tan DT. Evaluation of keratoconus in Asians: role of Orbscan II and Tomey TMS-2 corneal topography. *Am J Ophthalmol* 2007;143:390–400.
- Lu F, Simpson T, Fonn D, et al. Validity of pachymetric measurements by manipulating the acoustic factor of Orbscan II. *Eye Contact Lens* 2006;32:78–83.
- Mackie IA. Management of keratoconus with hard corneal lenses: The lens lid attachment technique. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1977;97:131–5.
- Maguire LJ, Klyce SD, McDonald MB, Kaufman HE. Corneal topography of pellucid marginal degeneration. *Ophthalmology* 1987;94:519–24.
- Mandell RB. Contemporary management of keratoconus. *Int Contact Lens Clin* 1997;24:43–58.
- Mannis MJ, Zadnik K. Contact lens fitting in keratoconus. *CLAO J* 1989;15:282–9.
- Marsack JD, Parker KE, Applegate RA. Performance of wavefront-guided soft lenses in three keratoconus subjects. *Optom Vis Sci* 2008;85:E1172–E1178.
- Matsuda J, Hieda O, Kinoshita S. Comparison of central corneal thickness measurements by Orbscan II and Pentacam after corneal refractive surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2008;52:245–9.
- Mazzotta C, Balestrazzi A, Traversi C, et al. Treatment of progressive keratoconus by riboflavin-UVA-induced cross-linking of corneal collagen: ultrastructural analysis by Heidelberg Retinal Tomograph II in vivo confocal microscopy in humans. *Cornea* 2007;26:390–7.
- McMonnies CW. Keratoconus fittings: apical clearance or apical support? *Eye Contact Lens* 2004;30:147–55.
- McMonnies CW. The evidentiary significance of case reports: eye rubbing and keratoconus. *Optom Vis Sci* 2008;85:262–9.
- Moezzi AM, Fonn D, Simpson TL, Sorbara L. Contact lens-induced corneal swelling and surface changes measured with the Orbscan II corneal topographer. *Optom Vis Sci* 2004;81:189–93.
- Nilforoushan MR, Speaker M, Marmor M, et al. Comparative evaluation of refractive surgery candidates with Placido topography, Orbscan II, Pentacam, and wavefront analysis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:623–31.
- Norman C, Caroline PJ. Step-by-step approach to managing keratoconus patients with RGPs. *Contact Lens Forum* 1986;11:25–31.
- O'Donnell C, Codina CM. A hyper-Dk piggyback contact lens system for keratoconus. *Eye Contact Lens* 2004;30:44–8.
- Owen H, Watters GA. An evaluation of the keratoconic cornea using computerised corneal mapping and ultrasonic measurements of corneal thickness. *Ophthalmic Physiol Opt* 1996;16:115–23.
- Ozkurt YB, Sengor T, Kurna S, et al. Rose K contact lens fitting for keratoconus. *Int Ophthalmol* 2007.

- Paik DC, Wen Q, Braunstein RE, et al. Initial Studies Using Aliphatic Nitro Alcohols for Therapeutic Corneal Cross-linking. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008.
- Parker J, Ko WW, Pavlopoulos G, et al. Videokeratography of keratoconus in monozygotic twins. *J Refract Surg* 1996;12:180–3.
- Paul T, Lim M, Starr CE, et al. Central corneal thickness measured by the Orbscan II system, contact ultrasound pachymetry, and the Artemis 2 system. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1906–12.
- Rabinowitz Y, Dong L, Wistow G. Gene expression profile studies in human keratoconus cornea for NEIBank. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1239–46.
- Rabinowitz YS, Garbus JJ, Garbus C, McDonnell PJ. Contact lens selection for keratoconus using a computer-assisted videophotokeratoscope. *CLAO J* 1991;17:88–93.
- Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H, Elashoff J. Accuracy of ultrasonic pachymetry and videokeratography in detecting keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:196–201.
- Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297–319.
- Raiskup-Wolf F, Spoerl E. Reply: Long-term results of collagen crosslinking with riboflavin and UVA in keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1617.
- Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008;115:37–50.
- Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of Orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. *Ophthalmology* 2002;109:1642–6.
- Rose P. Improving a keratoconus lens design. *Contact Lens Spectrum* 2005;20:38–42.
- Shapiro MB, France TD. The ocular features of Down's syndrome. *Am J Ophthalmol* 1985;99:659–63.
- Shovlin JP. Primary Eyecare: Contact lens “fits” over problem eyes. Vol. 3. 1984;67–9.
- Sindt CW. Basic scleral lens fitting and design. *Contact Lens Spectrum* 2008;23:32–6.
- Sonmez B, Doan MP, Hamilton DR. Identification of scanning slit-beam topographic parameters important in distinguishing normal from keratoconic corneal morphologic features. *Am J Ophthalmol* 2007;143:401–8.
- Sorbara L, Chong T, Fonn D. Visual acuity, lens flexure, and residual astigmatism of keratoconic eyes as a function of back optic zone radius of rigid lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2000;23:48–52.
- Sorbara L, Fonn D, Holden BA, Wong R. Centrally fitted versus upper lid-attached rigid gas permeable lenses: part I. design parameters affecting vertical decentration. *Int Cont Lens Clin* 1996;23:99–104.
- Sorbara L, Fonn D, Holden BA, Wong R. Centrally fitted versus upper lid-attached rigid gas permeable lenses: part II. a comparison of the clinical performance. *Int Cont Lens Clin* 1996;23:121–7.
- Sorbara L, Luong J. Contact lens fitting guidelines for the keratoconic patient using videokeratographic data. *Practical Optometry* 1999;10:238–43.
- Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, et al. Pellucid marginal corneal degeneration. *Ophthalmology* 2004;111:1102–7.
- Steele C. Contact lens fitting today – fitting for the irregular cornea. *Optometry Today(UK)* 2005;45:32–9.
- Szczotka LB, Thomas J. Comparison of axial and instantaneous videokeratographic data in keratoconus and utility in contact lens curvature prediction. *CLAO J* 1998;24:22–8.
- Tabbara KE, Kotb AA. Risk factors for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2006;113:1618–22.
- Tan BU, Purcell TL, Torres LE, Schanzlin DJ. New surgical approaches to the management of keratoconus and post-LASIK ectasia. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:212–20.
- Tang M, Shekhar R, Miranda D, Huang D. Characteristics of keratoconus and pellucid marginal degeneration in mean curvature maps. *Am J Ophthalmol* 2005;140:993–1001.
- Teng C. Electron microscope study of the pathology of Keratoconus: Part 1. *Am J Ophthalmol* 1963;55:18–47.

- Trimarchi F, Poppi E, Klersy C. [Deep lamellar keratoplasty]. *J Fr Ophthalmol* 2002;25:718–21.
- Tsubota K, Mashima Y, Murata H, Yamada M. A piggyback contact lens for the correction of irregular astigmatism in keratoconus. *Ophthalmology* 1994;101:134–9.
- Tyynismaa H, Sistonen P, Tuupanen S, et al. A locus for autosomal dominant keratoconus: linkage to 16q22.3–q23.1 in Finnish families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3160–4.
- Visser ES, Visser R, van Lier HJJ, Otten HM. Modern scleral lenses, Part I: Clinical features. *Eye Contact Lens* 2007;33:13–20.
- Visser ES. Advanced contact lens fitting: part 5 – the scleral contact lens – clinical indications. *Optician* 1997;214:15–20.
- Wang Y, Rabinowitz YS, Rotter JL, Yang H. Genetic epidemiological study of keratoconus: evidence for major gene determination. *Am J Med Genet* 2000;93:403–9.
- Ward MA, Artunduaga G, Thompson KP, et al. Phototherapeutic keratectomy for the treatment of nodular subepithelial corneal scars in patients with keratoconus who are contact lens intolerant. *CLAO J* 1995;21:130–2.
- Wasserman D, Itzkowitz J, Kamenar T, Asbell P. Corneal topographic data: its use in fitting aspheric contact lenses. *CLAO J* 1992;18:83–5.
- Wei RH, Lim L, Chan WK, Tan DT. Evaluation of Orbscan II corneal topography in individuals with myopia. *Ophthalmology* 2006;113:177–83.
- Winkler T. Corneo-scleral rigid gas permeable contact lens prescribed following penetrating keratoplasty. *Int Cont Lens Clin* 1998;25:86–8.
- Wollensak G, Sporn E, Reber F, et al. Corneal endothelial cytotoxicity of riboflavin/UVA treatment in vitro. *Ophthalmic Res* 2003;35:324–8.
- Wollensak G. Crosslinking treatment of progressive keratoconus: new hope. *Curr Opin Ophthalmol* 2006;17:356–60.
- Woodward E. The role of rigid contact lenses in the management of keratoconus. *J Brit Contact Lens Assoc* 1991;14:211–7.
- Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, et al. Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2537–46.
- Zadnik K, Barr JT, Steger-May K, et al. Comparison of flat and steep rigid contact lens fitting methods in keratoconus. *Optom Vis Sci* 2005;82:1014–21.
- Zadnik K, Mutti DO. Contact lens fitting relation and visual acuity in keratoconus. *Am J Optom Physiol Opt* 1987;64:698–702.
- Zadnik K. Meet the challenge of fitting the irregular cornea. *Rev Optom* 1994;131:77–83.

Apéndice A

Etiología y genética

Se desconoce aún la relación exacta entre la causa y efecto. Se ha asociado muchos factores con el queratocono, entre otros:

- frotamiento del ojo
- uso de lentes de contacto
- alergias y/o trastorno atópico
- Síndrome de Down
- afecciones del tejido conectivo
- antecedentes familiares

Rabinowitz (1998) descubrió que la mayoría de los pacientes de queratocono se resfregaban los ojos: El 80% comparado con el 58% registrados en la población normal. El mismo estudio informó que el 44% de la población queratocónica y el 36% de la población normal presentan alergias. En forma similar, el 15% de las poblaciones con queratocono y el 12% de las poblaciones normales tenían problemas de movilidad en articulaciones. El 10% de la población con queratocono tenía una historia familiar (de un miembro o más) con queratocono, en comparación con el 0,5% de la población normal.

Se ha determinado que nueve cromosomas diferentes están asociados con el queratocono, y muchas variables indican que la causa puede ser genética, como:

- bilateralidad (el 96% de los casos)
- imágenes topográficas de la córnea (observadas mediante videoqueratoscopia)
- historial familiar (información de 10 a 23%)
- grupo familiar
- estudios en gemelos: la concordancia en gemelos monozigóticos equipararían la genética
- análisis de segregación (índice = fracción de individuos de un grupo de hermanos que en promedio presentarán el trastorno)
- estudios de conexión y expresión genética

El gen de la lisil oxidasa (LOX) juega una función en el enlace cruzado de colágeno, y al mutar puede tener un rol en el queratocono. Un estudio de expresión genética llevó al descubrimiento de la supresión de Aquaporin 5 (un gen de transporte de agua que interviene en la curación de heridas) en el epitelio de la córnea del paciente con queratocono. Éste fue el primer defecto molecular que se hubiera identificado en el queratocono.

Por otra parte, algunos estudios indican que factores ambientales pueden ser responsables del desarrollo de esta enfermedad.

Kenney et al. (*IOVS* 2005) demostró que el estrés oxidativo en la córnea tenía como resultado un adelgazamiento corneal, en esta enfermedad. Este estrés lleva a un aumento en la apoptosis y en la inestabilidad mecánica. La activación de enzimas degradativas también lleva a una regulación anormal de la curación que tiene como consecuencia una excesiva inflamación y nublamiento del estroma. Existen pruebas adicionales de esta línea de trabajo en estudios de ectasia post LASIK por Dupps, Randleman, Binder y Rabinowitz y Tabbara, en las que la cirugía misma fue la fuente de estrés oxidativo en la córnea, causando acumulación de enzimas antioxidantes anormales tales como super óxido, peróxido y óxido nítrico, lo que ocasiona una función celular anormal y adelgazamiento de córnea.

También existe controversia en el sentido de si la etiología del queratocono se encuentra en un defecto de la capa epitelial (ectodermal) o del estroma (mesenquimal o colágeno) de la córnea. Sea que el defecto se ubique en el epitelio basal inicialmente seguido de defectos en el estroma o viceversa, parecería que, finalmente, ambas capas se ven afectadas.

Es más posible que múltiples genes contribuyan al queratocono, todos los cuales se relacionan en una dirección final común y accionan la enfermedad cuando se combinan con otros factores mecánicos.

Apéndice B

Corrección quirúrgica del queratocono

Queratoplastia penetrante (espesor total)

Se trata de la cirugía más frecuentemente realizada en el 26% de los pacientes con queratocono. Tiene un éxito de 80 a 90%. La técnica consiste en extraer un botón de 8 mm (todas las capas de la córnea) del anfitrión y un botón de 8,25 mm del donante. La cirugía se lleva a cabo mediante el uso de una técnica de suturación doble corrediza, que incluye cuatro a ocho suturas interrumpidas (Figura 1). Después de un período de seis semanas a seis meses, se realiza la adaptación de lentes de contacto en el paciente para corregir el astigmatismo regular que habitualmente es inducido con esta técnica. La tasa de rechazo del injerto de 18% se debe principalmente a la neovascularización de la córnea huésped antes de la cirugía (Figura 2).

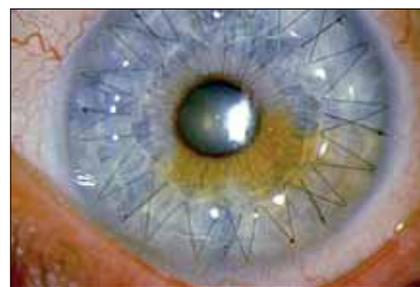


Figura 1. PKP con suturas

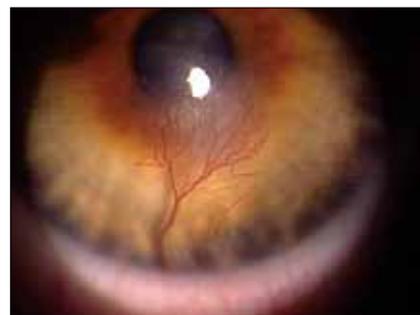


Figura 2. Neovascularización y queratocono

Queratoplastia lamelar (espesor parcial)

Queratoplastia lamelar profunda

Ésta es una técnica por la que se retira más del 90% del epitelio y estroma corneal huésped (dissección lamelar) y se reemplaza por una córnea donante de espesor completo, sin la membrana de Descemet. Los resultados de esta cirugía es que no se produce ninguna pérdida de células del endotelio, y por lo tanto no hay rechazo del mismo. Asimismo, mantiene la integridad estructural, reduce el astigmatismo y permite una extracción adelantada de las suturas. Desafortunadamente, la córnea, mucho más gruesa, ocasiona un bulto posterior y un nublamiento en la interfase, que tiene como resultado una reducción en la agudeza visual con la mejor corrección.

Queratoplastia lamelar de espesor dispar

El objetivo de esta cirugía es restablecer el espesor normal de la córnea. La córnea huésped se reduce a 200 micrones y la donante a 400 micrones, y luego se realiza el mismo procedimiento que en la queratoplastia lamelar profunda. Los resultados son mejores hasta ahora que con la técnica lamelar profunda en series de casos que se han publicado y los autores creen que puede constituir una alternativa razonable para la queratoplastia penetrante en algunos casos (Tan et al, 2006).

Queratoplastia intralamelar

Se usa un microqueratótomos para cortar un colgajo de 9 mm en la córnea huésped, y también se corta una sección de la córnea donante con un trépano de 7,5 mm. El botón donante se sutura sobre el lecho del estroma huésped. Se ha descrito esta cirugía como un inserto intralamelar de tejido. Después de seis meses, se realiza una PRK o una LASIK para corregir el astigmatismo residual.

Otro método consiste en la creación de un bolsillo lamelar de 10 mm, usando un Laser Intralase® en la córnea huésped. Se inserta un botón donador de 9 mm y de 200 a 300 micrones en el bolsillo del estroma. Desafortunadamente, este procedimiento produce despojos en la interfase, así como un edema leve y un aumento del espesor corneal de 100 a 200 micrones.

INTACS®

Los insertos INTACS® son arcos 150 grados, de polimetilmetacrilato (PMMA), cortados con un torno de precisión (Figura 3). Se usa un Laser Intralase® para crear canales en los que se insertan los INTACS®. El arco inferior es más

grueso (0,45 mm de diámetro y 8,1 mm de radio), lo que crea un “levantamiento”, y el arco superior es más delgado (0,25 mm de diámetro y 6,8 mm de radio), lo que causa un aplanamiento corneal.

INTACS® tienen mejores resultados:

- con conos incipientes a moderados que están desplazados hacia la zona inferior (al igual que con la degeneración pelúcida marginal (PMD))
- si las lecturas del queratómetro son de $<54,00D$ (6,25 mm), con un equivalente esférico de $<-5,00D$
- si la incisión está ubicada en el meridiano refractivo más cerrado
- si las cicatrices sobre el eje visual son mínimas

Se extraíbles e intercambiables, el proceso es menos invasivo y la cantidad anticipada de aplanamiento corneal puede mejorar la visión sin corrección. La desventaja es que si se dejan in situ, la distorsión corneal residual y/o un error refractivo sin corregir dificulta la adaptación de los lentes de contacto.



Figura 3. INTACS, luz blanca

Agentes para enlaces cruzados

En la actualidad, se dispone de una técnica que consiste en el enlace cruzado de colágeno de la córnea con 0,1% de fosfato de riboflavina y 20% de solución dextran T 500 como opción para el tratamiento del queratocono progresivo. La técnica alega aumentar la rigidez o fuerza mecánica del colágeno del estroma corneal con una fotopolimerización de las fibras del estroma usando una sustancia fotosensible (C3-R®) y luz UV-A. El tratamiento se usa en pacientes con queratocono leve a moderado (con espesor central mínimo de 400 micrones) sobre la base de una cirugía en el día con el uso de anestesia tópica, y lleva aproximadamente una hora.

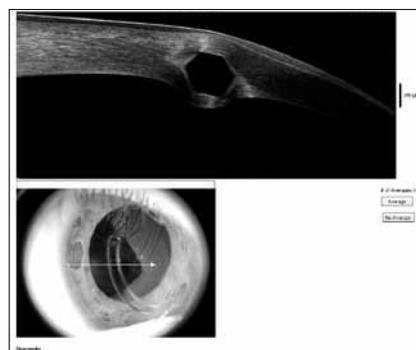


Figura 4. Imagen RTVue de un corte transversal de un INTACS

Se extrae el epitelio corneal en una zona de 9 mm de diámetro, y se inyecta la solución de riboflavina cinco minutos antes de la irradiación de UV-A y cada cinco minutos a partir de ese momento, hasta los 30 minutos. Luego, la córnea (una zona de 7 mm) es expuesta a luz UV-A por 30 minutos. Después del tratamiento, se administran antibióticos y se coloca un lente de contacto de venda para proteger la superficie corneal hasta que tiene lugar la completa reposición del epitelio.

Si bien es un tratamiento permanente, se ha observado que el efecto fortalecedor puede retroceder y es posible que se necesite un nuevo tratamiento. La mayor parte de los estudios se han realizado en ojos de cerdos o conejos, y concluyeron que el efecto de enlace cruzado no se distribuye homogéneamente sobre el espesor de la córnea y que el efecto de endurecimiento se concentra en los 200 a 300 micrones anteriores de la córnea debido a la alta absorción de la luz UV en esas capas anteriores. Sin embargo, los resultados a largo plazo en ojos humanos demuestran cierta promesa: De los 50 a 60% de sujetos tratados que presentaron un aumento en la visión mejor corregida en más de una línea, solamente el 20 al 29% mantuvo ese nivel de visión en un período de tres años. Mediante el uso del microscopio confocal, se ha demostrado que lleva de tres a seis meses para que el edema de estroma inducido desaparezca y que los queratocitos del estroma vuelvan a poblarse. El estroma corneal profundo más allá de los 350 micrones parece no ser afectado por el tratamiento, y la densidad y morfología endotelial no mostraron cambios. Las córneas animales que tenían menos de 400 micrones de espesor presentaron citotoxicidad endotelial con la combinación de UV-A y agente de enlaces cruzados, lo que indicó que las córneas delgadas no se beneficiarían con este procedimiento.

Detección de queratocono con el uso del Orbscan II

El Orbscan II es un instrumento que utiliza técnicas fotográficas de escaneo y hendidura para detectar las superficies anterior y posterior de la córnea con procesos matemáticos en los que participa la triangulación de luz. Selecciona una esfera de un radio particular que se adapte mejor a la superficie de la córnea en la periferia media (elevación cero) y relaciona la elevación corneal que yace por encima o por debajo de la esfera mejor adaptada (BFS) en micrones o milímetros (Figura 8). En relación con el BFS, estos mapas de elevación se interpretan usando los siguientes índices y otros de los que se ha manifestado que categorizan si las características corneales están dentro del campo normal o no:

- Punto más delgado de paquimetría <470 micrones
- Diferencia en la paquimetría central de 7 mm y el punto mínimo de >100 micrones
- Punto más delgado de paquimetría fuera del radio de 2,5 mm desde el centro del mapa
- Poder queratométrico máximo promedio (dentro de los 7 mm centrales) >45,50D (7,42 mm)
- Patrón en pajarita irregular o asimétrica en el mapa tangencial anterior
- Diferencia en el poder axial anterior en la zona central de 3 mm >3,00D
- Radio de esfera posterior de mejor adaptación (BFS) $\geq 55,00D$ 6,14 mm)
- Elevación central posterior máxima de 5 mm >50 micrones
- Asimetría deformada en la elevación anterior y posteriores mapas de elevación
- La ubicación de la elevación anterior máxima corresponde (+/-1 mm) a la ubicación de la elevación posterior máxima, a la ubicación del radio tangencial anterior o a la ubicación del punto de paquimetría mínimo
- Ubicación inferior/temporal de la elevación anterior del punto superior y de la elevación posterior
- Índice del radio BFS anterior (en mm) respecto del radio BFS posterior (en mm) >1,2

Estudios han demostrado que el mejor indicador de queratocono incipiente es una elevación de la córnea central posterior que supere los 40 a 50 micrones.



Figura 1. Mapa de elevación de Orbscan II con la esfera de mejor adaptación (BFS)

Adaptación de lentes semi y miniesclerales

Los lentes de diámetro grande, como de 14,5 a 18,2 mm, se adaptan mejor usando la medición de la ságitas corneal. El OCT Visante usa tomografía de dominio espectral para realizar una imagen del segmento anterior del ojo, con lo que el contactólogo puede usar los calibres de medición proporcionados por el software para medir manualmente la profundidad sagital de la córnea en cualquier largo de cuerda. Nuevas modificaciones a topógrafos corneales actuales también tienen la capacidad de medir la ságitas corneal. Esta medida es de utilidad en la selección de los lentes de prueba iniciales especialmente para el paciente con queratocono avanzado (o para el paciente postquirúrgico). El lente MSD identifica sus lentes con una medición de la ságitas, facilitando la concordancia del lente de prueba con la ságitas corneal. Con otros lentes en donde no se proporciona la ságitas, es posible calcular la profundidad sagital en forma manual, dado el diámetro del lente, el valor “e” y el radio central (con las fórmulas previamente proporcionadas) o se proporcionará un nomograma de adaptación basado en las lecturas K centrales o de astigmatismo corneal. Para evaluar la adaptación de estos lentes, recuerde insertar la fluoresceína en el volumen del lente que se llena de gotas de solución salina o gotas humectantes sin preservantes, antes de colocar el lente.

Adaptación por la profundidad sagital central

Cuando la profundidad sagital del lente de contacto es menor a la de la córnea, el lente tendrá una relación de adaptación plana (Figura 1). Los lentes de adaptación excesivamente plana con un levantamiento periférico alto sobre la conjunción limboescleral presentarán burbujas en el área según se observa en la Figura 2. Una profundidad sagital que sea excesivamente más grande que la de la córnea parecerá tener un levantamiento corneal excesivo y habitualmente aparecerá una gran burbuja en la zona central, según se observa en la Figura 3. Si se reduce la profundidad sagital del lente de contacto, se liberará la burbuja que se encontraba en el centro. La coincidencia de la ságitas corneal y la ságitas del lente resultará en una alineación a un lente de adaptación levemente cerrada sobre la córnea (Figura 4).

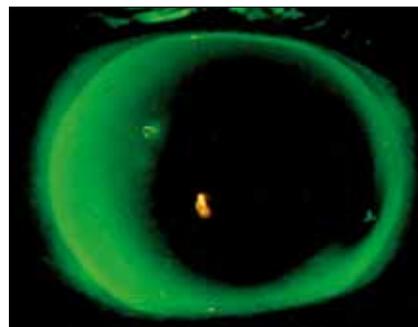


Figura 1. Lente plano

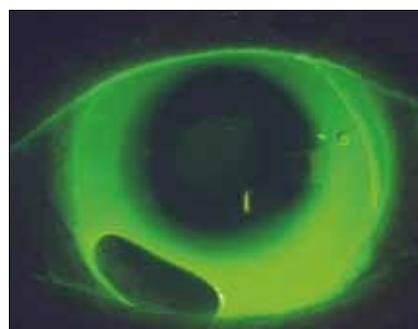


Figura 2. Lente plano con burbuja periférica



Figura 3. Lente ajustado con burbuja central

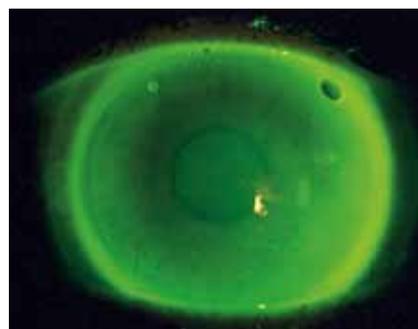


Figura 4. Adaptación ideal

Adaptación de zona de periferia media o limbal

Debe haber un levantamiento sobre la periferia media del lente, que es el área que recubre el área limbal según se observa con fluoresceína. Cualquier compresión del lente en esta área ocasionará abrasiones e incomodidades.

Por otra parte, un levantamiento excesivo llevará a la formación de burbujas, en cuyo caso puede aparecer sequedad corneal. Según el caso, es posible aplanar la periferia media del lente (cuando hay un toque excesivo) o ajustarla (cuando hay burbujas). También, se puede aumentar el diámetro del lente (cuando el toque es excesivo) o reducirlo (cuando hay burbujas), cuando se dispone de más de un diámetro.

Zona de adaptación escleral

La zona escleral del lente debe alinearse sobre la conjuntiva sin ejercer presión o tener un levantamiento excesivo para maximizar la comodidad y la extracción de los lentes (aun con el uso de un mecanismo para extraer los lentes, como por ejemplo, el DMV) Cuando la zona escleral es demasiado ajustada y comprime la conjuntiva, la sangre de los vasos conjuntivales abandona la conjuntiva donde el lente se apoya. Puede observarse hinchazón entre el limbo y el borde del lente, que puede hacerse evidente una vez extraído a fin de comprobarlo. En este caso, se necesitan periferias más planas, pero tome en cuenta que la periferia no sea excesivamente plana. Una periferia excesivamente plana causará incomodidad y posiblemente un desplazamiento del lente, por lo que debe evitarse.

Apéndice E

Ejemplos de adaptación

Ejemplo de adaptación: como tipo pezón o centrado (etapa incipiente)

Paciente SP, de 17 años, se presentó con quejas de mala visión, especialmente de noche, a pesar de un cambio reciente en la receta de sus gafas. Este paciente tiene un historial de alergias y usa gotas oftálmicas en ocasiones para eliminar síntomas de sequedad ocular. El historial (ocular, personal y familiar) era negativo, y no recibía ningún otro medicamento.

Datos oculares

HVID: 11 mm, PA = 10 mm, PS (tamaño de pupila en condiciones fotópicas) = 1,78 mm

TBUT: Tiempo de ruptura lagrimal: 9 seg. (ambos ojos)

Retinoscopia: Reflejo de retinoscopia irregular (tijeras) con dificultad de determinación de la medida final debido a astigmatismo no ortogonal o irregular y cambio de eje desde “a favor de la regla” a oblicuo y el poder del astigmatismo anotado en la última consulta.

Agudeza visual: Corregida a 6/7,5⁻²

Biomicroscopía: Córnea, conjuntiva, párpados y pestañas:

Signo	Presente	Ausente
Signo de Munson		■
Anillo de Fleisher	■	
Estrías de Vogt		■
Líneas fibrilares subepiteliales	■	
Nervios corneales prominentes	■	
Cicatrices corneales		■
Adelgazamiento corneal	■	
Neovascularización		■
Hiperemia conjuntival	■	
Teñido corneal, central		■
Teñido corneal, periférico		■
Blefaritis	■	
Disfunción de las glándulas de Meibomio	■	

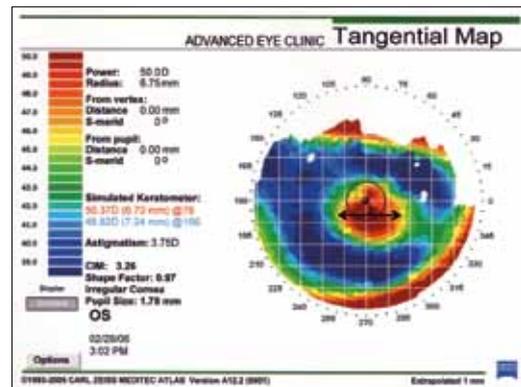


Figura 1: Topografía de la córnea

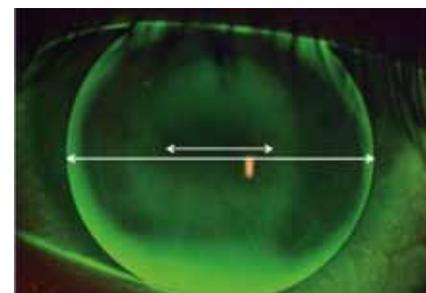


Figura 2: Fluorograma

Topografía de la córnea:

Lecturas K simuladas (D, mm)	46,62 (7,24) @166 / 50,37 (6,7) @076
Astigmatismo corneal (D)	-3,75 x 166
Lectura K promedio	48,50 (6,96)
Lectura K más cerrada	50,00
Diámetro de cono más cerrado (mm)	2
Diámetro de cono total (mm)	4,5
Valores Q, "e" y "p"*	0,97, 0,98, 0,03

*Q (asfericidad) = e², e = excentricidad, p (factor de forma) = 1-Q

Pasos para la adaptación

Paso 1: Zona óptica posterior/determinación del diámetro total (BOZD/LD)

Este paciente presenta un cono de tipo pezón o en etapa incipiente centrado. A medida que este cono avanza (se cierra), su diámetro disminuirá. Los lentes de prueba que vienen del tipo de BOZD variable serán indicados para este paciente, ya que los BOZD son pequeños y se relacionan con el BOZR, si bien cualquier lente de prueba con BOZD más pequeños pueden adaptarse. La coincidencia del BOZD con el diámetro del cono ofrecerá una mejor combinación entre la ságitas corneal y la ságitas del lente sobre la cuerda de la zona óptica.

Tipo de cono	Diámetros de cono	Variaciones de BOZD	Variaciones de LD
Cono centrado: moderado	4,0 a 5,0 mm	7,4 a 8,1 mm	9,4 a 9,6 mm

Se seleccionó el siguiente lente para la adaptación de prueba (Véase la Tabla 2 en la página 13).

Tipo de cono	Diámetros de cono	Variaciones de BOZD	Variaciones de LD
Cono centrado: leve	4,0 mm	5,5 mm	9,4 mm

Paso 2: Determinación del radio de la zona óptica posterior (BOZR)

El radio de la zona óptica posterior se determina considerando dos parámetros: Primero, la cantidad de astigmatismo corneal (Tabla A), y segundo, el tamaño del BOZD (Tabla B).

Para convertir milímetros (MM) a dioptrías (D), utilice la fórmula siguiente: $\frac{337,5}{\text{mm o D}} = \text{D o mm}$
(Véase el Apéndice F: Tabla de conversión de medidas queratométricas)

Tabla A: Astigmatismo corneal

ΔK (D)	BOZR (D) (9,4LD)
-0,25D a -3,75D	K plana (D) - 0,609 x (ΔK)
-4,00D a -7,50D	K plana (D) - 0,491 x (ΔK)*
-7,75D a -16,75D	K plana (D) - 0,354 x (ΔK)

*Promedio de K para BOZD de 7,4 mm

Tabla B: Tamaño del BOZD

BOZD variable	BOZR (mm)
3,0–3,7 mm	Promedio K (mm) – 0,4 mm
3,8–4,9 mm	Promedio K (mm) – 0,35 mm
5,0–6,1 mm	Promedio K (mm) – 0,3 mm
6,2–7,3 mm	Promedio K (mm) – 0,2 mm
7,4–8,0 mm	Promedio K (mm)
> 8,1 BOZD	Promedio K (mm) + 0,2 mm

Para este diseño de lente y un TD de 9,4 con un BOZD de 7,4, y con una parte central esférica del lente, el BOZR inicial se calcularía en:

ΔK (D)	BOZR (D) (9,4LD/7,4 BOZD)
-3,75 D	K promedio = 48,50 D (6,96 mm)

Paso 3: Selección de un lente de prueba

Véase la Tabla 2 en la página 13, que contiene un ejemplo de parámetros de lentes de prueba en los que el diámetro de zona óptica posterior (BOZD) varía no solamente con el diámetro del lente (LD), sino con el radio de la zona óptica posterior (BOZR). A medida que el BOZR se ajusta, el tamaño del BOZD disminuye. El lente seleccionado tiene un BOZD más pequeño (de 5,5 en vez de 7,4) y por lo tanto es necesario ajustar el BOZR (6,96–0,3 mm) = 6,66 mm. Refiérase a la Tabla B.

BOZR	BOZD	AEL periférico	Poder
6,66	5,50	“Estandar”	-6,00 D

Paso 4: Evaluación de la adaptación del lente

Se evalúa la adaptación del lente observando el centrado y el movimiento con el parpadeo. Luego se evalúa el fluorograma mediante un filtro de cobalto así como un filtro Wratten No. 12 de realce del amarillo. Véase el diagrama de flujo de la página 27. En este caso, la adaptación central era aceptable, pero la adaptación periférica era demasiado ajustada. Esto se debía al valor alto de excentricidad de esta córnea y el AEL del lente que no proporcionaba suficiente levantamiento axial de borde en el ojo.

	Inicial	Ajustado
BOZR	6,66	Sin cambios
BOZD	5,50	Sin cambios
TD	9,40	Sin cambios
Periferia	(AEL) “Estandar”	Plano No. 2

Paso 5: Sobrerrefracción/determinación del poder

Realice una sobrerrefracción sobre el lente de contacto de prueba para predecir de potencia de la misma. El uso de un autorrefractómetro puede resultar útil en estos casos, ya que habitualmente hay una pequeña cantidad de astigmatismo residual que es difícil de determinar con el uso de

su retinoscopio. El autorrefractómetro proporcionará un punto de inicio bastante bueno para la sobrerrefracción subjetiva. Se determina el mejor valor esférico y se lleva al plano de la córnea (distancia al vértice) si el valor es $>-4,00D$ y se suma al poder del lente de contacto. Los diseños tóricos no se usan para corregir el astigmatismo residual debido a su irregularidad. Se miden las agudezas de alto contraste.

Poder del lente de contacto	-6,00D
Sobrerrefracción (esfero-cilíndrica) (autorrefracción)	-4,00/-1,25 x 152
Mejor poder esférico	-5,00
Mejor poder esférico al vértice/agudeza	-4,75 D 6/6 HCVA
Potencia final de los lentes de contacto = CL BVP + Mejor poder esférico al vértice	-10,75 D

Paso 6: Pedido del lente definitivo

El pedido del lente definitivo incluye:

Diseño final del lente: GP permeable a los gases <input type="checkbox"/> esférico <input type="checkbox"/> esférico <input type="checkbox"/> multicurva								
Laboratorio:					Nombre del lente:			
	BOZR	SCR/W	PCR/W	Diámetro	BOZD	Poder	CT	Color
Der.								
Izq.	6,66	Plano No. 2	Plano No. 2	9,4	5,5	-10,75	0,14	azul
Información adicional: ___ lenticular con un carrier positivo ___ esfumado ___ mediano ___								
Comentarios: El BOZR ___ se ajustará de 0,1 mm hasta 6,55 mm y el poder será de -11,25D al verificarse el lente, para compensar el cambio en la ságitas ocasionado por la periferia más plana.								

Paso 7: Entrega de los lentes y seguimiento

Los lentes se encargaron en material de alto Dk para optimizar la salud fisiológica y con tratamiento de plasma para otorgar comodidad. Se aconsejó al paciente que continuara con las lágrimas artificiales cuando usa los lentes. Cuando se entregaron los lentes al paciente, la adaptación y el comportamiento visual coincidieron con los de los lentes de prueba. La consulta de seguimiento realizada dos semanas después mostró excelentes resultados. Los pacientes con queratocono se controlan frecuentemente en los tres primeros meses, cuando se ajustan los lentes y su potencia. Se aconseja consultas periódicas trimestrales para controlar la adaptación y la respuesta fisiológica de los lentes, y en intervalos de seis meses se debe repetir una topografía y paquimetría corneal.

Ejemplo de adaptación: cono oval (etapa avanzada)

Paciente JS, de 49 años, acudió con problemas de mala visión, en especial de noche, y también expresó que en general no creía que podía ver bien a pesar de un cambio reciente en la receta de los gafas. Tiene un historial de alergias y usa gotas oftálmicas en ocasiones para eliminar síntomas de sequedad ocular. No presentaba antecedentes (personales, familiares y oculares). No estaba tomando otros medicamentos.

Datos oculares

HVID: 11,0 mm, PA = 10 mm, PS (tamaño de pupila en condiciones fotópicas) = 3,34 mm

TBUT: Tiempo de ruptura lagrimal: 8 seg. (ambos ojos)

Retinoscopía: Reflejo de retinoscopía irregular (tijeras) con dificultad de determinación de la medida final debido a astigmatismo no ortogonal o irregular y cambio de eje desde “a favor de la regla” a oblicuo y el poder del astigmatismo anotado en la última consulta.

Agudeza visual: Corregida a 6/7,5⁻²

Biomicroscopía: Córnea, conjuntiva, párpados y pestañas:

Signo	Presente	Ausente
Síndrome de Munson	■	
Anillo de Fleisher	■	
Estrías de Vogt	■	
Líneas fibrilares subepiteliales	■	
Nervios corneales prominentes	■	
Cicatrices corneales		■
Adelgazamiento corneal	■	
Neovascularización		■
Hiperemia conjuntival	■	
Teñido corneal, central	■	
Teñido corneal, periférico		■
Blefaritis		■
Disfunción de las glándulas de Meibomio	■	

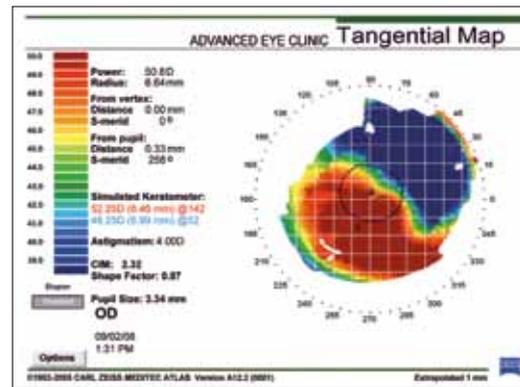


Figura 3: Topografía de la córnea

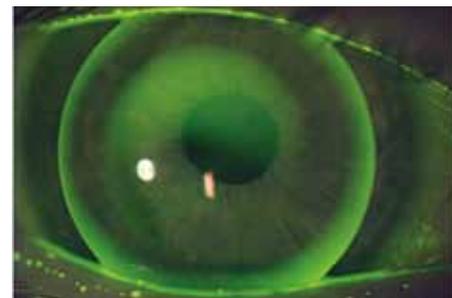


Figura 4: Fluorograma

Topografía de la córnea:

Lecturas K simuladas (D, mm)	48,25 (6,99) @052 / 52,25 (6,46) @142
Astigmatismo corneal (D)	-4,00 x 052
Lectura K promedio	(D, mm) 50,25 (6,7)
Lectura K más cerrada	(D) 54,00
Diámetro más cerrado de cono (mm)	5,5
Diámetro total de cono (mm)	6
Valores Q, "e" y "p"*	0,87, 0,93, 0,07

*Q (asfericidad) = e², e = excentricidad, p (factor de forma) = 1-Q

Pasos para la adaptación

Paso 1: Diámetro de la zona óptica posterior/determinación del diámetro total (BOZD/LD)

Este paciente presenta una etapa avanzada de cono de tipo oval. A medida que este cono avanza (se ajusta), su diámetro aumentará. Los lentes de prueba que vienen con un tipo fijo de BOZD serán indicados para este paciente, ya que los BOZD son más grandes y no se relacionan con el BOZR, si bien cualquier lente de prueba que tenga BOZD más grandes también pueden adaptarse. La coincidencia del BOZD con el diámetro del cono ofrecerá una mejor combinación entre la ságitas corneal y la ságitas del lente sobre la cuerda de la zona óptica.

Tipo de cono		Diámetros de cono	Variaciones de BOZD	Variaciones de LD
Oval	Grave	6,1 a 8,0 mm	8,10 a 9,40 mm	10,2 a 11,2 mm

Se seleccionó un lente multicurvo con un LD de 10,4 mm y un BOZD de 8,4 mm para la adaptación de prueba.

Paso 2: Determinación del radio de la zona óptica posterior (BOZR)

El radio de la zona óptica posterior se determina considerando dos parámetros: primero, la cantidad de astigmatismo corneal (Tabla C), y segundo, el tamaño del BOZD (Tabla D).

Para convertir milímetros (MM) a dioptrías (D), utilice la fórmula siguiente: $\frac{337,5}{\text{mm o D}} = D \text{ o mm}$
(Véase el Apéndice F: Tabla de conversión de medidas queratométricas)

Tabla C: Astigmatismo corneal

ΔK (D)	BOZR (D) (9,4LD)
-0,25D a -3,75 D	K plana (D) - 0,609 x (ΔK)
-4,00D a -7,50 D	K plana (D) - 0,491 x (ΔK)*
-7,75D a -16,75 D	K plana (D) - 0,354 x (ΔK)

*K promedio con un BOZD de 7,4

Tabla D: Tamaño del BOZD

BOZD fijo/LD	BOZR (mm)
5,25–6,5/8,5–8,8 mm	K promedio (mm) – 0,2 mm
7,2–7,5/9,2–9,6 mm	K promedio (mm)
7,6–8,1/9,8–10,1 mm	K promedio (mm) + 0,15 mm
8,2–8,6/10,2–10,7 mm	K promedio (mm) + 0,2 a 0,3 mm
8,7–9,4/10,8–11,4 mm	K promedio (mm) + 0,4 mm

Para este diseño de lente, con una parte central esférica del mismo, el BOZR inicial debería ser el siguiente:

ΔK (D)	BOZR (D) (9,4LD/7,4 BOZD)
-4,00 D	K promedio = 50,25 D (6,7 mm)

El lente elegido tiene un BOZD mayor (8,4 mm). El BOZR final deberá ser ajustado:

ΔK (D)	BOZR (D) (9,4LD/7,4 BOZD)	BOZR ajustado
-4,00 D	K promedio = 50,25 D (6,7 mm)	K promedio + 0,25 mm (6,7 + 0,25) = 6,95 mm

Paso 3: Selección de los lentes de prueba

	10,2–10,6 TD																	
BOZR	7,94	7,76	7,58	7,42	7,18	7,11	7,03	6,96	6,89	6,82	6,75	6,68	6,62	6,55	6,49	6,37	6,25	6,14
BOZD	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
SC1	8,94	8,76	8,58	8,42	7,98	7,91	7,83	7,76	7,69	7,62	7,55	7,48	7,42	7,50	7,40	7,30	7,25	7,20
SCW1	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
SC2	10,15	10,10	10,00	9,80	8,98	8,91	8,83	8,76	8,69	8,62	8,55	8,48	8,42	8,55	8,40	8,30	8,25	8,20
SCW2	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
SC3	11,50	11,40	11,30	11,00	10,18	10,11	10,03	9,96	9,89	9,82	9,75	9,68	9,62	9,65	9,55	9,35	9,35	9,25
SCW3	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
PC	12,15	12,15	12,10	12,00	11,68	11,61	11,53	11,46	11,39	11,32	11,25	11,18	11,12	11,00	11,00	10,85	10,80	10,75
PCW	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,40	10,40	10,40	10,40	10,40	10,40	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60
AEL	0,245	0,266	0,287	0,303	0,310	0,319	0,349	0,361	0,373	0,386	0,400	0,415	0,457	0,486	0,501	0,538	0,591	0,644

Refiérase a la tabla anterior por ejemplos de parámetros de lentes de prueba multicurvos que demuestran diámetros fijos de la zona óptica posterior (BOZD) que varían únicamente con el diámetro del lente (LD) (no el radio de la zona óptica posterior o BOZR). A medida que el diámetro del lente aumenta, el BOZD también aumenta. Observe los levantamientos axiales del lente (AEL) que varían a medida que la córnea se ajusta y el valor “e” mientras que el AEL también aumenta. El lente de prueba se conforma así:

BOZR	BOZD/LD	AEL periférico	Poder
6,95	8,4/10,4	0,36	-8,00 D

Paso 4: Evaluación de la adaptación del lente

Se evalúa la adaptación del lente observando el centrado y el movimiento con el parpadeo. Luego se evalúa el fluorograma mediante un filtro de cobalto así como un filtro Wratten No. 12 para resaltar el amarillo. En este caso, la adaptación central era aceptable, pero la adaptación periférica era

demasiado ajustada. Debido al valor alto de excentricidad de esta córnea, el AEL “estándar” del lente no proporcionaba suficiente levantamiento axial de borde en el ojo. El lente se encargará con una periferia más plana, mediante el aumento del AEL en 0,2 mm.

	Inicial	Ajustado
BOZR	6,95	Sin cambios
BOZD	8,4	Sin cambios
TD	10,4	Sin cambios
Periferia (AEL)	0,36	0,56

Paso 5: Sobrerrefracción/determinación del poder

Realice una sobrerrefracción sobre el lente de contacto de prueba para predecir el poder del mismo. El uso de un autorrefractómetro puede resultar útil en estos casos, ya que habitualmente hay una pequeña cantidad de astigmatismo residual que es difícil de determinar con el uso de su retinoscopio. El autorrefractómetro proporcionará un punto de inicio bastante bueno para la sobrerrefracción subjetiva. Se determina el mejor valor esférico y se lleva al plano de la córnea (distancia al vértice) si el valor es $>-4,00D$ y se suma al poder del lente de contacto. Los diseños tóricos no se usan para corregir el astigmatismo residual debido a su irregularidad. Se miden las agudezas de alto contraste.

Poder del lente de contacto	-8,00 D
Sobrerrefracción (esferocilíndrica) (autorrefracción)	-6,00/-1,75 x 032
Mejor poder esférico	-7,00
Mejor poder esférico al vértice/agudeza	-6,25D 6/6 HCVA
Poder final de los lentes de contacto = CL BVP + Mejor poder esférico al vértice	-14,25 D

Paso 6: Pedido final del lente

El pedido del lente definitivo incluye:

Diseño final del lente: GP <input type="checkbox"/> esférico <input type="checkbox"/> esférico <input type="checkbox"/> multicurvo										
Laboratorio:					Nombre del lente:					
	BOZR	SCR/W			PCR/W	Diámetro	BOZD	Poder	CT	Color
Der.	6,95	8,0/0,2, 9,76/0,2, 10,96/0,3			12,25/0,3	10,4	8,4	-14,25	0,16	azul
Izq.										
Información adicional: ___ lenticular con un soporte positivo _____ esfumar ___ mediano ___ Agregar punto OD _____										
Comentarios: _____ AEL = 0,561 _____										

Paso 7: Entrega de los lentes y seguimiento

Los lentes se encargaron en material de alto Dk para optimizar la salud fisiológica y con tratamiento de plasma para otorgar comodidad. Se aconsejó al paciente que continuara con las lágrimas artificiales cuando usa los lentes. Cuando se entregaron los lentes al paciente, la adaptación y el comportamiento

visual coincidieron con los de los lentes de prueba. La consulta de seguimiento realizada dos semanas después mostró excelentes resultados. Los pacientes con queratocono se controlan frecuentemente en los tres primeros meses, cuando se adaptan los lentes y su poder. Se aconseja consultas periódicas trimestrales para controlar la adaptación y la respuesta fisiológica de los lentes, y en intervalos de seis meses se debe repetir una topografía y paquimetría corneal.

Apéndice F: Tabla de conversión de medidas queratométricas

Para convertir milímetros (MM) a dioptrías (D), utilice la fórmula siguiente: $\frac{337,5}{\text{mm o D}} = \text{D o mm}$

mm a D

mm	D	mm	D
4,70	71,81	6,65	50,75
4,75	71,05	6,70	50,37
4,80	70,31	6,75	50,00
4,85	69,59	6,80	49,63
4,90	68,88	6,85	49,27
4,95	68,18	6,90	48,91
4,75	71,05	6,95	48,56
4,80	70,31	7,00	48,21
4,85	69,59	7,05	47,87
4,90	68,88	7,10	47,54
4,95	68,18	7,15	47,20
5,00	67,50	7,20	46,88
5,05	66,83	7,25	46,55
5,10	66,18	7,30	46,23
5,15	65,53	7,35	45,92
5,20	64,90	7,40	45,61
5,25	64,29	7,45	45,30
5,30	63,68	7,50	45,00
5,35	63,08	7,55	44,70
5,40	62,50	7,60	44,41
5,45	61,93	7,65	44,12
5,50	61,36	7,70	43,83
5,55	60,81	7,75	43,55
5,60	60,27	7,80	43,27
5,65	59,73	7,85	42,99
5,70	59,21	7,90	42,72
5,75	58,70	7,95	42,45
5,80	58,19	8,00	42,19
5,85	57,69	8,05	41,93
5,90	57,20	8,10	41,67
5,95	56,72	8,15	41,41
6,00	56,25	8,20	41,16
6,05	55,79	8,25	40,91
6,10	55,33	8,30	40,66
6,15	54,88	8,35	40,42
6,20	54,44	8,40	40,18
6,25	54,00	8,45	39,94
6,30	53,57	8,50	39,71
6,35	53,15	8,55	39,47
6,40	52,73	8,60	39,24
6,45	52,33	8,65	39,02
6,50	51,92	8,70	38,79
6,55	51,53	8,75	38,57
6,60	51,14	8,80	38,35

D a mm

D	mm	D	mm	D	mm
38,00	8,88	49,00	6,89	60,00	5,63
38,25	8,82	49,25	6,85	60,25	5,60
38,50	8,77	49,50	6,82	60,50	5,58
38,75	8,71	49,75	6,78	60,75	5,56
39,00	8,65	50,00	6,75	61,00	5,53
39,25	8,60	50,25	6,72	61,25	5,51
39,50	8,54	50,50	6,68	61,50	5,49
39,75	8,49	50,75	6,65	61,75	5,47
40,00	8,44	51,00	6,62	62,00	5,44
40,25	8,39	51,25	6,59	62,25	5,42
40,50	8,33	51,50	6,55	62,50	5,40
40,75	8,28	51,75	6,52	62,75	5,38
41,00	8,23	52,00	6,49	63,00	5,36
41,25	8,18	52,25	6,46	63,25	5,34
41,50	8,13	52,50	6,43	63,50	5,31
41,75	8,08	52,75	6,40	63,75	5,29
42,00	8,04	53,00	6,37	64,00	5,27
42,25	7,99	53,25	6,34	64,25	5,25
42,50	7,94	53,50	6,31	64,50	5,23
42,75	7,89	53,75	6,28	64,75	5,21
43,00	7,85	54,00	6,25	65,00	5,19
43,25	7,80	54,25	6,22	65,25	5,17
43,50	7,76	54,50	6,19	65,50	5,15
43,75	7,71	54,75	6,16	65,75	5,13
44,00	7,67	55,00	6,14	66,00	5,11
44,25	7,63	55,25	6,11	66,25	5,09
44,50	7,58	55,50	6,08	66,50	5,08
44,75	7,54	55,75	6,05	66,75	5,06
45,00	7,50	56,00	6,03	67,00	5,04
45,25	7,46	56,25	6,00	67,25	5,02
45,50	7,42	56,50	5,97	67,50	5,00
45,75	7,38	56,75	5,95	67,75	4,98
46,00	7,34	57,00	5,92	68,00	4,96
46,25	7,30	57,25	5,90	68,25	4,95
46,50	7,26	57,50	5,87	68,50	4,93
46,75	7,22	57,75	5,84	68,75	4,91
47,00	7,18	58,00	5,82	69,00	4,89
47,25	7,14	58,25	5,79	69,25	4,87
47,50	7,11	58,50	5,77	69,50	4,86
47,75	7,07	58,75	5,74	69,75	4,84
48,00	7,03	59,00	5,72	70,00	4,82
48,25	6,99	59,25	5,70	70,25	4,80
48,50	6,96	59,50	5,67	70,50	4,79
48,75	6,92	59,75	5,65	70,75	4,77

Apéndice G: Tabla de conversión: Nomenclatura de visión a distancia

Snellen (pies)	Snellen (m.)	LogMar	Min. de arco
20/200	6/60	1,0	0,1
20/160	6/48	0,9	0,125
20/100	6/30	0,8	0,2
20/80	6/24	0,7	0,25
20/70	6/23	0,6	0,28
20/63	6/18	0,5	0,32
20/50	6/15	0,4	0,4
20/40	6/12	0,3	0,5
20/32	6/9	0,2	0,64
20/25	6/7,5	0,1	0,8
20/20	6/6	0,0	1,0

Apéndice H : Acrónimos

BOZR	Radio de la zona óptica posterior
BOZD	Diámetro de la zona óptica posterior
SC1	Primera curva secundaria
SCW1	Ancho de la primera curva secundaria
SC2	Segunda curva
SCW2	Ancho de la segunda curva secundaria
SC3	Tercera curva
SCW3	Ancho de la tercera curva secundaria
PC	Curva periférica
PCW	Ancho de la curva periférica
AEL	Levantamiento axial de borde



**Centro para la Investigación
de Lentes de contacto**

(Centre for Contact Lens Research, o CCLR)

Facultad de Optometría, Universidad de Waterloo

200 University Avenue West

Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1

519 888-4742

<http://cclr.uwaterloo.ca>

SPANISH

RIL0241