

Uso clínico de MS-39: topógrafo para el estudio del segmento anterior

Clinical use of MS-39: a topograph for the study of the anterior segment

Yaumary Bauza Fortunato^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7133-0352>

Raúl Plasencia Salini¹ <https://orcid.org/0000-0002-0364-5993>

Zucell A. Veitía Roviroso¹ <https://orcid.org/0000-0002-4052-7910>

Iván Hernández López¹ <https://orcid.org/0000-0001-5291-8292>

Ariacna Castro Machado¹ <https://orcid.org/0000-0002-2334-4231>

¹Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: <mailto:ybauza@infomed.sld.cu>

RESUMEN

El ojo humano es un instrumento óptico simple, pero extremadamente robusto. Los sistemas de imágenes para el diagnóstico y evaluación del segmento anterior del ojo constituyen una herramienta fundamental para el oftalmólogo. Hasta hace poco, el uso de estas técnicas proporcionaba fundamentalmente información cualitativa sobre ciertas enfermedades; sin embargo, el desarrollo de nuevas técnicas de cuantificación abre una nueva Era de evaluación y tratamiento basado en imagen. La tomografía de coherencia óptica de segmento anterior se ha convertido en una herramienta crucial en la Oftalmología. El MS-39 es un topógrafo que usa el dominio espectral y la topografía con disco de Plácido para obtener mediciones del segmento anterior del ojo. Brinda información sobre paquimetría, elevación, curvatura y poder dióptrico de ambas caras de la córnea. Además, permite realizar mapas epiteliales y biometría del cristalino. La alta repetibilidad de esta tecnología justifica su uso en la práctica clínica. De ahí la motivación para realizar una búsqueda de diversos artículos publicados, con el objetivo de describir las

características y la utilidad del MS-39 para el estudio del segmento anterior del ojo. Se utilizó la plataforma Infomed, específicamente la Biblioteca Virtual de Salud, con todos sus buscadores.

Palabras clave: Topografía; tomografía de coherencia óptica; segmento anterior.

ABSTRACT

The human eye is a simple but extremely robust optical tool. Imaging systems for the diagnosis and evaluation of the anterior segment of the eye are a fundamental tool for ophthalmologists. Until recently, use of these techniques mainly provided qualitative information about certain diseases; however, the current development of quantification techniques has paved the way for a new era in image-based evaluation and treatment. Optical coherence tomography of the anterior segment has gained crucial importance in ophthalmology. MS-39 is a topograph that uses the spectral domain and Placido disc topography to obtain measurements of the anterior segment of the eye. This tool provides information about the pachymetry, elevation, curvature and dioptric power of both sides of the cornea. It also permits the development of epithelial maps and crystalline lens biometry. The great repeatability of this technology justifies its use in clinical practice. Hence the motivation to conduct a search for a variety of published papers, with the purpose of describing the characteristics and usefulness of the MS-39 for the study of the anterior segment of the eye. Use was made of the Infomed platform, particularly the Virtual Health Library with all its search engines.

Key words: Topography; optical coherence tomography; anterior segment.

Recibido: 11/06/2020

Aceptado: 12/07/2020

Introducción

El ojo humano es un instrumento óptico simple, pero extremadamente robusto.⁽¹⁾ Se compone de solo dos lentes positivas: la córnea y el cristalino, que producen imágenes reales en la retina e inician el proceso visual. Cuando se compara con los sistemas ópticos artificiales, a menudo formados por muchas más lentes, el ojo es simple pero está muy bien adaptado a los requisitos del sistema visual.⁽²⁾

Los sistemas de imágenes para el diagnóstico y la evaluación del segmento anterior del ojo constituyen una herramienta fundamental para el oftalmólogo. Hasta hace poco, el uso de estas técnicas proporcionaba fundamentalmente información cualitativa sobre ciertas enfermedades; sin embargo, el desarrollo de nuevas técnicas de cuantificación abre una Nueva Era de evaluación y tratamiento basado en imagen. La obtención de medidas estructurales y geométricas precisas en el ojo permite el desarrollo de modelos individualizados para cada paciente, lo cual posibilita incrementar la predictibilidad de diversos procedimientos.⁽³⁾

La medición precisa de la longitud axial (ALX: por sus siglas en inglés), la queratometría (K) y la profundidad de la cámara anterior (ACD: por sus siglas en inglés) son indispensables para calcular el poder del lente intraocular (LIO).⁽⁴⁾ Se ha reportado que el 54 % de los errores en el cálculo responde a mediciones incorrectas de la ALX.⁽⁵⁾

Hasta hace poco, la interferometría de coherencia parcial fue la técnica de biometría más usada, ya que obtenía mediciones más exactas que la ultrasonografía.^(6,7) Sin embargo, esta tecnología presentaba dificultades en los pacientes con cataratas maduras o cataratas subcapsulares posteriores, por lo que surgieron nuevas tecnologías de biometría, como la tomografía de coherencia óptica de fuente de barrido (OCT-SS, por sus siglas en inglés), con mayor longitud de onda y mejores resultados.^(6,8,9)

La tomografía de coherencia óptica (OCT: por sus siglas en inglés) es una técnica no invasiva y de no contacto que provee imágenes de alta calidad y análisis de tejidos oculares.⁽¹⁰⁾ En el año 1994, *Izatt* y otros presentaron el primer estudio de imágenes con OCT de la córnea y el segmento anterior.⁽¹¹⁾

La tomografía es una técnica donde hay una fusión de una serie de imágenes transversales para permitir una reconstrucción tridimensional generada por computadora. La tomografía de segmento anterior permite no solamente la visualización de la superficie corneal anterior, sino también de la superficie corneal posterior; de la cámara anterior; del grosor corneal y de porciones del ángulo del ojo y del cristalino. Las mediciones, como la profundidad de la cámara anterior, el grosor corneal y la densidad del lente, son ejemplos de mediciones disponibles con la tomografía de segmento anterior que no se podían efectuar con dispositivos más antiguos, ya que simplemente medían la superficie corneal anterior.⁽¹²⁾

Posteriormente se agregó topografía con discos de Plácido a los dispositivos de OCT comerciales para generar mejores mapas corneales.^(13,14) En la actualidad, el OCT de segmento anterior se ha convertido en una herramienta crucial en la práctica clínica.⁽¹⁵⁾ La OCT se puede dividir, según el sistema que utilice, en Time Domain: dominio temporal (TD-OCT), y Spectral Domain: dominio espectral (SD-OCT).⁽¹⁶⁾

Dominio temporal (TD-OCT)

La OCT tipo Time-domain es el método original de la OCT. Frecuentemente es comparado con el ecógrafo ultrasónico porque sus principios básicos son análogos, con TD-OCT, que usa como medio la luz, mientras que la ecografía utiliza el sonido. Ambos métodos crean una imagen seccional mediante la medición del tiempo de retardo del eco y la intensidad reflejada y dispersada de la luz o del sonido.⁽¹⁶⁾

Dominio frecuencial (SD-OCT)

La OCT tipo Spectral-Domain, en cambio, adquiere toda la información sin exploración axial a través del tejido; la obtiene mediante la evaluación del espectro de la interferencia entre la luz reflejada y un espejo estacionario. La diferencia clave es que en un sistema SD-OCT la longitud del brazo de referencia es fija. Las interferencias se obtienen para diferentes frecuencias (λ) simultáneamente, y la luz de salida del interferómetro se analiza con un espectrómetro (de ahí el término dominio espectral).⁽¹⁶⁾

En años recientes, el OCT de dominio espectral para segmento anterior ha ganado protagonismo, ya que dentro de sus tantas funciones ofrece valores biométricos del cristalino, como es el plano ecuatorial.^(17,18)

Martínez-Enríquez y otros presentaron y validaron un modelo de OCT cuantitativo desarrollado para una estimación precisa de la geometría completa de la lente, incluyendo parámetros como el volumen de la lente, el diámetro ecuatorial y la posición del plano ecuatorial (EPP: *equatorial plane position*, por sus siglas en inglés), distancia desde el ápice anterior al ecuador de la lente.⁽¹⁹⁾

Diversas publicaciones recientes consideran el plano ecuatorial del cristalino como un parámetro muy prometedor en el desarrollo de una nueva generación de fórmulas.^(20,21,22)

En la presente revisión, los autores consideran las aplicaciones del MS-39 (CSO, Florencia, Italia) reconocido como uno de los más avanzados OCT de segmento anterior.

MS-39

El MS-39 utiliza OCT de dominio espectral y topografía con disco de Plácido para obtener mediciones del segmento anterior del ojo. Después de autocalibrarse, el proceso de escaneo obtiene una imagen de Plácido y una serie de 25 imágenes radiales de OCT de 7,5 x 16 mm que incluyen 1024 A-scan. Usa una luz con 840

nm de longitud de onda, una resolución axial de 3,5 μm y una resolución transversal de 35 μm ⁽¹⁷⁾ (Fig. 1)



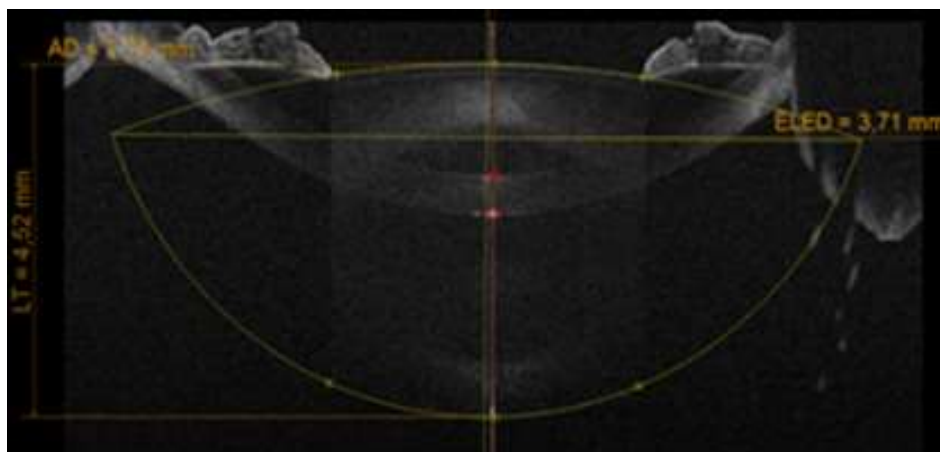
Fuente: Manual MS-39. Disponible en: <https://www.csoitalia.it/en/prodotto/info/63-ms-39>

Fig. 1 - Topógrafo MS-39.

El equipo proporciona información de paquimetría, elevación, curvatura y poder dióptrico de ambas superficies corneales. Además, brinda mapas epiteliales y estromales muy útiles en patologías de superficie corneal.⁽¹⁸⁾

Se ha demostrado por histopatología y por técnicas de imagen un adelgazamiento epitelial central con un engrosamiento epitelial periférico en pacientes con queratocono.^(23,24) *Reinstein* y otros describieron un patrón epitelial en forma de “dona”, usando ultrasonido de alta frecuencia, y demostró que los mapas epiteliales y estromales son muy útiles en el diagnóstico precoz de queratocono subclínico.^(25,26) Estos mapas del MS-39 han sido introducidos con parámetros que permiten también clasificar la gravedad del queratocono.^(25,26,27,28,29)

Una de las aplicaciones más importantes del equipo es la biometría del cristalino, que posibilita conocer su grosor y la distancia hasta su plano ecuatorial, lo que ayuda al cálculo del lente intraocular.⁽¹⁸⁾ (Fig. 2).



Fuente: Manual MS-39. Disponible en: <https://www.csoitalia.it/en/prodotto/info/63-ms-39>

ELED: expected lens equator distance.

Fig. 2 - Imagen del plano ecuatorial del cristalino.

Diversas publicaciones recientes consideran el plano ecuatorial del cristalino como un parámetro muy prometedor en el desarrollo de una nueva generación de fórmulas que tomen en cuenta la anatomía del cristalino para la predicción de la posición efectiva del lente intraocular.^(20,21,22) En el año 2017 *Tsunehiro* y otros estudiaron 178 ojos de 99 pacientes sometidos a cirugía de catarata. Propuso una fórmula basada en parámetros preoperatorios del cristalino obtenidos gracias a imágenes de OCT para el cálculo de la posición efectiva del lente, con la que se logró mejores resultados de predicción en comparación con las fórmulas Hoffer Q y SRK/T.⁽³⁰⁾

Otras de las aplicaciones del MS-39 son la aberrometría corneal y la pupilografía. De igual manera, realiza un *screening* de glaucoma usando medidas como AOD (*angle opening distance*: por sus siglas en inglés) y TISA (*trabecular iris space área*: por sus siglas en inglés), y un *screening* de queratocono basado en el índice BVC (*Baiocchi, Calossi, Versaci*) con cálculos de Ambrosio.⁽¹⁸⁾ El índice BVC se basa en una combinación de las aberraciones de alto orden que se encuentran elevadas en pacientes con queratocono y ha demostrado tener una alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de queratocono subclínico.^(31,32)

Existe también un módulo de cálculo de lente intraocular basado en técnicas de *Ray-Tracing* (Trazado de Rayos) para todo tipo de ojo, una pantalla de

planeamiento para anillos intraestromales y un sistema de análisis de la película lagrimal que estudia valores como el NIBUT (*Non invasive breakup time*).⁽¹⁸⁾ Se ha demostrado que este equipo ofrece mediciones con una alta repetibilidad.

En el año 2018, *Savini* y otros estudiaron la repetibilidad de las mediciones realizadas con un MS-39 y su concordancia con mediciones obtenidas con Pentacam (Sistema Scheimplug) y concluyó que el MS-39 provee una alta repetibilidad para todos los parámetros medidos en todo tipo de ojos. La concordancia de las mediciones del MS-39 con las del Pentacam fueron altas para algunos parámetros, como la profundidad de la cámara anterior y el grosor corneal central, y moderados para otros.⁽¹⁷⁾ En estudios posteriores se ha demostrado también que el MS-39 tiene alta repetibilidad en ojos con queratocono.^(33,34)

Conclusiones

El MS-39 constituye una valiosa herramienta para los oftalmólogos y, sobre todo, para los dedicados al segmento anterior, pues con la información que a través de este puede obtenerse del globo ocular se podrá llegar a un mejor diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades del segmento anterior, y en el futuro perfeccionar y crear fórmulas que le proporcionen al paciente mejores resultados que redunden en una mejor calidad de vida.

Referencias bibliográficas

1. Artal P, Benito A, Tabernero J. The human eye is an example of robust optical design. *J Vis.* 2006;6(1): 1-7.
2. Sánchez González JM. Tomografía de coherencia óptica. Técnicas avanzadas en aplicaciones clínicas de la fisiología ocular. *Gac Optom Ópt Oftálm.* 2015;500:64-71.
3. Marcos S. Imagen cuantitativa del segmento anterior del ojo. *Bol Dig Asoc Esp Tecnol Cir Impl Refr Cór. 2020* [acceso: 06/05/2020];(11). Disponible en: <http://www.vision.csic.es/Publications/Reviews/Imagen%20cuantitativa%20del%20segmento%20anterior%20del%20ojo.pdf>

4. Natung T, Shullai W, Nongrum B, Thangkhiew L, Baruah P, Phiamphu ML. Ocular biometry characteristics and corneal astigmatisms in cataract surgery candidates at a tertiary care center in North-East India. *Ind J Ophthalmol.* 2019;67:1417-23.
5. Ruiz-Mesa R, Abengózar-Vela A, Ruiz-Santos M. Comparison of a new Scheimpflug imaging combined with partial coherence interferometry biometer and a low-coherence reflectometry biometer. *J Cat Refr Surg.* 2017;43(11):1406-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2017.08.016>
6. Yang CM, Lim DH, Kim HJ, Chung TY. Comparison of two swept-source optical coherence tomography biometers and a partial coherence interferometer. *PLoS One.* 2019;14(10):e0223114. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223114>
7. Whang WJ, Jung BJ, Oh TH, Byun YS, Joo CK. Comparison of postoperative refractive outcomes: IOLMaster® versus immersion ultrasound. *Ophth Surg Las Imag: Off J Internat Soc Imag Eye.* 2012;43(6):496-9. DOI: <https://doi.org/10.3928/15428877-20120726-03>
8. Saucedo R. Comparative analysis and repeatability assessment of IOL Master 500 versus IOL Master 700 biometry in cataract patients. *Rev Mex Oftalmol.* 2019;93(3):130-6.
9. Whang W, Yoo Y, Kang M. et al. Predictive accuracy of partial coherence interferometry and swept-source optical coherence tomography for intraocular lens power calculation. *Sci Rep.* 2018;8(2018):13732. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32246-z>
10. Ramos JL, Li Y, Huang D. Clinical and research applications of anterior segment optical coherence tomography- a review". *Clin Experim Ophthalmol.* 2009;37(1):81-9.
11. Izatt JA, Hee MR, Swanson EA et al. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye *in vivo* with optical coherence tomography". *Arch Ophthalmol.* 1994;112 (12):1584-9.
12. Belin MW. Aplicaciones de la tomografía del segmento anterior en cirugía de córnea. *Rev Highl Ophthalmol.* 2010 [acceso: 06/05/2020];38(2). Disponible en: [http://www.oftalmologos.org.ar/catalogo/items/show/5068](http://www Oftalmologos.org.ar/catalogo/items/show/5068)

13. Martínez-Albert N, Esteve-Taboada JJ, Montes-Mic OR. Repeatability of whole-cornea measurements using an anterior segment imaging device based on OCT and Placido-disk. *Expert Rev Med Devices*. 2017;14:169-75.
14. Shah JM, Han D, Htoon HM, Mehta JS. Intraobserver repeatability and interobserver reproducibility of corneal measurements in normal eyes using an optical coherence tomography-Placido disk device. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41:372-81.
15. Su-Ho L. Clinical applications of anterior segment optical coherence tomography. *J Ophthalmol*. 2015;(2015). DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/605729>
16. Sánchez González JM. Tomografía de coherencia óptica. Técnicas avanzadas en aplicaciones clínicas de la fisiología ocular. *Gac Optom Ópt Oftálm*. 2015;(500):64-71.
17. Savini G, Schiano-Lomoriello D, Hoffer K. Repeatability of automatic measurements by a new anterior segment optical coherence tomographer combined with Placido topography and agreement with 2 Scheimpflug cameras. *J Cataract Refract Surg*. 2018;44:471-78.
18. Página web CSO. Book your appointment with CSO product specialist. MS39 AS-OCT-CSO; 2020 [acceso: 01/05/2020]. Disponible en: <https://www.csoitalia.it/en/prodotto/info/63-ms-39>
19. Martínez-Enriquez E, Sun M, Velasco-Ocana M, Birkenfeld J, Pérez- Merino P, Marcos S. Optical coherence tomography based estimates of crystalline lens volume, equatorial diameter, and plane position. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(9):600-10.
20. Yoo YS. Use of the crystalline lens equatorial plane as a new parameter for predicting postoperative intraocular lens position. *Am J Ophthalmol*. 2019;198:17-24.
21. Haddad JS. Lens anatomy parameters with intraoperative spectral-domain optical coherence tomography in cataractous eyes. *Clin Ophthalmol*. 2019;13:253-60.
22. Martínez-Enríquez E. Estimation of intraocular lens position from full crystalline lens geometry: towards a new generation of intraocular lens power

- calculation formulas. Sci Rep. 2018 [acceso: 02/08/2020];8:9829. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-28272-6>
23. Scroggs MW, Proia AD. Histopathological variation in keratoconus. *Cornea*. 1992; 11(6):553-9.
24. Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial, stromal, and total corneal thickness in keratoconus: three-dimensional display with Artemis very- high frequency digital ultrasound. *J Refract Surg*. 2010 [acceso: 02/08/2020];26(4):259-71. Disponible en: <http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/1081597X-20100218-01>
25. Reinstein D, Archer T, Gobbe M. Corneal epithelial thickness profile in the diagnosis of keratoconus. *J Refract Surg*. 2009;25(7):604-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.3928/1081597X-20090610-06>
26. Reinstein DZ, Archer TJ, Urs R, Gobbe M, RoyChoudhury A, Silverman RH. Detection of Keratoconus in Clinically and Algorithmically Topographically Normal Fellow Eyes Using Epithelial Thickness Analysis. *J Refract Surg*. 2015 [acceso: 02/08/2020];31(11):736-44. Disponible en: <http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/1081597X-20151021-02>
27. Pircher N, Schwarzhans F, Holzer S, et al. Distinguishing keratoconic eyes and healthy 349 eyes using ultrahigh-resolution optical coherence tomography-based corneal 350 epithelium thickness mapping. *Am J Ophthalmol*. 2018;189:47-54.
28. Tang M, Li Y, Chamberlain W, Louie DJ, Schallhorn JM, Huang D. Differentiating 352 keratoconus and corneal warpage by analyzing focal change patterns in corneal 353 topography, pachymetry, and epithelial thickness maps. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(9):544-9.
29. Li Y, Chamberlain W, Tan O, Brass R, Weiss JL, Huang D. Subclinical keratoconus 356 detection by pattern analysis of corneal and epithelial thickness maps with optical 357 coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(2):284-95.
30. Tsunehiro S, Shimizu K, Shoji N, Hiro-Oka H, Furukawa H. Prediction of intraocular lens position based on crystalline lens shape measured using anterior segment optical coherence tomography. *Kitasato Med J*. 2017;47:110-7.

31. Fathy M, El Agooz MH, Samman AH, et al. Anterior Segment Characteristics of Keratoconus Eyes Using Scheimplug-Placid Topography. *J Clin Res Ophthalmol.* 2016;3:003-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.17352/2455-1414000027>
32. Heidari Z, Mohammadpour M, Hashemi H, et al. Early diagnosis of subclinical keratoconus by wavefront parameters using Scheimpflug Placido and Hartmann-Shack based devices. *Int Ophthalmol.* 2020. <https://doi.org/10.1007/s10792-020-01334-3>
33. Schiano-Lomoriello D, Bono V, Abicca I, Savini G. Repeatability of anterior segment measurements by optical coherence tomography combined with Placido disk corneal topography in eyes with keratoconus. *Scient Rep.* 2020 [acceso: 02/08/2020];10:1124. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-02057926-7>
34. Vega-Estrada A. Corneal epithelial thickness intrasubject repeatability and its relation with visual limitation in keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2019;200:255-62.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Yaumary Bauza Fortunato: Diseño de la revisión, búsqueda de la bibliografía, redacción del borrador y de la versión final del trabajo.

Raúl Plasencia Salini: Contribución en la búsqueda de material bibliográfico y confección del borrador del trabajo.

Zucell A. Veitia Rovirosa: Contribución en la búsqueda de material bibliográfico y revisión crítica de la versión final.

Iván Hernández López: Contribución en la búsqueda de material bibliográfico y revisión del borrador del trabajo.

Ariacna Castro Machado: Contribución en la búsqueda de material bibliográfico. Todos los autores aprueban la versión final del trabajo.