

Effects of pharmacological mydriasis in anterior chamber depth measurements with IOL Master and Sirius

Efectos de la midriasis farmacológica en la medida de la profundidad de la cámara anterior con IOL Master y Sirius

A. Tobío^{1,2,3}, A. Gargallo^{2,S}, J. Arines^{2,S}, F. González³

1. Laboratorio de Óptica, Facultad de Óptica y Optometría, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia, España.

2. Departamento de Física Aplicada (Área de Optometría), Facultad de Óptica e Optometría, Campus Vida, Universidade de Santiago de Compostela, España

3. Instituto Oftalmológico Gómez-Ulla, Santiago de Compostela, España

(*) Email: adriantobio3@gmail.com

S: miembro de SEDOPTICA / SEDOPTICA member

Received / Recibido: 05/11/2014

Accepted / Aceptado: 14/01/2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.7149/OPA.48.1.9>

ABSTRACT:

This study aims to analyze the influence of pharmacological pupillary dilation in the anterior chamber depth (ACD) and anterior chamber angle (ACA) measured with IOL Master and Sirius. A total of 99 eyes of 50 patients were included in the sample with an age range of 15-78. 24 of them were induced with cyclopentolate 1% and 75 with tropicamide 1% and phenylephrine 10%. ACD was measured with IOL Master and ACD, ACA and pachymetry with Sirius. All the analyzed variables were statistically significant ($P < 0.05$) except pachymetry. IOL Master measurements of ACD increased 0.068 ± 0.007 mm on average after pupillary dilatation. However, a narrowing of the anterior chamber (AC) of 0.078 ± 0.031 mm on average was found. A good correlation between Sirius and IOL Master pre dilation measures was found. The AC increased 10.92 ± 0.87 degrees on average after dilation of the pupil. There are significant differences in the ACD measured with IOL Master and Sirius before and after topical application of mydriatics and cycloplegics drugs in the eye, those differences are statistically but not clinically significant. The ACA also varied significantly. More studies are necessary in order to check the repeatability and reliability of Scheimpflug technology devices on dilated eyes.

Keywords: Anterior chamber depth, anterior chamber angle, pupil dilation, IOL Master, Scheimpflug images, Sirius.

RESUMEN:

Este estudio pretende analizar la influencia de la dilatación pupilar farmacológica en las medidas de la profundidad de la cámara anterior (PCA) y el ángulo camerular (AC) con IOL Master y Sirius. Un total de 99 ojos de 50 pacientes fueron incluidos en la muestra con un rango de edad de 15-78. 24 fueron instilados con ciclopentolato 1% y 75 con tropicamida 1% y fenilefrina 10%. Se midió la PCA con IOL Master y la PCA, el AC y la paquimetría con Sirius. Todas las variables analizadas resultaron estadísticamente significativas ($P < 0,05$) salvo la paquimetría. La PCA medida con IOL Master aumentó de media $0,068 \pm 0,007$ mm tras la dilatación pupilar. Sin embargo, con Sirius la cámara anterior (CA) se estrechó $0,078 \pm 0,031$ mm de media. Se encontró una buena correlación entre las medidas pre dilatación con Sirius e IOL Master. El AC aumentó $10,92 \pm 0,87$ grados de media tras la dilatación de la pupila. La aplicación tópica de midriáticos y ciclopléjicos hace variar de manera estadísticamente aunque no clínicamente significativa la PCA usando IOL Master y Sirius. El AC también varió de manera significativa aunque harían falta más estudios con aparatos con tecnología Scheimpflug para comprobar su repetibilidad y fiabilidad a la hora de tomar medidas en ojos dilatados.

Palabras clave: Aberraciones, cirugía de la catarata, 1 incisión, Incisiones pareadas, Sirius, topografía corneal

REFERENCES AND LINKS / REFERENCIAS Y ENLACES

- [1] P. L. Kaufman, A. Alm, *Adler fisiología del ojo: aplicación clínica* (Ed. Elsevier, 2004).
- [2] M. H. Ross, L. J. Romrell, G. I. Kaye, *Histología, texto y atlas color* (Ed. Panamericana, 1997).
- [3] J. Pinós, A. Sabater, G. Navarro, J. Montero, L. Amselem, P. Carbonell, A. Gonzalvo, "Glaucoma pigmentario e iridotomía láser. Criterios e indicaciones actuales," *Studium*, **17**(2) (2009).
- [4] A. Domínguez, D. Monsálvez, C. Albarrán, V. Sanchís, R. Montes Micó, "Changes in anterior chamber eye during accommodation as assessed using a Dual Scheimpflug system," *Arq Bras Oftalmol* **77**(4), 243-9 (2014).
- [5] P. Arriola-Villalobos, D. Díaz-Valle, N. Garzón, J. Ruíz-Medrano, C. Fernández, A. Alejandre, J. García-Feijóo, "Effect of pharmacologic pupil dilation on OLCR optical biometry measurements for IOL predictions," *Eur J Ophtalmol* **24**(1), 53-57 (2014).
<http://dx.doi.org/10.5301/ejo.5000332>
- [6] R. Y. Huang, A. K. Lam, "The effect of mydriasis from phenylefrine on corneal shape," *Clin Exp Optom* **90**(1), 44-8 (2007).
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1444-0938.2006.00096.x>
- [7] F. Aptel, C. Chiquet, S. Beccat, P. Denis, "Biometric evaluation of anterior chamber changes after physiologic pupil dilation using Pentacam and anterior segment optical coherence tomography," *Invest Ophtalmol Vis Sci* **53**(7), 40005-10 (2012).
<http://dx.doi.org/10.1167/iovs.11-9387>
- [8] F. Aptel, P. Denis, "Optical coherence tomography quantitative analysis of iris volume changes after pharmacologic mydriasis. *Ophthalmology* 117, 3-10 (2010).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.10.030>
- [9] J. García, J. Cuiña, R. *Bases físicas de la biomicroscopia ultrasónica*. En: Sánchez Salorio M, García-Feijóo J, Pazos González B. *Biomicroscopía ultrasónica en oftalmología*. 1ª Edición. Tecimedia editorial; (1998).
- [10] G. Villanueva, L. Perdiz, P. Juárez, F. Castañeda, "Anterior chamber depth measurement using Ultrasound A, Orbscan II, OCT Visante and UBM. A comparative study," *Rev Mex Oftalmol* **83**(4), 221-225 (2009).
- [11] R. J. Smith, "A new method of estimating de depth of anterior chamber," *Br J Ophtalmol* **63**, 215-220 (1979).
<http://dx.doi.org/10.1136/bjo.63.4.215>
- [12] W. A. Douthwaite, D. Spence, "Slit-lamp measurement of the anterior chamber depth," *Br J Ophtalmol* **70**, 205-208 (1978).
<http://dx.doi.org/10.1136/bjo.70.3.205>
- [13] M. Bjeloš Rončević, M. Bušić, I. Cima, B. Kuzmanović Elabjer, D. Bosnar, D. Miletić, "Intraobserver and interobserver repeatability of ocular components measurement in cataract eyes using a new optical low coherence reflectometer Graefes," *Arch Clin Exp Ophthalmol* **249**(1), 83-7 (2011)
<http://dx.doi.org/10.1007/s00417-010-1546-z>
- [14] S. Salim, "The Role of Anterior Segment Optical Coherence Tomography in Glaucoma," *J Ophthalmol* **2012**, (2012).
- [15] R. Jain, "Pentacam: principle and clinical applications. *Journal of Current Glaucoma Praticce*," **3**(2), 20-32 (2009).
<http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10008-1012>
- [16] A. Orts, *Fundamentos de farmacología ocular* (AEOA, 1994).
- [17] Manual de funcionamiento Sirius 2.5. Oftaltech.
- [18] H. Eleftheriadis, "IOLMaster biometry: refractive results of 100 consecutive cases," *Br J Ophthalmol* **87**, 960-963 (2003).
<http://dx.doi.org/10.1136/bjo.87.8.960>
- [19] J. Zhao, Z. Chen, Z. Zhou, L. Ding, X. Zhou, "Evaluation of the repeatability of the Lenstar and comparison with two other non-contact biometric devices in myopes," *Clin Exp Optom* **96**(1), 92-9

- (2013).
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1444-0938.2012.00793.x>
- [20] M. C. Mocan, S. Ustunel, O. Dikmetas, B. Bozkurt, M. Irkeç, "The effect of pharmacologic pupillary dilatation on anterior segments parameters in patients with exfoliation syndrome," *J Optom* **7**(1), 51-6 (2014).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2013.05.001>
- [21] S. Sarkar, A. M. Hasnat, S. R. Bharadwaj, "Revisiting the impact of phenylephrine hydrochloride on static and dynamic accommodation," *Indian J Ophthalmol* **60**(6), 503-9 (2012).
<http://dx.doi.org/10.4103/0301-4738.103773>
- [22] I. L. Tsai, C. Y. Tsai, L. L. Kuo, S. W. Liou, S. Lin, I. J. Wang, "Transient changes of intraocular pressure and anterior segment configuration after diagnostic midriasis with 1% tropicamide in children," *Clin Exp Optom* **95**(2), 166-72 (2012).
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1444-0938.2011.00677.x>
- [23] A. Bedei, I. Appolloni, A. Madesani, A. Pietrelli, S. Franceschi, L. Barabesi, "Repeatability and agreement of 2 Scheimpflug analyzers in measuring the central corneal thickness and anterior chamber angle, volumen, and depth," *Eur J Ophthalmol* **22**, 29-32 (2012)
<http://dx.doi.org/10.5301/ejo.5000102>
- [24] G. Savini, M. Carbonelli, A. Sbriglia, P. Barboni, G. Deluigi, J. K. Hoffer, "Comparison of anterior segment measurements by 3 Scheimpflug tomographers and 1 Placido corneal topographer," *J Cataract Refract Surg* **37**, 1679-1685 (2011).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.03.055>
- [25] C. López de la Fuente, A. Sánchez-Cano, F. Segura, I. Pinilla, "Comparison of Anterior Segment Measurements Obtained by Three Different Devices in Healthy Eyes," *Biomed Res Int* **2014** (2014) Article ID 498080.
- [26] M. A. Anayol, E. Güler, R. Yagci, M. A. Sekeroglu, M. Yilmazoglu, H. Tirhis, A. E. Kulak, P. Yilmazbas, "Comparison of Central Corneal Thickness, Thinnest Corneal Thickness, Anterior Chamber Depth, and Simulated Keratometry Using Galilei, Pentacam, and Sirius Devices," *Cornea* **33**, 582-586 (2014).
<http://dx.doi.org/10.1097/ICO.0000000000000119>
- [27] A. Narayanaswamy, C. Zheng, S. A. Perera, H. M. Htoon, D. S. Friedman, T. A. Tun, M. He, M. Baskaran, T. Aung, "Variations in iris volume with physiologic mydriasis in subtypes of primary angle closure glaucoma," *Invest Ophthalmol Vis Sci* **54**(1), 708-13 (2013).
<http://dx.doi.org/10.1167/iovs.12-10844>
- [28] C. Y. Cheung, S. Liu, R. N. Weinreb, J. Liu, H. Li, D. Y. Leung, S. Dorairaj, J. Liebmann, R. Ritch, D. S. Lam, C. K. Leung, "Dynamic analysis of iris configuration with anterior segment optical coherence tomography," *Invest Ophthalmol Vis Sci* **51**(8), 4040-6 (2010).
<http://dx.doi.org/10.1167/iovs.09-3941>

1. Introducción

La midriasis farmacológica se utiliza de manera rutinaria en oftalmología clínica, con el fin de hacer más sencillas y eficaces las técnicas de diagnóstico de patologías oculares, sobre todo patologías de fondo de ojo (vítreo, retina, coroides...); estos fármacos también son útiles para determinar el error refractivo sin que el cristalino acomode en ningún grado, lo que se conoce como refracción ciclopléjica. Por su uso en la práctica diaria es importante estudiar los efectos que la dilatación farmacológica de la pupila pueda tener en otros componentes del globo ocular, como pueden ser la córnea o el cristalino o los parámetros que se miden habitualmente en el ojo, como la profundidad de la cámara anterior (PCA) o el ángulo camerular.

La cámara anterior (CA) es el espacio limitado anteriormente por el endotelio corneal y por la cara anterior del cristalino en la parte posterior. Este espacio se encuentra ocupado por el humor acuoso (HA), que se produce en los procesos ciliares del cuerpo ciliar, ubicados inmediatamente por detrás del iris, y pasa desde la cámara posterior (espacio entre la cara posterior del iris y la pupila y la cara anterior del cristalino) a la CA a través de la pupila. La circulación del HA es necesaria para el mantenimiento del metabolismo de la córnea y del cristalino, ya que son tejidos avasculares y no obtienen nutrientes de otra forma [1,2]. El límite periférico de la CA lo marca el ángulo camerular o iridocorneal (AC), formado por la

confluencia de la córnea y el iris. Está ocupado por el sistema trabecular que, junto con el espolón escleral forma el canal de Schlemm, lugar por donde el HA abandona la cámara anterior. El equilibrio entre la producción y el drenaje del HA determina la presión intraocular, cuyos valores normales se sitúan entre 10 y 21 mmHg [3].

La PCA se define como la distancia entre el endotelio corneal y la cara anterior del cristalino, medida en el ápex corneal. Por tanto, su medida es muy importante a la hora de calcular la potencia de una lente intraocular (LIO), tanto en cirugía de catarata como en cirugías refractivas, ya que las fórmulas más utilizadas para el cálculo de potencias de LIOs por los biómetros actuales incluyen este parámetro. Como hemos dicho, el uso de fármacos midriáticos en la práctica clínica diaria es muy frecuente, por lo que surgió el debate de la realización indistinta de las medidas de los parámetros necesarios para el cálculo de una LIO en ojos dilatados o no dilatados. La bibliografía existente que intenta dar respuesta a este tema afirma que la PCA aumenta tras la dilatación pupilar, debido a la parálisis del músculo ciliar y consecuente aplanamiento del cristalino al tensarse las fibras de la zónula [4,5]. Otros trabajos han estudiado la PCA utilizando fármacos no ciclopléjicos, que afectan mínimamente a la acomodación, obteniendo aumentos mínimos en la PCA, con lo que esta teoría parece confirmarse [6].

La visualización y la valoración del AC son también importantes a la hora de diagnosticar glaucoma, ya que esta patología es más prevalente en pacientes con AC estrecho. Por lo tanto, también es importante conocer cómo afecta la midriasis farmacológica a la dinámica angular. Actualmente parece aceptarse que las variaciones en el volumen del iris son las responsables de las variaciones en la amplitud del AC [7,8], ya que es la única teoría que explica por qué ojos con características menos predisponentes sufren episodios de cierre angular, y otros más propensos a sufrirlo no lo desarrollan.

Para medir la PCA se pueden emplear distintos instrumentos que utilizan distintos métodos de medida, basados en los ultrasonidos o en sistemas ópticos como: biomicroscopía ultrasónica [9], biometría ultrasónica [10], técnica de hendidura [11,12], reflectometría óptica de baja coherencia (OLCR) [13], tomografía de coherencia óptica [14] o cámara de Scheimpflug [15]. Con todas estas técnicas también se puede valorar el AC (salvo con OLCR). Al margen de éstas, las más conocidas y utilizadas son la gonioscopía y la técnica de Van Herick.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar precisamente cómo varían con la dilatación pupilar tanto la PCA (con IOL Master y con Sirius) como el AC (sólo con Sirius). Por otro lado, también se compararon las medidas obtenidas con IOL Master y Sirius en ojos no dilatados.

2. Métodos

2.a. Pacientes

En este estudio se incluyeron 99 ojos de 50 sujetos, de entre 15 y 76 años ($45,82 \pm 15,93$ años), 28 mujeres y 23 hombres, seleccionados de entre los pacientes que acudieron a consulta al Instituto Oftalmológico Gómez-Ulla (IOG, Santiago de Compostela, Galicia, España), entre los meses de Marzo y Mayo de 2014. El estudio ha sido aprobado por el comité de ética del IOG. La muestra presentaba ametropías refractivas como miopía, hipermetropía o astigmatismo. Ninguno de los sujetos portó lentes de contacto en el momento de las medidas. Se excluyeron del estudio sujetos con alguna alteración o patología del segmento anterior que pudiese modificar las medidas. Se incluyeron pacientes con cualquier tipo de patología retiniana y con cataratas incipientes o moderadas (siempre que permitiesen obtener una medida fiable con el biómetro óptico). Con el fin de hacer más gráfico el análisis de datos, se agruparon los sujetos de la muestra por rango de edades como se muestra en la tabla 1.

TABLA 1. Número de sujetos por cada grupo de edad.

Grupos de edad	Nº de sujetos
<25	4
26-35	10
36-45	14
46-55	8
56-65	6
>66	8

2.b. Fármacos

A los pacientes seleccionados se les instiló ciclopentolato o tropicamida (parasimpaticolíticos) y fenilefrina (simpaticomimético) para conseguir midriasis pupilar y cicloplejía. Siguiendo el protocolo que utiliza el personal clínico del IOG, en pacientes jóvenes o que precisaban de una cicloplejía absoluta, el parasimpaticolito de elección fue el ciclopentolato, instilándose una gota en cada ojo. Por otro lado, en pacientes adultos o de edad avanzada se instiló una gota de tropicamida y otra de fenilefrina, para obtener una midriasis máxima [16].

2.c. Instrumentos de medida

Como hemos dicho en la introducción, se emplearon dos instrumentos que utilizan tecnologías distintas para obtener las medidas.

- **Sirius (Oftaltech, Construzione Strumenti Oftalmici, Florence, Italy):** topógrafo-aberrómetro corneal que, basándose en las tecnologías del disco de Plácido y la cámara de Scheimpflug ofrece un análisis completo de la morfología corneal y de la cámara anterior. La cámara de Scheimpflug es un sistema de rotación que permite obtener imágenes de todas las secciones en relación a un mismo punto de referencia (el punto central de la córnea), creando un modelo tridimensional de todo el segmento anterior del ojo. Permite evaluar la profundidad (desde el endotelio corneal a la cara anterior del cristalino) y el volumen de la CA, el ángulo camerular, la paquimetría corneal, la densidad del cristalino; ofrece topografía corneal anterior y posterior, y las queratometrías, omitiendo la película lagrimal. Además, también ofrece una función manual para medir cualquier estructura de la CA [17]. El disco de Plácido se basa en anillos concéntricos que se intercalan, uno claro y uno oscuro. El tamaño de cada anillo es fijo, por lo que si se fija la distancia a la córnea y se mide el tamaño de la imagen reflejada se obtiene el radio corneal en cada punto. Los anillos se disponen en forma de cono para asegurar que la distancia del vértice corneal a los anillos sea similar.
- **IOL Master (Carl Zeiss Meditech AG, Jena, Germany):** es un biómetro óptico con el que se pueden medir la longitud axial, la queratometría, la PCA (desde el epitelio a la cara anterior del cristalino) y la distancia blanco-blanco (WTW por sus siglas en inglés: White To White). La biometría óptica se basa en un sistema óptico denominado interferometría de coherencia parcial (PCI), que emplea un láser diodo multimodo que emite un haz de luz infrarroja de 780 nm de longitud montado en un interferómetro de Michelson modificado. El frente de onda emitido es dividido por un divisor óptico y reflejada hacia el ojo por dos espejos, un fijo y el otro móvil de posición conocida. Los dos frentes coaxiales atraviesan el ojo y producen reflejos entre los distintos medios con diferente índice de refracción. Estos reflejos son divididos y dirigidos hacia un fotodetector. Entonces se amplifica y se filtra la señal para mejorar su calidad y se digitaliza para su análisis mediante software [18]. El empleo de un doble haz de luz coaxial y que el punto de referencia sea la cara anterior de la córnea ayuda a que los movimientos longitudinales del ojo durante la exploración afecten mínimamente a las medidas.

2.d. Procedimiento

Para obtener todas las medidas con el mínimo error se siguió un protocolo estándar, como en la mayoría de los trabajos relacionados consultados. Este protocolo se aplicó al tomar las medidas tanto antes como después de dilatar.

Al tomar cada medida se esperaban al menos 15 minutos después de la instilación de los fármacos para tomar la medida post midriasis, con el objetivo de que estos hiciesen efecto:

- En el caso del Sirius, en primer lugar se sentaba al paciente y se ajustaba el aparato a su altura. Entonces apoyaba la barbilla en la mentonera y la frente bien colocada hacia adelante. Después se les mandaba parpadear un par de veces y, antes de tomar la medida, se esperaban entre 3 y 5 segundos para que se estabilizase la lágrima e influyese lo menos posible en la medida.
- Con el IOL Master se siguió el mismo proceso en la colocación del paciente. Se hicieron al menos 5 medidas de la longitud axial, 3 medidas queratométricas, 5 de la PCA y 3 de la distancia White To White (WTW). Las 3 queratometrías, las 5 medidas de la PCA y las 3 distancias WTW todas en un mismo disparo.

Para el análisis estadístico descriptivo se utilizó el Excel 2010 (Microsoft Corp., Redmond, Washington, USA). Los resultados fueron dados con las medias y las desviaciones estándar. Se compararon con la prueba t-student para muestras emparejadas. El nivel de significancia se estableció en $P \leq 0,05$.

3. Resultados

3.a. Análisis estadístico de la PCA

En primer lugar debemos señalar que cuatro ojos fueron eliminados de la muestra de los datos del Sirius para analizar la variación de la PCA con la dilatación, ya que se detectaron errores en las medidas de la PCA post dilatación (aunque si fueron incluidos en el examen de la variación del AC). Sin embargo, las medidas pre dilatación si se utilizaron en la comparación con los datos del IOL Master.

Tras la dilatación pupilar, la medida de la PCA obtenida con IOL Master aumentó $0,068 \pm 0,007$ mm de media. Las diferencias entre las medidas pre y post dilatación fueron similares entre cada grupo de edad, como se observa en la figura 1. Al aplicar la prueba t-student se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Cabe destacar que en las medidas tomadas con IOL Master se observa un descenso gradual de la PCA con la edad.

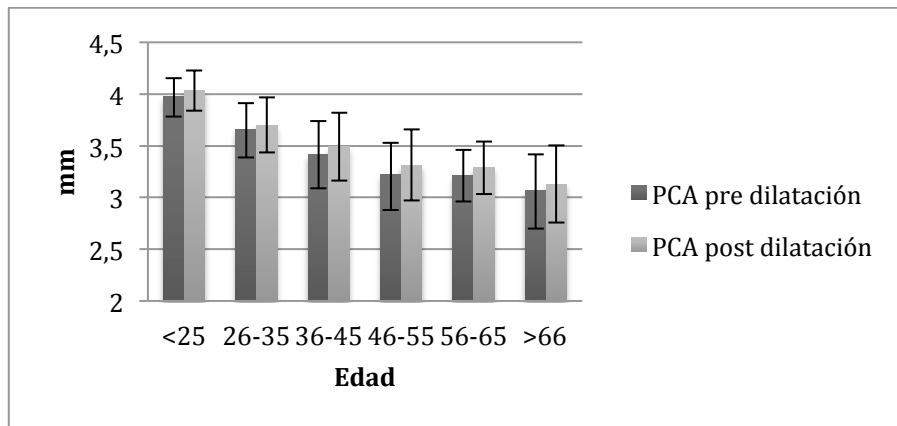


Fig. 1. Gráfica de barras con medidas de la PCA antes y después de la midriasis farmacológica con IOL Master, separadas por rangos de edad.

Al contrario que con el IOL Master, las PCA medida con Sirius después de la dilatación pupilar (figura 2) disminuyó una media de $0,078 \pm 0,031$ mm con respecto a las medidas previas, con una disminución similar para todos los grupos de edad. También fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Y al igual que con IOL Master, se aprecia una disminución gradual de la PCA con la edad.

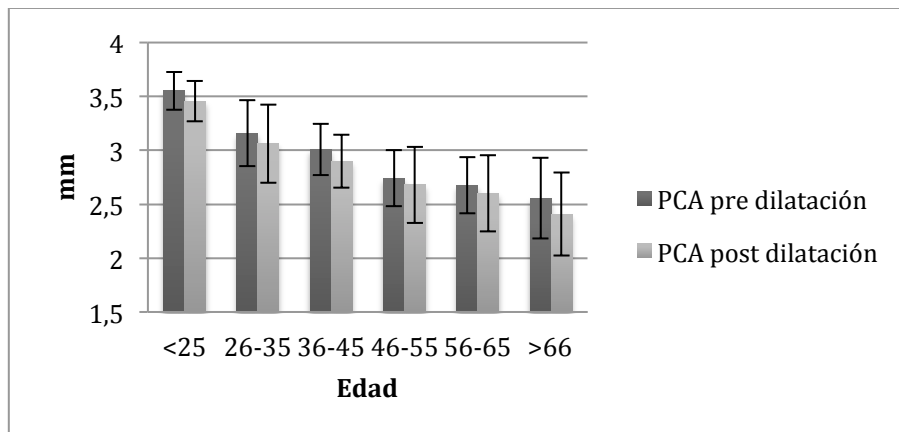


Fig. 2. Gráfica de barras con las medidas de la PCA antes y después de la midriasis farmacológica con Sirius, separadas por rangos de edad.

En la gráfica 3 se mostró la dispersión entre las medidas pre y post dilatación con IOL Master. Con el análisis de regresión lineal, la pendiente de la línea de tendencia agregada al gráfico ($y=0,9577x+0,212 \approx 1$) mostró que las diferencias no fueron demasiado elevadas. Sin embargo, estas diferencias mostraron una tendencia clara, con un alto coeficiente de correlación ($R^2=0,9527$). El elevado offset que reveló la ecuación de la pendiente podría corresponder al espesor del iris, lo que haría disminuir la aparente variación entre las medidas con el IOL Master y el Sirius.

En el caso de las medidas con Sirius (figura 4) nos encontramos igualmente con unas diferencias escasas entre las medidas pre y post dilatación ($y=0,9626x+0,0097$). En este caso el offset fue mínimo y la correlación también fue más baja con respecto a las medidas tomadas con IOL Master ($R^2=0,869$).

En este estudio también se compararon las medidas de la PCA pre dilatación con IOL Master con las medidas de la PCA pre dilatación obtenidas con el Sirius (figura 5, figura 6). Ya que, como hemos dicho, el IOL Master mide la PCA desde el epitelio corneal a cara anterior del cristalino, para facilitar la comparación se extrajeron del Sirius los datos de la PCA y la paquimetría en un solo dato. Como vemos en la tabla 2 la variación de la paquimetría con la midriasis pupilar y la cicloplejia no fue estadísticamente significativa ($P=0,839$).

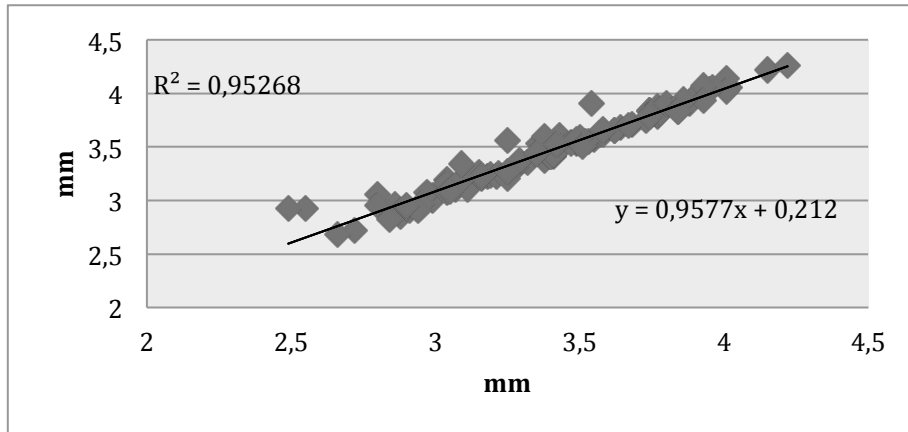


Fig. 3. Gráfica de dispersión con las medidas de la PCA antes y después de la midriasis farmacológica con IOL Master.

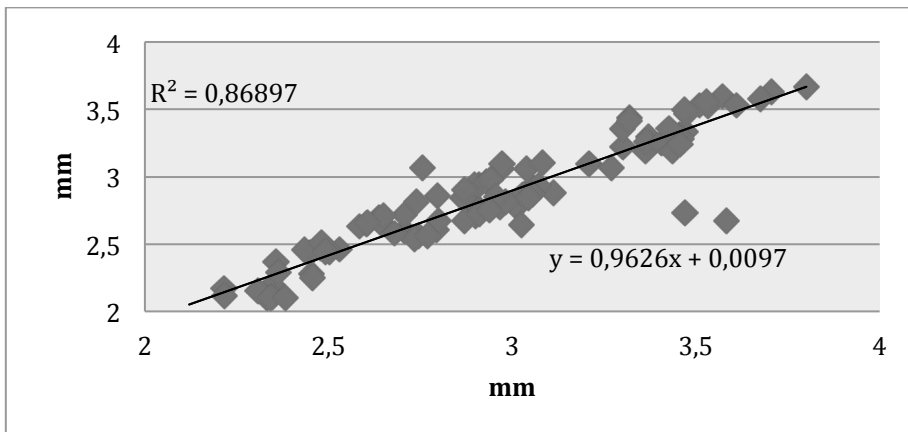


Fig. 4. Gráfica de dispersión de las medidas de la PCA antes y después de la midriasis farmacológica con Sirius.

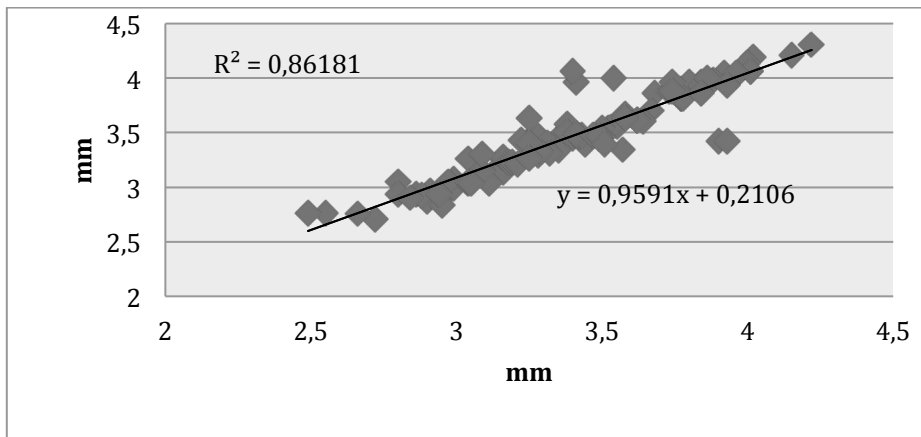


Fig. 5. Gráfica de dispersión con las medidas de la PCA pre dilatación con IOL Master y con Sirius.

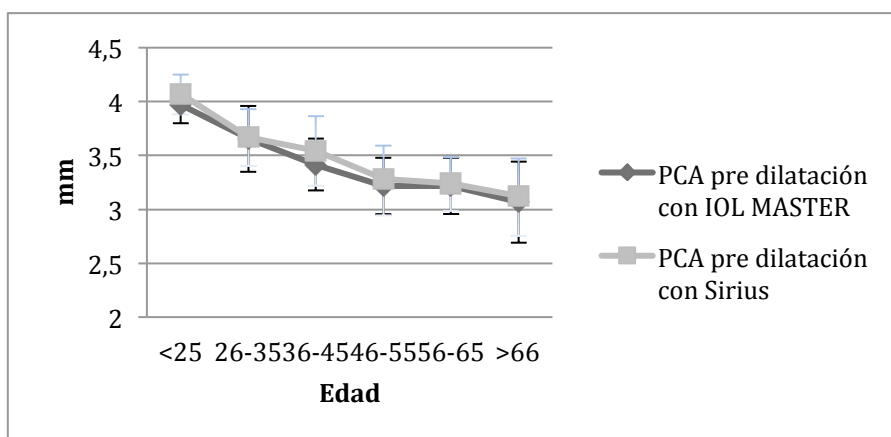


Fig. 6. Gráfica lineal con las medidas de la PCA pre dilatación con IOL Master y con Sirius, separadas por rango de edad.

La PCA media obtenida con IOL Master fue de $3,40 \pm 0,39$ mm, mientras que con Sirius fue de $3,47 \pm 0,40$ mm. La diferencia media fue de $0,07 \pm 0,01$ mm, relativamente constante para todos los grupos de edad, y con significado estadístico ($P < 0,05$). Las medidas presentaron una buena correlación, aunque el análisis de regresión lineal mostró un offset que podría estar relacionado con las diferencias que se observaron entre las medidas post dilatación tomadas con uno y otro aparato.

3.b. Análisis estadístico de la PCA según el fármaco utilizado

Las diferencias entre las medidas de la PCA según se instilase ciclopentolato o tropicamida más fenilefrina para conseguir la dilatación de la pupila fueron escasas, tanto con IOL Master (figura 5) como con Sirius (figura 6). Estas diferencias fueron significativas en ambos grupos, para los dos instrumentos ($P < 0,05$).

Con IOL Master la diferencia entre la PCA pre y post con ciclopentolato fue de $0,060 \pm 0,002$ mm y de $0,070 \pm 0,007$ mm con tropicamida más fenilefrina. En concordancia con la figura 1, la PCA media es mayor en dilatados con ciclopentolato que en dilatados con tropicamida y fenilefrina, ya que la media de edad de los sujetos del primer grupo fue de $29,5 \pm 8,54$ años, por los $51,24 \pm 14,21$ en el segundo grupo.

En el caso de las medidas con Sirius las diferencias entre la PCA pre y post dilatación fueron similares tanto para el grupo de dilatados con ciclopentolato ($0,090 \pm 0,013$ mm), como para el grupo de dilatados con tropicamida y fenilefrina ($0,103 \pm 0,013$ mm).

TABLA 2. Medidas de paquimetría, PCA y AC con Sirius, y PCA con IOL master, pre y post dilatación

		Pre dilatación	Post dilatación	Diferencia media	P
Sirius	Paquimetría (μm)	$545,20 \pm 34,12$	$544,94 \pm 34,02$	$0,260 \pm 0,104$	0,839
	PCA (mm)	$2,93 \pm 0,42$	$2,85 \pm 0,45$	$0,078 \pm 0,031$	$<0,05$
	con paquimetría	$3,47 \pm 0,40$	$3,37 \pm 0,42$	$0,096 \pm 0,025$	$<0,05$
	AC (grados)	$40,99 \pm 7,07$	$51,91 \pm 7,94$	$10,92 \pm 0,867$	$<0,05$
IOL Master	PCA (mm)	$3,40 \pm 0,39$	$3,47 \pm 0,38$	$0,068 \pm 0,007$	$<0,05$

3.c. Análisis estadístico del AC

Al igual que la PCA, el AC disminuyó gradualmente con la edad. La medida post dilatación con Sirius mostró que el AC aumenta con la midriasis pupilar $10,92 \pm 0,87$ grados de media. Prácticamente se encontraron las mismas diferencias entre la medida pre y post dilatación para todos los grupos de edad, diferencias que resultaron estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Analizando la variación del AC en función del fármaco utilizado para dilatar la pupila, se obtuvieron variaciones similares, un aumento medio $12,72 \pm 1,45$ grados para el primer grupo y un aumento medio de $10,32 \pm 0,33$ grados para el segundo grupo.

Por otro lado, aunque entre grupos de edad logró establecerse una buena correlación del aumento del AC con la dilatación, no ocurrió lo mismo analizando cada sujeto por separado. Existieron variaciones importantes entre sujetos del mismo grupo e incluso, entre ojos de un mismo sujeto. Estas variaciones ocurrieron en todos los grupos. Por ejemplo, en el primer grupo de edad, la diferencia mínima fue de 7,1 grados aproximadamente, y la máxima de 26,6 grados.

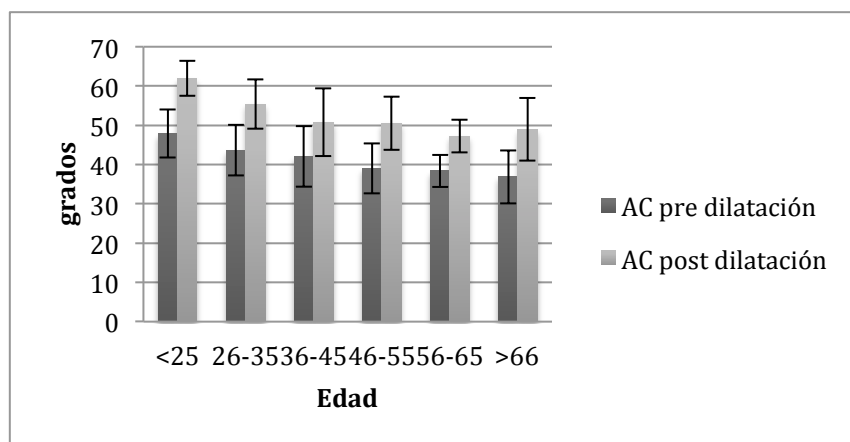


Fig. 7. Gráfica de barras con las medidas del AC antes y después de la midriasis farmacológica con Sirius, separadas por rango de edad.

4. Discusión

En este estudio hemos evaluado las diferencias entre medir la PCA en condiciones normales o con la pupila dilatada y la acomodación paralizada. Se evaluó con el IOL Master, quizás el biómetro óptico más utilizado para el cálculo de la potencia de una LIO, y el Sirius, un nuevo tomógrafo-topógrafo corneal que combina la tecnología de Scheimpflug con los anillos de Plácido.

En el trabajo previo de Arriola-Villalobos et al. [5], compararon parámetros del segmento anterior antes y después de la instilación de tropicamida 1%, utilizando el biómetro óptico Lenstar LS 900 (Haag-Streit, Koeniz, Switzerland). Al igual que en este estudio, nuestra muestra presentó un aumento en la PCA con IOL Master, lo que supone un dato relevante dado que ambos biómetros se pueden considerar intercambiables en la medida de la PCA [19]. Aunque esta variación en la PCA demostró ser significativa, no hizo variar la potencia de la LIO dada [5]. Mocan et al. [20] comprobaron con biomicroscopia ultrasónica que la PCA aumentaba de manera no significativa tras la dilatación con ciclopentolato, fenilefrina o tropicamida, en pacientes con síndrome exfoliativo. Sin embargo, las diferencias en los sujetos dilatados con fenilefrina fueron las más bajas. En esta línea, Huang et al. [6] estudiaron en 2006 el impacto de la dilatación pupilar con fenilefrina en la potencia corneal, la PCA y el diámetro pupilar. No obtuvieron diferencias significativas ya que el aumento de la PCA fue mínimo. En nuestra muestra, la PCA aumentó en la misma medida en los pacientes dilatados con ciclopentolato que en los instilados con tropicamida más fenilefrina. Esto se explica porque ambos fármacos producen cicloplejía. Las diferencias con los datos obtenidos de nuestra muestra se deben a que la fenilefrina (usada como midriático único) tiene un impacto mínimo, aunque significativo en la acomodación, que se supone es el principal responsable de los cambios en la PCA. Se ha demostrado también que el uso de midriático a mayor concentración no consigue aumentar ni la rapidez ni el grado de dilatación pupilar [21]. La PCA medida con el Sirius disminuyó significativamente $0,078 \pm 0,031$ mm de media. Esto resultó sorprendente dado que en toda la bibliografía consultada que comparaba la PCA pre y post dilatación, la PCA aumentaba después de la midriasis y la cicloplejía. Esto fue constante para cualquier instrumento y cualquier tipo de sujeto. Sin embargo, la bibliografía que se ocupe del estudio de los cambios en el segmento anterior debidos a la dilatación pupilar y a la cicloplejía, medidos con tecnología de Scheimpflug, son escasos. Como ejemplo, Tsai et al. [22] usaron Pentacam (Oculus Optikgeräte GmbH) para evaluar el segmento anterior en niños antes y después de instilar tropicamida al 1%. AC, PCA y el volumen de la cámara anterior aumentaron, aunque de manera estadísticamente no significativa. Quizás el Pentacam sea el instrumento que más se correlaciona con el Sirius [23,24], con lo que este dato se supone importante.

Las medidas de la PCA pre dilatación con Sirius y con IOL Master demostraron estar bien correlacionadas ($R^2=0,8618$), y resultaron estadísticamente significativas. El análisis de regresión lineal mostró un offset que se podría relacionar con la diferencia entre las medidas post dilatación de cada aparato. López de la

Fuente et al. [25] compararon la PCA obtenida con Galilei Dual Scheimpflug Analyzer (Ziemer Group, Port, Switzerland), y con IOL Master en pacientes sanos. Encontraron diferencias significativas entre los dos aparatos. El Galilei obtuvo una PCA $0,27 \pm 0,16$ mm mayor que el IOL Master. En nuestro caso, las diferencias entre Sirius e IOL Master fueron mucho más reducidas ($0,07 \pm 0,01$ mm). El Galilei utiliza un sistema de Scheimpflug parecido al del Sirius y, aunque se han encontrado diferencias significativas entre ambos instrumentos para la medida de la PCA [26] demostraron ser comparables con un alto grado de correlación.

En cuanto al AC, con el Sirius se obtuvo un aumento de $10,92 \pm 0,87$ grados de media tras la midriasis y la cicloplejía. Según la bibliografía consultada, que el AC aumente o disminuya tras la dilatación pupilar depende de varios factores. Parece ser que los cambios en el volumen del iris con la midriasis son los responsables de que el AC se estreche o se abra [27]. Aptel et al. [7] encontraron con OCT que el volumen del iris disminuyó en pacientes normales con ángulos abiertos, tras la instilación de tropicamida al 1%. Se apreciaron diferencias similares en pacientes dilatados con fenilefrina al 10%, por lo que paralizar la acomodación parece no tener influencia en el comportamiento del AC. En el otro grupo de este estudio se analizaron los cambios en el volumen del iris después de la midriasis farmacológica en ojos de pacientes que habían tenido un episodio de cierre angular agudo en el ojo contralateral. A estos ojos se les había realizado una iridotomía láser periférica antes del estudio. Se obtuvo así que el volumen del iris aumentó, al contrario que en ojos normales con AC abierto. Estudios similares parecen demostrar que esta característica es única de sujetos con episodio de cierre angular agudo previo [8,28]. Nuestra muestra estaba compuesta por ojos normales, con AC abiertos, con lo que los datos obtenidos parecen concordar con los de los estudios mencionados. Eso sí, siempre en el supuesto de sean las variaciones en el volumen del iris las que induzcan los cambios en el AC. Al igual que ocurrió con la medida de la PCA, las diferencias en las variaciones del AC entre fármacos no fueron demasiado grandes. Estudios parecidos en ojos normales con tecnología de Scheimpflug obtuvieron resultados similares a los obtenidos en el presente estudio [22].

Hay que tener en cuenta que en ninguno de los estudios consultados se menciona que puntos de la cara anterior del iris y del endotelio corneal toma el Sirius como referencia para la medida del AC. Tanto Sirius como Pentacam interpolan dos puntos visibles para la medición del AC. Además el ángulo no siempre es visible, puede estar oculto por la esclera, tejido que no es transparente a las longitudes de onda que emplean estos sistemas. Las diferencias encontradas entre los dos tomógrafos para la medida del AC pueden deberse a la utilización de diferentes algoritmos para la extrapolación de los dos puntos. Se podría mejorar este supuesto si los fabricantes aportaran más información [23].

5. Conclusiones

El aumento de la PCA en la medida realizada con IOL máster tras la dilatación farmacológica fue estadísticamente aunque no clínicamente significativo, dado que sabemos que las variaciones obtenidas provocan un cambio menor de 0,25 dioptrías en la potencia calculada de una LIO. Por el contrario, con Sirius se encontró que la PCA disminuía también de manera estadísticamente significativa. Esto nos hace pensar que las medidas de la PCA con este instrumento tras la dilatación pupilar tienen ciertas limitaciones. Se observó un ensanchamiento del AC tras la midriasis farmacológica. Con los datos obtenidos en ésta y otras investigaciones supone una cuestión complicada dirimir la fiabilidad de las medidas del AC con Sirius. Con el fin de evaluar la fiabilidad de las medidas de la PCA y del AC, se hace necesario profundizar en el conocimiento de la forma en que los aparatos equipados con tecnología de Scheimpflug toman sus referencias para hacer las medidas.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el Programa Isidro Parga Pondal 2009 y el Plan I2C de Apoyo a la etapa Predoctoral (Xunta de Galicia). A. Tobío agradece una Beca de la Universidad de Murcia para estudios de Máster Universitario.