

Astigmatismo y lentes de contacto de profundidad de foco extendido.

A propósito de un caso

César Villa Collar

Col. 2.734

DOO, PhD. Profesor emérito UE

Resumen

Las lentes de contacto de profundidad de foco extendido o EDOF por sus siglas en inglés (LC EDOF), son uno de los diseños de los que más se habla en la actualidad. Su aplicación tanto en la compensación de la presbicia como en el control de miopía les augura un importante crecimiento en los próximos años. Existen dos tipos bien diferenciados de LC EDOF, las moduladas y las no moduladas. Estas últimas presentan un potencial de compensación de astigmatismo, sin diseño tórico, importante. En esta nota técnica se mostrarán los últimos hallazgos sobre este hecho y se especulará, a través de lo encontrado en un caso clínico, sobre las explicaciones que lo justifican.

PUNTOS CLAVE

- Las LC EDOF se aplican en la actualidad para la compensación de la presbicia y el control de la miopía. Son, por tanto, unas LC con gran potencial de crecimiento en los próximos años.
- Hay dos grandes grupos de LC EDOF: las no moduladas y las moduladas.
- Para la compensación del astigmatismo, con las moduladas se precisan de diseños tóricas, mientras que las no moduladas, según últimas investigaciones, pueden llegar a compensar hasta 3 dioptrías de astigmatismo con las LC EDOF rotacionalmente simétricas.
- La neuroadaptación y el efecto estenopeco producido por una gran adición positiva en la zona óptica explican los resultados.

Palabras clave: astigmatismo, lentes de contacto EDOF, neuroadaptación, efecto agujero estenopeco.

Introducción

Las lentes de contacto de profundidad de foco extendido o EDOF por sus siglas en inglés (LC EDOF)

han traído un enfoque novedoso a la corrección de la presbicia y de la miopía. Estos diseños utilizan combinaciones de varias aberraciones de orden superior (HOAs, por sus siglas en inglés) en la superficie frontal del lente para extender el punto focal y generar una verdadera extensión de la profundidad de campo¹. Los lentes EDOF manipulan deliberadamente aberraciones esféricas de orden superior, lo que significa que las correcciones a distancia y de cerca son el resultado de las interacciones de estas aberraciones en el rango normal de distancias de visualización proporcionando una buena visión de lejos, intermedia y de cerca². Estas lentes tienen perfiles de potencia únicos que las distinguen de los diseños tradicionales anulares o esféricas que tienen profundidades focales más limitadas. El perfil de potencia, en las EDOF, varía constantemente, aumentando y/o disminuyendo rápidamente en la zona óptica.

Actualmente existen dos perfiles de potencia bien diferenciados en las LC EDOF, los no modulados y los modulados³. En los primeros, la potencia positiva crece rápidamente del centro a la periferia de la zona óptica mientras que en los segundos el perfil de potencia aumenta y disminuye dentro de la zona óptica (*figuras 1 y 2*).

En la actualidad, en el mercado español se dispone de los dos tipos de LC EDOF tal y como se refleja en la *tabla 1*.

Astigmatismo y LC EDOF

Tanto en su aplicación como control de la miopía como en su adaptación para compensar la presbicia, de existir astigmatismo este debería de ser compensado para obtener la mejor agudeza visual (AV) posible. En el caso de las LC EDOF moduladas es necesario que se fabrique un diseño tórico como en otros tipos de LC. Sin embargo, con las moduladas no es preciso de ese diseño y la lente rotacionalmente simétrica sirve para la compensación de la presbicia.

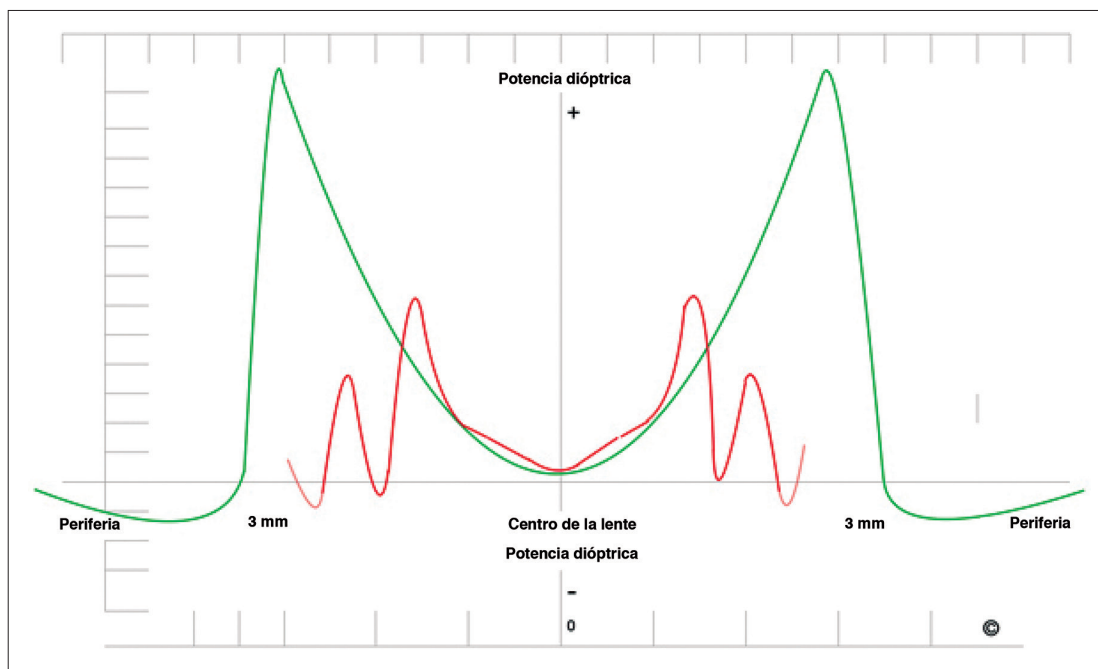
La lente *NaturalVue Multifocal*, fabricada por Visioneering Technologies Inc (VTI), es un ejemplo de LC EDOF no modulada indicada para la compensación de astigmatismo hasta de 2 dioptrías. La lente presenta una adición positiva de hasta +8 D en los 6 mm centrales de zona óptica. Este diseño se denomina de catenaria y produce un importante canal lineal de profundidad de foco como los axicones⁴.

Recientemente, un estudio llevado a cabo por el Dr. Carracedo en la universidad Complutense de Madrid (UCM) y presentado en el último simposio de LC especiales de Las Vegas se encontró un 100% de éxito en pacientes con astigmatismo ≤ 2 dioptrías (D) y del 83% con astigmatismo ≤ 3 D. En todos los casos se preservó la estereopsis y los resultados fueron compatibles con todos los diámetros pupilares⁵.

CASO CLÍNICO

Se trata de un niño de 15 años, el cual había debutado, en el año 2017, con una miopía y astigmatismo

FIGURA 1

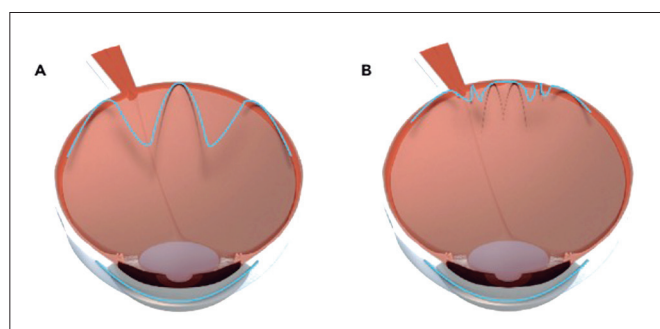


Perfiles de potencia de dos diseños de lentes EDOF diferentes: verde = EDOF no modulado, rojo = EDOF modulado. (Solo para fines ilustrativos. Los perfiles de potencia de las lentes varían según el diseño, la empresa y la potencia refractiva). Creado por N. Dash y extraído de la referencia 3.

FIGURA 2

A. Perfil de imagen en retina basada en el diseño EDOF no modulado. B. Ilustración de la capa de imagen para EDOF modulado. Extraído de la referencia 3.

de -3,50 esf. -2,25 cil. a 175° (AV (AV) Snellen de 1⁻¹) y -3,25 esf. -2,75 cil. a 0° (AV Snellen 1). A pesar del uso de atropina 0,01% desde el 2021 y del 0,02% desde el 2023, la refracción en enero de 2025 era de -7,75 esf. -2,50 cil. a 0° (1) y -8 esf. -3,00 cil. a 0° (1). Se decidió entonces el adaptar la lente *NaturalVue Multifocal* como método de control de miopía y suspender el uso de la atropina. Se calcularon las lentes de acuerdo al nomograma del fabricante y se le adaptaron unas lentes con potencia de -8,75 y -9,00 respectivamente. Todavía no se puede valorar su efecto sobre la evolución de la miopía, pero sí sobre la AV. El primer día de uso la AV con LC fue de 0,80 Snellen con cada ojo y de 1 con una sobrefracción



de -1,00 cil. a 170° en cada ojo. A la semana de uso, la AV con LC fue de 1 con cada ojo. Las topografías corneales previas (*Medmont*) y el análisis del

TABLA 1

Lentes EDOF en el mercado nacional.

BHVI: Brien Holden Vision Institute; SiHY: hidrogel de silicona; Mod.: modulado; No Mod.: no modulado.

Nombre	Origen diseño	Presbicia	Control miopía	Material	Reemplazo	Poder
NaturalVue*	VTI No Mod.	Sí	Sí	Hydrogel 58% G-IV	Diario	+4 a -12,25
Mylo	BHVI Mod.	No	Sí	SiHY	Mensual	+18 a -18
EDOF Presbyopia	BHVI Mod.	Sí	No	SiHy	Mensual	-0,25 a -15 (3 Ad)
SEEF	BHVI Mod.	Sí	Sí	Hydrogel 58% G-IV	Diario	+5 a -12 (3 Ad)

* En España se comercializa también bajo el nombre de *Bloom Day*.

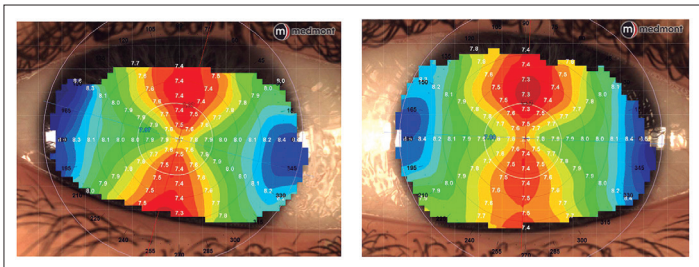


FIGURA 3

Topografía de curvatura axial del caso clínico. Queratometría de 7,97 a 164 x 7,37 a 74 y 7,90 a 178 x 7,31 88.

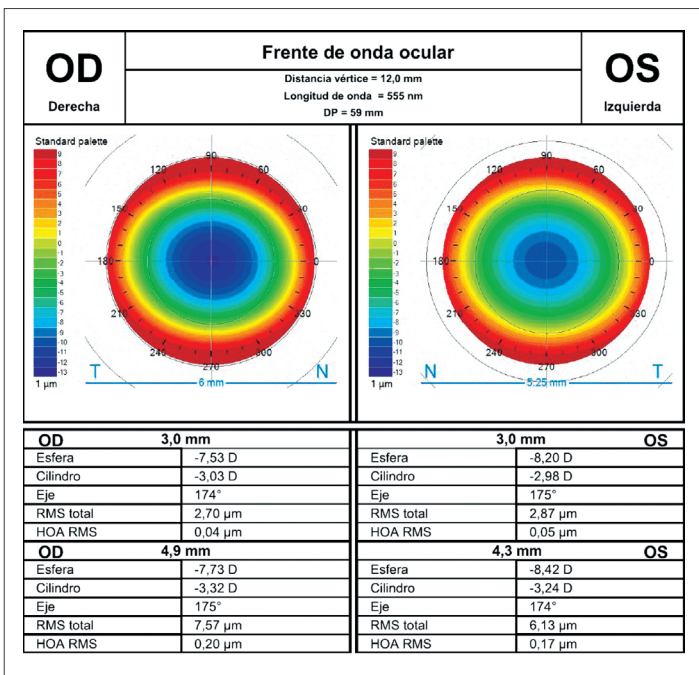


FIGURA 4

Frente de ondas ocular sin lente de contacto.

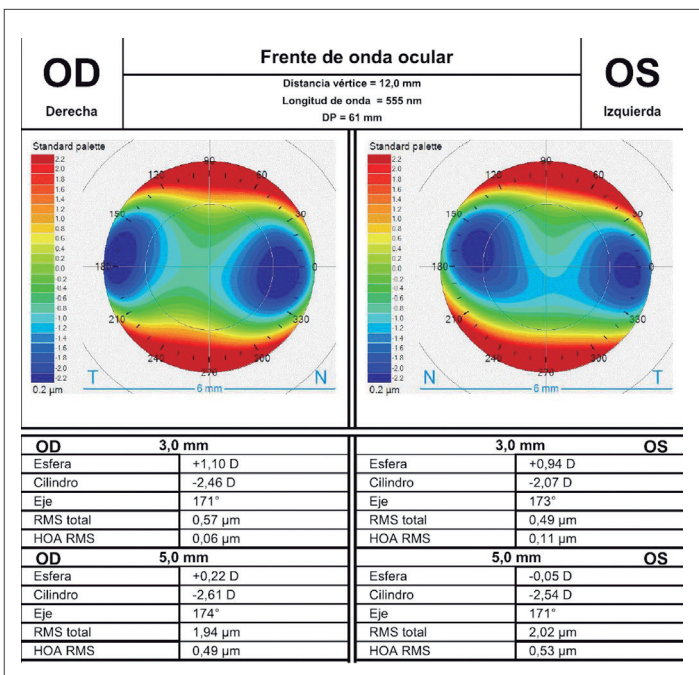


FIGURA 5

Frente de ondas ocular con lente de contacto.

↪ frente de ondas ocular (*i-profiler*) sin y con LC puede verse en las figuras 3,4 y 5.

La tabla 2 muestra los valores de las aberraciones coma, esférica y astigmatismo secundario para pupilas de 3 y 5 mm. Se observa un importante incremento de las aberraciones esféricas combinadas de orden 4 y orden 6 (aberración esférica *like*). También un incremento moderado del *coma like* con LC en el OD y del astigmatismo secundario total de ordenes 4 y 6 en el OI. Estos dos últimos tipos de HOAs inducidos por el descentramiento de las lentes en el ojo.

Discusión

La unión de un proceso de neuroadaptación con un efecto de agujero estenopeico (*pinhole*) es la clave para explicar el porqué de una compensación astigmática tan fuerte con una lente rotacionalmente simétrica (figura 6).

La neuroadaptación es crucial para la visión del mundo real. El cerebro procesa constantemente imágenes dispares mediante supresión y realce. No vemos el punto ciego en nuestra visión y sí percibimos la visión del color en toda la escena visual; sin embargo, los conos se encuentran exclusivamente en la retina central.

El perfil de potencia de la curva catenaria es altamente esférico, con la forma de una cadena colgante, similar a la de un collar que crea una apertura de agujero estenopeico virtual (efecto *pinhole*). El centro de la óptica corrige el error refractivo. A medida que aumenta la excentricidad, la potencia aumenta progresivamente de forma rápida y suave. Esta óptica altamente esférica crea puntos focales que progresan continuamente en el espacio de la imagen, ampliando eficazmente el canal de profundidad de foco de la lente de contacto. Esta mayor profundidad de foco permite corregir el astigmatismo, al igual que la presbicia. El astigmatismo es la diferencia refractiva entre dos meridianos principales del sistema ocular. Cuando el astigmatismo refractivo de un paciente se encuentra dentro del rango del canal de profundidad de foco extendido, ambos puntos focales pueden corregirse simultáneamente, independientemente del eje⁶.

Por otra parte, debe destacarse que las LC EDof parecen tener una menor sensibilidad al descentrado. Las lentes tradicionales suelen presentar distorsión o un rendimiento deficiente relacionado con el centrado y la óptica descentrada. Sin embargo, las lentes EDof ofrecen un excelente rendimiento, como podemos observar en el caso clínico relatado en el que existe un descentrado temporal en AO (Figura 7) que aparentemente no afecta a la AV de alto contraste analizada. ↪

Referencias

- Bakaraju RC, Ehrmann K, Ho A. Extended depth of focus contact lenses vs two commercial multifocals: Part 1. Optical performance evaluation via computed through-focus retinal image quality metrics. *J Optom.* 2018 Jan-Mar;11:10-20.

TABLA 2

Aberraciones oculares esférica, coma y astigmatismo secundario sin y con lente de contacto en OD y OI.

OD	SIN LC	CON LC	OI	SIN LC	CON LC
AE like					
3 mm	0,016	0,025		0,022	0,053
5 mm	0,093	0,449		0,093	0,482
Coma like					
3 mm	0,024	0,052		0,036	0,08
5 mm	0,138	0,242		0,116	0,128
Ast. Sec. Tot.					
3 mm	0,005	0,015		0,009	0,018
5 mm	0,067	0,065		0,048	0,110

OD: ojo derecho; OI: ojo izquierdo; AE like: esférica like (4º y 6º orden); Coma like: 3º y 5º orden; Ast. Sec Tot.: astigmatismo secundario total (4º y 6º orden).

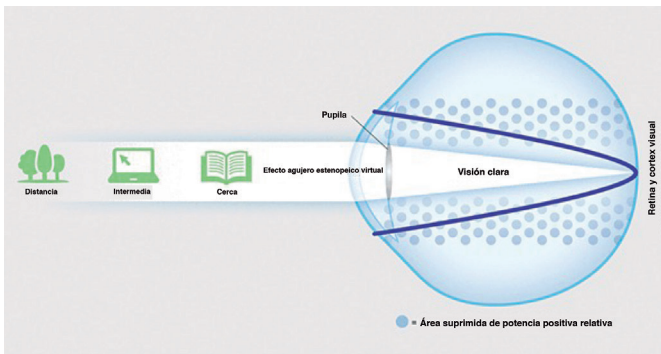


FIGURA 6

Tecnología óptica Neurofocus. Neuroadaptación y efecto estenopeico. Extraído de la referencia 3.

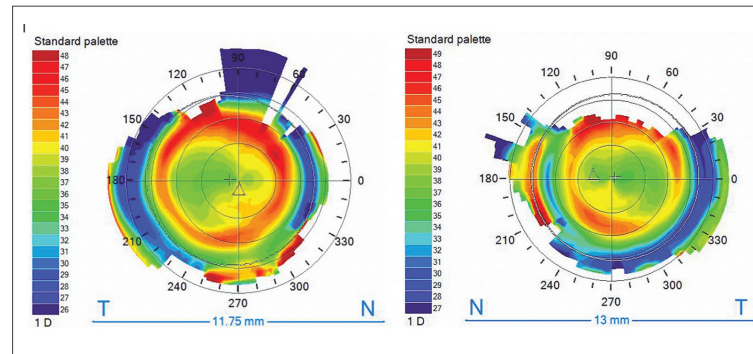


FIGURA 7

Topografía con LC en el ojo en donde se observa el descentrado temporal de ambas lentes.

- Yi F, Iskander DR, Collins M. Depth of focus and visual acuity with primary and secondary spherical aberration. *Vision Res.* 2011 Jul 15;51(14):1648-58.
- Nick Dash. Extended Depth of Focus: Far Reaching Potential for Change. En: <https://www.mieducation.com/pages/extended-depth-of-focus-far-reaching-potential-for-change>. Accedido el 26 de marzo de 2025.
- Ares J, Flores R, Bará S, Jaroszewicz Z. Presbyopia compensation with a quartic axicon. *Optom Visi Sci* 2005,82(12):1071-78.
- Carracedo G. Evaluation of Visual Acuity with Multifocal Cateary Curve-Based Contact Lens Design in Different Degrees of Astigmatism. Podium presentation from Global Specialty Lens Symposium; January 16, 2025; Las Vegas, Nevada, United States.
- Clinical. Astigmatism Correction in Myopes: Key Insights from a New Clinical Study on NaturalVue Multifocal Lenses. Review of myopia management. 2025 March 17, sponsored content.

NOTAS DE APLICACIÓN PRÁCTICA

- Las LC EDof no moduladas tienen un potencial de compensación astigmática, sin diseño tórico de hasta 3 D.
- La AV Snellen de alto contraste, en el estudio llevado a cabo en la universidad Complutense, fue de 1 en el 100% de los casos de menos de ≤ 2 D y se obtiene en el 83% de los casos de ≤ 3 D.
- La neuroadaptación y el efecto estenopeico producido por una la profundidad de foco inducida, justifican lo encontrado.
- El posible descentramiento de la LC tiene un menor efecto en los resultados que con otras LC multifocales.
- A priori, el diámetro pupilar no influye en los resultados.