

Comparación de la predictibilidad obtenida entre tres biómetros para el cálculo de la lente intraocular

Luisina Canegallo, Marcos Schunk, Paula Maldacena, Federico Bordon, Adrián Letroye, Javier Maldacena

Centro de Ojos Paraná, Paraná, Entre Ríos, Argentina.

Recibido: 27 de noviembre de 2024.

Aprobado: 19 de febrero de 2025.

Autor corresponsal

Dr. Javier Maldacena
Centro de Ojos Paraná
Paraguay 19
(3100) Paraná, Entre Ríos
Argentina
+54 (343) 431-7513
jaldacena@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSNe 1851-2658)
20254; 18(1): e43-e51.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n1.405>

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Resumen

Objetivo: Comparar el grado de predictibilidad refractiva obtenida entre tres biómetros oculares.

Materiales y métodos: Estudio retrospectivo, unicéntrico, comparativo de una serie de casos de ojos medidos con tres biómetros diferentes (Lenstar LS900, Pentacam y Argos) entre octubre y diciembre de 2024. Se realizó el cálculo de la lente intraocular Alcon SA60AT mediante cuatro fórmulas: Haigis, SRK/T, Hoffer Q y Barret Universal II, tomando como referencia Haigis. Se evaluó el nivel de predicción al comparar los valores preoperatorios obtenidos con cada biómetro y la diferencia con equivalente esférico postoperatorio obtenido. Para evaluar la correlación entre las mediciones se realizó un test de regresión lineal de Pearson. Las diferencias entre las mediciones de cada biómetro se realizaron mediante el análisis de la varianza (ANOVA).

Resultados: Se incluyeron 63 ojos. El valor medio de las lentes a implantar fue de $21,52 \pm 1,69$ D (18,5 a 25,0). Al comparar el valor preoperatorio calculado menos el equivalente esférico obtenido, para el Lenstar LS900 fue de $-0,005 \pm 0,58$ (-2,2 a 1,6), para el Pentacam fue de $-0,15 \pm 0,62$ (-2,6 a 1,2) y para el Argos fue de $-0,04 \pm 0,56$ (-2,5 a 1,2). El Pentacam fue el único que mostró una diferencia estadísticamente significativa.

Conclusión: En la muestra evaluada no se encontraron diferencias en el valor predictivo para el Lenstar LS900 y el Argos, pero con el Pentacam el

equivalente esférico obtenido fue estadísticamente inferior al valor preoperatorio calculado.

Palabras clave: cataratas, cirugía de cataratas, biómetros, lentes intraoculares, refracción, Lenstar, Pentacam, Argos.

Refractive predictability comparison between three biometers for the calculation of intraocular lenses

Abstract

Objective: To compare the refractive predictability degree achieved between three ocular biometers.

Methods: Retrospective, single-center, case series comparative study of eyes measured with three different biometers (Lenstar LS900, Pentacam, and Argos) from October to December 2024. The calculation for the Alcon SA60AT intraocular lens was performed using four formulas, Haigis, SRK/T, Hoffer Q, and Barrett Universal II, taking Haigis as a reference. The level of predictability was evaluated by comparing the preoperative values obtained with each biometer and the difference with the postoperative spherical equivalent obtained. A Pearson linear regression test was performed to evaluate the correlation between the measurements. Differences between the measurements of each biometer were performed by analysis of variance (ANOVA).

Results: Sixty-three eyes were included. The mean value of the lenses to be implanted was 21.52 ± 1.69 D (18.5 to 25.0). When comparing the calculated preoperative value minus the spherical equivalent obtained, for the Lenstar it was -0.005 ± 0.58 (-2.2 to 1.6), for the Pentacam it was -0.15 ± 0.62 (-2.6 to 1.2) and for the Argos, it was -0.04 ± 0.56 (-2.5 to 1.2). Pentacam was the only one that showed a statistically significant difference.

Conclusion: In the evaluated sample, no differences were found in the predictive value between Lenstar LS900, and Argos, but Pentacam showed a statistically lower spherical equivalent than the calculated preoperative value.

Keywords: cataract surgery, biometers, intraocular lenses, refraction, Lenstar, Pentacam, Argos.

Comparação da previsibilidade obtida entre três biômetros para o cálculo da lente intraocular

Resumo

Objetivo: Comparar o grau de previsibilidade refrativa obtido entre três biômetros oculares.

Materiais e métodos: Estudo retrospectivo, unicêntrico e comparativo de uma série de casos de olhos medidos com três biômetros diferentes (Lenstar LS900, Pentacam e Argos) entre outubro e dezembro de 2024. O cálculo da lente intraocular Alcon SA60AT foi realizado utilizando quatro fórmulas: Haigis, SRK/T, Hoffer Q e Barret Universal II, tomando Haigis como referência. O nível de predição foi avaliado comparando os valores pré-operatórios obtidos com cada biômetro e a diferença com o equivalente esférico pós-operatório obtido. Para avaliar a correlação entre as medidas, foi realizado um teste de regressão linear de Pearson. As diferenças entre as medidas de cada biômetro foram realizadas usando análise de variância (ANOVA).

Resultados: 63 olhos foram incluídos. O valor médio das lentes a serem implantadas foi de $21,52 \pm 1,69$ D (18,5 a 25,0). Ao comparar o valor pré-operatório calculado menos o equivalente esférico obtido, para o Lenstar LS900 foi de $-0,005 \pm 0,58$ (-2,2 a 1,6), para o Pentacam foi de $-0,15 \pm 0,62$ (-2,6 a 1,2) e para o Argos foi de $-0,04 \pm 0,56$ (-2,5 a 1,2). O Pentacam foi o único que apresentou diferença estatisticamente significativa.

Resultados: 63 olhos foram incluídos. O valor médio das lentes a serem implantadas foi de $21,52 \pm 1,69$ D (18,5 a 25,0). Ao comparar o valor pré-operatório calculado menos o equivalente esférico obtido, para o Lenstar LS900 foi de $-0,005 \pm 0,58$ (-2,2 a 1,6), para o Pentacam foi de $-0,15 \pm 0,62$ (-2,6 a 1,2) e para o Argos foi de $-0,04 \pm 0,56$ (-2,5 a 1,2). O Pentacam foi o único que apresentou diferença estatisticamente significativa.

Conclusão: Na amostra avaliada, não foram encontradas diferenças no valor preditivo para o Lenstar LS900 e o Argos, mas com o Pentacam o equivalente esférico obtido foi estatisticamente menor que o valor pré-operatório calculado.

Palavras-chave: catarata, cirugía de catarata, biómetros, lentes intraoculares, refração, Lenstar, Pentacam, Argos.

Introducción

La cirugía de cataratas es el procedimiento quirúrgico más frecuentemente realizado en el ámbito de la sanidad a nivel mundial¹. Es por ello que ese proceso precisa cada vez de mayor tecnología en pos de que el resultado sea lo más satisfactorio, tanto para el paciente como para el cirujano. Por lo tanto, al planificar la cirugía de cataratas —para lograr la refracción posoperatoria deseada— se puede calcular el poder refractivo requerido del implante de lente intraocular (LIO) si se conocen el poder refractivo corneal y otras variables como el tipo de medio y la longitud axial²⁻⁴. La emetropía o ausencia de error refractivo es el resultado idealmente buscado, por lo que es relevante realizar una biometría adecuada⁴. Sin embargo, en determinadas circunstancias algunos cirujanos pueden buscar un resultado postoperatorio refractivo ligeramente hipermetrópico o miópico, dependiendo del tipo de lente a implantar, técnicas de monovisión o minimonovisión, como también de los deseos y actividades visuales principales del paciente⁵⁻⁶.

Las fórmulas para calcular la potencia de la LIO han ido evolucionando desde su creación^{3, 7-8}. Si bien son un componente crítico del proceso de planificación prequirúrgica, siempre deben utilizarse junto con distintos parámetros para obtener el resultado refractivo esperado. Dentro de las fórmulas de cuarta generación se encuentra Haigis³, que se desarrolló para incrementar la exactitud del cálculo del poder de las lentes intraoculares y es efectiva en todos los rangos de longitudes axiales.

En relación con los biométricos, en la actualidad hay diferentes opciones. El Lenstar LS 900 (Haag-Streit, Suiza) por ejemplo —que es un biómetro óptico—, utiliza reflectometría óptica de baja coherencia para medir los parámetros de longitud axial del ojo y de esa forma lograr predecir el poder óptico de la lente ideal para alcanzar el resultado refractivo programado por

el cirujano, cuya primera validación científica fue publicada en 2009⁹. El Pentacam-AXL (Oculus, Wetzler, Alemania) es un sistema de imagen del segmento anterior que sirve de biómetro y que utiliza una cámara Scheimpflug giratoria combinada con interferometría de coherencia parcial y que puede utilizarse para medir las curvaturas corneales anterior y posterior¹⁰. Por otro lado, el biómetro Argos (Alcon, Fort Worth, Texas, Estados Unidos) ha sido validado científicamente por publicaciones a partir de 2018 y es un dispositivo que utiliza un sistema de tomografía de coherencia óptica de barrido (*sweep-source*) que, a diferencia de los anteriores, podría medir cualquier tipo de catarata y adquirir así el valor de la lente intraocular a implantar.

Ante las diferentes opciones de equipos muchas veces resulta difícil decidir cuál utilizar si se tiene la posibilidad de elegir entre varios o incluso es más complejo si se debe decidir cuál adquirir. Considerando que lo deseable de la función de un biómetro es que pueda realizar el cálculo de la LIO de forma precisa en la mayor variedad de casos se planteó realizar el presente estudio, cuya finalidad fue comparar el nivel de predicción que tiene cada uno de los biómetros enunciados. Complementariamente, se analizó también cuáles tuvieron una mayor capacidad de obtener mediciones en una población de pacientes con cataratas seniles.

Materiales y métodos

Se diseñó un estudio retrospectivo, unicéntrico, comparativo de una serie de casos de ojos medidos con tres biómetros diferentes (Lenstar LS900, Pentacam y Argos) entre octubre y diciembre de 2024 en el Centro de Ojos Paraná (ciudad de Paraná, Entre Ríos, Argentina). Los investigadores participantes adhirieron a la declaración de Helsinki. Los pacientes firmaron un consentimiento informado accediendo a la utilización de sus datos biomédicos con fines académico-científicos y resguardando su confidencialidad. Por las características del diseño retrospectivo, el actual estudio no requirió de la evaluación de un comité de ética externo, aun-

Tabla 1. Descripción de las alteraciones en la adquisición de datos con cada uno de los biómetros (n=63 ojos).

Biómetros	Ojos donde no se pudo medir el largo axial	Valores de lentes que no se pudieron calcular	Total de ojos con información completa obtenida correctamente
Lenstar	1	2	60 (95,2%)
Pentacam	8	1	55 (87,3%)
Argos	0	1	62 (98,4 %)

que fue evaluado por el comité de docencia de la propia institución.

La población a evaluar consistió en ojos de pacientes con indicación de cirugía de cataratas seniles que no tuvieran un impedimento evidente para realizar biometrías, como ser cataratas secundarias o asociadas a trauma de cualquier tipo y/o presencia de patología ocular asociada que afectase el poder de la LIO. Se excluyeron también pacientes con cirugía ocular previa de cualquier tipo, glaucomas avanzados, pseudoexfoliación, retinopatía diabética proliferativa, alteraciones del segmento anterior, considerando a todas estas variables posibles motivos de alteración en los resultados refractivos posoperatorios.

Para el desarrollo del estudio se realizó el cálculo de la LIO a implantar, que en este caso fue de manera estandarizada la LIO Alcon SA60AT mediante cuatro fórmulas (Haigis, SRK/T, Hoffer Q y Barret Universal II) tomando como referencia Haigis y con el objetivo de obtener emetropía postoperatoria. Para evaluar el nivel de predicción se compararon los valores preoperatorios obtenidos con cada biómetro y la diferencia existente con equivalente esférico (EE) postoperatorio obtenido. Para calcular las mediciones del EE se realizó una autorrefractometría (Auto ref-keratometer HUVITZ HRK-1 Huvitz, ciudad de Anyang, Corea del Sur) a los 30 días de la cirugía de cada ojo.

Para evaluar la correlación entre las mediciones previstas y las obtenidas con cada biómetro se realizó un test de regresión lineal de Pearson. Para comparar si existían diferencias estadísticas entre los resultados de los tres biómetros y los

EE obtenidos, se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) de una sola vía. Complementariamente se analizó el desempeño de cada biómetro describiendo si existieron problemas o impedimentos para realizar mediciones o elegir una medida especial de lente. Se comparó también si existían diferencias entre las mediciones del largo axial con cada biómetro y las queratometrías medias (K medias) evaluadas. Los resultados de las variables paramétricas se expresan como valores medios, desvío estándar y rango. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa a valores de p menores a 0,05.

Resultados

Se incluyeron 63 ojos. El valor medio de las lentes a implantar fue de $21,52 \pm 1,69$ D (18,5 a 25,0). En cuanto al desempeño de los biómetros con el Lenstar, de los 63 ojos no se pudo medir uno (que sí pudo ser medido con el Pentacam y el Argos) y para otros dos no se pudo calcular la medida de la lente exacta (no daba la opción de 20,5 D y del 19,0 D).

Con el Pentacam-AXL no se pudieron medir 8 ojos (estos sí fueron medidos correctamente con el Lenstar LS900 y el Argos) y no se pudo calcular la medida de una lente de 24,0 D). Finalmente, con el Argos se pudo evaluar el largo axial de todos los ojos aunque no se obtuvo la medida exacta para un caso de una lente de 19,0 D (mismo caso mencionado para Lenstar LS900). A partir de estas observaciones, en la tabla 1 se observa cuántos ojos (cantidad y porcentajes) pudieron

Tabla 2. Comparación estadística entre los valores obtenidos del largo axial y K media con cada uno de los biómetros.

Biómetros	Largo axial (mm)	K media
Lenstar	23,6 ± 0,8 (22,1-25,9)	43,1 ± 1,3 (39,24-45,88)
Pentacam	23,6 ± 0,8 (22,1-25,9)	42,9 ± 1,4 (38,5-45,8)
Argos	23,6 ± 0,7 (22,1-25,8)	43,1 ± 1,4 (39,13-45,84)
<i>p</i>	0,9	0,7

Tabla 3. Comparación de la precisión de predicción entre el valor obtenido con diferentes biómetros oculares y el equivalente esférico (EE) obtenido.

Biómetros	Valor preoperatorio calculado	Valor EE obtenido (D)	Diferencia entre calculado y obtenido	<i>p</i>
Lenstar (D)	-0,18 ± 0,22 (-0,84 a 0,18)	-0,17 ± 0,56 (-2,5 a 1,12)	0,005 ± 0,58 (-2,26 a 1,66)	0,47
Pentacam (D)	-0,002 ± 0,35 (-0,92 a 0,64)	-0,17 ± 0,59 (-2,5 a 1,12)	-0,15 ± 0,62 (-2,6 a 1,2)	0,04
Argos (D)	-0,13 ± 0,24 (-0,78 a 0,36)	-0,18 ± 0,58 (-2,5 a 1,12)	-0,04 ± 0,56 (-2,56 a 1,2)	0,27
<i>p</i>	0,006	0,99	0,33	

ser evaluados efectivamente con cada biómetro en el preoperatorio de los 63 ojos originalmente medidos, notando que el Argos logró el mayor porcentaje de mediciones. En la tabla 2 se observa que las mediciones obtenidas para el largo axial y el valor de K media obtenido con cada biómetro fue similar entre los tres biómetros ($p=0,9$ y $p=0,7$ respectivamente).

Como se observa en la tabla 3, al comparar el valor preoperatorio calculado menos el EE obtenido, la diferencia encontrada para el Lenstar LS900 fue mínima, de $-0,005 \pm 0,58$ D (-2,26 a 1,66); para el Pentacam fue de $-0,15 \pm 0,62$ D (-2,6 a 1,2) y para el Argos fue de $-0,04 \pm 0,56$ D (-2,56 a 1,2). El Pentacam-AXL fue el único que mostró una diferencia estadísticamente significativa. Además, al realizar la comparación estadística entre los valores preoperatorios obtenidos con los tres biómetros se encontró que no eran equivalentes ($p=0,006$).

En las figuras 1 a 3 se observan las gráficas de regresión lineal al comparar los resultados entre pares de biómetros (Pentacam vs Lenstar, Argos vs Lenstar y Argos vs Pentacam respectivamente) la regresión lineal del valor calculado contra el EE obtenido. En todos los casos se observa una correlación positiva baja, donde es superior para el Lenstar, seguida del Argos y quedando en último lugar el Pentacam.

Discusión

Considerando que en la actualidad el resultado refractivo de la cirugía de la catarata es algo muy valorado por los pacientes, la tecnología nos asiste con herramientas y nuevas fórmulas para realizar mediciones precisas que faciliten la correcta elección de la LIO a implantar. Incluso, además de los nuevos dispositivos de medición, también

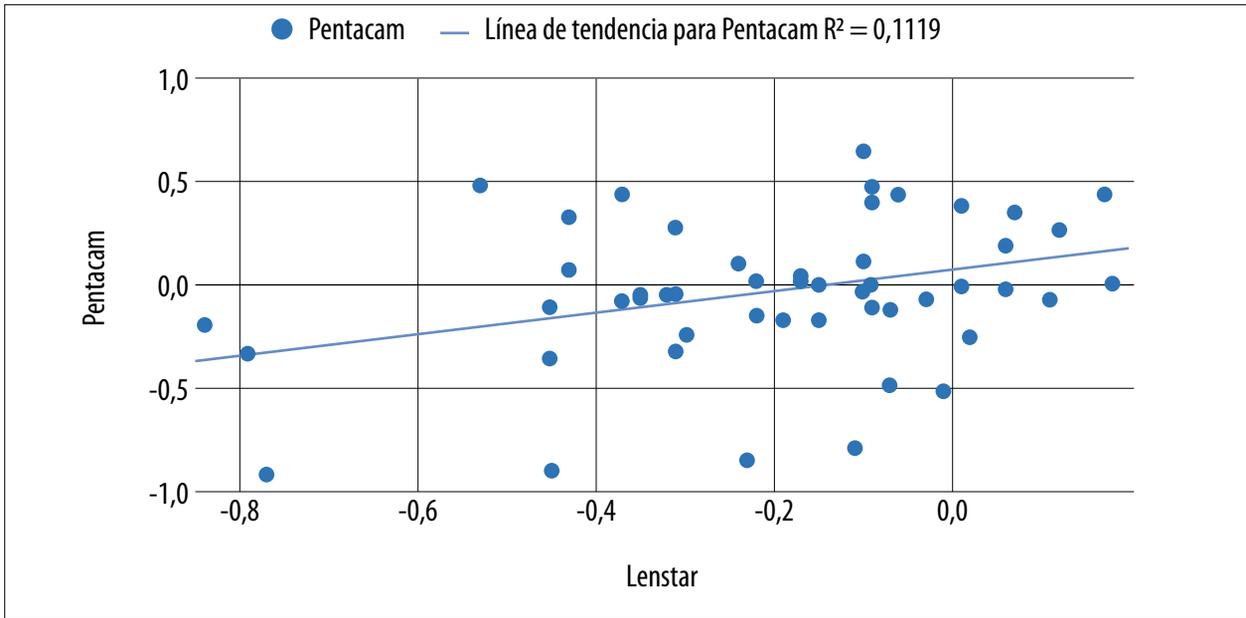


Figura 1. Regresión lineal entre las mediciones del Pentacam versus Lenstar ($p=0,003$).

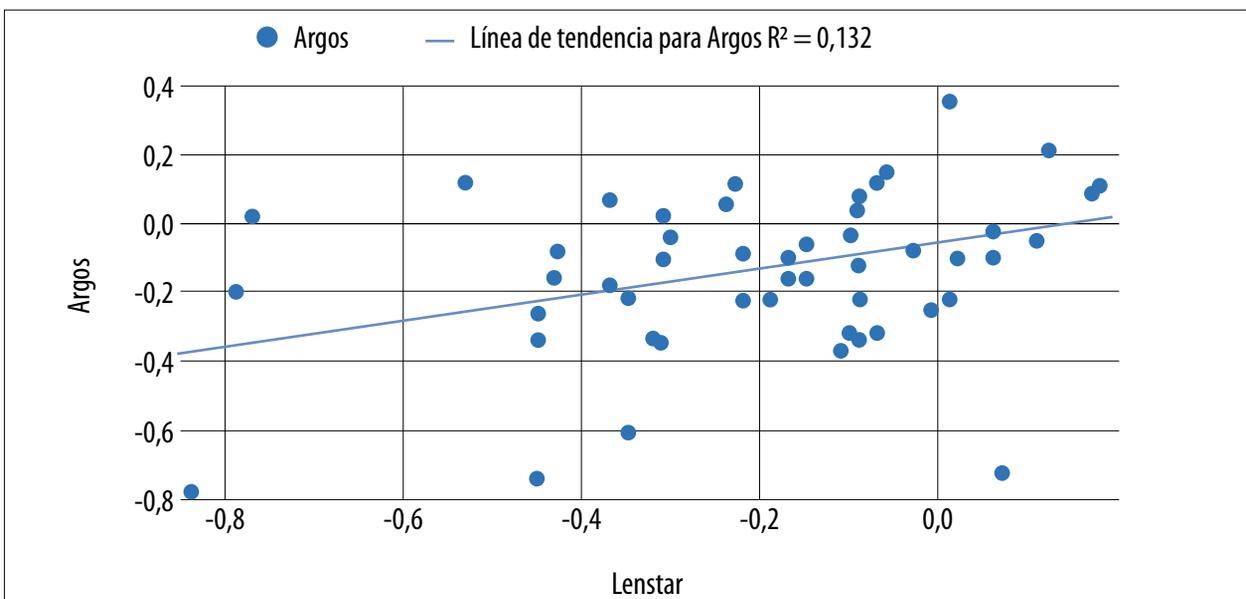


Figura 2. Regresión lineal entre las mediciones del Argos versus Lenstar ($p=0,08$).

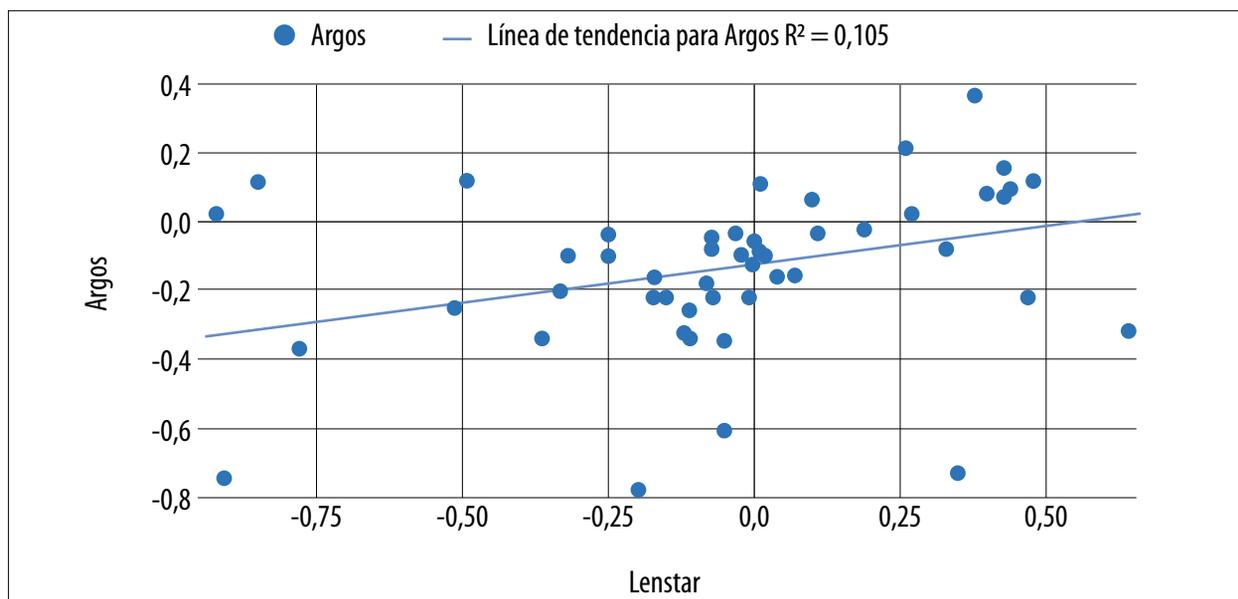


Figura 3. Regresión lineal de Argos contra Pentacam ($p=0,04$).

están comenzando a ser utilizados calculadores específicos como el desarrollado por Buonsanti y nuevas asistencias basadas en inteligencia artificial¹²⁻¹³. Pero de base se necesita tener un dispositivo médico que tome medidas oculares de forma muy precisa y reproducible. En nuestro estudio comparamos tres biómetros diferentes para poder averiguar cuál nos resultó más confiable en nuestra práctica diaria en la población de pacientes habituales.

Si bien encontramos un buen nivel de precisión clínica con los tres biómetros en nuestra serie, el Lenstar LS900 y el Argos resultaron superiores, ya que no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el valor preoperatorio de LIO sugerido por el biómetro y el valor del equivalente esférico real obtenido en el postoperatorio. Con el Pentacam-AXL encontramos una diferencia estadísticamente significativa que tal vez no sea relevante desde un aspecto clínico, ya que es una diferencia media de 0,15, pero en un presente y futuro que se vuelve cada vez más exigente en cuanto a la expectativa refractiva obtenida en la cirugía de cataratas, es algo que debe tenerse en cuenta.

Los datos analizados en este estudio nos permiten interpretar que el Lenstar LS900 y el Argos han resultado equivalentes en cuanto a su predicción. Esto está de acuerdo con lo publicado por Blehm y colaboradores en 2023, en un estudio similar al actual pero donde evaluaron 200 ojos y utilizaron la fórmula de Barrett Universal II¹⁴. En el mismo año, Gjerdrum y colaboradores publicaron un estudio donde, además de comparar el Argos y el Lenstar LS900, lo hicieron con el equipo Anterior (Heidelberg Engineering, Alemania) y tras evaluar 129 ojos también determinaron una equivalencia entre los tres aparatos —a la hora de comparar su predicción refractiva— utilizando la fórmula de Barrett Universal II¹⁵.

Respecto al Pentacam-AXL, en 2021, Arruada y colaboradores lo compararon con el Lenstar LS900 utilizando las fórmulas SRK/t, Haigis y Hoffer Q¹⁶. Encontraron que la diferencia entre el error de refracción real y el error de refracción previsto fue inferior cuando se utilizó el Lenstar. A inicios de 2025 se publicó el último estudio disponible hasta la fecha de la confección de este trabajo, que comparó al Argos, al Lenstar LS900 y al IOL-Master 700¹⁷. Ellos evaluaron 203 ojos

y utilizaron la fórmula BUII para determinar la predicción refractiva considerando ojos cortos, medianos y largos, dependiendo de su largo axial. Finalmente concluyeron que con los tres equipos los resultados no tenían diferencia.

Nuestro trabajo, si bien tiene limitaciones relacionadas con el diseño de estudio de características retrospectivo y unicéntrico, y que además evaluó una información que ya estaba disponible en la literatura científica, buscó conocer y confirmar en la propia población de pacientes operados de cataratas cuál de los tres biómetros estaba funcionando mejor y si realmente se podían o no encontrar diferencias. Si bien los equipos Lenstar LS900 y el Argos resultaron equivalentes en su nivel de predicción, el Argos fue el único que permitió resolver y adquirir las mediciones de la totalidad de los ojos evaluados en nuestro centro.

Conclusión

En la muestra evaluada, el valor predictivo para el Lenstar y el Argos fue similar y ambos fueron superiores al Pentacam, por lo que el resultado refractivo obtenido fue estadísticamente inferior al valor preoperatorio calculado. El Argos fue el equipo que permitió obtener mediciones en todos los ojos evaluados resultando una herramienta que por el momento parece ser de gran utilidad.

Referencias

1. Hashemi H, Fayaz F, Hashemi A, Khabazkhoob M. Global prevalence of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2025; 36(1): 10-17. doi:10.1097/ICU.0000000000001092
2. Gatinel D, Debellemanière G, Saad A, Rampat R. Theoretical relationship among effective lens position, predicted refraction, and corneal and intraocular lens power in a pseudophakic eye model. *Transl Vis Sci Technol*. 2022; 11(9): 5. doi:10.1167/tvst.11.9.5
3. Schröder S, Leydolt C, Menapace R, Eppig T, Langenbucher A. Determination of personalized IOL-constants for the haigis formula under consideration of measurement precision. *PLoS*

One. 2016; 11(7): e0158988. doi:10.1371/journal.pone.0158988

4. Khoramnia R, Auffarth G, Łabuz G, Pettit G, Suryakumar R. Refractive outcomes after cataract surgery. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12(2): 243. doi:10.3390/diagnostics12020243

5. Turnbull AMJ, Hill WE, Barrett GD. Accuracy of intraocular lens power calculation methods when targeting low myopia in monovision. *J Cataract Refract Surg*. 2020; 46(6): 862-866. doi:10.1097/j.jcrs.000000000000187

6. Schallhorn SC, Hettinger KA, Pelouskova M *et al*. Effect of residual astigmatism on uncorrected visual acuity and patient satisfaction in pseudophakic patients. *J Cataract Refract Surg*. 2021; 47(8): 991-998. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000560

7. Kane JX, Chang DF. Intraocular lens power formulas, biometry, and intraoperative aberrometry: a review. *Ophthalmology*. 2021; 128(11): e94-e114. doi:10.1016/j.ophtha.2020.08.010

8. Stopyra W, Langenbucher A, Grzybowski A. Intraocular lens power calculation formulas: a systematic review. *Ophthalmol Ther*. 2023; 12(6): 2881-2902. doi:10.1007/s40123-023-00799-6

9. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, Naroo SA, Davies LN, Berrow EJ. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br J Ophthalmol*. 2009; 93(7): 949-953. doi:10.1136/bjo.2008.156554

10. 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 Cataract Refract Surg*. 2017; 43(11): 1406-1412. doi:10.1016/j.jcrs.2017.08.016

11. Whang WJ, Yoo YS, Kang MJ, Joo CK. Predictive accuracy of partial coherence interferometry and swept-source optical coherence tomography for intraocular lens power calculation. *Sci Rep*. 2018; 8(1): 13732. doi:10.1038/s41598-018-32246-z

12. Buonsanti D, Raimundo M, Findl O. Online intraocular lens calculation. *Curr Opin Ophthalmol*. 2024; 35(1): 11-16. doi:10.1097/ICU.0000000000001014

13. Stopyra W, Voytsekhivskyy O, Grzybowski A. Prediction of seven artificial intelligence-based intraocular lens power calculation formulas in medium-long caucasian eyes. *Life (Basel)*. 2025; 15(1): 45. doi:10.3390/life15010045
14. Blehm C, Hall B. Comparing predictive accuracy of a swept source optical coherence tomography biometer and an optical low coherence reflectometry biometer. *Clin Ophthalmol*. 2023; 17: 2125-2131. doi:10.2147/OPHTH.S421504
15. Gjerdrum B, Gundersen KG, Nilsen C, Gundersen M, Jensen P. refractive predictability and biometry agreement of a combined swept source optical coherence and reflectometry biometer compared to an optical low coherence reflectometry biometer and an SS-OCT biometer. *Clin Ophthalmol*. 2023; 17: 1439-1452. doi:10.2147/OPHTH.S408685
16. Arruda HA, Pereira JM, Neves A, Vieira MJ, Martins J, Sousa JC. Lenstar LS 900 versus Pentacam-AXL: analysis of refractive outcomes and predicted refraction. *Sci Rep*. 2021; 11(1): 1449. doi:10.1038/s41598-021-81146-2
17. Multack S, Plummer N, Marneris A, Hall B. A Retrospective trial comparing prediction accuracy of three biometers in short, medium, and long eyes. *Clin Ophthalmol*. 2025; 19: 577-583. doi:10.2147/OPHTH.S487889