

Predicción de la posición efectiva del lente intraocular y su relación con los planos del cristalino

Prediction of the effective intraocular lens position and its relationship to crystalline lens planes

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

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

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

Zucell A. Veitía Rovirosa¹ <https://orcid.org/0000-0002-4052-7910>

Taimi Cárdenas Díaz¹ <https://orcid.org/0000-0003-3220-4553>

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

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

RESUMEN

La cirugía de catarata es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes de toda la medicina. El objetivo de la técnica es eliminar el cristalino opacificado y sustituirlo con lentes intraoculares para lograr una rehabilitación de la función visual. El cálculo preciso de la posición efectiva del lente es crítico para lograr un buen resultado refractivo. Esta es la única variable que no puede medirse en el preoperatorio y que debe predecirse, por lo que representa uno de los retos más grande para el cirujano de catarata, ya que puede influir ampliamente en el resultado visual del paciente. Investigaciones recientes proponen nuevos parámetros para la estimación de la posición efectiva del lente, que están relacionados con la geometría del cristalino. Se realizó una búsqueda con el objetivo de describir la importancia de una adecuada estimación de la posición efectiva del lente y para conocer las últimas fórmulas propuestas para el cálculo del lente. Se encontraron estudios de investigación recientes en varias partes del mundo que proponen nuevas fórmulas basadas en parámetros anatómicos del cristalino. Se utilizó la plataforma Infomed, específicamente la Biblioteca Virtual de Salud, con todos sus buscadores.

Palabras clave: Catarata; posición efectiva del lente; lente intraocular.

ABSTRACT

Cataract surgery is one the most common surgeries within medicine. The technique's objective is the removal of the natural lens of the eye that has developed an opacification, and its replacement with an intraocular lens to provide optimal visual acuity. An accurate assessment of the effective lens position is critical to achieve a good postoperative refractive outcome. This is the only variable that cannot be measured in the preoperative period and must be predicted, therefore it represents one of the greatest challenge for the cataract surgeon, since it can greatly influence the visual outcome of the patient. Recent research proposes new parameters of the estimation of the effective lens position that are related to the geometry of the lens. Research has been made in order describe the importance of an adequate estimation of the effective lens position and to learn more about the latest formulas proposed for its calculation. Many studies proposed new formulas based on lens geometry parameters. The Infomed platform, specifically the Virtual Health Library, was used with all its search engines.

Key words: Cataract; effective lens position; intraocular lens.

Recibido: 29/04/2020

Aceptado: 19/05/2020

Introducción

La cirugía de catarata es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes de toda la medicina.⁽¹⁾ Se trata de una intervención segura, rápida y eficaz, que consigue un buen resultado en el 90- 95 % de los casos.⁽²⁾ El objetivo de la técnica es eliminar el cristalino opacificado y sustituirlo con lentes intraoculares (LIO) para lograr una rehabilitación de la función visual.⁽³⁾ La bolsa capsular es el sitio idóneo para la colocación del LIO, ya que de esta manera se evita el contacto con el tejido uveal, disminuye la descentración y se conserva así la llamada acomodación pseudofáquica.^(4,5,6,7,8)

La evolución constante de la técnica quirúrgica generó la realización de múltiples estudios que tenían la finalidad de determinar la mejor posición para la colocación del LIO. Se llegó la conclusión de colocarlo en la bolsa capsular; alinearlo con el eje visual del paciente y de

esta manera, sustituir exactamente al cristalino en su posición anatómica. Sin embargo, en estudios posteriores que tenían como objetivo la determinación y el análisis de la posición del cristalino, se concluyó que este no está alineado exactamente con el eje visual, sino que el centro de la superficie anterior del cristalino está desplazado 0,25 mm en dirección superotemporal, con una inclinación de 2,85 grados hacia el cuadrante íferotemporal (la cual disminuye con la edad) y a una distancia de aproximadamente 3,26 mm del endotelio corneal.^(4,9)

Actualmente, gracias a los avances tecnológicos y a la modernización de las técnicas, se espera una agudeza visual posquirúrgica perfecta después de la cirugía de catarata, con una excelente calidad visual e independencia de los espejuelos, por lo que se han perfeccionado los métodos de cálculo del lente intraocular.^(10,11) Tales son las expectativas que se crean con esta cirugía que el hecho de obtener un error refractivo, tras la intervención, es considerado como una complicación,⁽¹²⁾ por lo que la realización cada vez más frecuente de una técnica quirúrgica depurada, con menos complicaciones intraoperatorias y después de esta para obtener resultados refractivos de excelencia, es el principal objetivo de los cirujanos de segmento anterior de hoy en día.

La parte principal del cálculo del poder del lente intraocular altamente preciso está dirigido a predecir correctamente la posición efectiva de la lente (ELP: *effective lens position*, por sus siglas en inglés).⁽¹³⁾ El componente esférico del defecto refractivo residual depende de varios factores; entre ellos, la elección del LIO, los errores de cálculo y la posición efectiva del lente en el saco capsular parecen ser los más importantes.^(14,15)

La ELP se define como la distancia desde la superficie anterior de la córnea hasta el plano de dicho lente.⁽¹⁶⁾ Es la única variable que no puede medirse preoperatoriamente y que debe predecirse, por lo que representa uno de los grandes retos para el cirujano de catarata, ya que puede influir ampliamente en el resultado visual del paciente.^(17,18) La predicción de la ELP generalmente no es idéntica a la posición de una lente real dentro del ojo.⁽¹⁹⁾

Investigaciones recientes proponen dos nuevos parámetros para mejorar la estimaciones de ELP: el punto de interfase intracristalino (ICIP: *intracrystalline phase*, por sus siglas en inglés) y el plano ecuatorial de la lente (LEP: *lens equatorial plane*, por sus siglas en inglés).⁽²⁰⁾

El ICIP, definido por el Dr. *Castro-Alonso*, es el punto que representa la interfase entre el complejo cortical-epinúcleo y el núcleo. Si bien la mayoría de las fórmulas actuales estiman la ELP a través de diferentes variables, el Dr. *Castro-Alonso* sugiere que cualquier

parámetro que pueda mejorar esta estimación optimiza los cálculos de la potencia del lente y puede mejorar los resultados de la refracción.^(20,21,22)

A través de los años se han desarrollado fórmulas para la predicción de la ELP con diferentes grados de precisión.⁽¹⁷⁾ El problema de las fórmulas de primera generación es que asumen que la posición efectiva del lente es igual en todos los ojos, independientemente de la longitud axial.⁽¹³⁾ La segunda generación de fórmulas significó un punto de inflexión en cuanto a la metodología y a la mentalidad utilizada respecto al cálculo de la ELP. Se introdujo la longitud axial como un parámetro complementario, es decir, se pasó de una ELP constante a una ELP modificable proporcionalmente en función de la longitud axial ocular.⁽²³⁾ Las fórmulas de tercera generación todavía son las que más se utilizan en la actualidad en muchos lugares del mundo. Tratan de predecir la posición efectiva del lente en función de dos parámetros: la longitud axial y la queratometría (atendiendo a curva y grosor corneal) y la posición efectiva del lente es directamente proporcional a ambos, lo cual puede conllevar errores de cálculo en ojos cortos por estimar la ELP más adelantada a su posición real, al asumir que el segmento anterior es proporcionalmente corto en ojos cortos, circunstancia no siempre cierta. A esta generación pertenece la fórmula SRK/T.⁽¹³⁾ Las fórmulas teóricas de cuarta generación emplean más de dos variables para determinar la posición efectiva de la lente. *Olsen*, por ejemplo, estima la posición efectiva del lente a partir de cuatro variables (ALX, aACD, K y ACD) y las características ópticas del lente que se va a implantar.^(24,25)

Por su parte, *Holladay II* usa siete variables: ALX, K, ACD, grosor del cristalino, diámetro corneal horizontal (blanco-blanco), refracción preoperatoria y edad del paciente; y Haigis utiliza tres constantes combinándolas para el cálculo de la posición efectiva de la lente. Estas constantes derivan del análisis de regresión multivariable de una muestra amplia de cirujanos y de los resultados con modelos de lentes concretos para un rango extenso de ALX y K.⁽¹³⁾

La *Barrett Universal II* es una fórmula de cuarta generación que tiene múltiples ventajas respecto a las demás, tales como: toma en cuenta la curvatura corneal posterior; es efectiva en todos los rangos de longitudes axiales; se utiliza en varias plataformas biométricas; es útil para el cálculo de lentes tóricos; en situaciones especiales, como pacientes vitrectomizados y poscirugía refractiva, utiliza un factor de lente que considera tanto la posición física como la ubicación de los planos principales del lente intraocular, y en muchos estudios tuvo el error de predicción absoluto medio más bajo que otras fórmulas similares.⁽²⁶⁾

Se realizó una búsqueda con el objetivo de describir la importancia de una adecuada estimación de la posición efectiva del lente y para conocer las últimas fórmulas propuestas para el cálculo del lente.

Plano ecuatorial del cristalino

En los últimos años se ha comenzado a estudiar el uso de parámetros anatómicos preoperatorios del cristalino, como el plano ecuatorial, el área de la superficie, el volumen y el diámetro, que no estaban considerados dentro de las fórmulas tradicionales previamente mencionadas.

El plano ecuatorial del cristalino se define como la intersección de las curvaturas anterior y posterior de las superficies del lente.^(22,27) (Fig.). Algunos estudios han sugerido que su estimación podría tener un gran valor para calcular el poder del lente y mejorar el resultado refractivo de cada paciente.⁽²⁸⁾

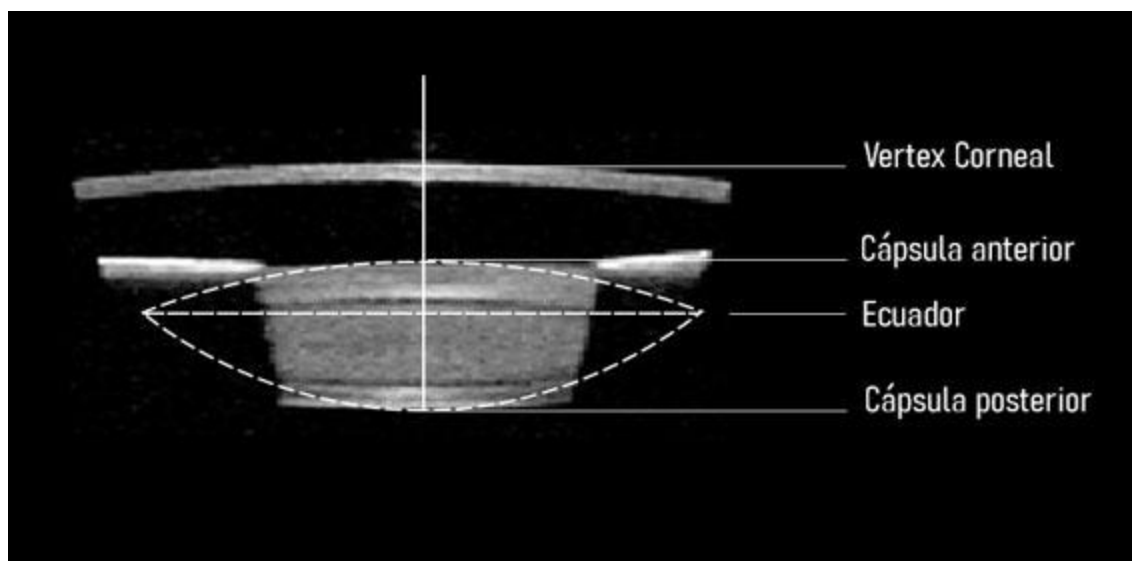


Fig. - Plano ecuatorial del cristalino (IOL master).

En un estudio realizado por *Martínez-Henríquez* y otros en el año 2018, en el Instituto de Óptica “Daza de Valdés”, España, se propuso una nueva fórmula para la ELP basada en los parámetros preoperatorios del cristalino, como el plano ecuatorial, el volumen, la superficie y el diámetro del cristalino. Los resultados de esta fórmula se compararon con los resultados obtenidos por fórmulas tradicionales como SRK/T y *Olsen*. Un total de 12 ojos de 7 pacientes fueron medidos antes y después de la cirugía de catarata por facoemulsificación.

Se obtuvieron menores errores de estimación con la fórmula propuesta del estado refractivo y de la ELP en comparación con las fórmulas tradicionales.⁽²⁹⁾

Estos resultados son similares a los obtenidos por *Tsunehiro* y otros, del Departamento de Oftalmología de la Universidad de Kitasato, Japón, al evaluar 178 ojos de 99 pacientes sometidos a cirugía de catarata. En dicho estudio también se propuso una fórmula basada en parámetros preoperatorios del cristalino, obtenidos gracias a las imágenes de la tomografía de coherencia óptica (OCT) para el cálculo de la ELP, con la que se lograron mejores resultados de predicción en comparación con las fórmulas Hoffer Q y SRK/T.⁽²⁷⁾

Finalmente, en el año 2019 *Y. Yoo* y otros, de Corea del Sur, publicaron una investigación en 104 ojos operados por FLACS que obtuvo menores errores de predicción con el método *Ray-tracing*, que incorpora el plano ecuatorial del cristalino en comparación con la fórmula de Haigis, por lo que consideró al plano ecuatorial del cristalino como un parámetro muy prometedor para mejorar los resultados refractivos de la cirugía de catarata.⁽²²⁾

En conclusión, después de haber estudiado a profundidad estas investigaciones de años recientes, debemos considerar al 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, con el objetivo de mejorar los resultados refractivos y visuales de la cirugía de catarata y, en consecuencia, la satisfacción del paciente.

Referencias bibliográficas

1. Welch G, Cruz M, Escalona M, Fundora V. Facoemulsificación en la cirugía de catarata. Rev Cubana Med Mil. 2017 [acceso: 10/05/2020];46(3):244-55. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572017000300005&lng=es&nrm=iso
2. Pérez Candelaria EC, González Blanco Y, Fernández Argones L, Rodríguez Suárez B, Pedroso Llanes A, Méndez Duque de Estrada AM. Correlación entre la localización del lente intraocular, según biomicroscopia ultrasónica, y diferentes parámetros quirúrgicos en pacientes operados de catarata. Rev Cubana Oftalmol. 2010 [acceso: 10/05/2020];23(Supl. 1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762010000300003

3. Morales Ávalos JM, Torres Moreno AJ. Estudio biométrico ocular en una población adulta del estado de Sinaloa. *Rev Mex Oftalmol.* 2016;90(1):14-7.
4. Cabañas-Lizama JM, Perdiz-Calvo L, Villanueva-Pérez G, Madrazo-Arjona A. Determinación de la posición efectiva del lente intraocular mediante tomografía de coherencia óptica y ultrabiomicroscopia. *Rev Mex Oftalmol.* 2010;84(3):148-52.
5. Sewelam A, Ismail A, Segory H. Ultrasound biomicroscopy of haptic position after transscleral fixation of posterior chamber intraocular lenses. *J Cat Refr Surg.* 2001;27(9):1419-22.
6. Loya N, Lichter H, Barash D, et al. Posterior chamber intraocular lens implantation after capsular tear: Ultrasound biomicroscopy evaluation. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(9):1423-7.
7. Vamosi P, Nemeth G, Berta A. Pseudophakic accommodation with 2 models of foldable intraocular lenses. *J Cat Refr Surg.* 2006;32(2):221-6.
8. Findl O, Kiss B, Petternel V, et al. Intraocular lens movement caused by ciliary muscle contraction. *J Cat Refr Surg.* 2003;29(4):669-76.
9. Chao-Yu H, Jeen-Hon J, Yung-Piao C, et al. Analysis of crystalline lens position. *J Cat Refr Surg.* 2006;32:599-603.
10. Veitía Z, Cuan Y, Herrera Z, Duque de Estrada A. Cirugía de catarata asistida con femtosegundo. *Rev Cubana Oftalmol.* 2016;29(4):696-705.
11. Tinoco-Ortega R, Guerrero-Berger O, Arroyo-Muñoz L. Posición efectiva del lente en pacientes con síndrome de pseudoexfoliación. *Rev Mex Oftalmol.* 2011;85(3):136-41.
12. Hernández Silva JR. Posición efectiva del lente intraocular en la facoemulsificación diagnosticado por biomicroscopia ultrasónica. *Rev Cubana Oftalmol.* 2010;23(2):260-76.
13. Fernández Soler FL, Segarra Pascual J. Cálculo de la lente intraocular: ¿Qué fórmula usar y por qué? Fuentes de error en queratometría y biometría. En: Alió JL, Rodríguez JL. *Buscando la excelencia en la cirugía de catarata.* Barcelona: Editorial Glosa, 2007. p. 66-91.
14. Norrby S. Source of error in intraocular lens power calculation. *Cat Surg.* 2008;34:368-6.
15. Wagner Z. Ecobiometría y cálculo del lente intraocular para la cirugía de catarata. En: Centurion V. *El Libro del Cristalino de las Américas.* Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 79-93.

16. Dooley I, Charalampidou S, Nolan J, Loughman J, Molloy L, Beatty S. Estimation of effective lens position using a method independent of preoperative keratometry readings. *J Cat Refr Surg.* 2011;37(3):506-12.
17. Dalmagro JA, Urrets Zavalía JA. Ecometría para el cálculo de lentes intraoculares. *Oftalmol Clin Exp.* 2016;9(3):75-87.
18. Vamosi P, Nemeth G, Berta A. Pseudophakic accommodation with 2 models of foldable intraocular lenses. *J Cat Refr Surg.* 2006;32(2):221-6.
19. Norrby S, Bergman R, Hirnschall N, Nishi Y, Findl O. Prediction of the true IOL position. *Brit J Ophthalmol.* 2017 [acceso: 10/05/2020];101(10):1440-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2016-309543>
20. Hillman L. Possible new parameters to improve effective lens position estimates. *Cataract Research Highlight Eyeworld;* 2020 [acceso: 10/05/2020]. Disponible en: <https://www.eyeworld.org>
21. Castro-Alonso FJ. Predictive value of intracrystalline interphase point measured by optical low- coherence reflectometry for the estimation of the anatomical position of an intraocular lens after cataract surgery. *J Cat Refr Surg.* 2019;45:1294-1304.
22. 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.
23. Gómez Lara FJ. Comparación de fórmulas biométricas en el cálculo de lentes intraoculares mediante el uso de biometría óptica [Tesis]. Cataluña: Universidad Politécnico de Cataluña: Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa; 2013.
24. Pérez Candelaria E, Veitía Roviroso ZA. Cálculo del lente intraocular en la cirugía de catarata. En: Río Torres M. *Oftalmología. Criterios y tendencias actuales.* La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009. p. 223-43.
25. Olsen T, Oleson H, Thim K. Prediction of postoperative intraocular lens chamber depth. *J Cat Refr Surg.* 1990;16(5):587-90.
26. Veitía Z, Acevedo M, Hernández I, Pérez E, Hormigó I. Utilidad de las fórmulas Barrett Suite para el cálculo de lentes intraoculares. *Rev Cubana Oftalmol.* 2019;32(1):1-12.
27. 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.
28. Martínez-Enríquez 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 [acceso: 10/05/2020];57(9).

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27627188>

29. Martínez-Enríquez E, Pérez-Merino P, Durán-Poveda S, Jiménez-Alfaro I, Marcos S. Estimation of intraocular lens position from full crystalline lens geometry: towards a new generation of intraocular lens power calculation formulas. Scientific Reports. 2018 [acceso: 10/05/2020];8:9829. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-28272-6>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribución de los autores

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

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

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

Zucell A. Veitía Rovirosa: Contribución en la búsqueda de material bibliográfico y confección del borrador del trabajo.

Taimi Cárdenas Díaz: Contribución en la búsqueda de material bibliográfico y revisión crítica de la versión final.

Todos los autores aprueban la versión finalmente remitida.