



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Estudio comparativo de la medición del poder corneal central usando el queratómetro manual, el IOLMaster® y el tomógrafo Sirius®<sup>☆</sup>



Manuel Garza-León<sup>a,b,\*</sup>, Paola de la Parra-Colín<sup>c</sup> y Tonatiuh Barrientos-Gutierrez<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Fundación Destellos de Luz, Monterrey, Nuevo León, México

<sup>b</sup> Dirección de Ciencias Médicas de la División de Ciencias de la Salud, Universidad de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México

<sup>c</sup> Departamento de Oftalmología, Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Médico del Seguro Social (IMSS), Ciudad de México, México

<sup>d</sup> Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México

Recibido el 27 de marzo de 2015; aceptado el 25 de mayo de 2015  
Disponible en Internet el 7 de agosto de 2015

### PALABRAS CLAVE

Queratometría;  
Repetibilidad;  
IOLMaster®;  
Queratómetro manual;  
Sirius®

### Resumen

**Objetivo:** Comparar los valores de la queratometría corneal central obtenidos mediante el tomógrafo de cámara de Scheimpflug con anillos de Plácido (Sirius®), el queratómetro manual tipo Bausch & Lomb® (MK1 Reichert®) y biómetro óptico IOLMaster®; y conocer la repetibilidad intraobservador de estos equipos.

**Material y métodos:** Se realizaron estudios de poder corneal central con 3 equipos en 30 personas sanas. Para evaluar la repetibilidad, se llevaron a cabo 3 mediciones para cada individuo con cada equipo y se evaluó el coeficiente de variación, la desviación estándar y el coeficiente de correlación intraclase. Para conocer la concordancia entre los equipos, se calculó la diferencia de medias con t de Student pareada y se realizaron gráficas de Bland y Altman.

**Resultados:** Todos los equipos demostraron una alta reproducibilidad con coeficientes de variación menores al 0.30% para todas las mediciones (0.291 y 0.237%, 0.238 y 0.361%, 0.238 y 0.208% para la queratometría más plana y más curva del equipo Sirius®, queratómetro manual e IOLMaster® respectivamente) y un coeficiente de correlación intraclase mayor de 0.95 en todas las mediciones. El poder queratométrico más bajo fue del queratómetro manual (41.988 D QMP y 43.277 D QMC), seguido del Sirius® (42.285 D QMP y 43.510 D QMC) y finalmente el IOLMaster® (42.483 D QMP y 43.763 D QMC), con una diferencia estadísticamente significativa.

<sup>☆</sup> Este trabajo fue presentado en el XXXI Congreso Mexicano de Oftalmología en la ciudad de Guadalajara, 2012.

\* Autor para correspondencia: Pino Suárez n.º 640 Norte. Col. Centro, Monterrey N.L., México, código postal 64720; Tel.: +81 8882 4208.  
Correo electrónico: [manuel@drgarza.mx](mailto:manuel@drgarza.mx) (M. Garza-León).

**KEYWORDS**

Keratometry;  
 Repeatability;  
 IOLMaster®;  
 Manual keratometer;  
 Sirius®

**Conclusiones:** Para la evaluación de córneas sin enfermedad, la medición del poder queratométrico corneal central con los 3 equipos mostró una alta repetibilidad, sin embargo no hubo una concordancia y la diferencia entre los equipos fue estadísticamente significativa.

© 2015 Publicado por Masson Doyma México S.A. en nombre de Sociedad Mexicana de Oftalmología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Comparative study of the measurement of central corneal power using the manual keratometer, the IOLMaster® and Sirius® tomography

**Abstract**

**Objective:** To assess the repeatability and comparability of the central keratometric power measurements obtained from a novel Scheimpflug camera with a Placido-disc topographer (Sirius®), manual keratometer and IOLMaster®.

**Material and methods:** In a sample of 30 unoperated eyes of healthy subjects, the central corneal power was analyzed by a single examiner using the Sirius®, the manual keratometer and the IOLMaster®. Repeatability of 3 sets of measurements from each device were evaluated using the coefficient of variation, standard deviation, and intraclass correlation coefficient. T-test with Bonferroni adjustment and Bland and Altman plots were used to assess agreement between devices.

**Results:** All instruments showed high reproducibility with coefficient of variation less than 0.30% for all measurements (0.291% and 0.237%, 0.238% and 0.361%, 0.238% and 0.208% for the flattest (FK) and steepest keratometry of Sirius®, manual keratometer and IOLMaster® respectively) and a higher intraclass correlation coefficient of 0.95 in all measurements. The manual keratometer has the lowest keratometric power (FK 41,988 and SK 43,277 D), followed by Sirius® (FK 42.285 D and SK 43.510 D) and finally the IOLMaster® (FK 42.483 D and SK 43.763 D), with a statistically significant differences.

**Conclusion:** In the assessment of normal corneas, central corneal power measured with this 3 devices showed high repeatability however there was no agreement between the equipments and the differences were statistically significant.

© 2015 Published by Masson Doyma México S.A. on behalf of Sociedad Mexicana de Oftalmología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La medición del poder corneal central (PCC) es muy importante en varios campos de la oftalmología. En la evaluación de pacientes que requieren una cirugía refractiva, esta medición es un factor indispensable para determinar si el paciente es candidato<sup>1</sup> y también para dar seguimiento y detección oportuna en el desarrollo de una ectasia corneal secundaria<sup>2</sup>. Además, el PCC es muy importante para un cálculo correcto de lente intraocular en pacientes que van a ser sometidos a una cirugía de catarata o una cirugía facorrefractiva<sup>3-7</sup>.

El PCC puede ser medido por diferentes tecnologías, pero el estándar de oro continúa siendo la medición por queratometría manual debido a su alto grado de repetibilidad interobservador y concordancia con otros queratómetros<sup>4</sup>. Sin embargo, actualmente se han desarrollado otros equipos que además de medir el poder corneal pueden evaluar otras características de la córnea u otras medidas oculares, entre los que se encuentran: el autoqueratorrefractómetro, el interferómetro, el topógrafo corneal con anillos de Plácido y escaneo con haz de luz, y el tomógrafo con tecnología de Scheimpflug<sup>1,2,8,9</sup>.

Con el advenimiento de nuevos lentes intraoculares, tanto multifocales como tóricos, la medición del PCC ha tomado un nuevo auge. Estudios recientes llevados a cabo por Koch et al. han demostrado que el poder corneal de la cara posterior desempeña un papel importante en el astigmatismo total, y que puede estar sobrestimado en pacientes con astigmatismo con la regla y subestimado en pacientes con astigmatismo contra la regla con los equipos que no miden la curvatura posterior, lo cual puede tener un impacto negativo en el cálculo del lente intraocular<sup>5,6</sup>.

Uno de los equipos más nuevos para medir el poder corneal tanto de la cara anterior como de la posterior es el tomógrafo Sirius® (CSO Costruzione Strumenti Oftalmici, Florencia, Italia, software versión 1.0) equipo que combina una cámara rotatoria de Scheimpflug que puede tomar 25 imágenes así como de 22 anillos de Plácido. El poder corneal es calculado por el promedio de la curvatura axial del 4.º al 8.º anillo de Plácido, tomando la información de los 3 mm centrales de la córnea<sup>10</sup>.

El IOLMaster® (software versión 5.0) está basado en la interferometría de coherencia parcial que mide el radio corneal en los meridianos más planos y curvos a través de la

proyección de 6 puntos de luz en un área de forma hexagonal de 2.5 mm a un ángulo de 14 grados aproximadamente; el cálculo de la curvatura corneal se realiza mediante el análisis de la separación de la imagen reflejada de estos 6 puntos que es capturada por una cámara, utiliza un índice refractivo de 1.3375 al igual que el usado en el queratómetro manual y el equipo Sirius®.

El queratómetro manual MK1 de Reichert® está basado en el queratómetro original de Bausch & Lomb®, mide los radios de curvatura de la porción central de la córnea, asumiendo que se trata de una superficie esférica; para esto refleja una imagen de un círculo con un par de signos +y – que al pasar por un sistema doble produce 3 imágenes que son vistas por el operador. El operador rota el equipo para alinear las imágenes +y – para medir el PCC; una vez hecho esto, rota el eje del astigmatismo para medir el otro meridiano.

Siempre que aparece un nuevo equipo clínico para la medición de una variable, es importante conocer su reproducibilidad y concordancia con equipos ya utilizados de manera rutinaria. En relación con la reproducibilidad de el nuevo equipo con cámara de Scheimpflug y anillos de Plácido (Sirius®), existen solo un par de estudios que evalúan su reproducibilidad tanto en pacientes sanos<sup>11</sup> como en pacientes con queratocono<sup>12</sup>; además, hay pocos estudios que evalúen la concordancia en la medición del PCC utilizando el nuevo equipo Sirius® y otros equipos que evalúan el PCC<sup>13-15</sup>, y hasta nuestro conocimiento, no existe un estudio que lo compare con el estándar de oro que es el queratómetro manual.

El objetivo de este estudio fue comparar las mediciones del PCC obtenidas por el equipo Sirius®, el IOLMaster® y el queratómetro manual; así como calcular la repetibilidad intraobservador de estos 3 instrumentos.

## Material y métodos

Se reclutaron 30 voluntarios sanos a los que se les realizó una exploración oftalmológica completa para descartar cualquier enfermedad corneal que pudiera modificar los resultados de los estudios; se excluyeron los pacientes que tuvieran un antecedente de enfermedad ocular previa, trauma o cirugía, así como el uso de lentes de contacto. Se explicaron los objetivos del estudio, así como los riesgos y posibles molestias, y se les solicitó la firma de un consentimiento de informado.

Para este estudio se analizó solo el ojo derecho de todos los participantes. Todos los estudios se realizaron por un mismo observador experto en el uso del equipo, el cual no conocía los resultados de los otros equipos. La medición en los 3 equipos se realizó de acuerdo a las instrucciones del fabricante y todos los estudios se llevaron a cabo entre las 10 de la mañana y las 5 de la tarde. Se tomaron 3 mediciones diferentes con cada equipo, con una separación de 30 seg entre cada una, solicitando a los sujetos que parpadearan de manera habitual y que entre cada medición se desplazaran hacia atrás y posteriormente se volvieran a colocar en el equipo con el objetivo de eliminar la interdependencia de mediciones sucesivas.

## Análisis estadístico

La repetibilidad se evaluó usando 3 índices:

- 1) *Coefficiente de correlación intraclase (CCI)*. Los CCI fueron calculados para cada equipo, dividiendo la varianza entre sujetos entre la varianza total ( $CCI = \sigma^2_b / (\sigma^2_b + \sigma^2_w)$ ). La varianza entre sujetos indica las diferencias entre individuos, mientras que la varianza dentro de los sujetos refleja diferencias entre las medidas hechas a un mismo individuo (error de medición). Por tanto, el CCI estima la proporción de la varianza total que es atribuible a diferencias reales entre sujetos (varianza «verdadera»), siendo 1 cuando no hay error en las mediciones de un mismo individuo, reflejando alta repetibilidad.
- 2) *Promedio de desviaciones estándar dentro de los sujetos (DE)*. Para cada sujeto se calculó la DE de las 3 repeticiones de cada medida, posteriormente se obtuvo el promedio de estas desviaciones, para generar la desviación estándar esperada para un individuo promedio dentro de la muestra.
- 3) *Coefficiente de variación (CV)*. El CV fue calculado dividiendo el promedio de las DE dentro de los sujetos entre el promedio de las medias dentro de los sujetos. El CV es una medida estandarizada de variabilidad que permite la comparación entre datos que tienen diferentes medias. Un CV pequeño refleja mejor repetibilidad. Para facilitar su interpretación el CV fue expresado como porcentaje.

La comparación entre los 3 equipos fue realizada usando:

- 1) *Estudio de la t pareada*. El estudio de la t pareada con el ajuste de múltiples comparaciones de Bonferroni fue utilizado para evaluar las diferencias promedio entre todos los equipos.
- 2) *Gráficos de Bland y Altman*. Los gráficos de Bland y Altman para mediciones múltiples por sujeto fueron construidos mediante el programa MedCalc 12.0 (Mariakerke, Bélgica). Las diferencias entre equipos se graficaron comparando el promedio de ambos equipos, para evaluar así la concordancia entre todo el rango de mediciones. Una concordancia perfecta implica que la diferencia entre ambos equipos será cero. Los límites de concordancia fueron calculados como la diferencia promedio de las mediciones con cada equipo  $\pm 1.96$  DE de las diferencias. Por definición, 1.96 DE es el rango de concordancia entre técnicas con el menor valor que indica una alta concordancia<sup>16</sup>.

Todos los análisis se realizaron usando el programa STATA® 12.0 (College Station, TX, EE. UU.), y Excel® 2007 (Microsoft®, Redmond, Washington, EE. UU.).

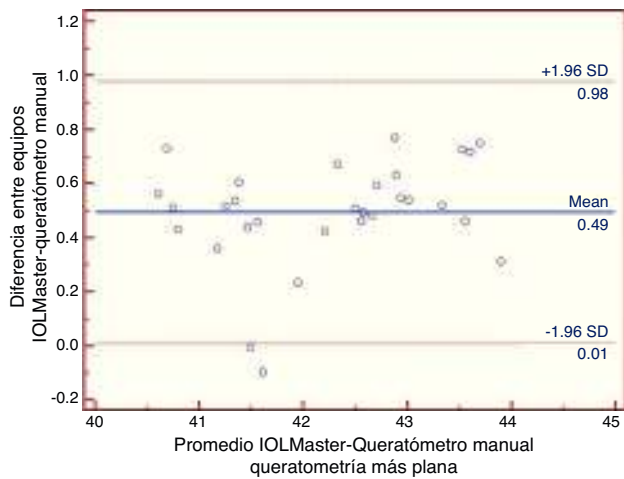
## Resultados

Se evaluaron 30 sujetos sanos en este estudio, 17 (56.7%) fueron mujeres y 13 (43.3%) hombres. La edad promedio fue de  $24.56 \pm 10.13$  años.

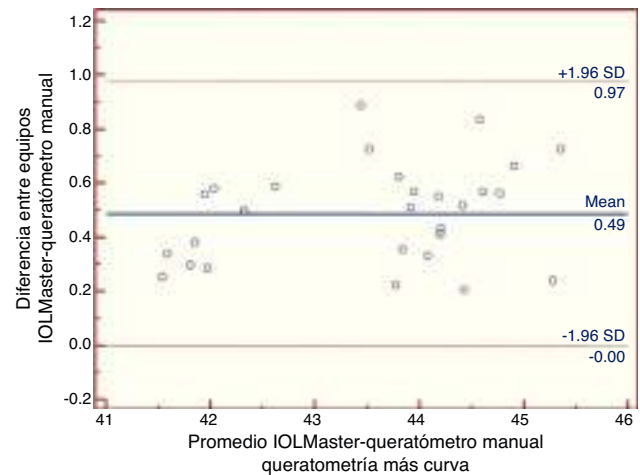
## Repetibilidad

El CV de mediciones repetidas para cada equipo fue más bajo del 0.30% tanto en la medición de la queratometría más plana como en la más curva, siendo un poco menor en la medición de la queratometría más curva (tabla 1). De la misma manera, el CCI fue mayor a 0.95 en ambas medidas,

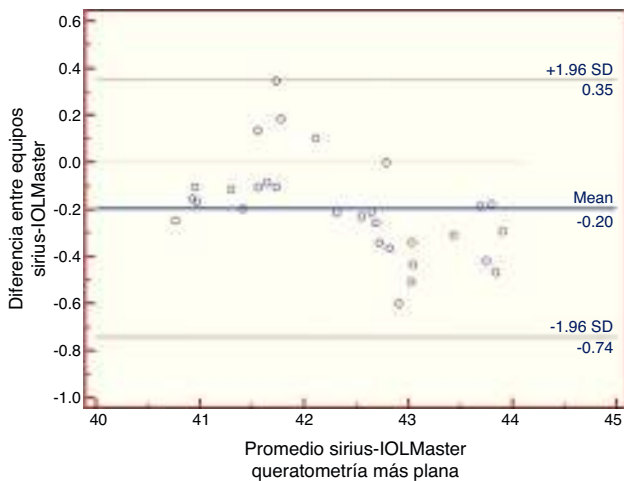




**Figura 2** Gráficos de Bland y Altman que demuestran la concordancia entre las mediciones del IOLMaster® y el queratómetro manual en la medición de la queratometría más plana.



**Figura 5** Gráficos de Bland y Altman que demuestran la concordancia entre las mediciones del IOLMaster® y el queratómetro manual en la medición de la queratometría más curva.

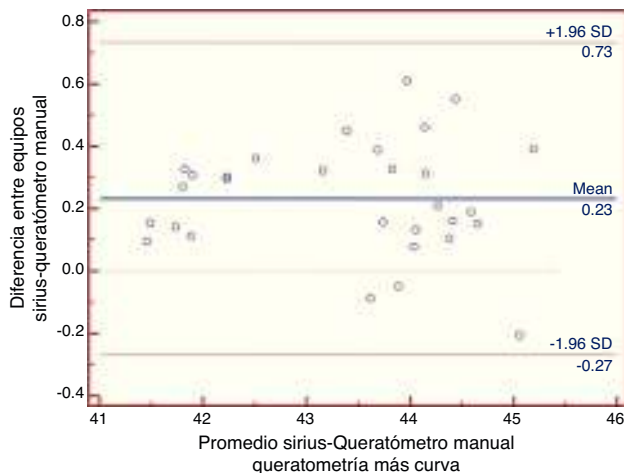


**Figura 3** Gráficos de Bland y Altman que demuestran la concordancia entre las mediciones del Sirius® y el IOLMaster® en la medición de la queratometría más plana.

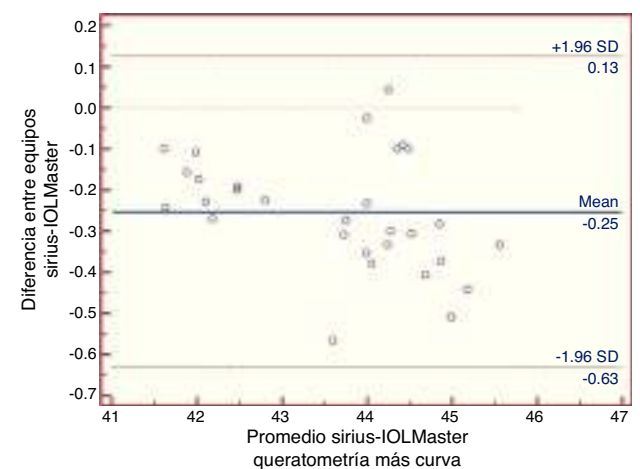
la queratometría más curva. La concordancia del 95% para el IOLMaster® versus queratómetro manual para el PCC de la queratometría más plana tuvo un rango entre 0.98 y 0.01 D y de 0.97 y -0.00 para la queratometría más curva; finalmente, para la concordancia del 95% entre el Sirius® y el IOLMaster®, la queratometría más plana tuvo un rango entre 0.35 y -0.74 D y de 0.13 y -0.63 para la queratometría más curva.

### Discusión

Existen en el mercado actualmente varias tecnologías para medir el poder corneal, y entre las más utilizadas están el queratómetro manual, el autoqueratorrefractómetro, los estudios de escaneo por haz de luz (Orbscan®), la cámara de Scheimpflug y la interferometría<sup>3,4,17</sup>. En nuestro estudio, evaluamos la repetibilidad y concordancia entre la medición del PCC con un nuevo equipo que combina una cámara de Scheimpflug con anillos de Plácido, el interferómetro de coherencia parcial IOLMaster® y el estándar de oro para la medición del poder corneal que es el queratómetro manual.



**Figura 4** Gráficos de Bland y Altman que demuestran la concordancia entre las mediciones del Sirius® y el queratómetro manual en la medición de la queratometría más curva.



**Figura 6** Gráficos de Bland y Altman que demuestran la concordancia entre las mediciones del Sirius® y el IOLMaster® en la medición de la queratometría más curva.

Es importante conocer la repetibilidad de todos los equipos nuevos con los que contamos, con el fin de conocer si la medición que obtenemos es consistente, y también la concordancia para saber si los valores obtenidos son intercambiables.

En este estudio, ambos equipos presentaron una muy alta repetibilidad demostrada tanto por el CV como por el CCI. En el CV se obtuvieron valores menores al 0.3% para los 3 equipos con lo cual sabemos que la variación entre las medidas es muy pequeña y por lo tanto la medición es altamente precisa. El CCI de los 3 equipos estuvo por encima de 0.95 en ambas mediciones, en la evaluación de la queratometría más plana el más alto fue el IOLMaster®, seguido del queratómetro manual y finalmente el Sirius® (0.986 vs. 0.980 vs. 0.957, respectivamente); en la queratometría más curva, el del IOLMaster® fue un poco más alto que el del Sirius® y finalmente el queratómetro manual (0.992 vs. 0.988 vs. 0.975, respectivamente).

La reproducibilidad del equipo Sirius® en la queratometría más plana y más curva tuvo un CCI de 0.957 y 0.989 respectivamente, valores muy similares a los encontrados por Montalban et al.<sup>11</sup> quienes evaluaron la repetibilidad del equipo Sirius® en 117 ojos de 117 pacientes sanos, encontrando un CCI de 0.995 para la queratometría más plana y de 0.994 para la más curva, y también a los reportados por los mismos autores<sup>12</sup> en pacientes con queratocono (0.996 y 0.998 para la queratometría más plana y la más curva respectivamente) y los reportados por Wang et al.<sup>13</sup> quienes también informaron una muy buena reproducibilidad en ambas medidas (0.994 y 0.995 para la queratometría más plana y curva respectivamente). Aunque se ha indicado que un CCI mayor de 0.75 representa una buena medición de repetibilidad<sup>18</sup>, para equipos de alta precisión con aplicación clínica lo ideal es que el CCI sea lo más cercano a 1.

El queratómetro manual produjo de manera sistemática valores promedio más bajos que el equipo Sirius® (41.998 vs. 42.285 en la queratometría más plana y 43.277 vs. 43.510 para la queratometría más curva) y el IOLMaster® tuvo los valores más altos (42.483 vs. 42.285 vs. 41.998 en la queratometría más plana y 43.763 vs. 43.510 vs. 43.277 para la queratometría más curva para el IOLMaster®, Sirius® y paquímetro ultrasónico respectivamente). Como se mencionó previamente, no existen estudios que comparen el queratómetro manual con el Sirius®, sin embargo, hay un estudio realizado por Wang et al.<sup>13</sup> que compararon 8 diferentes equipos en la medición del PCC entre ellos el Sirius® y el IOLMaster®; en este estudio, encontraron que el IOLMaster® y el Sirius® presentaban resultados muy similares con una diferencia de  $0.00 \pm 0.11$  D con un límite de concordancia del 95% de  $-0.22$  a  $0.22$  para la queratometría más plana siendo esta diferencia no estadísticamente significativa ( $p = 9.859$ ) y de  $0.07 \pm 0.17$  D con un límite de concordancia del 95% de  $-0.27$  a  $0.41$  para la queratometría más curva, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.021$ ). Estas discrepancias en los resultados podrían explicarse por el efecto que tiene la alineación de la cabeza del paciente en la medición del eje más curvo como reportaron Park et al.<sup>19</sup> quienes encontraron que una inclinación de 5 grados de la cabeza modificó el eje más curvo de la queratometría en  $6.08 \pm 5.09$  grados. Otros estudios han comparado la tecnología de Scheimpflug (Pentacam®)

con la interferometría (IOLMaster®), como el estudio de Woodmass et al.<sup>20</sup> quienes estudiaron 52 ojos de 27 pacientes sanos y encontraron una diferencia estadísticamente significativa entre ambos equipos, dando valores más altos el IOLMaster® que el Pentacam® (0.35 D en la queratometría promedio), lo cual coincide con nuestros resultados.

Nosotros encontramos que el queratómetro manual produjo de manera sistemática valores promedio más bajos que los demás equipos; al comparar el IOLMaster® con el queratómetro manual, hallamos una diferencia de 0.494 D (con una concordancia del 95% de entre 0.421 y 0.567) para la queratometría más plana y de 0.485 (con una concordancia del 95% de entre 0.418 y 0.552) para la queratometría más curva. Bullimore et al.<sup>21</sup> también encontraron valores más altos con el IOLMaster® que con el queratómetro manual Marco i® (Marco instruments) que al igual que el Reichert® está basado en el queratómetro tipo Bausch & Lomb®, sin embargo la diferencia es menor a la encontrada en nuestro estudio para la queratometría más plana (0.24 vs. 0.494 D) y muy similar para la queratometría más curva (0.43 vs. 0.485 D).

El equipo Sirius® fue el más cercano al estándar de oro (la queratometría manual) ya que la diferencia entre ambos equipos fue de 0.296 D (con una concordancia del 95% de entre 0.234 y 0.358 D) en la queratometría más plana y de 0.232 D (con una concordancia del 95% de entre 0.165 y 0.300 D) para la queratometría más curva; aunque esta diferencia fue estadísticamente significativa, desde el punto de vista de la clínica tiene muy poco significado.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones que deben puntualizarse. En primer lugar, solo estudiamos a sujetos sanos sin antecedentes quirúrgicos, porque nuestro objetivo inicial era conocer el comportamiento de estos equipos en condiciones normales. En estudios posteriores será necesario incluir a pacientes con enfermedades corneales. En segundo lugar, todas las mediciones fueron tomadas por un solo examinador experto, por lo que no se pudo analizar la concordancia interobservador, por lo que su aplicación en la evaluación a través del tiempo y por diversos operadores no es todavía conocida.

En conclusión, para la evaluación de córneas sin enfermedad, la medición del poder queratométrico corneal central con los 3 equipos mostró una alta repetibilidad, sin embargo no hubo una concordancia y la diferencia entre los equipos fue estadísticamente significativa. Aunque la medición de las queratometrías fue sistemáticamente más baja con el queratómetro manual que con los otros equipos, esta diferencia carece de significación clínica con el equipo Sirius® mientras que con el IOLMaster® la diferencia de casi media dioptría (0.494 QMP y 0.485 QMC) dato que debe de considerarse, por lo que no pueden usarse estos equipos de manera intercambiable.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Financiamiento

Los autores no tiene ningún interés financiero en los equipos utilizados en este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Randleman JB, Trattler WB, Stulting RD. Validation of the Ectasia Risk Score System for preoperative laser in situ keratomileusis screening. *Am J Ophthalmol.* 2008;145:813–8.
- Spadea L, Cantera E, Cortes M, et al. Corneal ectasia after myopic laser in situ keratomileusis: A long-term study. *Clin Ophthalmol.* 2012;6:1801–13.
- Browne AW, Osher RH. Optimizing precision in toric lens selection by combining keratometry techniques. *J Refract Surg.* 2014;30:67–72.
- Chang M, Kang SY, Kim HM. Which keratometer is most reliable for correcting astigmatism with toric intraocular lenses? *KJO.* 2012;26:10–4.
- Koch DD, Ali SF, Weikert MP, et al. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:2080–7.
- Koch DD, Jenkins RB, Weikert MP, et al. Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: Effect of posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:1803–9.
- Savini G, Barboni P, Carbonelli M, et al. Accuracy of corneal power measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido-disk corneal topography for intraocular lens power calculation in unoperated eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:787–92.
- Santhiago MR, Smadja D, Gomes BF, et al. Association between the percent tissue altered and post-laser in situ keratomileusis ectasia in eyes with normal preoperative topography. *Am J Ophthalmol.* 2014;158:87–95.
- Ale Magar JB, Brian FCG. Comparison of automated and partial coherence keratometry and resulting choice of toric IOL. *Optom Vis Sci.* 2013;90:385–91.
- Savini G, Barboni P, Carbonelli M, et al. Repeatability of automatic measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido topography. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1809–16.
- Montalban R, Piñero DP, Javaloy J, et al. Intrasubject repeatability of corneal morphology measurements obtained with a new Scheimpflug photography-based system. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:971–7.
- Montalban R, Alió JL, Javaloy J, et al. Intrasubject repeatability in keratoconus-eye measurements obtained with a new Scheimpflug photography-based system. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:211–8.
- Wang Q, Savini G, Hoffer KJ, et al. A comprehensive assessment of the precision and agreement of anterior corneal power measurements obtained using 8 different devices. *PLoS One.* 2012;7:e45607.
- Savini G, Carbonelli M, Sbriglia A, et al. Comparison of anterior segment measurements by 3 Scheimpflug tomographers and 1 Placido corneal topographer. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1679–85.
- Anayol MA, Guler E, Yagc R, et al. Comparison of central corneal thickness, thinnest corneal thickness, anterior chamber depth, and simulated keratometry using galilei, pentacam, and sirius devices. *Cornea.* 2014;33:582–6.
- Bland JM, Altman DG. Agreed statistics: Measurement method comparison. *Anesthesiology.* 2012;116:182–5.
- Kwitko S, Marinho DR, Rymer S, et al. Orbscan II and double-K method for IOL calculation after refractive surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2012;50:1029–34.
- Hernandez Aguado I, Porta Serra M, Miralles M, et al. [The quantification of variability in clinical cases]. *Med Clin (Barc).* 1990;95:424–9.
- Park CY, Do JR, Kim SH, et al. The effect of head tilt on keratometric measurement using the IOLMaster. *Eye.* 2013;27:1411–7.
- Woodmass J, Rocha G. A comparison of Scheimpflug imaging simulated and Holladay equivalent keratometry values with partial coherence interferometry keratometry measurements in phakic eyes. *Can J Ophthalmol.* 2009;44:700–4.
- Bullimore MA, Buehren T, Bissmann W. Agreement between a partial coherence interferometer and 2 manual keratometers. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:1550–60.