

Correlación de parámetros estereométricos por tomografía de coherencia óptica de segmento anterior y gonioscopia en una población del nororiente colombiano

Correlation between stereometric parameters by anterior segment coherent optical tomography and gonioscopy in Northeast Colombian population

Tatiana Palacio-Gómez¹, Leonardo E. Castellanos-Prada¹, Gustavo Espinoza-García¹, Paul Camacho^{1,2} y Juan C. Parra-Restrepo¹

¹Fundación Oftalmológica de Santander Carlos Ardila Lulle, Floridablanca, Santander; ²Facultad de Salud, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Santander. Colombia

Resumen

Introducción: La gonioscopia es la técnica utilizada para diagnosticar la sospecha de cierre angular primario (SCAP). Sin embargo, es una medida subjetiva, a diferencia de la tomografía óptica coherente de segmento anterior (OCT-SA). Se realizó un estudio midiendo los parámetros estereoscópicos por OCT-SA y su correlación con la gonioscopia. **Objetivo:** Comparar la gonioscopia y los parámetros por OCT-SA en ojos con ángulo estrecho y abierto, y evaluar la reproducibilidad intraobservador de estos parámetros. **Método:** Estudio observacional, analítico, descriptivo y longitudinal. Se recolectó la información de los pacientes valorados en la consulta de glaucoma entre marzo y junio de 2019 sin antecedente de cirugía ni láser ocular a quienes se solicitó OCT-SA. **Resultados:** De 131 ojos, el 28.25% tenían ángulos estrechos y el 68.7% abiertos. La distancia de apertura del ángulo 500 (AOD) promedio nasal fue de 210 μm (rango intercuartílico [RIQ]: 98-275.5) y el temporal fue de 214 μm (RIQ: 130.5-289). El área del espacio del iris trabecular área 500 (TISA) promedio nasal fue de 0.070 mm^2 (RIQ: 0.034-0.093) y el temporal fue de 0.068 mm^2 (RIQ: 0.038-0.093). El ángulo del iris trabecular (TIA) nasal fue de 23.77° (RIQ: 12.11-29.92) y el temporal fue de 23.46° (RIQ: 14.37-30.45). Cuanto más abiertos están los ángulos por gonioscopia, mayor área de TISA, TIA y AOD. Existe una buena reproducibilidad intraobservador respecto al AOD nasal, con un coeficiente de concordancia de 0.956 (intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 0.94- 0.97), y para el AOD temporal de 0.940 (IC95%: 0.92-0.96). Respecto al TISA nasal, el coeficiente de concordancia fue de 0.956 (IC95%: 0.9-0.97), y para el temporal de 0.946 (IC95%: 0.93-0.96). **Conclusiones:** La OCT-SA tiene una buena correlación con la gonioscopia y una buena reproducibilidad intraobservador. Sin embargo, sigue siendo una ayuda diagnóstica que no reemplaza la evaluación clínica.

Palabras clave: Ángulo cámara anterior. Gonioscopia. Trabecular iris space area. Tomografía óptica coherente de segmento anterior.

Correspondencia:

Juan C. Parra-Restrepo

Email: parraglaucoma@gmail.com

0120-0453 / © 2020 Sociedad Colombiana de Oftalmología (SOCOFTAL). Publicado por Permayer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 15-06-2020

Fecha de aceptación: 25-12-2020

DOI: 10.24875/RSCO.M21000007

Disponible en internet: 30-06-2021

Rev Soc Colomb Oftalmol. 2021;54(1):29-38

www.revistaSCO.com

Abstract

Introduction: Gonioscopy is the technique used to diagnose primary angle closure suspect (PACS). Nevertheless, it is a subjective measure compared to anterior segment coherent optical tomography (AS-OCT). A study was performed by measuring the stereoscopic parameters with AS-OCT and correlating them with gonioscopy. **Objective:** To compare gonioscopy and AS-OCT parameters in eyes with closed and open angle. Moreover, to evaluate intraobserver reproducibility of those parameters. **Method:** Observational, analytical descriptive longitudinal study. Data was collected from patients who attended glaucoma service between March and June 2019 and had an AS-OCT done. Patients were excluded if they had history of laser or intraocular surgery. **Results:** Out of 131 eyes, 28.25% had closed angles and 68.7% open angles. The average nasal angle opening distance 500 (AOD) was 210 μm ICR (98 – 275.5) and the temporal was 214 μm ICR (130.5 – 289). The average nasal trabecular iris space area 500 (TISA) was 0.070 mm^2 ICR (0.034 – 0.093) and the temporal was 0.068 mm^2 ICR (0.038 – 0.093). The nasal trabecular iris angle (TIA) was 23.77° ICR (12.11 – 29.92) and the temporal was 23.46° ICR (14.37 – 30.45). The wider the angles by gonioscopy, the greater the area of TISA, TIA and AOD. A good nasal AOD intraobserver reproducibility was observed with a concordance coefficient of 0.956 (IC 95%: 0.94 – 0.97) and temporal AOD of 0.940 (0.92 – 0.96). Regarding the nasal TISA, the concordance coefficient was 0.956 (IC 95%: 0.9 – 0.97) and temporal TISA was 0.946 (IC 95: 0.93 – 0.96). **Conclusions:** AS-OCT has a strong correlation with gonioscopy and a good intraobserver reproducibility. However, it remains as a diagnostic aid that does not substitute clinical evaluation.

Key words: Anterior chamber angle. Anterior segment coherent optical tomography. Gonioscopy. Trabecular iris space area.

Introducción

La sospecha de cierre angular primario (SCAP) es una condición tratable con iridotomía láser para evitar un cierre angular primario agudo (CAPA) y glaucoma por cierre angular primario (GCAP). Thomas, et al.¹ estiman que el 22% de los pacientes con SCAP progresan a CAPA y que el 28.5% progresan a GCAP en 5-10 años.

Aunque la gonioscopia es la técnica utilizada para visualizar las estructuras del ángulo y estimar su grado, una medida objetiva solo puede realizarse con imágenes obtenidas por biomicroscopía ultrasónica y tomografía óptica coherente de segmento anterior (OCT-SA); esta última es una ayuda diagnóstica que permite visualizar la geometría del ángulo camerular y calcular morfométricamente el estado del ángulo, permitiendo hacer un diagnóstico más preciso^{2,3}.

En la literatura revisada no se encontraron datos en nuestra población sobre la evaluación del ángulo camerular mediante OCT-SA. Por lo tanto, se realizó un estudio analítico en una población colombiana en el servicio de glaucoma de la Fundación Oftalmológica de Santander Carlos Ardila Lülle (FOSCAL) para comparar la gonioscopia y los parámetros por OCT-SA en ojos con ángulo estrecho y controles con ángulo abierto, midiendo el *trabecular iris space area* (TISA), el *trabecular iris angle* (TIA) y la *angle opening distance* (AOD) medidos a 500 μm del espolón escleral nasal y temporal con un equipo RTVue XR Avanti™ (Optovue, Fremont, CA, USA). Además, se evaluó la reproducibilidad intraobservador de estos parámetros.

Método

Diseño y muestra

Estudio observacional, analítico, descriptivo y longitudinal, cuya información se tomó de la base de datos existente en la FOSCAL de los pacientes con ángulo abierto y ángulo estrecho.

Se incluyeron pacientes mayores de 40 años con sospecha de glaucoma o diagnóstico de glaucoma, ya fuera primario de ángulo abierto, por cierre angular primario o secundario, a quienes se les realizó OCT-SA para valoración del ángulo. Se excluyeron los pacientes con antecedente de cirugía filtrante, cirugía de catarata, iridotomía o iridoplastia.

Declaraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la FOSCAL bajo los principios establecidos en la Declaración de Helsinki.

Recolección de datos

Se recolectó la información de los pacientes que fueron valorados en la consulta de glaucoma en la FOSCAL entre marzo de 2019 y junio de 2019, quienes cumplían los criterios de selección. La valoración oftalmológica fue realizada por un único *fellow* de glaucoma de la institución, tomando la presión intraocular con un tonómetro de Goldmann y registrando su valor

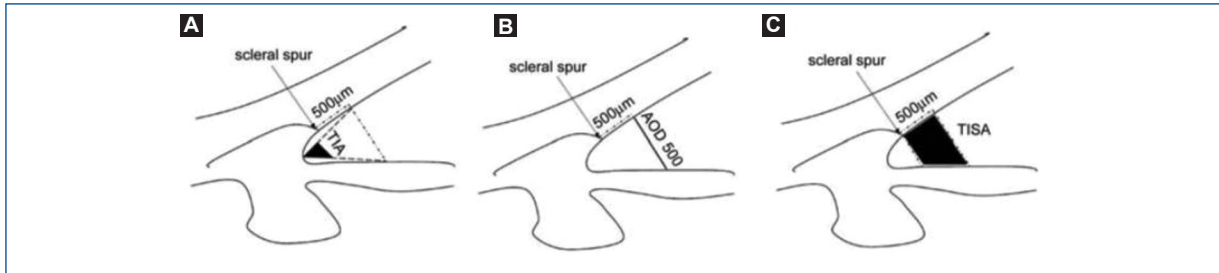


Figura 1. Medidas del ángulo camerular mediante OCT de segmento anterior.² **A:** Ángulo del iris trabecular (TIA). **B:** Distancia de apertura del ángulo (AOD). **C:** Área del espacio del iris trabecular (TISA).

en mmHg. Se clasificó el ángulo camerular según la clasificación de Shaffer.

A los pacientes incluidos se les realizó OCT-SA con el equipo RTVue XR Avanti™, por un mismo operador, quien estaba ciego al tipo de ángulo encontrado clínicamente. Previa colocación de proparacaína al 0.5% y carboximetilcelulosa sódica al 0.5%, bajo iluminación mesópica se ubicó la lente para toma de imagen de segmento anterior y los puntos de iluminación externos para fijar la mirada hacia nasal y temporal de cada ojo. Se realizaron dos tomas del ángulo nasal y temporal, tomando como punto de referencia el espolón escleral, y a partir de este se tomaron las diferentes medidas. El TIA se determinó tomando la medida del ángulo entre el ápex en el receso iridiano y cuyos brazos del ángulo pasan a través de la malla trabecular a 500 µm del espolón escleral y el iris perpendicularmente (Fig. 1 A). El AOD se calculó tomando la distancia perpendicular desde la malla trabecular a 500 µm anterior al espolón escleral a la superficie anterior del iris (Fig. 1 B). La medida TISA se determinó midiendo el área trapezoidal limitada anteriormente por AOD, posteriormente por una línea trazada desde el espolón escleral perpendicular al plano de la pared escleral interna hacia el iris opuesto, superiormente por la pared corneoescleral interna e inferiormente por la superficie del iris (Fig. 1 C).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software STATA VE 12.0. El tamaño de muestra se estimó para encontrar un rho de Spearman de 0.65 con una desviación estándar de 0.15, un error tipo I del 5% y un error tipo II del 20%, obteniendo una muestra de 131 ojos. La normalidad se evaluó gráficamente, estadísticamente y mediante la prueba de Shapiro Wilk. Se estimó el coeficiente de correlación de Spearman entre

la gonioscopia con el TIA y el TISA según la distribución de frecuencias. Adicionalmente, se estimaron los límites de Bland y Altman del TISA. El nivel de significancia fue del 5%.

Resultados

Se evaluaron 131 ojos de 66 pacientes. El promedio de edad fue de 61 años \pm 9.33. El 16.03% de los ojos evaluados tenían SCAP (Fig. 2 A) y el 10.69% tenían GCAP; posterior al estudio se les realizó iridotomía a los pacientes de ambos grupos. El 1.53% de los ojos evaluados fueron de pacientes que ingresaron al servicio de urgencias con CAPA a quienes se les realizó el estudio durante la urgencia y el tratamiento según las guías clínicas de la institución. La mitad de los ojos evaluados (50.38%) tenían sospecha de glaucoma, el 18.32% glaucoma primario de ángulo abierto (Fig. 2 B) y solo cuatro ojos de dos pacientes, equivalentes al 3.05%, tenían glaucoma secundario, de los cuales uno tenía diagnóstico de síndrome de Posner-Schlossman y otro glaucoma de tensión normal. Se realizó el promedio entre las dos medidas de AOD y TISA nasal y temporal. Se encontró una mediana de AOD nasal de 210 µm (rango intercuartílico [RIQ]: 98-275.5) y temporal de 214 µm (RIQ: 130.5-289). La mediana del TISA promedio nasal fue de 0.070 mm² (RIQ: 0.034-0.093) y temporal de 0.068 mm² (RIQ: 0.038-0.093). La mediana del TIA nasal fue de 23.77° (12.11-29.92) y del TIA temporal de 23.46° (14.37-30.45) (Tabla 1). Más de la mitad de los ojos evaluados tenían gonioscopia nasal en grado 2 y 3, el 29.77% y el 29.01%, respectivamente, a diferencia de la gonioscopia temporal, que en su mayoría era de grado 3 (34.35%), seguida por el grado 4 (22.9%).

Se observó que cuanto más abiertos están los ángulos por gonioscopia, mayor área de TISA y mayor dispersión de los datos en ángulos de grado 4, con una

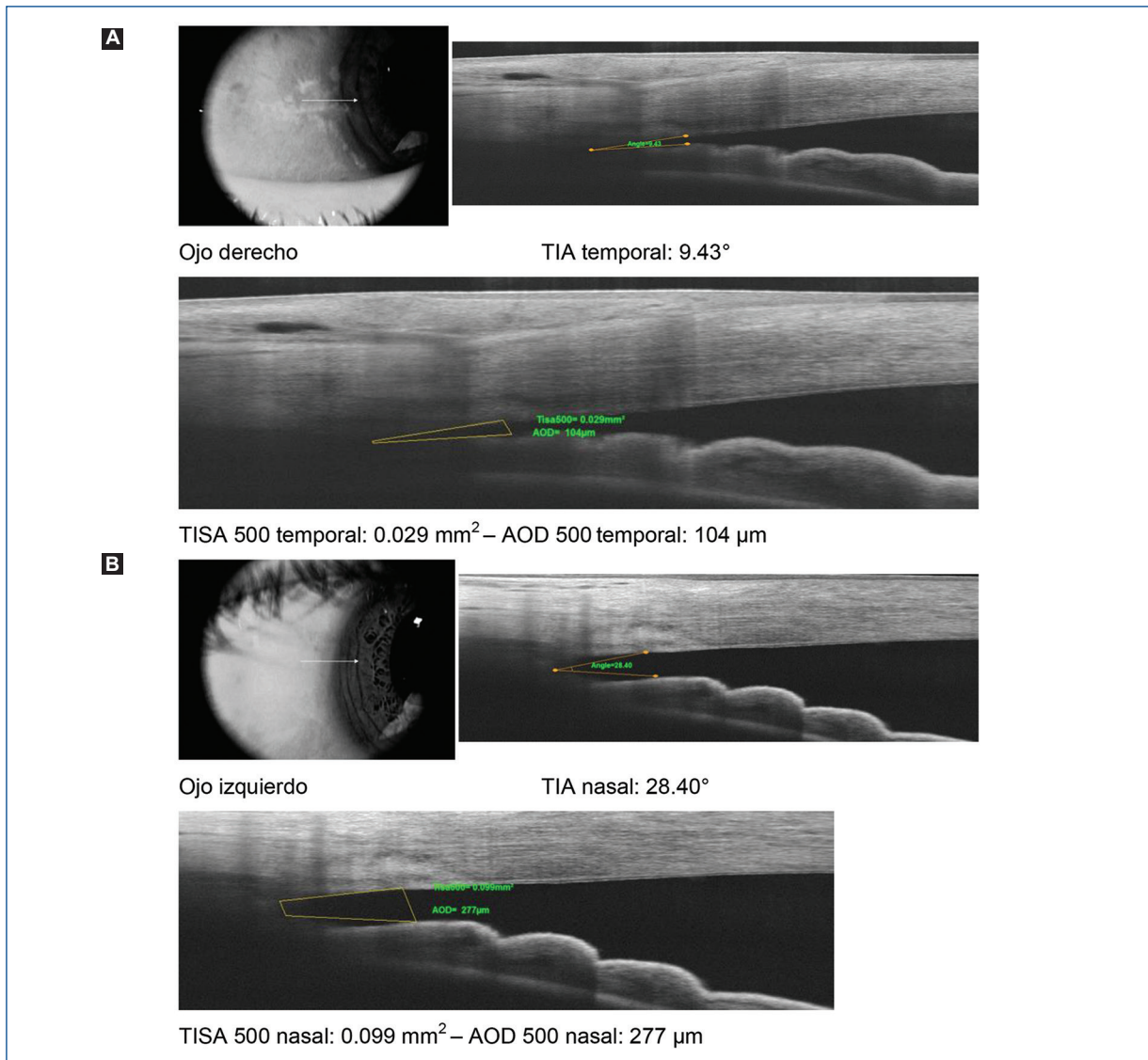


Figura 2. Ejemplos de pacientes. **A:** sospecha de cierre angular primario agudo. **B:** Glaucoma primario de ángulo abierto.

mediana de 0.092 mm² (RIQ: 0.070-0.114). Además, encontramos una relación positiva entre la gonioscopia nasal y el promedio de TISA nasal, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.57 ($p < 0.001$); es decir, cuanto más abiertos están los ángulos por gonioscopia, mayor área de TISA. Sin embargo, en la gráfica se observa que hay una mayor variabilidad en el promedio de TISA en ángulos de grado 4, con una mediana de 0.092 mm² (RIQ: 0.070-0.114). Respecto a la gonioscopia temporal y el promedio de TISA temporal también se observa una relación positiva, con un coeficiente de Spearman de 0.645 ($p < 0.001$), con una variabilidad importante en el promedio de TISA en

ángulos de grado 4, con una mediana de 0.092 (RIQ: 0.071-0.114) (Fig. 3 A y B).

Tanto el TIA como el TISA y el AOD aumentan a medida que los ángulos son más abiertos por gonioscopia (Tabla 2). Respecto al TIA, esta relación positiva es demostrada por un coeficiente de correlación de Spearman de 0.62 ($p < 0.001$) para el TIA nasal y de 0.65 ($p < 0.001$) para el TIA temporal (Fig. 3 C y D).

Los pacientes con SCAP tuvieron un promedio de AOD temporal mayor que de AOD nasal: $116 \pm 52.12 \mu\text{m}$ y $99.69 \pm 82.36 \mu\text{m}$, respectivamente. El TISA promedio nasal fue de $0.037 \pm 0.032 \text{ mm}^2$ y el temporal fue de $0.038 \pm 0.020 \text{ mm}^2$. Los pacientes con GCAP tienen

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes evaluados.

Edad, media (DE)	61 (9.33)
Sexo, n (%)	
Femenino	88 (67.18)
Masculino	43 (32.82)
PIO, media (DE)	16.9 (9.58)
Clasificación, n (%)	
SCAP	21 (16.03)
CAPA	2 (1.53)
GPAE	14 (10.69)
GPAA	24 (18.32)
Sospecha de glaucoma	66 (50.38)
Glaucoma secundario	4 (3.05)
Hipotensores, n (%)	
0	60 (45.8)
1	37 (28.24)
2	18 (13.74)
3	12 (9.16)
4	4 (3.05)
Promedio AOD nasal (μm), mediana (RIQ)	210 (98-275.5)
Promedio AOD temporal (μm), mediana (RIQ)	214 (130.5-289)
TIA nasal (grados)	23.77 (12.11-29.92)
TIA temporal (grados)	23.46 (14.37-30.45)
Promedio TISA nasal (mm^2)	0.070 (0.034-0.093)
Promedio TISA temporal (mm^2)	0.068 (0.038-0.093)

DE: desviación estándar; PIO: presión intraocular; RIQ: rango intercuartílico; SCAP: sospecha de cierre angular primario; CAPA: cierre angular primario agudo; GPAE: glaucoma primario de ángulo estrecho; GPAA: glaucoma primario de ángulo abierto; AOD: distancia de apertura del ángulo; TIA: ángulo del iris trabecular; TISA: área del espacio del iris trabecular.

valores un poco mayores que aquellos con SCAP respecto a la gonioscopia y los parámetros del OCT-SA, como se observa en la [tabla 3](#). Todos los pacientes con CAPA tenían una gonioscopia en grado 0 en los cuatro cuadrantes, y a diferencia de la SCAP y el GPAE, el AOD nasal promedio fue mayor que el temporal: $24.75 \pm 15.99 \mu\text{m}$ y $19 \pm 0.70 \mu\text{m}$, respectivamente. Entre los pacientes con ángulos abiertos vemos que aquellos con SCAP tienen ángulos más abiertos teniendo en cuenta los parámetros de OCT-SA, y un promedio menor en la gonioscopia. Todos los pacientes con glaucoma secundario tenían ángulos abiertos ([Tabla 3](#)).

Existe una buena reproducibilidad intraobservador respecto al AOD nasal, con un coeficiente de concordancia de Lin de 0.956 (intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 0.94-0.97). Se observa en la gráfica una leve dispersión en algunos datos, sin ser relevantes

clínicamente. La diferencia promedio entre las medidas fue de 0.344 ± 37.929 ([Fig. 4 A](#)). Respecto al AOD temporal, se encuentra una reproducibilidad intraobservador de 0.940 (0.92-0.96), con una diferencia promedio de 0.046 ± 42.34 . También se evidencia que existe una variabilidad interensayo explicada por una desviación estándar amplia al evaluar los diferentes ojos ([Fig. 4 B](#)).

La correlación intraobservador del TISA nasal fue de 0.956 (IC95%: 0.94-0.97), con una diferencia de 0.00 ± 0.012 , casi imperceptible, y la correlación intraobservador del TISA temporal fue de 0.946 (IC95: 0.93-0.96), muy similar a la del AOD nasal, con una diferencia promedio de 0.001 ± 0.013 ([Fig. 4 C y D](#)).

Se ve una correlación positiva excelente entre la reproducibilidad del AOD y el TISA con el grado de gonioscopia agrupándolo en ángulos estrechos (SCAP, CAPA y GCAP). En ángulos estrechos se evidenció una correlación de Spearman de 0.91 ($p < 0.001$) y en ángulos abiertos de 0.95 ($p < 0.001$) para los ángulos temporales. En los ángulos nasales, la correlación de Spearman fue de 0.94 ($p < 0.001$) en los ángulos estrechos y de 0.92 ($p < 0.001$) en los ángulos abiertos. Esta correlación aumentó en ojos con sospecha de glaucoma: 0.97 ($p < 0.001$) en los ángulos temporales y 0.95 ($p < 0.001$) en los nasales; y fue de 1 ($p < 0.001$) en los glaucomas secundarios, aunque la muestra de este grupo fue muy pequeña (cuatro ojos) ([Fig. 5 A y B](#)).

Discusión

La SCAP es una condición tratable con iridotomía láser para evitar un cierre angular agudo y GCAP. Zhang, et al.⁴ describieron que el 28% de los pacientes con CAPA progresan a GCAP. Por su parte, Tham, et al.⁵ estiman que en Asia, para el año 2040 respecto al año 2013, habrá un aumento de 9 millones de pacientes (58.4%) con GCAP.

Hoy en día la gonioscopia es la técnica utilizada para visualizar las estructuras del ángulo, pero es una medida subjetiva que depende de la experticia del examinador para estimar su grado de apertura. Por su parte, una medida objetiva es la OCT-SA, la cual permite visualizar la geometría del ángulo camerular y calcular morfométricamente el estado del ángulo, permitiendo hacer un diagnóstico más preciso. Sin embargo, ha demostrado solo una ligera a moderada correlación con la gonioscopia, con una tendencia a clasificar los ángulos más estrechos que esta. Por esto decidimos evaluar en nuestro medio cuál es la

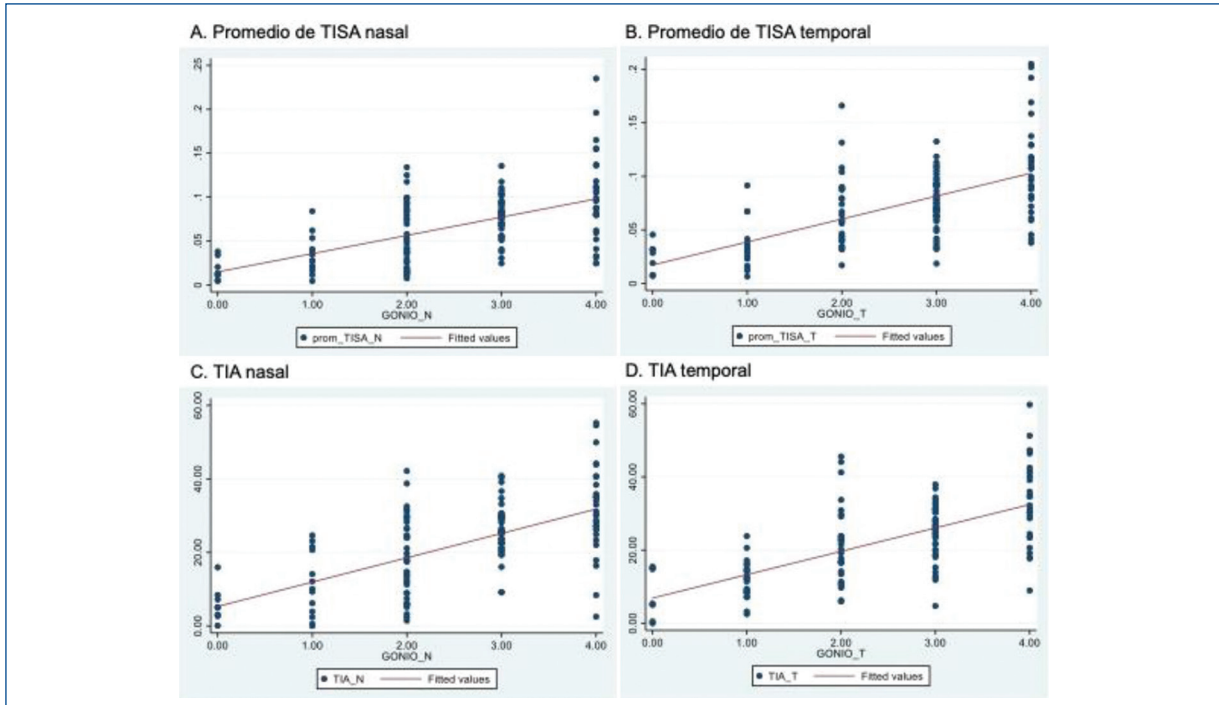


Figura 3. Correlación de la gonioscopia con los parámetros de OCT-SA. Nota: esta gráfica es original, obtenida del análisis de datos realizado con el paquete estadístico Stata.

Tabla 2. Correlación entre la gonioscopia y los parámetros OCT-SA (media ± desviación estándar)

Clasificación Shaffer	TISA nasal promedio (mm ²)	TISA temporal promedio (mm ²)	TIA nasal (grados)	TIA temporal (grados)	AOD nasal promedio (µm)	AOD temporal promedio (µm)
Grado 0	0.017 (0.012)	0.024 (0.013)	5.9(4.82)	11.31 (8.45)	53.56 (40.71)	73.35 (53.28)
Grado 1	0.034 (0.021)	0.032 (0.020)	11.31 (8.45)	11.93 (5.30)	98.5 (57.28)	102.95 (60.6)
Grado 2	0.055 (0.036)	0.067 (0.033)	18.17 (10.69)	21.35 (10.61)	162.32 (105.40)	206.12 (105.44)
Grado 3	0.078 (0.023)	0.075 (0.024)	26.06 (7.13)	25,12 (7.13)	233.8 (76.95)	227.52 (69.21)
Grado 4	0.097(0.048)	0.106 (0.044)	31.29(11.58)	32.94(11.36)	298.96(146.88)	329.38(128.94)

correlación entre estas dos pruebas y ver la aplicación que tienen en nuestra población^{2,3,6}.

Los pacientes con glaucoma de ángulo estrecho, definidos en nuestro estudio como SCAP, CAPA y GCAP, tuvieron un TISA 500 nasal promedio de $0.037 \pm 0.032 \text{ mm}^2$, $0.007 \pm 0.004 \text{ mm}^2$ y $0.054 \pm 0.04 \text{ mm}^2$, respectivamente, y un TISA 500 temporal promedio de $0.038 \pm 0.020 \text{ mm}^2$, $0.013 \pm 0.008 \text{ mm}^2$ y $0.055 \pm 0.049 \text{ mm}^2$, respectivamente. Estos resultados son comparables con los de Moghimi, et al.,⁷ quienes describieron TISA 500 en SCAP de $0.049 \pm 0.032 \text{ mm}^2$, CAPA $0.011 \pm 0.015 \text{ mm}^2$ y GCAP $0.024 \pm 0.024 \text{ mm}^2$.

Los pacientes con ángulo abierto, definidos como glaucoma de ángulo abierto, sospecha de glaucoma y glaucoma secundario, tuvieron un TISA 500 nasal promedio de $0.071 \pm 0.028 \text{ mm}^2$, $0.077 \pm 0.037 \text{ mm}^2$ y 0.12 mm^2 y $0.107 \pm 0.044 \text{ mm}^2$, respectivamente. Por su parte, Grewal, et al.⁷ describieron valores menores, siendo el TISA 500 nasal en ángulo ocluíble, es decir, estrecho, de $0.23 \pm 0.14 \text{ mm}^2$ y en no ocluíble o abierto de $0.34 \pm 0.11 \text{ mm}^2$, y el TISA 500 temporal en ángulo ocluíble de 0.23 ± 0.14 y en no ocluíble de $0.33 \pm 0.11 \text{ mm}^2$, midiéndolo con OCT Visante⁸.

Tabla 3. Gonioscopia y parámetros de OCT-SA según la clasificación clínica (media ± desviación estándar)

Clasificación	Gonioscopia Nasal	Gonioscopia Temporal	Gonioscopia Superior	Gonioscopia Inferior	Promedio AOD nasal	Promedio AOD temporal	Promedio TISA nasal	Promedio TISA temporal	TIA nasal	TIA temporal
SCAP	1.28 (0.78)	1.09 (0.70)	1.14 (0.65)	1.38 (0.74)	99.69 (82.36)	116(52.12)	0.037(0.032)	0.038(0.020)	11.31(9.21)	12.62(5.66)
CAPA	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24.75B (15.99)	19(0.70)	0.007(0.004)	0.013(0.008)	1.59(2.14)	2.69(3.81)
GPAE	1.57 (0.64)	1.57 (0.75)	1.35 (0.74)	1.5 (0.75)	161.32 (126.39)	172.39(151.69)	0.054(0.041)	0.055(0.049)	18.58(12.78)	18.36(14.13)
GPAA	3.37 (0.64)	3.41(0.58)	3.41(0.58)	3.41 (0.58)	217.04(85.64)	233.45(67.29)	0.071(0.028)	0.074 (0.021)	24.94(9.18)	25.18(6.91)
Sospecha glaucoma	2.9(0.92)	2.90 (0.87)	2.98 (0.88)	2.96(0.80)	234.39(1117.31)	252.91(116.35)	0.077(0.037)	0.083(0.040)	25.36(10.88)	26.38(10.80)
Glaucoma secundario	3 (1.15)	3.25 (0.95)	3.25 (0.95)	3.5(0.57)	374.23(247.98)	346(154.95)	0.12(0.084)	0.107 (0.044)	33.27(16.12)	37.6(0.45)

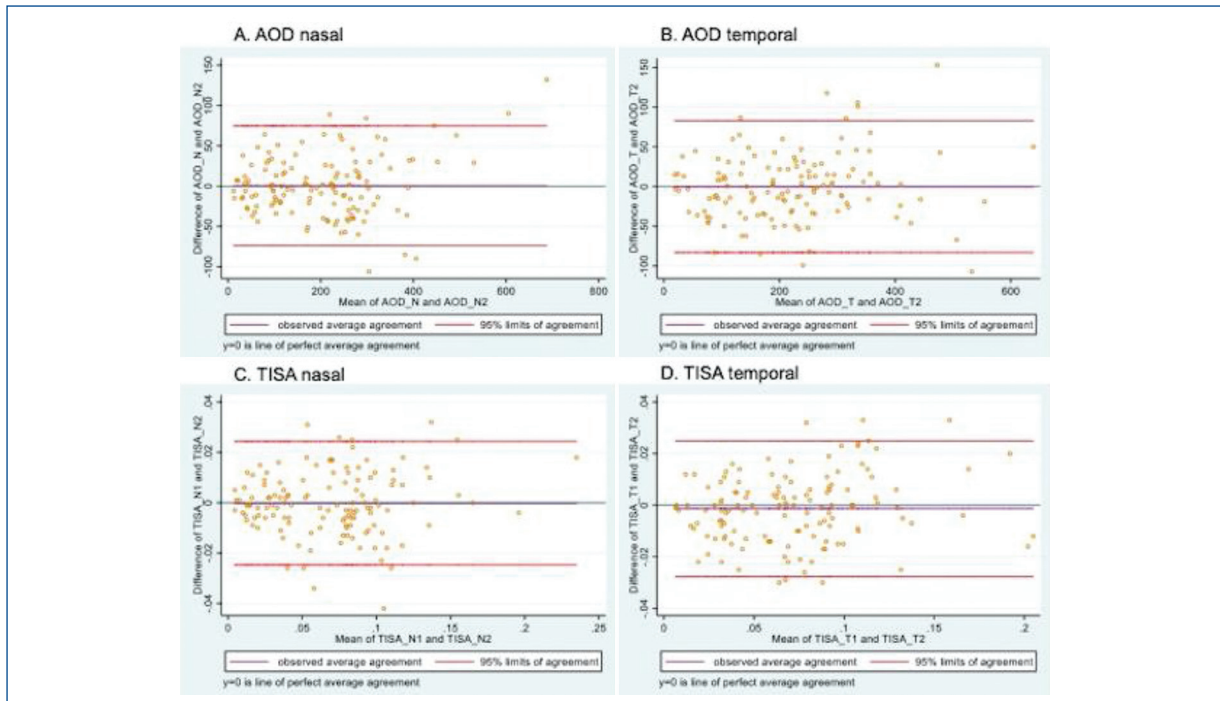


Figura 4. Reproducibilidad intraobservador. Nota: esta gráfica es original, obtenida del análisis de datos realizado con el paquete estadístico Stata.

Hong, et al.⁹ encontraron, en 38 pacientes con GCAP previo a trabeculectomía, un AOD 500 de 0.20 ± 0.12 mm y un TISA 500 de 0.06 ± 0.12 mm². En nuestro estudio se encontró en ese grupo de pacientes un AOD 500 nasal promedio de 161.32 ± 126.39 μ m (0.16 ± 0.12 mm) y temporal de 172.39 ± 151.69 μ m (0.17 ± 0.15 mm). Además, se encontró un TISA nasal promedio de 0.054 ± 0.041 mm² y temporal de 0.055 ± 0.049 mm², los cuales tienen similitud en las estimaciones correspondientes a pesar de ser poblaciones diferentes⁹.

El OCT-SA es dependiente del operador y la variabilidad de la posición del scan al tomar el examen puede mostrar una imagen irregular del contorno del iris y alterar la lectura de los parámetros del ángulo. Pan, et al.¹⁰, señalan que, como es de esperar, el AOD y el TISA dependen de la distancia entre la malla trabecular y la superficie del iris, y las irregularidades de la superficie pueden confundir las medidas. Ellos realizaron un estudio en el que midieron el ángulo inferior de 30 ojos de pacientes voluntarios

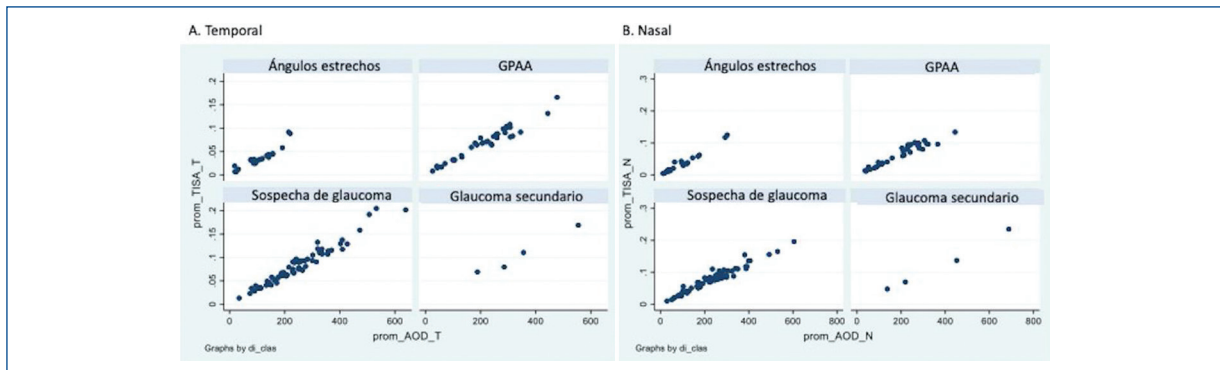


Figura 5. Correlación entre los promedios de TISA y AOD por grupos. Nota: esta gráfica es original, obtenida del análisis de datos realizado con el paquete estadístico Stata.

con OCT Visante a 265°, 270° y 275°, y de 40 ojos con OCT Cirrus, donde tomaron tres *scans* sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre las tres medidas¹⁰.

Por su parte, tanto Kim, et al.¹¹ como Radhakrishnan, et al.¹² demostraron que los parámetros del OCT-SA tienen una excelente reproducibilidad en los cuadrantes nasales y temporales, siendo menor en los inferiores por la dificultad técnica en la medida de este ángulo.

En nuestro estudio, para evaluar la reproducibilidad intraobservador se tomaron dos medidas de AOD y dos medidas de TISA en imágenes diferentes para evitar sesgos, y se encontró que, aunque existe una variabilidad del AOD 500 tanto nasal ($0.344 \pm 37.929 \mu\text{m}$) como temporal ($-0.046 \pm 42.346 \mu\text{m}$), la reproducibilidad es buena, con un coeficiente de concordancia de Lin de 0.956 (IC95%: 0.94-0.97) para la nasal y de 0.940 (IC95%: 0.92-0.96) para la temporal. La medida de TISA 500 tiene una variabilidad mínima, siendo la nasal de $0.000 \pm 0.012 \text{ mm}^2$ y la temporal de $-0.001 \pm 0.013 \text{ mm}^2$, con una concordancia igual para la nasal, de 0.956 (IC95%: 0.94-0.97), y ligeramente mayor para la temporal, de 0.946 (IC95%: 0.93-0.96).

En nuestro trabajo se observa una variabilidad importante en la AOD. Tan, et al.¹³ mostraron que la variabilidad intraobservador de las imágenes varió entre el 9.4% y el 12.5% en los expertos y entre el 4.2% y el 17.4% en los no expertos. Es importante tener en cuenta que, aunque la gonioscopia puede variar con la presión ejercida sobre la córnea, la luminosidad, la pigmentación del ángulo y la convexidad del iris, incluso el 10% de las veces un examinador puede discrepar con su medida de gonioscopia previa, lo cual muestra una variabilidad similar a la de expertos e incluso mejor en examinadores no expertos en OCT-SA, acorde con este estudio^{6,9,13,14}.

Xu, et al.^{15,16} encontraron una buena correlación intraobservador en AOD, TIA y TISA, a diferencia de la correlación interobservador, que fue buena en AOD 500, Coeficiente de correlación intraclassa (ICC = 0.69) y TISA 00 (ICC = 0.64), y excelente en AOD 750 (ICC = 0.78), TIA 500 (ICC = 0.75) y TIA 750 (ICC = 0.82). Además, tuvieron en cuenta las variaciones anatómicas de los ángulos, tomando 32 imágenes del ángulo de 86 pacientes, las cuales fueron promediadas y evidenciaron una variabilidad anatómica importante en AOD 500, TISA 500 y TIA 500, pero que disminuía a medida que aumentaba el número de imágenes promediadas, es decir, cuantas menos imágenes se tengan del ángulo por OCT, mayor rango de error en la interpretación del grado del ángulo camerular. Estos hallazgos se correlacionan con los de nuestro estudio respecto al AOD, ya que, aunque el coeficiente de concordancia de Lin en AOD 500 tanto nasal como temporal mostró una buena reproducibilidad intraobservador, la desviación estándar fue elevada, sugiriendo una variabilidad entre los ojos evaluados, a diferencia del TISA 500 nasal y temporal, para el que esa desviación estándar fue menor. Xu, et al.^{15,16} recomiendan como mínimo cuatro imágenes de OCT para tener una buena caracterización del ángulo teniendo en cuenta las variaciones anatómicas que puedan existir, y aunque es un estudio en una población diferente a la nuestra, nosotros tenemos cuatro imágenes por paciente, dos para TISA nasal y dos para TISA temporal. En un estudio más reciente de estos autores encontraron que el promedio de medidas por OCT-SA tiende a aumentar a medida que aumenta el grado de gonioscopia, y existe una fuerte correlación entre las medidas del OCT-SA y todos los grados de gonioscopia, con un coeficiente de correlación de Spearman mayor para AOD 750 ($r = 0.84$; $p < 0.01$), que disminuyó

en ángulos más estrechos ($r = 0.41$; $p < 0.01$). Lo mismo se encontró respecto a AOD 500, que varió de 0.83 ($p < 0.01$) a 0.26 ($p < 0.01$) en ángulo estrecho, TISA 500 de 0.76 ($p < 0.01$) a 0.17 ($p < 0.01$) y TIA de 0.78 ($p < 0.01$) a 0.18 ($p < 0.01$). En nuestro trabajo, la correlación no se vio afectada por el grado de apertura del ángulo, encontrándose una correlación de Spearman en TISA 500 y AOD 500 temporal de 0.94 ($p < 0.05$) en ángulos abiertos y de 0.91 ($p < 0.05$) en ángulos estrechos, y para TISA y AOD nasal 0.91 ($p < 0.05$) en ángulos abiertos y 0.94 en ángulos estrechos.

El promedio de gonioscopia en ángulos estrechos fue entre 0 y 1.25, y por cuadrante individual entre 0 y 2, y su correlación con la OCT-SA fue débil, sugiriendo que los grados de gonioscopia pueden ser poco confiables cuando se intenta cuantificar diferencias sutiles en las dimensiones de los ángulos para guiar el manejo de los pacientes con ángulo cerrado, y esto puede atribuirse a la curvatura del iris y la posición del cristalino, que pueden limitar la adecuada visualización. Para Xu, et al.¹⁷, el AOD 75 fue la medida que más se correlacionó con la gonioscopia en ángulos estrechos, a diferencia de nuestro estudio, en el que observamos mejor correlación y menor variabilidad con el TISA. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las diferencias entre la reproducibilidad de los estudios se asocian a las diferencias en la población estudiada, los protocolos, los equipos con los que se realiza el examen y los ángulos evaluados^{3,17}.

En nuestro estudio resulta claro que el TISA sigue siendo una medida reproducible que aporta información fundamental para clasificar los ángulos.

Dentro de las limitaciones del estudio hay que mencionar que no se midieron la longitud axial ni el volumen cristaliniano, que son variables importantes que hay que considerar al hacer una evaluación integral de un ojo con ángulos estrechos. Teniendo en cuenta otros estudios, también es importante medir el AOD y el TISA a 750 μm del espolón escleral. Consideramos fundamental evaluar el cambio en el ángulo camerular posterior a la iridotomía en los pacientes que tenían ángulos estrechos, en estudios futuros.

En nuestro medio este es el primer estudio en comparar la gonioscopia con la OCT-SA con el equipo RTVue XR Avanti™.

Es importante tener en cuenta que el área TISA evaluada con la OCT-SA, aunque es una alternativa para la medida del ángulo camerular por gonioscopia, no la reemplaza, ya que solo da información sobre 180° del ángulo camerular, omitiendo el superior y el inferior, y es una medida estática que no permite evaluar la dinámica del ángulo camerular, parámetro

importante para definir la conducta terapéutica en nuestros pacientes.

La OCT-SA tiene una buena correlación con la gonioscopia y una buena reproducibilidad intraobservador. Sin embargo, sigue siendo una ayuda diagnóstica que no reemplaza la evaluación clínica al tener que decidir una conducta en nuestros pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial, o sin ánimo de lucro.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

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.

Bibliografía

1. Thomas R, George R, Parikh R, Muliyl J, Jacob A. Five year risk of progression of primary angle closure suspects to primary angle closure: a population based study. *Br J Ophthalmol.* 2003;87:450-4.
2. Leung CK, Weinreb RN. Anterior chamber angle imaging with optical coherence tomography. *Eye (Lond).* 2011;25:261-7.
3. Pan X, Marion K, Maram J, Zhang ZY, Francis BA, Nittala MG, et al. Reproducibility of anterior segment angle metrics measurements derived from Cirrus spectral domain optical coherence tomography. *J Glaucoma.* 2015;24:e47-51.
4. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2014;121:2081-90.
5. Zhang X, Liu Y, Wang W, Chen S, Li F, Huang W, et al. Why does acute primary angle closure happen? Potential risk factors for acute primary angle closure. *Surv Ophthalmol.* 2017;62:635-47.
6. Porporato N, Baskaran M, Tun TA, Sultana R, Tan M, Quah JH, et al. Understanding diagnostic disagreement in angle closure assessment between anterior segment optical coherence tomography and gonioscopy. *Br J Ophthalmol.* 2020;104:795-9.
7. Moghimi S, Torkashvand A, Mohammadi M, Yaseri M, Saunders LJ, Lin SC, et al. Classification of primary angle closure spectrum with hierarchical cluster analysis. *PLoS One.* 2018;13(7):e0199157.
8. Grewal DS, Brar GS, Jain R, Grewal SP. Comparison of Scheimpflug imaging and spectral domain anterior segment optical coherence tomography for detection of narrow anterior chamber angles. *Eye (Lond).* 2011;25:603-11.

9. Hong J, Chen J, Yang Y, Wei A, Kong X, Yu X, et al. Optical coherence tomography assessment of angle anatomy changes after trabeculectomy in primary angle-closure glaucoma. *J Glaucoma*. 2016;25:244-7.
10. Pan X, Maram J, Marion K, Dastiridou A, Zhang ZY, Domínguez-Velasco MF, et al. Effect of angle of incidence on anterior chamber angle metrics from optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2016;25:e19-23.
10. Tan AN, Sauren LD, de Brabander J, Berendschot TT, Passos VL, Webers CA, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurements with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52:2095-9.
11. Kim DY, Sung KR, Kang SY, Cho JW, Lee KS, Park SB, et al. Characteristics and reproducibility of anterior chamber angle assessment by anterior-segment optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol*. 2011;89(5):435-41.
12. Radhakrishnan S, See J, Smith SD, Nolan WP, Ce Z, Friedman DS, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurements obtained with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(8):3683-8.
13. Tan AN, Sauren LD, de Brabander J, Berendschot TT, Passos VL, Webers CA, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurements with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(5):2095-9.
14. Akil H, Dastiridou A, Marion K, Francis B, Chopra V. Repeatability, reproducibility, agreement characteristics of 2 SD-OCT devices for anterior chamber angle measurements. *Can J Ophthalmol*. 2017;52:166-70.
15. Xu BY, Burkemper B, Lewinger JP, Jiang X, Pardeshi AA, Richter G, et al. Correlation between intraocular pressure and angle configuration measured by OCT: the Chinese American Eye Study. *Ophthalmol Glaucoma*. 2018;1:158-66.
16. Xu BY, Israelsen P, Pan BX, Wang D, Jiang X, Varma R. Benefit of measuring anterior segment structures using an increased number of optical coherence tomography images: the Chinese American Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:6313-9.
17. Xu BY, Pardeshi AA, Burkemper B, Richter GM, Lin SC, McKean-Cowdin R, et al. Quantitative evaluation of gonioscopic and eye cam assessments of angle dimensions using anterior segment optical coherence tomography. *Transl Vis Sci Technol*. 2018;7:33.