

Control de miopía con lentes oftálmicas

Jorge Iván Carcache López

SAERA. School of Advanced Education Research and Accreditation

RESUMEN

La prevalencia de la miopía está aumentando de manera alarmante, lo que ha despertado rápidamente el interés en intervenciones para ralentizar la progresión de la miopía en niños, con la intención de reducir el riesgo de desarrollar las complicaciones asociadas a la miopía a largo plazo. Estas intervenciones basadas en la teoría de desenfoque miópico y la teoría de contraste tienen efectividad clínica significativa. Aun teniendo otras alternativas invasivas, se ha despertado un gran interés en las lentes oftálmicas para el control miópico al no presentar efectos secundarios. Los nuevos diseños de lentes oftálmicas presentan eficacias variables desde 21 % a 74 % en el primer año de estudio en eficacia refractiva y desde 34 % a 55 % en el segundo año de estudio. En eficacia axial, en el primer año de estudio varían desde 23 % a 66 % y en el segundo año de estudio, desde 34 % a 62 %. La metodología empleada entre los estudios no permite una comparación directa entre eficacias, por lo cual, actualmente se está sugiriendo una métrica denominada CARE (Cumulative, Absolute, Reduction in axial Elongation), basada en la reducción de la longitud axial acumulada en el tiempo de estudio. A pesar de la variabilidad de eficacias, el control de la miopía con lentes oftálmicas debe ser sugerido a todos los pacientes miopes jóvenes para la reducción de riesgos de complicaciones visuales a futuro.

Palabras clave: *control de miopía, desenfoque miópico, disminución de contraste, lentes oftálmicas para miopía, eficacias.*

ABSTRACT

The prevalence of myopia is increasing alarmingly, which has quickly sparked interest in interventions to slow the progression of myopia in children, intending to reduce the risk of developing long-term complications associated with myopia. These interventions based on the theory of myopic defocus and contrast theory have significant clinical effectiveness. Even with other invasive alternatives, there has been great interest in myopia control ophthalmic lenses as they do not present side effects. The new designs of ophthalmic lenses show variable effectiveness from 21 % to 74 % in the first year of study in refractive efficacy and from 34 % to 55 % in the second year of study. In axial efficacy, in the first year of study, they vary from 23 % to 66 %, and in the second year of study, from 34 % to 62 %. The methodology employed among the studies does not allow for a direct comparison of effectiveness; therefore, a metric called CARE (Cumulative, Absolute, Reduction in axial Elongation) is currently suggested, based on the reduction of accumulated axial length over the study time. Despite the variability in effectiveness, myopia control with ophthalmic lenses should be suggested to all young myopic patients to reduce the risk of future visual complications.

Keywords: *myopia control, myopic defocus, contrast reduction, myopia ophthalmic lenses, effectiveness.*

INTRODUCCIÓN

La miopía ha tenido un aumento de su prevalencia de manera alarmante y se estima que entre los años 2000 y 2050, el porcentaje de la población mundial con miopía aumentará de 23 % al 49,8 %. Desde que se proyectó que la mitad de la población mundial sería miope para el año 2050 y que el 10 % de esta tendría miopía alta (Holden et al., 2016), múltiples opciones de tratamiento surgieron para contrarrestar estas crecientes tasas de progresión miópica, ya que los altos niveles de miopía resultan en una amenaza para la visión, debido a que la miopía ha sido asociada con complicaciones visuales como degeneración macular miópica, desprendimiento de retina, catarata y glaucoma de ángulo abierto (Haarman et al., 2020).

La aparición de miopía en la infancia está estrechamente relacionada con una alta miopía en la edad adulta (Sánchez-Tena et al., 2024). Siendo el objetivo lograr que la miopía no progrese en niveles donde la probabilidad de tener serias complicaciones visuales sea muy alto, los optómetras deberían preocuparse por la salud visual a largo plazo de cada paciente y no solo abordar sus necesidades visuales actuales, ya que ellos son profesionales de la salud visual de atención primaria (Bullimore and Brennan, 2019).

Previamente, las intervenciones que lograban un control de la miopía en niños de manera significativa eran el uso de la atropina, ortoqueratología y diseños especiales de lentes de contacto blandos. Las intervenciones invasivas generan preocupación en los padres; por lo cual, hay un gran interés en las gafas de control de la

miopía, ya que los niños de esas edades rara vez usan lentes de contacto (Iribarren et al., 2023). En el caso de las lentes oftálmicas (visión sencilla, bifocales y lentes de adición progresiva), no se lograban resultados prometedores con ellos. Aun así, en años más recientes, nuevos diseños de lentes oftálmicas prometedoras han emergido como una alternativa eficaz para ralentizar la progresión de la miopía en niños.

En esta revisión bibliográfica se abordarán los principios teóricos detrás de la ralentización de la miopía, que son el desenfoque miópico periférico y la reducción del contraste entre conos adyacentes, así como sus inicios, avances y variaciones junto con los diferentes diseños de lentes oftálmicas que se han fabricado a partir de ellos. Cada uno de estos diseños tienen particularidades que pueden facilitar su adaptación y uso continuo lo que lleva junto con otros factores, a una variabilidad de eficacias en la ralentización miópica.

El presente trabajo reúne los datos de eficacia publicados y les será de utilidad a los profesionales de la salud visual como un panorama clave tanto para la toma de decisión del lente a usar como para asesorar a los pacientes.

MÉTODO

Objeto del estudio

Realizar una revisión de los estudios que describan las teorías del control de miopía, los mecanismos de acción de los diseños de lentes oftálmicas para el control de la miopía y discutir sus diferentes eficacias para evidenciar el uso de las lentes oftálmicas para el control de miopía como método confiable para la disminución de la progresión de la miopía.

Criterios de inclusión

Artículos publicados desde 2014 hasta la fecha.

Artículos con enfoque en control y manejo de miopía con lentes oftálmicas.

Estudios realizados en humanos.

Lentes estudiados que cuenten con resultados de eficacia.

Criterios de exclusión

Artículos publicados antes del año 2014.

Artículos de manejo de miopía con otras alternativas de tratamiento

(ortoqueratología, atropina, lentes de contacto, terapia de luz).

Estudios realizados en animales.

Lentes en comercialización sin resultados de eficacia.

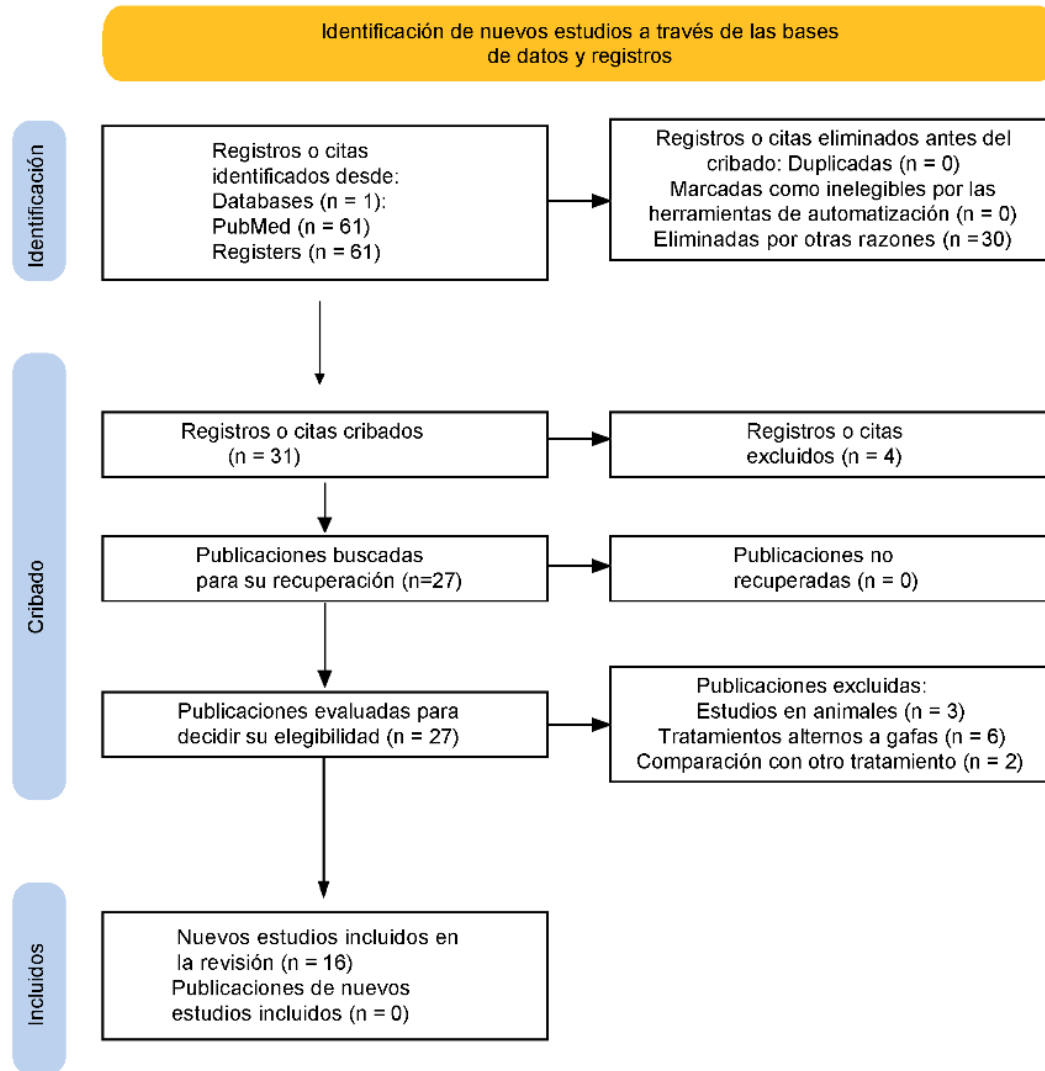
Procedimiento

Se realizó una revisión bibliográfica de 21 artículos y estudios con el propósito de condensar los conocimientos necesarios para la realización del presente trabajo, alineados al cumplimiento de los objetivos planteados. Como podemos ver en la figura 1, la búsqueda se realizó en la base de datos PubMed (Medline) en febrero del 2024.

Las palabras claves empleadas para realizar la búsqueda fueron “Myopia Control” “Spectacles” “Progression” con el operador booleano “AND”, y se usó “NOT” con las palabras “Orthokeratology” “Atropine” “Contact Lenses” “Light Therapy” encontrando un registro de 61 artículos. Posterior se realizó filtro por título y resumen descartando estudios similares, con los mismos objetivos o que no agregaran mayor información de la encontrada, tomando en cuenta también los criterios de inclusión y exclusión habiendo encontrado 16 artículos.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA



Nota: Proceso de selección de estudios para esta revisión bibliográfica.

Además, dentro de los artículos al realizar las lecturas de estos, también se seleccionaron aquellos que ayudaran a los propósitos de la revisión (Método de bola de nieve), quedando finalmente 21 artículos.

RESULTADOS

Teorías del control de miopía

Disminución de retraso acomodativo

La primera teoría que fue investigada planteaba la hipótesis de que el desenfoque retiniano hipermetrópico causado por un alto retardo de acomodación durante el trabajo cercano acelera la elongación axial. Esta teoría fue la promotora del uso de lentes que relajan la acomodación en visión cercana, tales como bifocales, bifocales ejecutivos con prismas base interna y lentes de adición progresiva, con la intención de ralentizar la progresión de la miopía.

Desenfoque miópico periférico

Al no encontrarse resultados clínicamente satisfactorios para el control de la miopía, surgió otra línea de investigación con la teoría del desenfoque periférico. Esta teoría hipotetiza que producir desenfoque hipermetrópico periférico puede causar miopía axial, mientras que el desenfoque miope periférico puede incluso conducir a hipermetropía axial (Erdinest et al., 2023).

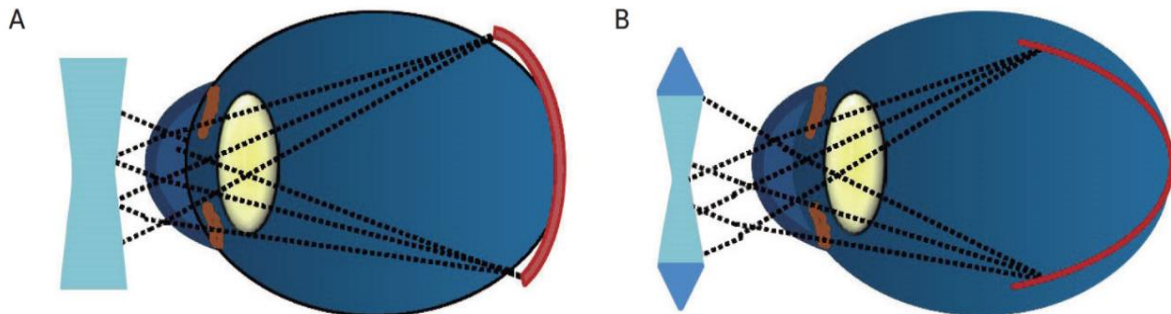
Numerosas propiedades del desenfoque óptico, como la señal, el grado y la distribución en la retina, tienen efectos sustanciales en el crecimiento ocular, estudiándose más adelante la modulación del contraste también como un factor importante. La señal del desenfoque óptico ya sea que el plano focal este en frente o detrás de la retina, tiene un efecto diferente en el crecimiento ocular. El desenfoque míopico tiende a ralentizar el crecimiento ocular, mientras que el desenfoque hipermetrópico conduce a la elongación ocular y a mayor cantidad de desenfoque

mayor efecto del crecimiento ocular (Bao, Yang et al., 2022).

Este estímulo retiniano de desenfoque hipermetrópico es quien, junto con otros factores, inicia el bucle de emetropización, quizás debido a un tipo específico de células ganglionares siendo este un proceso fisiológico natural. No obstante, se ha demostrado que las lentes oftálmicas de visión sencilla o monofocales utilizadas para corregir la miopía enfocando la luz en la zona fóveal, aumentan el desenfoque hipermetrópico en la periferia de la retina. A medida que aumenta la cantidad de corrección de la miopía, también lo hace la magnitud del desenfoque hipermetrópico periférico como se muestra en la figura 2. Para evitar esta señalización de desenfoque hipermetrópico, se requiere de un lente que simultáneamente al corregir la visión central también produzca el desenfoque míopico periférico para realizar el control de la miopía (Erdinest et al., 2023).

Figura 2

Corrección miópica con lentes de visión sencilla (A) y con lentes con desenfoque periférico (B).



Nota: Adaptado de "Peripheral Defocus and Myopia Management: A Mini-Review". 37(1), 70–81. Erdinest, N. et al (2023). *Korean journal of ophthalmology*. KJO.

Esta teoría ha evolucionado a la teoría de desenfoque miópico simultaneo o competitivo en retina. Se describe como dos planos de enfoque, uno está en la retina para corregir la miopía, y el otro frente a la retina para el desenfoque miope, que podría estar en cualquier lugar a través de la retina y no solo en la periferia y esto puede variar en cantidad y forma según el diseño del lente.

Cuando al ojo se le presentan iguales cantidades de desenfoque competitivo, el desenfoque miópico produce un mayor efecto que el desenfoque hipermetrópico, resultando en un menor crecimiento ocular. (Bao, Yang et al., 2022).

Otra variante de este principio es el desenfoque horizontal asimétrico. La retina tiene una asimetría en el plano horizontal siendo más curva en la zona nasal que en la temporal (Sánchez-Tena et al., 2024). En la lente progresiva se genera un desenfoque miópico únicamente en la zona superior de la retina gracias a la adición en la parte inferior del lente, mientras que al resto de la periferia

no se le brindaba una señal de ralentización miópico. Ya que existe un efecto potencialmente dominante de las señales visuales en el meridiano horizontal en relación con el meridiano vertical, se necesita brindar una señal de ralentización miópico también estas zonas de la retina con un lente que genere un desenfoque horizontal asimétrico (Tarutta et al., 2019).

Teoría de contraste

Más recientemente se ha investigado la implicancia del alto contraste y como su modulación puede aportar al control de la miopía, surgiendo la nueva teoría de contraste. Esta hipotetiza que la miopía surge de la cantidad de estimulación que se produce en la retina. Las imágenes de alto contraste causan una estimulación retiniana alta; las imágenes de bajo contraste causan una estimulación retiniana baja. Se cree que la estimulación excesiva de la retina a partir de un alto contraste se asocia con la estimulación excesiva del crecimiento ocular, instigando así la progresión de la miopía (Neitz et al., 2019).

En otras palabras, la hipótesis de contraste sugiere que la señalización de contraste anormalmente alta entre los conos vecinos puede estimular la elongación axial. Con esto, a su vez, se especula que los factores ambientales que producen un contraste anormalmente alto entre conos adyacentes son una señal de elongación axial. Esto está relacionado con el elevado contraste que encontramos en el ambiente visual moderno en trabajo de cerca, perturbando la emetropización y provocando miopía. En resumen, el alto contraste es la señal para que el crecimiento ocular continúe; el contraste bajo es la señal para que el crecimiento ocular se desacelere o se detenga. (Rappon et al., 2023).

Lentes oftálmicas para el control de miopía. Diseños y mecanismos de acción.

Lentes bifocales

Los lentes bifocales fueron unos de los primeros dispositivos ópticos utilizados en un intento de controlar la progresión de la miopía. Estos tienen algún efecto en el control de la miopía, retraso acomodativo alto y endoforia en cerca, pero no fueron suficientes para recomendar su uso ya que la adición para cerca puede potencialmente tener un efecto negativo en el equilibrio oculomotor en niños con ortoforia, reduciendo la efectividad de la progresión de la miopía (Erdinest et al., 2023).

Lentes de adición progresiva

Los estudios que compararon el uso de lentes de adición progresiva con lentes de visión sencilla o monofocales mostraron un cambio estadísticamente significativo, pero clínicamente insignificante en la progresión de la miopía, entre ellos de 0,20 dioptrías (D)

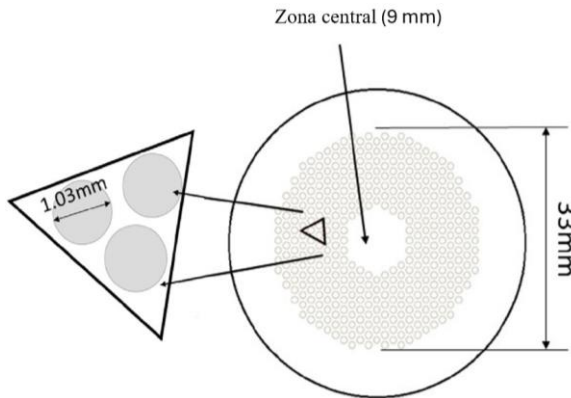
durante un período de 3 años (Erdinest et al., 2023).

Posterior al uso de estos lentes, recientemente se han fabricado y estudiado nuevos diseños de lentes oftálmicas desarrollados para controlar la progresión de la miopía, que se basan en los dos mecanismos estudiados de la progresión de la miopía: desenfoque hipermetrópico periférico y señalización de contraste de cono anormal en la retina (Sánchez-Tena et al., 2024).

Lente D.I.M.S.

La lente con tecnología D.I.M.S. (Defocus Incorporated Multiple Segments) es una lente que comprende una zona óptica central (9 mm de diámetro) para la corrección de visión lejana, y una zona de tratamiento (33 mm de diámetro) con múltiples segmentos circulares de desenfoque miópico distribuidos en patrón de panal de abejas con una potencia positiva de +3,50 D de diferencia respecto a la zona central y el diámetro de cada segmento circular es de 1,03 mm como se muestra en la figura 3.

Figura 3
Diseño del lente D.I.M.S.



Nota: Adaptado de “Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial”. 104(3), 363–368. Lam, C. et al (2020). *The British journal of ophthalmology*.

En la zona de tratamiento se intercalan los segmentos de desenfoque y la graduación del paciente para asegurar que reciba el tratamiento de control miópico y tenga una buena agudeza visual independientemente de la zona de la lente por la que se mire. Este diseño provee simultáneamente desenfoque miópico y proporciona una visión clara para el usuario en todas las distancias de visión siendo este un desenfoque competitivo (Lam et al., 2020; Lam et al., 2023).

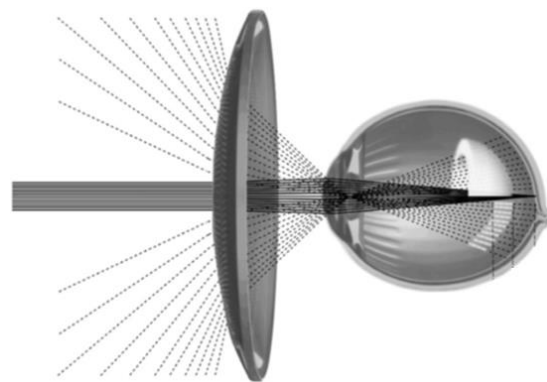
Lente H.A.L.T.

Las lentes con tecnología H.A.L.T. (Highly Aspherical Lenslet Target) tienen una superficie frontal esférica que a su vez contiene 11 anillos concéntricos formados por microlentes esféricas contiguas con diámetro de 1,1 milímetros. Estas lentes están construidas basándose en el desenfoque miópico esférico en lugar de enfocar la luz en dos superficies distintas, como en el caso de lentes de desenfoque

competitivo. Estas lentes esféricas desvían los rayos de luz continuamente de una manera no lineal que crea una cantidad de luz tridimensional frente a la retina, al que llaman volumen de desenfoque miópico (VoMD) que se muestra en la figura 4.

El área de la lente sin microlentes proporciona corrección de visión lejana proporcionándole al usuario una buena visión al ver a través de cualquier zona del lente. Los microlentes no tienen una potencia positiva única, sino que estos al ser esféricos, se ha calculado su geometría para generar un volumen de desenfoque miópico frente a la retina en cualquier excentricidad, sirviendo como una señal de control de miopía. En este caso, una mayor asfericidad significaría un mayor volumen de desenfoque miópico (Bao, Huang et al., 2022; Bao, Yang et al., 2022).

Figura 4
Diseño de lente HALT



Nota: Adaptado de “Spectacle Lenses With Aspherical Lenslets for Myopia Control vs Single-Vision Spectacle Lenses: A Randomized Clinical Trial”. 140(5), 472–478. Bao, Y. et al (2022). *JAMA ophthalmology*.

Lente C.A.R.E.

La lente C.A.R.E. (Cylindrical Annular Refractive Elements) es un lente que posterior a su estudio de un año se decidió realizar ajustes a su diseño para mejorar los resultados de eficacia (Liu et al., 2023). Uno de los cambios para mejorar los resultados fue ofrecer un diseño específicamente para un rango de edad.

Los lentes constan de una zona central para corregir la visión lejana, mientras que su zona de visión periférica es el área de control que está cubierta por el conjunto de microcilindros que tienen un patrón de anillos concéntricos.

Las áreas entre los microcilindros adyacentes tienen el mismo poder con la zona central. Para niños menores de 10 años, la zona central es de 7 mm de diámetro y la potencia de adición cilíndrica media es de +4,60 D. Para niños mayores de 10 años, la zona central es de 9 mm de diámetro y la potencia de adición cilíndrica es de +3,80 D; que proporciona el desenfoque miópico. Estos lentes cuentan con una optimización en la superficie posterior gracias a la tecnología Free Form para corregir el error de refracción en todas las posiciones de mirada y reducir el desenfoque hipermetrópico no deseado a través de la periferia de la lente (Alvarez-Peregrina et al., 2023).

Lente D.O.T.

Los lentes con tecnología D.O.T. (Diffusion Optics Technology) están diseñados para modular la señalización en la retina reduciendo el contraste y la señal de progresión de la miopía. Las lentes

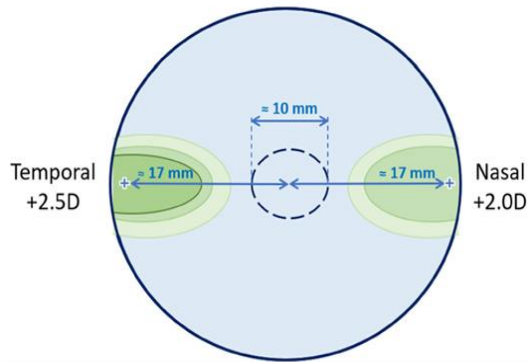
contienen difusores de luz llamados puntos, que dispersan la luz a medida que pasa a través de la lente, creando menores diferencias de señal de contraste entre los conos adyacentes.

Cada difusor microscópico es translúcido y de forma irregular, con un diámetro de aproximadamente 0,14 mm y una altura de aproximadamente 0,2 mm, con una curvatura radial irregular que es más curva en los lados y aplanada en la parte superior. Estos puntos están en todo el lente con excepción de la zona central de aproximadamente 5 milímetros que coincide con el eje pupilar (Rappon et al., 2023).

Lente Perifocal

Las lentes perifocales tienen un área central ovalada de potencia uniforme de 10 mm de ancho para corregir la refracción de la distancia, con un área de tratamiento cada vez más positiva en los lados nasal y temporal del área central en el plano horizontal destinada a cambiar la refracción periférica de manera asimétrica. Hay un aumento positivo de manera gradual del centro a la periferia a un valor máximo de +2,50 D a 17 mm en el lado temporal y +2,00 D a 17 mm en el lado nasal de la lente, como se muestra en la Figura 5. Para compensar las asimetrías del contorno de la retina entre los lados nasal y temporal, el lado temporal de la lente tiene un poder de tratamiento más alto que el lado nasal (Silva-Leite et al., 2023; Tarutta et al., 2019).

Figura 5
Diseño del lente Perifocal



Nota: Adaptado de "Peripheral Refraction and Visual Function of Novel Perifocal Ophthalmic Lens for the Control of Myopia Progression". 12(4), 1435. Silva-Leite et al. (2023). *Journal of clinical medicine*.

Lente S.M.C

El diseño de la lente S.M.C. (Shamir Myopia Control) presenta una abertura vertical central con una anchura de 10 milímetros, con la corrección del error de refracción de distancia, aunque en la zona inferior si tiene una potencia positiva siendo este diseño en forma de U, con un perfil de potencia suave y claro sin ningún patrón visible en la superficie de la lente. Igual que otros lentes perifocales, en la periferia incorpora un perfil de potencia relativamente más positiva en comparación con la abertura central, creando un desenfoque periférico. El canal vertical está situado simétricamente alrededor del punto central en el meridiano horizontal. La potencia positiva aumenta gradualmente de aproximadamente 0,5 dioptrías en el borde del canal a 3,00 dioptrías a 17,5 milímetros del centro horizontalmente y 1,50 D a 16 mm del centro en el meridiano inferior. Dependiendo del tamaño del armazón, la

potencia positiva relativa en el borde inferior puede variar de 1,00 a 1,50 D. Este lente es fabricado con la tecnología Free Form de Shamir (Yuval et al., 2024).

Lente M.P.D.L.

El lente M.P.D.L. (Myopic Peripheral Defocus Lens) comprende una zona central ovoidal que proporciona una visión central nítida con un tamaño horizontal de 7 mm rodeada por una zona periférica de tratamiento con una distribución de potencia progresiva que produce un desenfoque miópico asimétrico. Horizontalmente, se inducen adiciones asimétricas con un valor de +1,50 D a 25 mm nasalmente, lo que produce un desenfoque moderado en la retina temporal y +1,80 D a 25 mm temporalmente, lo que induce ligeramente un mayor desenfoque en la retina nasal. Además, la lente también presenta un desenfoque miope inferior con un valor de +2,00 D (Sánchez-Tena et al., 2024).

En resumen, estos nuevos diseños de lentes crean un desenfoque miope periférico en la retina o reducen el contraste entre conos adyacentes basado en la hipótesis que asocia la nitidez o contraste de las imágenes en la retina periférica con el inicio y progresión de la miopía (Lupon et al., 2024).

Inclusive, algunos diseños que fueron inicialmente pensados para producir desenfoque miópico, resultaron aportar también en la reducción de contraste ya que las aberraciones inducidas de alto orden también pueden contribuir a la señal de desenfoque en la retina (Bao et al., 2022; Lam et al., 2023). A pesar de ello como se muestra en la Tabla 1, se muestran los lentes basados en el principio teórico bajo el cual fueron diseñados.

Tabla 1

Clasificación de las lentes oftálmicas según su principio para el control de miopía.

Disminución del retraso acomodativo	Desenfoque miópico periférico	Disminución del contraste
Lente Bifocal	D.I.M.S.	D.O.T.
Lente Progresivo	H.A.L.T. C.A.R.E. Perifocal S.M.C. M.D.P.L.	

Nota: Nota: D.I.M.S., defocus incorporated multiple segments. H.A.L.T., highly aspherical lenslet target. C.A.R.E., cylindrical annular refractive element. S.M.C., shamir myopia control. M.D.P.L., myopic peripheral defocus lens. D.O.T., difussion optics technology.

Eficacias

La mayoría de los artículos incluidos son ensayos clínicos randomizados, y la etnicidad de la muestra es predominantemente asiática, con rangos de edad entre 6 a 13 años. Para obtener los resultados de eficacias de los nuevos lentes diseñados para el control de la miopía, se realizaron comparaciones con grupos usuarios de lentes de visión sencilla y usuarios de los diferentes lentes para el control miópico. En esta revisión bibliográfica se muestran resultados de chequeos de seguimiento hasta 2 años, ya que solo 3 estudios superan los 2 años (DIMS, HALT, Perifocal), y en su tercer año, en el estudio DIMS las comparaciones fueron con un grupo control histórico (Lam et al., 2022), mientras que en el estudio HALT las comparaciones fueron con un nuevo grupo control reclutado en ese tercer año (Li et al., 2023) y 4 de ellos tienen resultados de 1 año (CARE, SMC, MDPL, DOT).

La eficacia de estos lentes se determinó dividiendo la diferencia de la progresión de miopía entre los dos grupos (control y estudio), con la progresión de miopía en el grupo control, luego multiplicada por 100.

Los resultados con los lentes que reducen el retraso acomodativo como método de control miópico no llegaron a ser recomendados, ya que tuvieron un efecto negativo en el caso de lentes bifocales en pacientes con ortoforia y por tener una reducción míopica clínicamente insignificante en el caso de los lentes progresivos (Erdinest et al., 2023).

Para el lente DIMS, en los resultados de un año se encontró que la miopía progresó en el equivalente esférico -0,17 D y -0,55 D en el grupo de tratamiento y el grupo control respectivamente, teniendo una eficacia aproximada de 70 %. La longitud axial progresó 0,11 mm y 0,32 mm en el grupo de tratamiento y control respectivamente, teniendo una eficacia aproximada de 66 % (Lam et al., 2020).

En los resultados de 2 años, la progresión de la miopía fue de -0,41 D y -0,85 D en el grupo de tratamiento y control respectivamente, con una eficacia aproximada de 52 %. La progresión de la longitud axial fue de 0,21 mm y 0,55 mm en el grupo de tratamiento y control respectivamente, con una eficacia aproximada de 62 % (Lam et al., 2020).

Para el lente HALT, luego de un año la miopía progreso -0,27 D de equivalente esférico y 0,13 mm de longitud axial en el grupo de tratamiento y -0,81 D de equivalente esférico y 0,36 mm de longitud axial en el grupo control, siendo aproximadamente una eficacia refractiva de 67 % y una eficacia en la longitud axial de 64 % (Bao, Yang et al., 2022).

Se indican en los resultados de 2 años, que la miopía progresó -0,66 D y 0,34 mm en el grupo de tratamiento mientras -1,46 D y 0,69 mm en el grupo control, siendo aproximadamente una eficacia refractiva de 55 % y axial de 51 % (Bao, Huang et al., 2022).

En el estudio del lente CARE, luego de un año, la miopía progresó -0,56 D y -0,71 D en el grupo tratamiento y control respectivamente. La longitud axial progresó 0,27 mm y 0,35 mm en el grupo de tratamiento y control respectivamente. La eficacia aproximada refractiva fue de 21 % y la eficacia axial 23 % (Liu et al., 2023). No se debe olvidar, en este caso particular, los datos publicados de un año alcanzaron a ser tanto estadística como clínicamente significativos, aun así, los investigadores realizaron mejoras en el diseño del lente para obtener mejores resultados de la eficacia y actualmente está siendo estudiado en Europa, por lo que estos resultados corresponden al prototipo y no a la versión

actual de la lente, (Alvarez-Peregrina et al., 2023).

En el estudio del lente DOT, luego de un año de uso en el grupo de tratamiento la miopía creció -0,14 D y en el grupo control -0,54 D. La longitud axial creció 0,15 mm y en el grupo control 0,30 mm. La eficacia fue aproximadamente de 74 % y de 50 % en refractiva y axial respectivamente (Rappon et al., 2023).

En los lentes Perifocales, luego de un año de uso, el equivalente esférico tuvo un incremento de -0,38 D y -0,63 D en el grupo de tratamiento y control respectivamente, teniendo una eficacia refractiva aproximada de 40 %. La longitud axial tuvo un incremento de 0,33 mm y 0,53 mm en el grupo de tratamiento y control respectivamente, teniendo una eficacia aproximada de 38 % (Tarutta et al., 2019).

Luego de dos años de uso, el equivalente esférico tuvo un incremento de -0,78 D y -1,18 D en el grupo de tratamiento y control respectivamente, teniendo una eficacia refractiva aproximada de 34 %. La longitud axial tuvo un incremento de 0,30 mm y 0,62 mm en el grupo de tratamiento y control respectivamente, teniendo una eficacia axial aproximada de 52 % (Tarutta et al., 2019).

En el lente SMC, luego de un año de uso, en el grupo de tratamiento la progresión míopica y de longitud axial fue de -0,48 D y 0,21 mm respectivamente. En el grupo control la progresión míopica y de longitud axial fue de -0,64 D y 0,32 mm respectivamente, siendo una eficacia refractiva de 25 % y axial de 34 % (Yuval et al., 2024).

En el caso particular del lente MDPL, se muestran resultados de longitud axial únicamente. Tras un año de estudio, esta

progresó 0,14 mm en el grupo de tratamiento y 0,23 mm en el grupo control, teniendo una eficacia absoluta de 39 % (Sánchez-Tena et al., 2024).

Basado en los resultados, los nuevos diseños de lentes para control de miopía que se fundamentan en las teorías de desenfoque miópico y disminución de contraste, cumplen con el objetivo de reducir la progresión de la miopía. Los resultados pueden variar según el diseño del lente, donde el lente con mayor eficacia refractiva en el primer año de estudio fue DOT con una eficacia de 74 % y con menor eficacia fue el lente CARE con 21 %. A su vez, en el segundo año de estudio, el lente con mayor eficacia refractiva fue el lente HALT con 55 % y con menor eficacia el lente Perifocal con 34 %. En el primer año de estudio el lente con mayor eficacia axial fue DIMS con un 66 % y con menor eficacia el lente CARE con un 23 %. Posteriormente, en el segundo año de estudio, el lente con mayor eficacia axial fue DIMS con 62 % y con menor eficacia el lente Perifocal con 34 %.

Los porcentajes de eficacia con su respectiva diferencia entre resultados de los grupos de tratamiento y control se presentan por equivalencia esférica en la tabla 2 y por longitud axial en la tabla 3.

Tabla 2

Eficacias en base a refracción equivalente esférica.

Autor	Periodo	Lente	Grupo de tratamiento	Grupo control	Diferencia	Eficacia
Lam et al. (2023)	1 año	DIMS	-0,17	-0,55	-0,38	69,09 %
Bao et al. (2022)	1 año	HALT	-0,27	-0,81	-0,54	66,67 %
Liu et al. (2023)	1 año	CARE	-0,56	-0,71	-0,15	21,13 %
Rappon et al. (2023)	1 año	DOT	-0,14	-0,54	-0,40	74,07 %
Tarutta et al. (2019)	1 año	Perifocal	-0,38	-0,63	-0,25	39,68 %
Yuval et al. (2024)	1 año	SMC	-0,48	-0,64	-0,16	25 %
Sánchez-Tena et al (2024)	1 año	MDPL	-	-	-	-
Bao et al. (2022)	2 años	HALT	-0,66	-1,46	-0,80	54,79 %
Lam et al. (2023)	2 años	DIMS	-0,41	-0,85	-0,44	51,76 %
Torutta et al. (2019)	2 años	Perifocal	-0,78	-1,18	-0,40	33,90 %

Nota: Nota: D.I.M.S., defocus incorporated multiple segments. H.A.L.T., highly aspherical lenslet target. C.A.R.E., cylindrical annular refractive element. S.M.C., shamir myopia control. M.D.P.L., myopic peripheral defocus lens. D.O.T., difussion optics technology.

Tabla 3

Eficacias en base a longitud axial

Autor	Periodo	Lente	Grupo de tratamiento	Grupo control	Diferencia	Eficacia
Lam et al. (2023)	1 año	DIMS	0,11	0,32	0,21	65,63 %
Bao et al. (2022)	1 año	HALT	0,13	0,36	0,23	63,88 %
Liu et al. (2023)	1 año	CARE	0,27	0,35	0,08	22,86 %
Rappon et al. (2023)	1 año	DOT	0,15	0,30	0,15	50 %
Tarutta et al. (2019)	1 año	Perifocal	0,33	0,53	0,20	37,53 %
Yuval et al. (2024)	1 año	SMC	0,21	0,32	0,11	34,38 %
Sánchez-Tena et al (2024)	1 año	MDPL	0,14	0,23	0,09	39,13 %
Bao et al. (2022)	2 años	HALT	0,34	0,69	0,35	50,72 %
Lam et al. (2023)	2 años	DIMS	0,21	0,55	0,34	61,81 %
Torutta et al. (2019)	2 años	Perifocal	0,30	0,62	0,32	51,61 %

Nota: Nota: D.I.M.S., defocus incorporated multiple segments. H.A.L.T., highly aspherical lenslet target. C.A.R.E., cylindrical annular refractive element. S.M.C., shamir myopia control. M.D.P.L., myopic peripheral defocus lens. D.O.T., difussion optics technology.

Si bien es cierto, el principal objetivo del control de la miopía es la ralentización de su progresión, el uso de estos lentes sin efectos secundarios es también imprescindible, ya

que en algunos casos se ha reportado que, a mayor tiempo de uso, mejores resultados (Lam et al., 2023; Bao et al., 2022; Liu et al., 2023; Yuval et al., 2024).

Idealmente, una intervención para el control de la miopía debe ser tan mínimamente invasiva como sea posible, haciendo que las gafas sean la alternativa ideal en la mayoría de los casos (Lam et al., 2020). Con características de fácil adaptación, ninguna preocupación por la infección ocular y un menor costo en comparación con los lentes de contacto, las gafas son la opción más común para el control de la miopía (Guo et al., 2023).

Estos lentes necesitan un pequeño periodo de adaptación por las características de cada diseño, pero esta adaptación no ha sido un factor que provoque una deserción de uso. En el lente DIMS a pesar de que algunos sujetos inicialmente notaron una leve borrosidad en la media periferia del campo visual, se adaptaron completamente a los lentes en unos pocos días (Lam et al., 2020). El uso prolongado de lentes oftálmicas DIMS no causó efectos adversos en las funciones visuales (Lam et al., 2023). En el lente HALT, cuando se fija a través de la periferia del lente, la agudeza visual de bajo contraste y la lectura se redujo ligeramente mientras la agudeza visual de alto contraste no se vio afectada (Gao et al., 2021). El desempeño visual fue mínimamente perjudicado al ver a través de los microlentes (Li et al., 2021). Las lentes DOT permiten al usuario ver a través de la zona de tratamiento ya que se logra mantener una excelente agudeza visual y la visión periférica funcional (Rappon et al., 2023). En el lente CARE, todos los grupos se adaptaron a sus lentes sin reportar eventos adversos, quejas o incomodidad (Liu et al., 2023).

Un lente oftálmico con desenfoque periférico asimétrico es limitado en las áreas de tratamiento, ya que esta no alterna su efecto de desenfoque miópico y corrección de lejos

como otros diseños, por lo cual puede alterar en otras direcciones de la mirada que no sea la primaria. (Erdinest et al., 2023). Al realizarse comparativas de funciones visuales en posición primaria de mirada, no se encontró diferencias significativas entre el lente Perifocal y los lentes de visión sencilla (Silva-Leite et al., 2023). La puntuación subjetiva de la experiencia visual en el uso diario del lente SMC fue similar tanto en el grupo control como en el grupo de tratamiento, indicando buena tolerabilidad al lente (Yuval et al., 2024). Los nuevos diseños de lentes oftálmicos para el control de la miopía no reportaron efectos secundarios, por lo cual son confiables como método no invasivo para su uso continuo.

DISCUSIÓN

El uso de los lentes oftálmicos para el manejo de la progresión de la miopía ha sido bien estudiado en años recientes, demostrando diferentes niveles de eficacia entre los diferentes diseños de los lentes.

Regularmente, en la mayoría de los ensayos clínicos esta eficacia se presenta calculando el promedio de la reducción de la progresión en el grupo de tratamiento comparado con el grupo control; los resultados suelen ser presentados en revisiones de 6 meses, anuales o en el total del tiempo de estudio y expresados como un porcentaje. Realizar una comparación directa de eficacias no es posible por las diferencias demográficas, tamaño de muestras, protocolos de estudios y diferencia en el tiempo del estudio. A su vez, extrapolar el efecto de la eficacia observada en el primer año de tratamiento para estimar el efecto del segundo año es desacertado. En los resultados de la tabla 2 y 3, se observó una reducción de la eficacia en

el segundo año, lo cual también ha sido reportado por sus respectivos autores en sus estudios (Lam et al., 2023; Bao et al., 2022).

La información disponible de la eficacia en el control de miopía esta generalmente limitada a dos o tres años, haciendo el efecto del tratamiento a largo plazo incierto. Con imprudencia, se está asumiendo que la eficacia será mantenida a mayor plazo del estudiado.

Debido a estos cambios de eficacia a través de los años, reportar la eficacia con una reciente métrica propuesta denominada CARE (Cumulative, Absolute, Reduction in axial Elongation), parece ser el método más acertado (Brennan et al., 2021). Esta nueva métrica se basa en la reducción de la longitud axial únicamente, que pueda acumularse en el tiempo aplicado en el estudio, lo cual evitaría el error de proyectar una eficacia a mayor tiempo del estudiado. En las más recientes publicaciones de resultados de tratamientos de control de miopía ya se está implementando esta métrica, aunque se conservan los resultados de comparación de grupos de tratamiento y control, con la particularidad de eliminar los porcentajes de eficacia, como en el caso del lente de contacto MYLO con sus resultados de 2 años (Díaz-Gómez et al., 2024).

En comparación con eficacias de otros tratamientos, para la atropina, las eficacias reportadas van desde 27 % (0,01 %) a 67 % (0,05 %) para la progresión dióptrica y desde 12 % (0,01 %) a 51 % (0,05 %) para longitud axial. Los lentes de contacto MiSight (59 % en dioptrías y 52 % en longitud axial) y Biofinity +2,50 D (43 % en dioptrías y 36 % en longitud axial) mostraron una reducción significativa de la progresión de miopía (Lanca et al., 2023), y en ortoqueratología se reportó una eficacia de 58,5 % (0,24 mm) en

un trabajo que recolectó los resultados de tres estudios luego de 2 años (Santodomingo-Rubido et al., 2024).

Aunque todavía no existen criterios científicos válidos para decidir cuándo iniciar el tratamiento basado en la progresión y sea necesario realizar más investigaciones (Lanca et al., 2023), independientemente de la eficacia disponible, el control de la miopía con lentes oftálmicas debe ser sugerido a todos los pacientes miopes jóvenes para la reducción riesgos de complicaciones visuales futuros (Brennan et al., 2021), incluso reducciones moderadas, ya que hasta la reducción de 0,25 D (equivalente a 0,1 mm) produce un 10 % de reducción del riesgo de maculopatía miópica (Bullimore and Brennan, 2019).

Esta revisión bibliográfica no incluye otros tratamientos como lentes de contacto, atropina, u ortoqueratología, igualmente no se incluyen combinaciones de tratamiento. En este trabajo se presentaron los lentes oftálmicos con resultados publicados, sin embargo, existen varios estudios aun en proceso, tanto de nuevos lentes como de los presentados para extender su tiempo de estudio, por lo que una actualización constante es imprescindible. El presente trabajo brinda un resumen de los resultados obtenidos y pueden ser utilizados por el profesional de la salud visual para decidir el uso de un diseño basado en su eficacia y disponibilidad.

CONCLUSIÓN

La miopía en la infancia debe ser intervenida de manera activa con las diferentes alternativas disponibles para evitar una miopía alta en la edad adulta y así disminuir las probabilidades de desarrollar

complicaciones visuales. Hay un gran interés en las lentes oftálmicas para manejo de miopía por parte de los padres por ser un tratamiento no invasivo para aquellos pacientes que no desean usar lentes de contacto u otras alternativas para el manejo de miopía. La teoría de retraso acomodativo como método de control miópico fue descartado por no obtener resultados que fuesen clínicamente significativos; en cambio, la teoría de desenfoque miópico periférico y disminución de contraste si los obtuvieron. La eficacia axial es el parámetro estándar para monitorizar la progresión de miopía y estos lentes alcanzan eficacias desde 34 % a 62 % acumulado en el segundo año, como sugiere la métrica CARE (Cumulative, Absolute, Reduction in axial Elongation). No se reportaron casos de deserción por el uso de estos lentes, y solo se necesita un corto periodo de adaptación por parte del usuario, por lo cual, las lentes oftálmicas para el control de la miopía fabricadas bajo los principios teóricos de desenfoque miópico periférico y disminución de contraste entre conos adyacentes constituyen una alternativa segura y confiable por alcanzar eficacias clínicamente significativas y pueden ser usadas sin efectos secundarios.

REFERENCIAS

- Alvarez-Peregrina, C., Sanchez-Tena, M. A., Martinez-Perez, C., Villa-Collar, C., Clinical Evaluation of MyoCare in Europe –the CEME Study Group, & Ohlendorf, A. (2023). Clinical Evaluation of MyoCare in Europe (CEME): study protocol for a prospective, multicenter, randomized, double-blinded, and controlled clinical trial. *Trials*, 24(1), 674. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07696-0>
- Bao, J., Huang, Y., Li, X., Yang, A., Zhou, F., Wu, J., Wang, C., Li, Y., Lim, E. W., Spiegel, D. P., Drobe, B., & Chen, H. (2022). Spectacle Lenses With Aspherical Lenslets for Myopia Control vs Single-Vision Spectacle Lenses: A Randomized Clinical Trial. *JAMA ophthalmology*, 140(5), 472–478. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2022.0401>
- Bao, J., Yang, A., Huang, Y., Li, X., Pan, Y., Ding, C., Lim, E. W., Zheng, J., Spiegel, D. P., Drobe, B., Lu, F., & Chen, H. (2022). One-year myopia control efficacy of spectacle lenses with aspherical lenslets. *The British journal of ophthalmology*, 106(8), 1171–1176. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-318367>
- Brennan, N. A., Toubouti, Y. M., Cheng, X., & Bullimore, M. A. (2021). Efficacy in myopia control. *Progress in retinal and eye research*, 83, 100923. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100923>
- Bullimore, M. A., & Brennan, N. A. (2019). Myopia Control: Why Each Diopter Matters. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, 96(6), 463–465. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001367>
- Díaz-Gómez, S., Burgos-Martínez, M., Sankaridurg, P., Urkia-Solorzano, A., & Carballo-Álvarez, J. (2024). Two-Year Myopia Management

- Efficacy of Extended Depth of Focus Soft Contact Lenses (MYLO) in Caucasian Children. *American journal of ophthalmology*, 260, 122–131.
<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2023.11.025>
- Erdinest, N., London, N., Lavy, I., Berkow, D., Landau, D., Morad, Y., & Levinger, N. (2023). Peripheral Defocus and Myopia Management: A Mini-Review. *Korean journal of ophthalmology: KJO*, 37(1), 70–81.
<https://doi.org/10.3341/kjo.2022.0125>
- Gao, Y., Lim, E. W., Yang, A., Drobe, B., & Bullimore, M. A. (2021). The impact of spectacle lenses for myopia control on visual functions. *Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 41(6), 1320–1331.
<https://doi.org/10.1111/opo.12878>
- Guo, H., Li, X., Zhang, X., Wang, H., & Li, J. (2023). Comparing the effects of highly aspherical lenslets versus defocus incorporated multiple segment spectacle lenses on myopia control. *Scientific reports*, 13(1), 3048.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-30157-2>
- Haarman, A. E. G., Enthoven, C. A., Tideman, J. W. L., Tedja, M. S., Verhoeven, V. J. M., & Klaver, C. C. W. (2020). The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis. *Investigative ophthalmology & visual science*, 61(4), 49.
<https://doi.org/10.1167/iovs.61.4.49>
- Holden, B. A., Fricke, T. R., Wilson, D. A., Jong, M., Naidoo, K. S., Sankaridurg, P., Wong, T. Y., Naduvilath, T. J., & Resnikoff, S. (2016). Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 123(5), 1036–1042.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
- Iribarren, R., Szeps, A., Kotlik, C., Laurencio, L., De Tomas, M., Impagliazzo, R., & Martin, G. (2023). Short-Term Axial Length Changes in Myopic Eyes Induced by Defocus Spectacles for Myopia Control. *Photonics*, 10, 668.
<https://doi.org/10.3390/photonics10060668>
- Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Tse, D. Y., Lee, R. P. K., Chun, R. K. M., Hasegawa, K., Qi, H., Hatanaka, T., & To, C. H. (2020). Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *The British journal of ophthalmology*, 104(3), 363–368.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313739>
- Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Zhang, H. Y., Lee, P. H., Tse, D. Y. Y., Qi, H., Vlasak, N., & To, C. H. (2023). Long-term myopia control effect and safety in children wearing DIMS spectacle lenses for 6 years. *Scientific reports*, 13(1), 5475.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-32700-7>

- Lam, C. S., Tang, W. C., Lee, P. H., Zhang, H. Y., Qi, H., Hasegawa, K., & To, C. H. (2022). Myopia control effect of defocus incorporated multiple segments (DIMS) spectacle lens in Chinese children: results of a 3-year follow-up study. *The British journal of ophthalmology*, 106(8), 1110–1114.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-317664>
- Lanca, C., Pang, C. P., & Grzybowski, A. (2023). Effectiveness of myopia control interventions: A systematic review of 12 randomized control trials published between 2019 and 2021. *Frontiers in public health*, 11, 1125000.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1125000>
- Li, X., Ding, C., Li, Y., Lim, E. W., Gao, Y., Fermigier, B., Yang, A., Chen, H., & Bao, J. (2021). Influence of Lenslet Configuration on Short-Term Visual Performance in Myopia Control Spectacle Lenses. *Frontiers in neuroscience*, 15, 667329.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2021.667329>
- Li, X., Huang, Y., Yin, Z., Liu, C., Zhang, S., Yang, A., Drobe, B., Chen, H., & Bao, J. (2023). Myopia Control Efficacy of Spectacle Lenses With Aspherical Lenslets: Results of a 3-Year Follow-Up Study. *American journal of ophthalmology*, 253, 160–168.
<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2023.03.030>
- Liu, X., Wang, P., Xie, Z., Sun, M., Chen, M., Wang, J., Huang, J., Chen, S., Chen, Z., Wang, Y., Li, Y., Qu, J., & Mao, X. (2023). One-year myopia control efficacy of cylindrical annular refractive element spectacle lenses. *Acta ophthalmologica*, 101(6), 651–657.
<https://doi.org/10.1111/aos.15649>
- Lupon, M., Nolla, C., & Cardona, G. (2024). New Designs of Spectacle Lenses for the Control of Myopia Progression: A Scoping Review. *Journal of clinical medicine*, 13(4), 1157.
<https://doi.org/10.3390/jcm13041157>
- Neitz, M., Patterson, S. S., & Neitz, J. (2019). Photopigment genes, cones, and color update: disrupting the splicing code causes a diverse array of vision disorders. *Current opinion in behavioral sciences*, 30, 60–66.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.05.004>
- Rappon, J., Chung, C., Young, G., Hunt, C., Neitz, J., Neitz, M., & Chalberg, T. (2023). Control of myopia using diffusion optics spectacle lenses: 12-month results of a randomised controlled, efficacy and safety study (CYPRESS). *The British journal of ophthalmology*, 107(11), 1709–1715.
<https://doi.org/10.1136/bjo-2021-321005>
- Sánchez-Tena, M.Á., Cleva, J.M., Villa-Collar, C., Álvarez, M., Ruiz-Pomeda, A., Martínez-Perez, C., Andreu-Vazquez, C., Chamorro, E., & Alvarez-Peregrina, C. (2024). Effectiveness of a Spectacle Lens with a Specific Asymmetric Myopic Peripheral Defocus: 12-Month Results in a Spanish Population.

- Children*, 11, 177.
<https://doi.org/10.3390/children11020177>
- Santodomingo-Rubido, J., Cheung, S. W., Villa-Collar, C., & ROMIO/MCOS/TO-SEE Groups (2024). A new look at the myopia control efficacy of orthokeratology. *Contact lens & anterior eye: the journal of the British Contact Lens Association*, 47(5), 102251. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2024.102251>
- Silva-Leite, S., Amorim-de-Sousa, A., Queirós, A., González-Méijome, J. M., & Fernandes, P. (2023). Peripheral Refraction and Visual Function of Novel Perifocal Ophthalmic Lens for the Control of Myopia Progression. *Journal of clinical medicine*, 12(4), 1435. <https://doi.org/10.3390/jcm12041435>
- Tarutta, E. P., Proskurina, O. V., Tarasova, N. A., Milash, S. V., & Markosyan, G. A. (2019). Otdalennye rezul'taty ochkovoï korrektsii s perifokal'nym defokusom u deteĭ s progressiruiushcheĭ miopieĭ [Long-term results of perifocal defocus spectacle lens correction in children with progressive myopia]. *Vestnik oftalmologii*, 135(5), 46–53. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913505146>
- Yuval, C., Otzem, C., Laura, B. S., Shirel, R., Dana, G. N., Atalia, W., Noam, B., Nir, E., & Yair, M. (2024). Evaluating the Effect of a Myopia Control Spectacle Lens Among Children in Israel: 12-Month Results. *American journal of ophthalmology*, 257, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2023.08.019>