

Actualización en ortoqueratología: teoría y práctica de la terapia refractiva corneal moderna

José Manuel González-Méijome - O.C. 17.669 - Cesar Villa Collar - O.C. 2.734 - Nery García-Porta

La ortoqueratología ha evolucionado desde la imprevisible adaptación de lentes de geometría convencional de PMMA con ayuda del queratómetro en los años sesenta hasta la actual terapia refractiva corneal, realizada con lentes de geometría inversa de alta permeabilidad y asistida mediante topografía y paquimetría corneal. Los métodos de adaptación simplificados y los resultados predecibles, eficaces y seguros hacen de esta técnica una opción terapéutica que representa ya entre un 1 y un 11% de todas las adaptaciones de lentes de contacto en muchos países del mundo. Las expectativas creadas en torno a esta técnica respecto a su actividad en la prevención de la progresión de la miopía, sin duda, ayudarán a que se afiance como una opción para la compensación de errores de refracción.

1. Evolución y estado actual

La actual terapia refractiva corneal (*Corneal Refractive Therapy, CRT*) tiene sus orígenes en la técnica *Orthofocus*, descrita por Jessen en los años sesenta y que vendría a llamarse posteriormente ortoqueratología. Etimológicamente, este término, derivado de los términos griegos "*orthos*" y "*keratos*", significa "poner recta la córnea", aunque lo que realmente se pretendía era apenas aplanarla, de tal modo que con ello se pudiese corregir la miopía. Esta técnica surgió por casualidad al observarse que algunos pacientes miopes usuarios de LC rígidas de PMMA presentaban una mejora de la AV sin corrección tras usar las lentes. Como se verá más adelante en el apartado dedicado al mecanismo ortoqueratológico, no fue inmediata la atribución de este efecto al aplanamiento y adelgazamiento de la córnea, pero esta evidencia clínica supuso el arranque de la ortoqueratología como la hemos conocido hasta principios de los años 90, y ha supuesto las bases para que, a partir de mediados de la misma década, y principalmente a partir del año 2000, se produjese una gran expansión de esta terapia.

A pesar del pobre conocimiento existente en los años sesenta acerca de esta técnica, Jessen ya propuso muchas de las realidades que actualmente conocemos y que han ayudado al resurgir de la técnica:

- Corrección de la miopía.
- Corrección de hipermetropía con lente cerrada que induzca edema central.
- Corrección del astigmatismo con lente de curvaturas meridionalmente opuestas a la topografía corneal.
- Necesidad de consolidar las observaciones visuales y refractivas con estudios más amplios.
- Determinar los procesos histológicos implicados y sus posibles consecuencias.
- Posibilidad de retener la progresión de la miopía con tratamiento precoz.
- Factor de Jessen (factor de corrección adicional todavía aplicado en los cálculos de las lentes actuales).

Durante ese periodo se adaptaban LC rígidas y permeables al gas (RPG) con adaptaciones sucesivamente más planas para conseguir el efecto de aplanamiento deseado sobre el ápex corneal. Sucesivos estudios realizados en diferentes centros de EEUU solamente pudieron demostrar los malos resultados de la técnica, siendo muy costosa su aplicación por la necesidad de numerosas lentes, con resultados lentos y poco predecibles, como muestra la **Tabla 1**.

Los principales problemas con estas lentes eran los descentramientos y la demora en la consecución de los resultados que, a su vez, eran normalmente insuficientes para el objetivo pretendido.

Posteriormente, ya en los años noventa surgieron las lentes de geometría inversa que paliaban algunas de las dificultades de centrado de las lentes convencionales de adaptación plana, acelerando significativamente el tiempo de tratamiento, aunque las lentes seguían siendo utilizadas en régimen de uso diurno, con discutibles ventajas para el usuario que pretendía prescindir de corrección óptica durante el día.

A partir de la mitad de la década de los noventa, con la introducción de materiales RPG de alta permeabilidad, se empezaron a usar las lentes durante la noche con resultados todavía más rápidos y, en este caso, con claras ventajas para el paciente que podía prescindir de la compensación visual durante el día. Se podría decir que por primera vez la ortoqueratología proporcionaba realmente una independencia de la corrección visual durante al día, su principal objetivo.

Ya a principios de la década de 2000 surgen los primeros estudios sobre la efectividad de las lentes de geometría inversa con materiales de alta permeabilidad y de la geometría sigmoidal para uso nocturno, donde se observa que la corrección refractiva se produce en menos de una semana para ametropías bajas o moderadas (hasta -4 dioptrías) y en 15-30 días en todos los casos, haciendo posible corregir miopías de hasta 6 dioptrías.

A la luz de estos y otros resultados, la *Food & Drug Administration* (FDA) de los EEUU aprueba la primera lente para terapia refractiva corneal en junio de 2002. Este hecho catapultó la ortoqueratología a un nivel de expansión y aceptación por los colectivos profesionales, la opinión pública y los colectivos médicos sin precedentes.

2. Mecanismo ortoqueratológico

El mecanismo ortoqueratológico, si bien se conocían sus efectos en la reducción de la miopía y en la mejora de la visión sin auxilio de compensación óptica, no ha sido elucidado hasta años recientes, y todavía no se conoce todo su alcance a nivel celular y bioquímico. A pesar de que una aproximación científica a una nueva terapéutica debe seguir el camino inverso (conocimiento de los factores biológicos implicados para, posteriormente, ser aplicada y conseguir un determinado efecto), en el caso de la ortoqueratología ha sucedido al contrario, esto es, primero se han constatado los resultados de mejoría visual y reducción refractiva y, posteriormente, a medida que la

Primer autor	Año	N	Diseño	Régimen de uso	Refracción inicial	Reducción miópica (%)	Tiempo de tratamiento
Kerns ¹	1977		Esférico	Diurno	-2.31 ± 0.80	57.6%	10 meses
Binder ²	1980	23	Esférico	Diurno	-2.50 ± 1.10	71.8	17,7 meses
Polse ³	1983	31	Esférico	Diurno	-2.66 ± 1.08	62.6	4,4 meses
Wlodyga ⁴	1989	30	G.I.	Diurno	-1.00 a -7.00	Máx: -4.75	20-72 días
Harris ⁵	1992	86	G.I.	Diurno	—	(-2.75)	4 meses
Mounford ⁶	1997	60	G.I.	Nocturno	-2.19 ± 0.79	100	—
Swarbrick ⁷	1998		G.I.	Diurno	-2.36 ± 0.90	74.2	28 días
Lui ⁸	2000	14	G.I.	Diurno	-2.04 ± 0.73	51/70	20 / 100 días
Nichols ⁹	2000	10	G.I.	Nocturno	-1.84 ± 0.81	80/98.9	7 / 30 días
Rah ¹⁰	2002		G.S.	Nocturno	-2.37 ± 0.93	100	<1 mes
Potapova ¹¹	2004	15	G.S.	Nocturno	-2,7 ± 1,03	97	1 mes
Walline ¹²	2004		G.S.	Nocturno	-2.44 ± 1.38	93.4	2 semanas
Soni ¹³	2004	15	G.S.	Nocturno	-2,21	100	7 días
Ritchey ¹⁴	2005	8	G.S.	Nocturno	-2,23 ± 1,14	100	—
Sorbara ¹⁵	2005		G.S.	Nocturno	-3.00 ± 1.03	86.3	10 días

G.I.: geometría inversa; G.S.: geometría sigmoidal.

Tabla 1. Resultados de diferentes estudios con diversos procedimientos ortoqueratológicos utilizando diferentes diseños de lentes y regímenes de uso desde los años setenta hasta la actualidad.

tecnología nos ha ido dando nuevas herramientas, se ha llegado a las causas y mecanismos histológicos que justifican tales cambios. Esto sucede a menudo cuando se constatan primero las consecuencias clínicas de una cierta terapia para luego evaluar los mecanismos de la misma.

Esta es la secuencia de los descubrimientos relacionados con la ortoqueratología y sus efectos en una relación de efecto- causa que relacionan las alteraciones histológicas, topográficas, refractivas y visuales:

- Años sesenta: segunda evidencia clínica (reducción de la miopía).
- Años sesenta: tercera evidencia clínica (aplanamiento topográfico).
- Años setenta: primera evidencia científica (reducción del espesor corneal).
- Años noventa: segunda evidencia científica (el epitelio es el principal responsable).
- Hoy en día: todavía es necesario conocer qué alteraciones suceden a nivel celular
- Años sesenta: primera evidencia clínica (mejoría visual).

y bioquímico, principalmente en lo que se refiere a los mecanismos que explican el engrosamiento y adelgazamiento celulares.

Entre los factores más importantes que han contribuido a este conocimiento y la consecuente evolución de la ortoqueratología diurna inicial hacia la actual Terapia Refractiva Corneal se cuentan los siguientes (**Figura 1**):

- Geometría inversa: contribuye al centrado de la lente y a la eficacia y predictibilidad del tratamiento.
- Materiales RPG de alta transmisibilidad: propiciaron el uso nocturno, que incrementa los valores alcanzables con el tratamiento¹⁶ y un tratamiento más rápido y conveniente para el paciente.

- Topografía de la córnea: permite un mejor control del tratamiento y sus efectos, tanto desde el punto de vista clínico como de la evaluación científica de los resultados.

- Métodos de paquimetría y tomografía corneal con tecnología de coherencia óptica y otras: han permitido medir los cambios del espesor corneal de un modo más fiable, separando epitelio de estroma^{7,16,17}.

En la última sección de este artículo se incluyen informaciones adicionales sobre la respuesta corneal al tratamiento ortoqueratológico relacionadas con el concepto de reología corneal, que evalúa la respuesta corneal al tratamiento ortoqueratológico y la respectiva recuperación una vez que se interrumpe el tratamiento. Se

aconseja al lector que consulte la literatura existente para conocer las bases del efecto ortoqueratológico según las teorías más recientes, que describen las fuerzas hidrodinámicas provocadas por la lágrima en el espacio retro-lental^{18,19}.

3. Geometrías, tipos de lentes y adaptación

Las lentes de GI para corrección de miopía se caracterizan por tener una curva base o zona de tratamiento que será más plana que el ápex corneal, una curva o región de cierre secundaria o zona de reserva de lágrima que es más curva que la zona central de la córnea y una zona de apoyo periférica que puede ser curva (paralela a la córnea periférica) o plana (tangente a la periferia corneal). En el caso de la hipermetropía, los diseños son ligeramente diferentes, principalmente en la zona óptica. Las lentes pueden incluso tener una o dos regiones de curvatura secundaria y las correspondientes zonas de apoyo periféricas, siendo de simple o doble geometría inversa, respectivamente. Toda lente de contacto necesita también de un diseño especial de borde que garantice confort y renovación lagrimal post-lente. La curva base, zona de reserva y zona de apoyo son las más importantes clínicamente, pues controlan la adaptación y el tratamiento obtenido y se corresponden con las zonas de evaluación del fluorograma durante el proceso de adaptación. Los parámetros de adaptación típicos son los que se refieren en la **Tabla 2** para lentes de geometría inversa convencional y sigmoidal.

Tipos de lentes

Actualmente se comercializan en España para ortoqueratología nocturna las lentes de la **Tabla 3**, cuyas características de adaptación se citan. En cuanto a su geometría se clasifican en tres grandes grupos: geometría sigmoidal, geometría inversa simple y geometría inversa doble. El rango dióptrico que se puede corregir con ellas oscila entre -3 y -6 D de esfera, y hasta -1,75 D de astigmatismo.

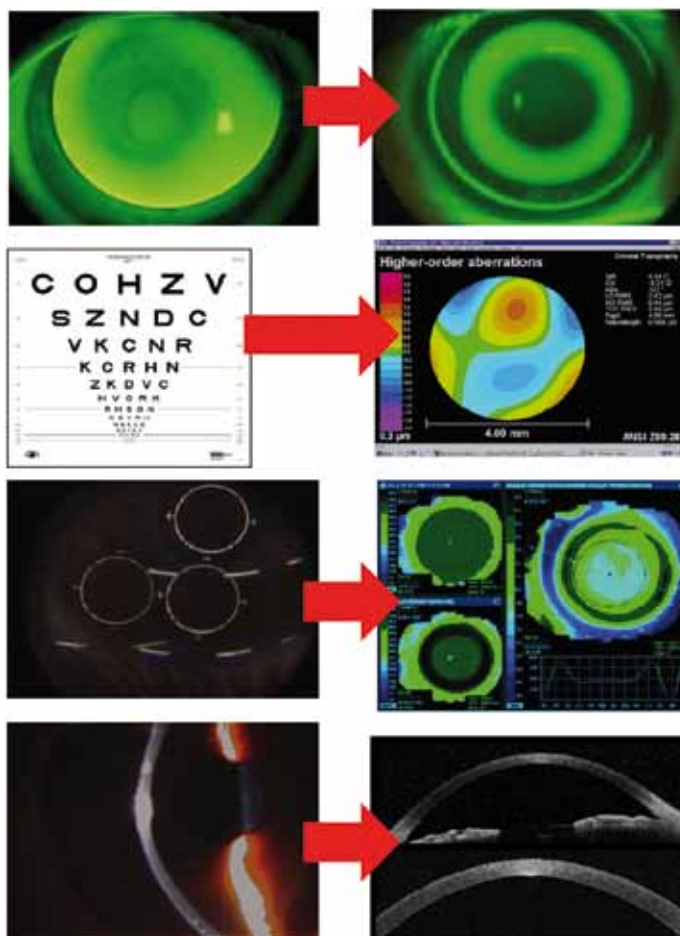


Figura 1. Avances que han permitido un mejor conocimiento del mecanismo ortoqueratológico y un mejor control del tratamiento.

Selección de parámetros de prueba

La selección de parámetros de las lentes de prueba (proceso de adaptación) se realiza mediante dos métodos distintos: uno basado en los datos de la topografía para pedir las lentes al fabricante, no siendo necesaria la caja de prueba (también conocido como método empírico), y el otro basado en el ensayo de las lentes por parte del profesional que tiene en su consulta una caja de pruebas que puede servir como stock dinámico²⁰.

- Método empírico (*software PC/topógrafo*):
 - Mínima inversión.
 - Cambios/reposiciones por pedido al fabricante.
 - Proceso más lento.
 - Deja menos margen de actuación al contactólogo.
 - Ejemplos: *Seefree, Z-night, Ortolen...*

	Geometría sigmoideal	Geometría convencional
Zona óptica	RCB en mm	Radio base en mm
Zona de reserva	RZD en micras	Dioptrias de cierre
Zona de apoyo	LZA en grados (°)	Curvatura en mm
Diámetro total	En mm	En mm
Ancho zona de reserva	En mm	En mm
Ancho zona de apoyo	En mm	En mm
Potencia	En D (+0,50)	En D (+0,50 a +1,00)

Tabla 2. Parámetros de las lentes de geometría inversa convencional y sigmoideal y unidades de medida.

Nombre comercial	Fabricante/representante	Geometría	Tipo de terapia	Rango dióptrico	Método de adaptación
CRT	Paragon (Interlenco)	Sigmoideal	Nocturna	-6,00	Caja de Pruebas/ Stock Dinámico
Ortolen Plus	Lenticon	Inversa doble	Nocturna	-4,00	Software/Empírico
Pauné Lens	Atención Logística	Inversa doble	Nocturna	-6,00	Caja de Pruebas
Seefree	Conoptica	Inversa doble	Nocturna	-4,00	Software/Empírico
Veraorto	Interlenco	Inversa doble	Nocturna	-4,00	Empírico
Z-night	Menicon	Inversa Simple	Nocturna	-4,00	Software/Empírico

Tabla 3. Lentes para ortoqueratología comercializadas en España por orden alfabético.

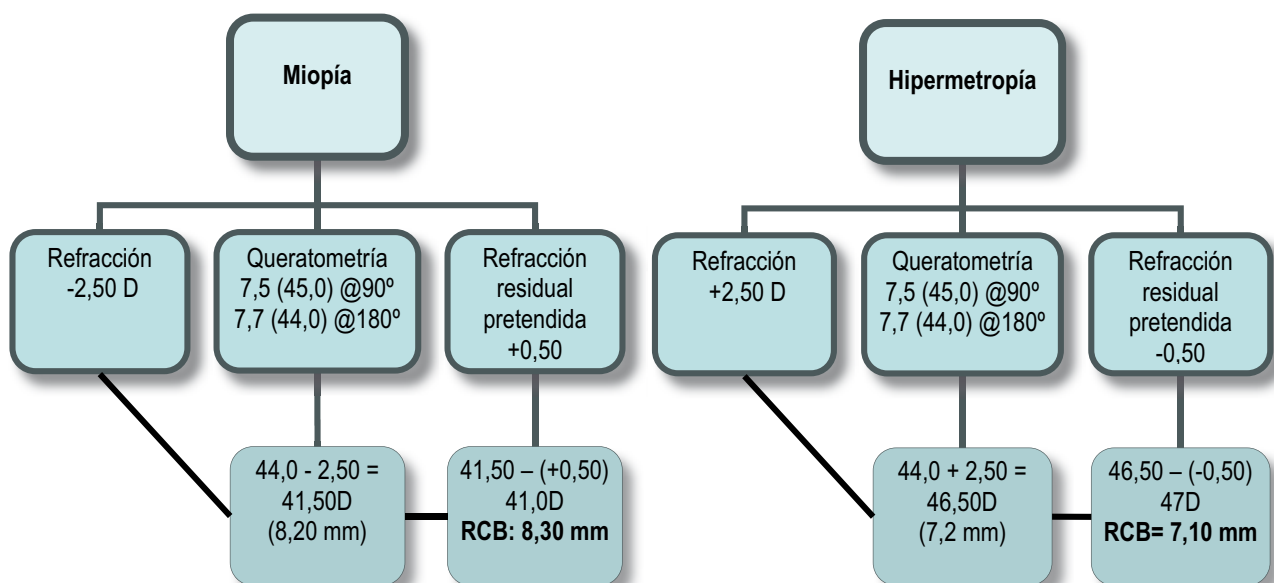


Figura 2. Cálculo del radio base de la LC para conseguir corrección de miopía o hipermetropía. En ambos casos se asume un factor Jessen de 0,50 (quedará hipermetrope de +0,50 en el caso de miopía con propósito de prolongación del efecto durante todo el día, y miope de 0,50 en el caso de la hipermetropía con el propósito de mejorar la visión próxima).

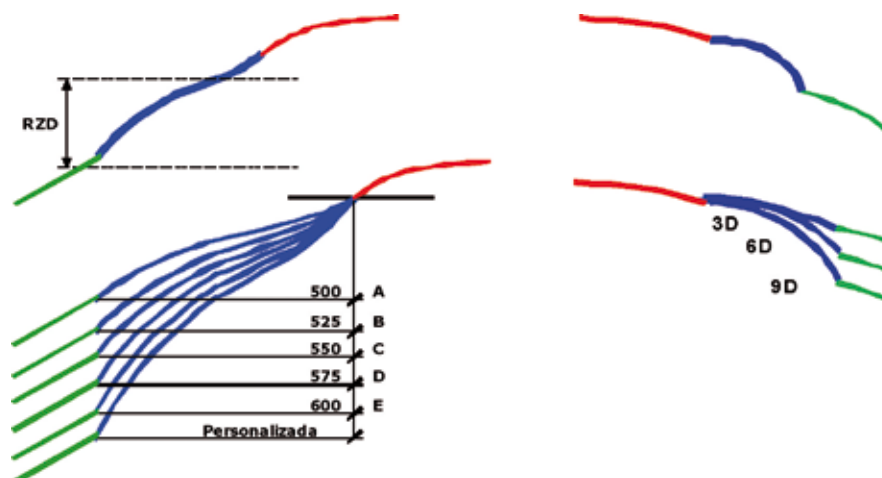


Figura 3. Cambio en la altura sagital de lentes de contacto de geometría inversa sigmoideal y convencional al variar la región de curva reversa (en micras o dioptrías, respectivamente) manteniendo la zona de apoyo constante en ángulo (geometría sigmoideal) o curvatura (geometría convencional).

- Método con caja de pruebas (stock dinámico):
 - Inversión significativa.
 - Disponibilidad de caja de pruebas.
 - Cambios/reposiciones inmediatas.
 - Ejemplos: Paragon CRT.

La selección de la curva se hace de tal modo que esta sea tan plana o cerrada como la curvatura final que la córnea ha de adoptar para compensar la ametropía del paciente (generalmente miopía, aunque también hipermetropía). Se adiciona también un factor de aplanamiento adicional denominado factor Jessen. Se ilustran dos ejemplos de este proceso en la **Figura 2**. No obstante, estos cálculos son realizados bien por el fabricante o bien por el propio contactólogo con recurso a programas informáticos, software topográfico o tablas de selección.

Ya que la curva base condiciona el grado de compensación que se puede alcanzar, su cálculo es muy similar para todas las lentes. No obstante, las principales diferencias en cuanto a la geometría consisten en el diseño de la región de la curva secundaria o zona de reserva de lágrima

y la zona de apoyo, ya que ambas regiones son esenciales para controlar la altura sagital de la lente, el centrado y distribución de presiones y fuerzas hidrodinámicas de la lente y, por tanto, el tratamiento obtenido.

En la **Figura 3** se muestra cómo afectan a la altura sagital de la lente las modificaciones en la curva secundaria para una lente de GI sigmoideal y para una lente de GI convencional, mientras se mantiene constante el ángulo o curvatura de la zona de apoyo periférica, respectivamente.

Protocolo de adaptación

El protocolo de adaptación comúnmente seguido consiste en los siguientes pasos:

- Evaluación del caso y selección del paciente.
- Selección/inserción lente de prueba.
- Puede requerir alteración de parámetros.
- Primera noche de uso de la LC.
- Consulta día 1 (por la mañana).
- Consulta 1 semana (por la tarde).

- Consulta 3-4 semanas (por la tarde).
- Consulta 3 y 6 meses.
- Consulta 1 año y sustitución de lentes.

Selección del paciente

Las pautas generales para la evaluación del potencial usuario de ortoqueratología nocturna se resumen en los siguientes aspectos.

- Motivación.
- Rangos de aplicación (ver **Tabla 2**).
 - Esfera.
 - Cilindro y eje.
 - Relación esfera vs cilindro.
 - Astigmatismo interno.
- Contra-indicaciones.
- Susceptibilidad a efectos secundarios:
 - Aberraciones.
 - Visión nocturna.
- Diámetro pupila.
- Usuario actual de lentes de contacto:
 - LCH (1 semana sin LC).
 - RPG (2-3 semanas sin LC).
- Compromiso seguimiento.
- Asumir consentimiento informado.

En primer lugar, el paciente debe mostrar algún tipo de motivación (profesional, ocio...) hacia este tipo de terapia, pues su colaboración será esencial para obtener de su parte el compromiso de cumplir con las pautas de uso, mantenimiento,

seguimiento y sustitución de sus lentes una vez adaptadas.

La refracción del paciente debe estar incluida en los rangos de aplicación de la lente en cuestión, tanto en valor de esfera de astigmatismo y la relación entre ellos (cuanto mayor sea el cilindro en relación a la esfera, peor el pronóstico). Tampoco serán buenos candidatos aquellos pacientes con astigmatismo internos superiores a los valores fisiológicos de -0,50 a -0,75 D.

Si existiese cualquier contraindicación para el uso de LCRPG o si se anticipase la aparición de efectos secundarios motivados por diámetros pupilares amplios (superiores a 5-6 mm en condiciones mesópicas) es de esperar que la terapia tampoco resulte satisfactoria. En los pacientes que han usado previamente LC debe dejarse un tiempo prudente hasta que se recupere cualquier

distorsión que pueda estar presente antes de iniciar la nueva adaptación.

Es conveniente referir en este punto que los protocolos internacionales de adaptación seguidos en ortoqueratología recomiendan el uso de un modelo de consentimiento informado^{21,22}. Es fundamental en cualquier adaptación de lentes de contacto, pero más si cabe en este caso, ya que el tratamiento, además de otras complicaciones comunes a otras modalidades de uso, presupone una intervención en la morfología corneal y cambios en la calidad óptica del ojo.

Objetivos de adaptación

El protocolo de evaluación se sintetiza en el diagrama de la **Figura 4**. Los objetivos que perseguimos en la adaptación a corto, medio y largo plazo se pueden resumir en los aspectos que se describen a continuación.

• **Objetivos de la adaptación a corto plazo** (adaptación):

- Adaptación satisfactoria que proporcione confort, estabilidad y centrado de la lente.
- Fluorograma satisfactorio en "ojo de buey" que proporcione una adecuada distribución de presiones positivas y negativas sobre la córnea a través del film lagrimal post-lente y una zona de tratamiento centrada y amplia.
- Visión satisfactoria con la lente en el ojo, lo que demostrará la baja significación clínica del astigmatismo interno en el caso de que exista.
- Sobre-Rx entre plano y +0,50 D para garantizar la

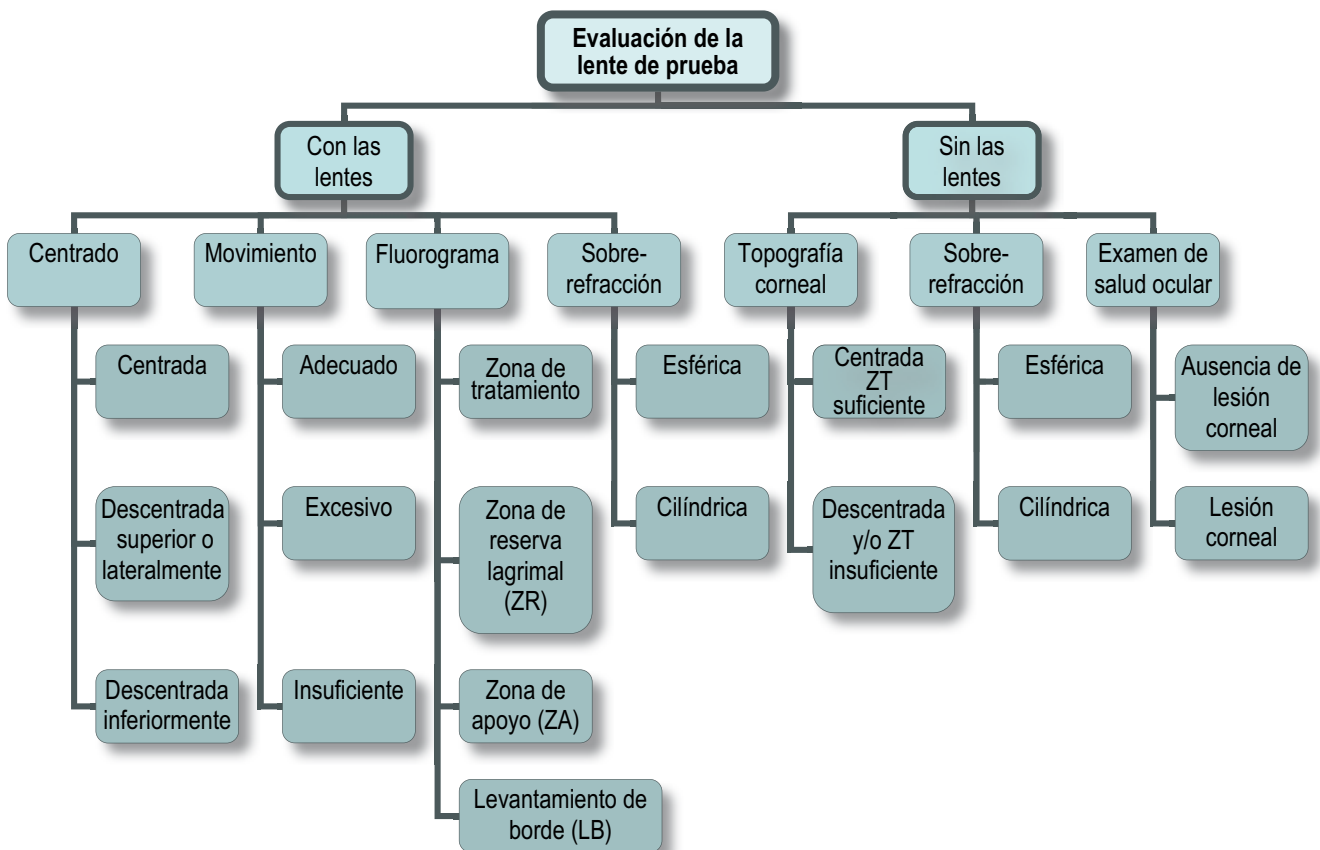


Figura 4. Diagrama de evaluación de la lente de prueba y guía de evaluación para consultas posteriores.

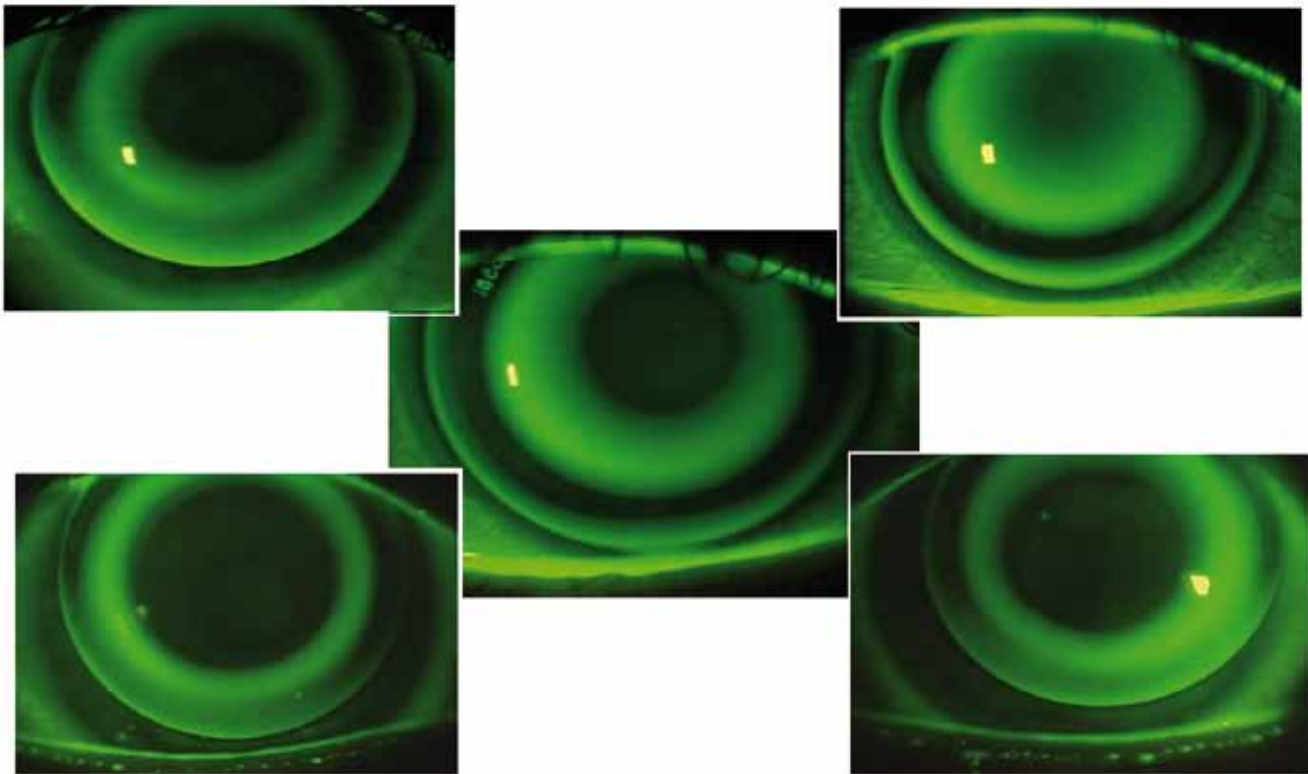


Figura 5. Ejemplos de fluorogramas de distintas adaptaciones, plana (inferiores y superior-izquierda), cerrada (superior derecha) o adecuada (centro). Cortesía de Patrick Caroline.

emotropía o ligera hipermetropía (en tratamientos de miopía) al quitarse las lentes.

- **Objetivos** de la adaptación a medio plazo (primera noche hasta 7-10 días):

- Ausencia de complicaciones (adherencia, queratitis, edema) que garantice la salud ocular.
- Reducción refractiva del 50-70% tras la primera noche. Esta se considera

una buena respuesta al tratamiento durante la primera noche, aunque podrá variar significativamente entre pacientes.

- Topografía con patrón de "diana" y suficientemente

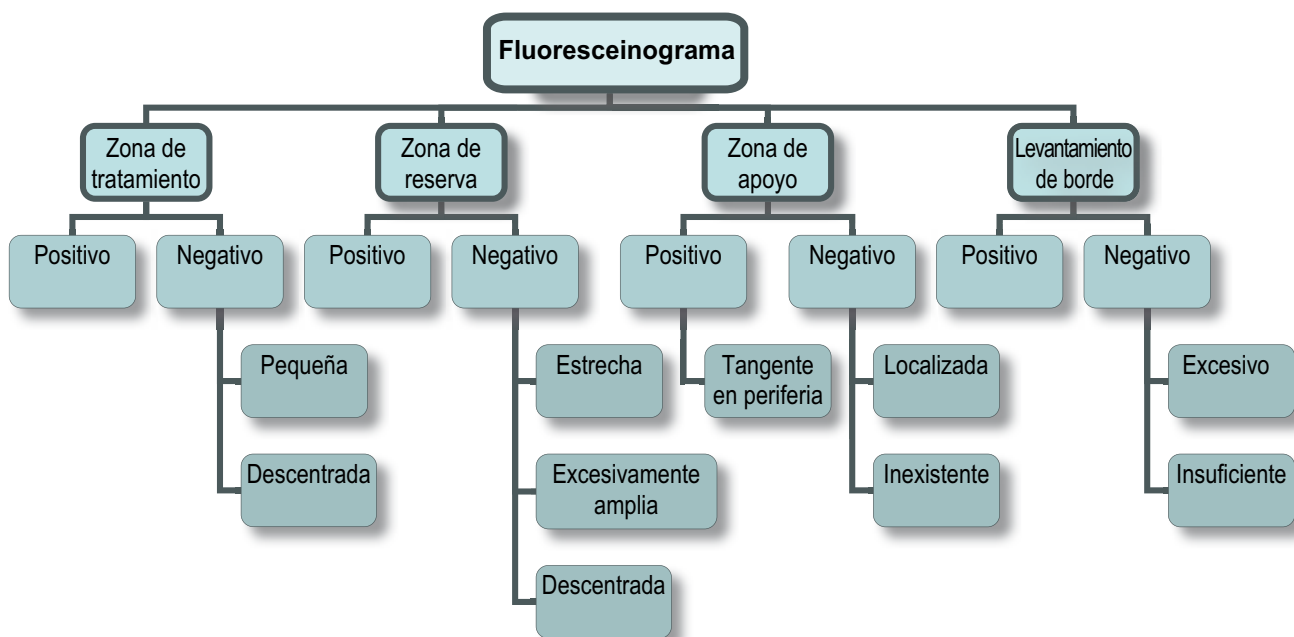


Figura 6. Diagrama para evaluar y rectificar la adaptación en caso de que la evaluación del fluorograma no sea satisfactoria en alguno de los aspectos sujetos a evaluación (zona de tratamiento, zona de reserva de lágrima y zona de apoyo).

amplia (>4 mm) que proporcione una zona de tratamiento centrado y suficientemente amplia.

- Corrección completa y estabilidad diurna tras 7-10 días en miopías de hasta 6 dioptrías, y de 3-5 días para miopías menores de 3 D, aunque la estabilidad del tratamiento durante todo el día (>12 horas) puede alcanzarse solamente a los 28-30 días.

• **Objetivos de la adaptación a medio-largo plazo** (un mes, tres meses y semestrales)

- Estabilidad refractiva y visual durante el día ($\pm 0,50$), que será menor en tratamientos más elevados y más estable en tratamientos hasta 3-4 D, principalmente después de los 15-20 días de tratamiento.
- Topografía en "diana", con zona de tratamiento amplia, regular y estable.

- Ausencia de complicaciones refractivas (regresiones, tratamientos incompletos), visuales (mala visión nocturna, inestabilidad visual), fisiológicas (teñido corneal superficial, edema, adherencia LC) y efectos adversos (infiltración, queratitis severa o microbiana).

Evaluación de la adaptación

La evaluación de la adaptación en la primera consulta se centra en el estudio del fluoresceinograma para determinar si la adaptación es satisfactoria en cuanto a zona de tratamiento, centrado, cobertura corneal y movimiento de la lente, y de la sobre-refracción con lentes para verificar si el tratamiento será efectivo.

En las consultas siguientes se hace imprescindible también evaluar la topografía corneal para evaluar si la lente se ha descentrado, si la zona de tratamiento efectiva es suficientemente amplia y está bien centrada, así como la sobre-refracción sin len-

tes para encontrar posibles causas de mala visión cuando el paciente porta o se ha quitado sus lentes (**Figura 4**).

En los siguientes apartados se presenta un resumen de los procedimientos de evaluación, utilidad, interpretación clínica y modificaciones posibles tras la evaluación de los tres elementos fundamentales de la adaptación ortoqueratológica (fluorograma con LC, topografía corneal sin LC y refracción con y sin LC).

• **Fluoresceinograma**

- Procedimiento:
 - Filtro amarillo.
 - Centrar la lente manualmente si es necesario para evaluar.
 - Evaluar las cuatro zonas del centro hacia fuera (**Figuras 5 y 6**).
 - Zona de tratamiento.

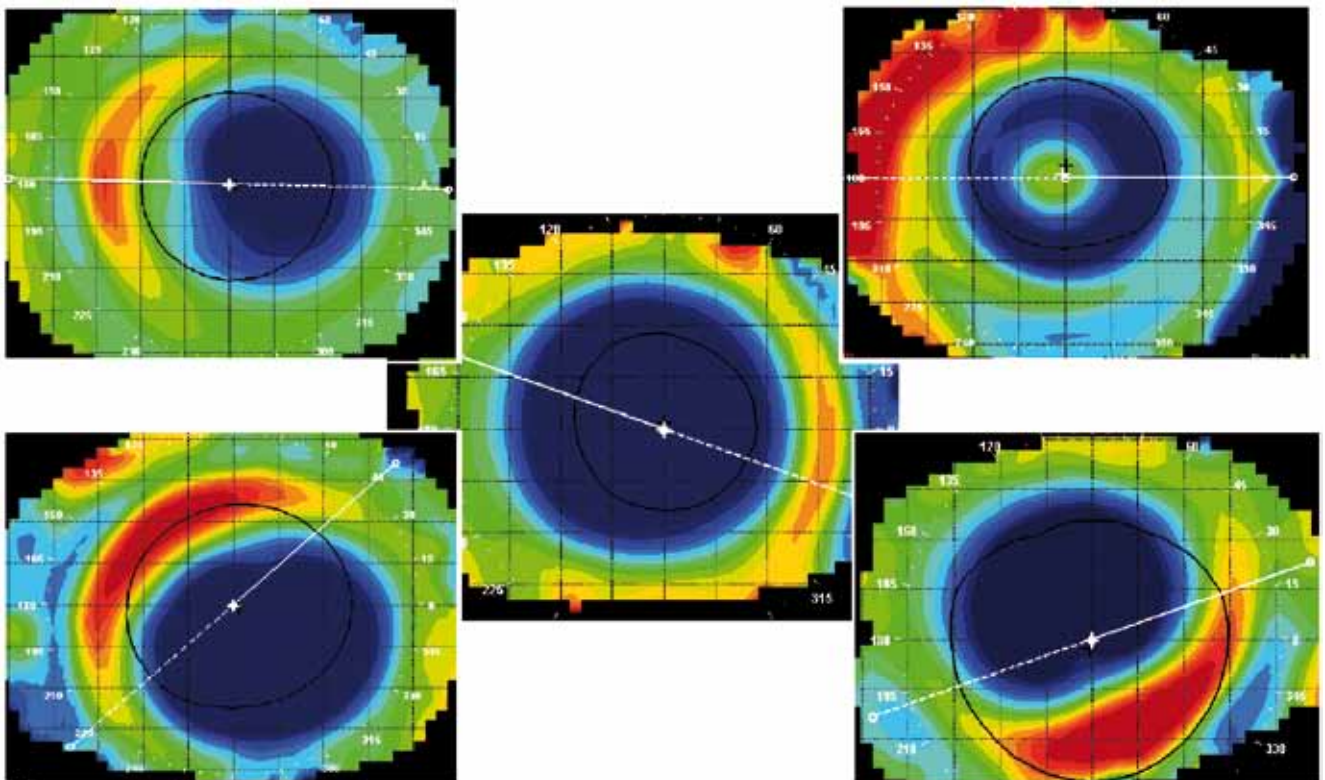


Figura 7. Ejemplos de topografías post-ortoqueratología en adaptación centrada y adecuada (centro), plana con descentramiento lateral (superior-izquierda), plana con descentramiento inferior-lateral y superior-lateral (inferiores) y cerrada con isla central (superior-derecha). Cortesía de Patrick Caroline.

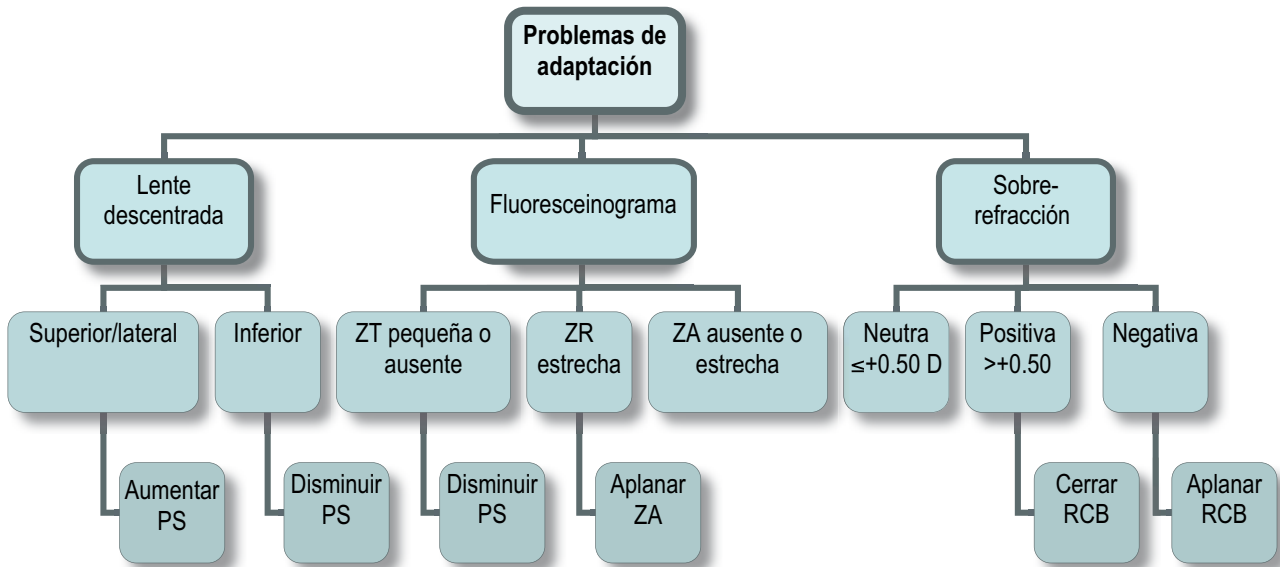


Figura 8. Rectificación de parámetros de la adaptación según la evaluación del fluorograma y la sobre-refracción. PS: profundidad sagital; RCB: radio de curva base.

- Zona de reserva (1 o 2).
- Zona de apoyo.
- Levantamiento de borde.
- Utilidad:
 - Determinar la distribución de lágrima post-lente.
- Caracterizar zona de tratamiento.
- Evaluar centrado de la lente.
- Evaluar el apoyo periférico.
- Resultados:
 - Plano.
 - Aceptable-plano.
 - Ideal "ojo de buey".
 - Aceptable-cerrado.
 - Cerrado.
- Corrección:
 - Aumentar/disminuir profundidad sagital.
 - Zona de reserva.
 - Zona de apoyo.

Problema	Significado	Solución
Centrado superior o lateral	Lente plana con astigmatismo inducido	Cerrar la ZR Cerrar la ZP Aumentar \varnothing_t
Centrado inferior	Lente cerrada con distorsión corneal	Reducir PS
Zona de tratamiento pequeña	Lente cerrada sin tratamiento	Reducir PS
Ausencia de zona de apoyo	Lente plana e incómoda	Reducir el LB cerrando la banda periférica o aplanando la ZR
Zona de apoyo muy localizada	Lente cerrada e inmóvil	Aumentar LB aplanando la banda periférica
Sobre-Rx positiva	Lente demasiado plana	Cerrar el RCB
Sobre-Rx negativa	Lente demasiado cerrada	Aplanar el RCB

RCB: radio de curva base; ZO: zona óptica; ZR: zona de reserva de lágrima; ZP: zona periférica; \varnothing_t : diámetro total; PS: profundidad sagital; LB: levantamiento de borde.

Tabla 4. Interpretación de los problemas de adaptación con lentes de ortoqueratología y posibilidades de solución.

La evaluación de la topografía corneal es esencial en todas las consultas tras haber sido concluida la adaptación. El paciente acudirá normalmente a estas consultas sin sus LC colocadas, excepto tras la primera noche.

• Topografía Corneal

- Utilidad:
 - Determinar tamaño y centrado de la zona de tratamiento.
 - Evaluar la posición de la lente durante la noche.

- Etiología de mal resultado visual.
- Resultados (**Figura 7**):
 - Ideal "patrón de diana".
 - Aceptable descentrada lateralmente.
 - Aceptable descentrada superiormente.
 - Descentrada lateralmente.
 - Descentrada superiormente o patrón de "cara triste".
 - Descentrada inferiormente o patrón de "sonrisa".
- Corrección:
 - Aumentar/disminuir profundidad sagital.
 - Aplanar/cerrar zona de apoyo.
- Plano a +0,50 D (objetivo más frecuente).
- Plano a -0,50 D (puede aceptarse en presbítas incipientes).
- <-0,50 D (puede aceptarse en presbítas como opción monovisión).
- Correcciones:
 - Alterar 0,10 mm al RCB por cada 0,50 D que difiere del objetivo.
 - Aplanar el RCB si S-Rx más negativa que esperado.
 - Cerrar el RCB si S-Rx más positiva que esperado.

Para la corrección de patrones descentrados se recomienda seguir las instrucciones de la **Tabla 4** y las indicaciones de la **Figura 8** que sugieran alteraciones del fluoresceinograma compatibles con el defecto topográfico encontrado, así como las recomendaciones de cada fabricante.

4. Complicaciones de la adaptación

En el seguimiento del paciente de ortoqueratología se pueden manifestar diversas complicaciones de orden visual, algunas de las cuales ya han sido mencionadas, refractivo, fisiológico o patológico. Se enumeran a continuación las más significativas.

- Complicaciones visuales y refractivas:
 - Astigmatismo inducido proveniente del astigmatismo interno del ojo al compensar parte del astigmatismo corneal (hasta un 50% de astigmatismo directo puede ser compensado con lentes esféricas de ortoqueratología); o bien generado por ligero descentramiento de la lente. La diferencia

entre ellos es que el primero se manifiesta con la lente puesta y en mayor o menor medida al quitarla, según la relación entre astigmatismo corneal, interno y la parte corregida por la lente, mientras que el segundo se manifiesta al retirar la lente de contacto.

- Astigmatismo residual, que será la parte de astigmatismo corneal que la lente no puede corregir (aproximadamente un 50% del astigmatismo pre-tratamiento).
- Regresión del efecto ortoqueratológico, porque el paciente no usa las lentes todas las noches que debiera, por depósitos en la lente o por otros motivos que impidan que la córnea se aplane convenientemente.
- Sub-corrección por alguno de los motivos anteriores, porque haya aumentado la miopía del paciente o porque la lente haya cambiado sus parámetros con el uso o se descentre.

El diagrama de la **Figura 9** pretende servir de guía para la detección de problemas visuales y refractivos que se puedan manifestar durante el seguimiento del paciente de ortoqueratología.

- Complicaciones fisiológicas:
 - Queratitis punteada superficial. Es aceptable que exista un cierto grado de teñido corneal superficial en los primeros días del tratamiento o a primera hora de la mañana tras retirar la lente, especialmente en tratamientos de miopías moderadas y altas (superiores a 4 dioptrías). Si persiste, se debe buscar la causa y resolverla²³.
 - Anillo pigmentado (Fleisher) y líneas fibrilares. Son con-

La sobre-refracción es esencial desde la primera consulta de adaptación a las consultas posteriores, y principalmente cuando existan complicaciones visuales y refractivas, ya que esta prueba, realizada con LC y sin LC, permite determinar la causa de la disminución visual, tal como se muestra en esta sección y se ilustra en el diagrama de la **Figura 8**.

- **Sobre-Rx con la LC**
 - Utilidad:
 - Confirmar la elección correcta de la curva base según tratamiento.
 - Evaluar la presencia de astigmatismo interno.
 - Rx esperada al quitar la LC.
 - Resultados:
 - >+0,50 D (puede aceptarse en miopes moderados-altos).

sideradas acontecimientos sin significación clínica conocida²⁴⁻²⁸.

- Edema. A pesar de que en la ortoqueratología moderna se usan materiales de alta permeabilidad, es posible que estos no cumplan enteramente con los criterios de oxigenación corneal para evitar completamente el edema nocturno^{29,30}.

Por ello, no será raro encontrar en los primeros días de tratamiento un ligero edema estromal que tenderá a desaparecer conforme progresa el tratamiento, con la ventaja de que durante el día la lente no permanece en el ojo, permitiendo una rápida recuperación. La respuesta de edema central está limitada por la colocación de la lente, mientras que en la región paracentral esta respuesta puede incluso contribuir a la producción del efecto ortoqueratológico³¹.

- Adherencia. Dado que la película de lágrima retro-lental es muy fina en el centro de la lente y el cierre periférico limita el paso de lágrima, el estancamiento lagrimal nocturno hace posible que la lente se adhiera durante la noche en algunos casos²³. Si esto sucede de modo recurrente, se ha de modificar la adaptación.

- Depósitos. Pueden inducir erosiones corneales que se manifiestan como distorsiones visuales (generalmente con miopía y astigmatismo) al retirar la lente, o incluso con la lente puesta si se trata de erosiones más severas.

• Complicaciones patológicas:

- Queratitis microbiana. Es la más temible de las complicaciones que pueden suceder en usuarios de LC y se han reportado varios casos relacionados con ortoqueratología. No obs-

tante, estos eventos siguen un patrón definido, estando asociados con patógenos relacionados con higiene deficiente (*Acanthamoeba*), y han sucedido mayoritariamente en China, Taiwan y Hong Kong, donde la práctica de la técnica y las recomendaciones al paciente han sido ampliamente cuestionadas³²⁻³⁴.

Para más informaciones sobre aspectos relacionados con las complicaciones encontradas en ortoqueratología, se recomienda consultar la obra *Ortoqueratología Nocturna* de los mismos autores de este artículo¹⁹.

Conclusiones

- La ortoqueratología nocturna o terapia refractiva corneal es un método predecible (la refracción corregida coincide con la que se pretende corregir), eficaz (la agudeza visual sin corrección es igual sin corrección tras la terapia que con corrección antes de la terapia), seguro (la mejor agudeza visual

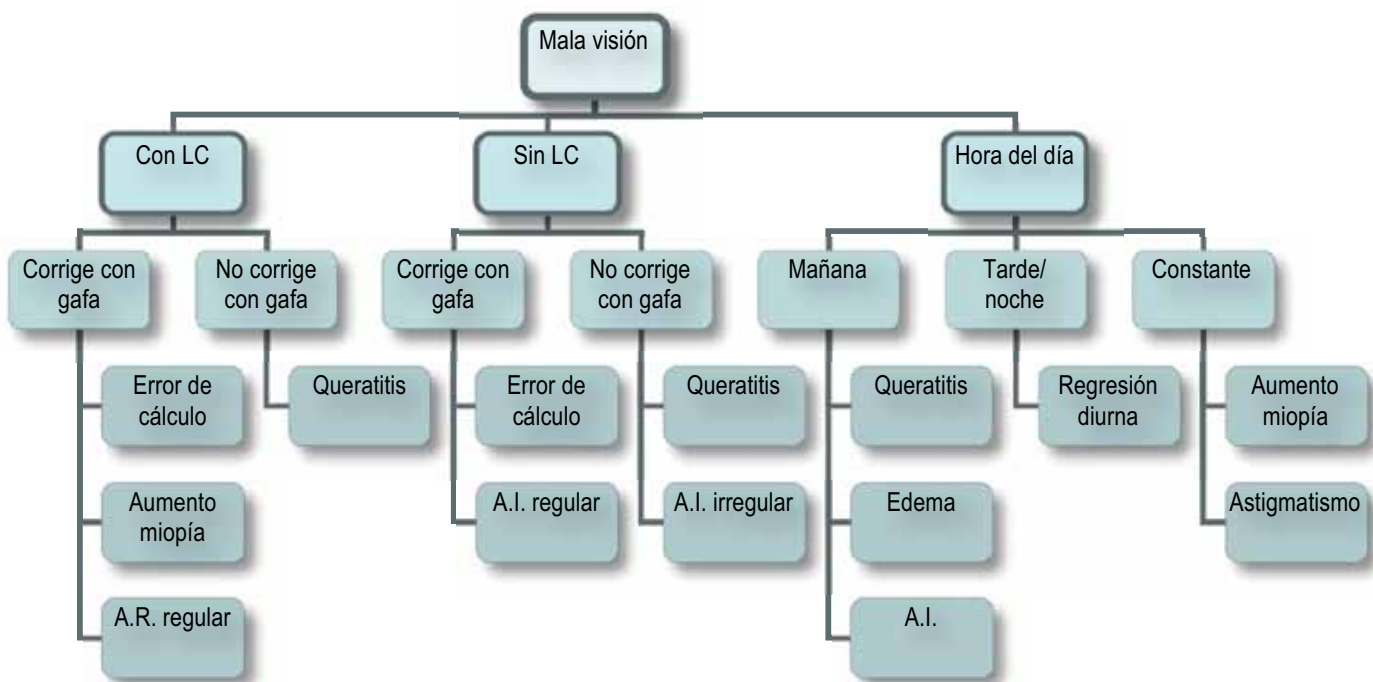


Figura 9. Diagrama de ayuda al diagnóstico de las causas de disminución de la AV en usuarios de ortoqueratología nocturna.

corregida tras la terapia es igual o mejor que la mejor agudeza visual corregida antes de la terapia) y estable (utilizando las lentes regularmente en régimen nocturno, la refracción permanece estable en el tiempo).

- Actualmente, la ortoqueratología nocturna está enfocada mayoritariamente al tratamiento de la miopía. Aunque existen también diseños para la compensación de la hipermetropía y el astigmatismo, en estos casos los resultados son menos predecibles.
- Aunque el principio del tratamiento es el mismo, los rangos y métodos de aplicación difieren ligeramente entre las diferentes marcas.
- La práctica de la ortoqueratología nocturna exige del profesional y del paciente altas dosis de responsabilidad mutua. Ambas partes deben conocer los beneficios, limitaciones y posibles complicaciones de esta técnica, y aceptarlos de mutuo acuerdo con la firma de un modelo de consentimiento informado. (●)

Nota de los autores

Al lector más interesado en esta temática se aconseja consultar el libro *Ortoqueratología Nocturna*¹⁹, así como la literatura referida en este artículo.

Acerca de los autores

José Manuel González-Méijome, DOO, PhD, FIACLE
Departamento de Física (Optometría)
Campus de Gualtar
Universidade do Minho, 4710-057
Braga, Portugal
E-mail: jgmeijome@fisica.uminho.pt

César Villa Collar, DOO, PhD, FAAO
Clínica Oftalmológica Novovisión
28046, Madrid
E-mail: villa@clincinasnovovision.com

Nery García Porta, DOO
EUOO. Universidad de Santiago de Compostela

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kerns RL. Research in orthokeratology. Part IV: Results and observations. *J Am Optom Assoc* 1977;48:227-38.
- Binder PS, May CH, Grant SC. An evaluation of orthokeratology. *Ophthalmology* 1980;87:729-44.
- Polse KA, Brand RJ, Schwalbe JS, Vastine DW, Keener RJ. The Berkeley Orthokeratology Study, Part II: Efficacy and duration. *Am J Optom Physiol Opt* 1983;60:187-98.
- Wlodyga RJ, Bryla C. Corneal molding: the easy way. *Contact Lens Spectrum* 1989;4:58-62.
- Harris DH, Stoyan N. A new approach to orthokeratology. *Contact Lens Spectrum* 1992;7:37-9.
- Mountford J. An analysis of the changes in corneal shape and refractive error induced by accelerated orthokeratology. *Int Contact Lens Clin* 1997;24:128-43.
- Swarbrick HA, Wong G, O'Leary DJ. Corneal response to orthokeratology. *Optom Vis Sci* 1998;75:791-9.
- Lui WD, Edwards MH. Orthokeratology in low myopia. Part 1: efficacy and predictability. *Contact Lens Anterior Eye* 2000;23:77-89.
- Nichols JJ, Marsich MM, Nguyen M, Barr JT, Bullimore MA. Overnight orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2000;77:252-9.
- Rah MJ, Jackson JM, Jones LA, Marsden HJ, Bailey MD, Barr JT. Overnight orthokeratology: preliminary results of the Lenses and Overnight Orthokeratology (LOOK) study. *Optom Vis Sci* 2002;79:598-605.
- Potapova N, Wang G, Haji S, Asbell P. Corneal topography in corneal refractive therapy (CRT): a 1-month follow-up. *Eye Contact Lens* 2004;30:166-8.
- Walline JJ, Jones LA, Mutti DO, Zadnik K. A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1760-6.
- Soni PS, Nguyen TT, Bonanno JA. Overnight orthokeratology: refractive and corneal recovery after discontinuation of reverse-geometry lenses. *Eye Contact Lens* 2004;30:254-62.
- Ritchey ER, Barr JT, Mitchell GL. The comparison of overnight lens modalities (COLM) study. *Eye Contact Lens* 2005;31:70-5.
- Sorbara L, Fonn D, Simpson T, Lu F, Kort R. Reduction of myopia from corneal refractive therapy. *Optom Vis Sci* 2005;82:512-8.
- Alharbi A, Swarbrick HA. The effects of overnight orthokeratology lens wear on corneal thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:2518-23.
- Haque S, Fonn D, Simpson T, Jones L. Corneal and epithelial thickness changes after 4 weeks of overnight corneal refractive therapy lens wear, measured with optical coherence tomography. *Eye Contact Lens* 2004;30:189-93.
- Mountford J. A model of forces acting in orthokeratology. In: Mountford J, Roston D, Dave T, eds. *Orthokeratology. Principles and practice*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2004:269-301.
- Villa-Collar C, Gonzalez-Meijome JM. Proceso de adaptación en ortoqueratología nocturna. In: Villa-Collar C, Gonzalez-Meijome JM, eds. *Ortoqueratología nocturna*. Madrid: ICM, 2006:97-147.
- Gonzalez-Meijome JM, Villa-Collar C. Nomenclature, corneal topography, and final prescription relations for Corneal Refractive Therapy. *Optom Vis Sci* 2007;84:59-64.
- Walline JJ, Holden BA, Bullimore MA et al. The Current State of Corneal Reshaping. *Eye Contact Lens* 2005;31:209-14.
- White P, Cho P. Legal issues in contact lens practice with special reference to the practice of orthokeratology. *Ophthalmic Physiol Opt* 2003;23:151-61.
- Chui WS, Cho P. Recurrent lens binding and central island formations in a fast-responding orthokeratology lens wearer. *Optom Vis Sci* 2003;80:490-4.
- Cheung SW, Cho P, Cheung A. White lesion in the corneal pigmented ring associated with orthokeratology. *Ophthalmic Physiol Opt* 2005;25:264-8.
- Cho P, Chui WS, Mountford J, Cheung SW. Corneal iron ring associated with orthokeratology lens wear. *Optom Vis Sci* 2002;79:565-8.
- Hiraoka T, Furuya A, Matsumoto Y, Okamoto F, Kakita T, Oshika T. Corneal iron ring formation associated with overnight orthokeratology. *Cornea* 2004;23:S78-S81.
- Liang JB, Chou PI, Wu R, Lee YM. Corneal iron ring associated with orthokeratology. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:624-6.
- Cheung SW, Cho P, Bron AJ, Chui V, Chan B. Case report: the occurrence of fibrillary lines in overnight orthokeratology. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006;26:525-31.
- Holden BA, Mertz GW. Critical oxygen levels to avoid corneal edema for daily and extended wear contact lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984;25:1161-7.
- Harvitt DM, Bonanno JA. Re-evaluation of the oxygen diffusion model for predicting minimum contact lens Dk/t values needed to avoid corneal anoxia. *Optom Vis Sci* 1999;76:712-9.
- Alharbi A, La Hood D, Swarbrick HA. Overnight orthokeratology lens wear can inhibit the central stromal edema response. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:2334-40.
- Watt K, Swarbrick HA. Microbial keratitis in overnight orthokeratology: review of the first 50 cases. *Eye Contact Lens* 2005;31:201-8.
- Watt KG, Boneham GC, Swarbrick HA. Microbial keratitis in orthokeratology: the Australian experience. *Clin Exp Optom* 2007;90:182-7.
- Van Meter WS, Musch DC, Jacobs DS, Kaufman SC, Reinhart WJ, Udell IJ. Safety of overnight orthokeratology for myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008;115:2301-13.