

Aplicación de la teleoftalmología en la estimación de la profundidad de la cámara anterior

Dr. Juan Carlos Ochoa Tabares,* Dr. José A. Paczka, **,***** Dra. Luz América Giorgi-Sandoval,*** Dr. Jorge Topete-Jiménez, **
Dr. Salvador Fonseca-Reyes**** y Dr. Enrique Roig-Melo.**

RESUMEN

Propósito: Investigar el desempeño de la evaluación de imágenes digitalizadas del segmento anterior como una herramienta de teleoftalmología, en comparación con la gonioscopia convencional y la valoración clínica de la profundidad del segmento anterior mediante biomicroscopia.

Métodos: Las imágenes de 770 ojos (385 individuos) fueron obtenidas con una cámara analógica acoplada a un biomicroscopio y enviadas a través de una red local a una computadora, a través de cuya pantalla (17 pulgadas) dos expertos determinaron la profundidad de la cámara anterior empleando la técnica de Van Herick. Se analizaron las concordancias con dos aproximaciones (estadística kappa no ponderada) entre las descripciones de los dos examinadores y las de estos con la de gonioscopia y de profundidad de cámara anterior realizadas durante una campaña de detección de enfermedades oculares. Se estimaron la sensibilidad y especificidad de los examinadores de la profundidad de la cámara anterior.

Resultados: La concordancia entre los examinadores de la profundidad de la cámara anterior y la gonioscopia fue muy reducida ($k < 0.204$, $P = 0.0001$), la de los examinadores de las imágenes digitalizadas fue mayor, especialmente cuando se recategorizaron las escalas del ángulo y de la profundidad de cámara anterior (OD, $k = 0.576$; OI, $k = 0.552$; ambos ojos con $P = 0.0001$). La sensibilidad de los examinadores para reconocer ángulos estrechos fue deficiente (menor a 55%), aunque fue considerablemente más elevada la especificidad (mayor de 80%).

Conclusiones: Nuestros hallazgos sugieren que empleo de la técnica de Van Herick para describir imágenes digitalizadas en un sistema de teleoftalmología parece tener un papel limitado debido a su baja concordancia entre examinadores y con la gonioscopia convencional.

Palabras clave: Análisis de imágenes, ángulo ocluíble, gonioscopia, profundidad de cámara anterior, técnica de Van Herick, teleoftalmología.

SUMMARY

Purpose: To investigate the performance of assessing anterior segment digitized images in a teleophthalmologic system, and compare it with conventional gonioscopy and anterior chamber depth determined clinically by biomicroscopy.

Methods: Images from 770 eyes (385 subjects) were obtained with an analog camera coupled to a biomicroscope and sent through a local network to a computer. A 17" screen was used. Two experts determined the anterior chamber depth using Van Herick's technique. Strength of agreement in categorizing the anterior chamber depth was established (unweighted kappa statistics) among digitized images, gonioscopic appearance and clinical anterior chamber depth obtained in an eye disease screening campaign.

Results: Agreement between image examiners and gonioscopy was very low ($k < 0.204$, $P = 0.001$); such agreement was greater between image examiners, especially when irido-corneal angle and anterior chamber depth scales were recorded (RE, $k = 0.576$; LE, $k = 0.552$; both eye, $P = 0.0001$). Sensitivities for image examiners to distinguish shallow angles were low ($< 55\%$), although specificities were considerably higher ($> 80\%$). **Conclusions:** Our findings suggest that Van Herick's

*Servicio de Oftalmología, O.P.D. Hospital Civil de Guadalajara; Guadalajara, Jal.

**Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales, CUCS, Universidad de Guadalajara; Guadalajara, Jal.

***Unidad de Diagnóstico Temprano de Glaucoma; Guadalajara, Jal.

****Instituto de Investigación Cardiovascular, CUCS, Universidad de Guadalajara; Guadalajara, Jal.

Estudio realizado parcialmente mediante un apoyo irrestricto de Alcon Laboratorios México, Distribuidora Óptica Colyer y Clinik Medical. Los autores no tienen intereses financieros ni de propiedad en ninguno de los instrumentos empleados en el estudio.

Dr. José Antonio Paczka Z. Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales, CUCS, Universidad de Guadalajara. Apdo. Postal 22-12, Guadalajara, Jal. 44291, México. Tel.: (3) 654-1517. Fax: (3) 630-0318. Correo electrónico: japaczka@cencar.udg.mx

technique might have a limited role to adequately describe anterior segment digitized images in a teleophthalmologic system due to a low agreement between examiners and with conventional gonioscopy.

Key Words: Anterior chamber depth, gonioscopy, image analysis, occludable angle, teleophthalmology, Van Herick's technique.

INTRODUCCIÓN

La asociación de los conocimientos médicos con las tecnologías de la informática y las telecomunicaciones que se orientan a la entrega de servicios de salud a distancia, constituyen en su conjunto a la telemedicina. Desde hace más de un decenio, la capacidad de intercambiar información de alta calidad en tiempo real en formatos de sonido, video y gráficos ha permitido que la atención médica especializada pueda brindarse en forma virtual.¹

La telemedicina es considerada en la actualidad como una herramienta promisoría en las estrategias de detección masiva de enfermedades debido a las ventajas económicas, sociales y de cobertura que representa la atención de poblaciones poco privilegiadas por técnicos especializados tanto en telecomunicaciones como en la valoración de pacientes a través de cuestionarios y exámenes clínicos.^{2,3}

El desarrollo de la teleoftalmología, más particularmente, ha sido documentado a través de diversos estudios pilotos y protocolos que han buscado desarrollar y validar diagnósticos de múltiples padecimientos oculares.^{4,6}

Las aplicaciones de la teleoftalmología para la detección del glaucoma incluyen el uso de cámaras de fondo de ojo que no requieren midriasis, perímetros automatizados convencionales y de tecnología de frecuencia duplicada y la valoración del segmento anterior mediante biomicroscopia asistida con equipo de video.⁷

La valoración de la profundidad de la cámara anterior con el uso de la lámpara de hendidura forma parte de la evaluación oftalmológica integral, y es empleada para establecer el riesgo de que el ángulo iridocorneal se encuentre cerrado o con probabilidad de cierre. La técnica propuesta por Van Herick para este fin es de empleo común y se encuentra bien validada.⁸

El propósito del presente estudio fue estimar el desempeño de la técnica de Van Herick para determinar la profundidad de la cámara anterior mediante la evaluación de imágenes digitales transmitidas por una red local.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron las imágenes de segmento anterior de 770 ojos de 385 sujetos voluntarios, evaluados consecutivamente en el Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales de la Universidad de Guadalajara, durante una campaña de detección de enfermedades oculares llevada a cabo del 22 de mayo al 3 de junio del 2000. Se incluyó para su evaluación completa únicamente la información proveniente de personas de al menos 40 años de edad, quienes aceptaron participar voluntariamente en el estudio y que firmaron el consentimiento

informado pertinente. Se obtuvieron los antecedentes generales, demográficos y médicos relevantes mediante un interrogatorio directo. Dentro de una extensa batería de pruebas funcionales y estructurales a las que se sometieron 492 participantes, se incluyó la adquisición de imágenes del segmento anterior mediante el uso de una cámara analógica Biovid® (BW Scientific Instruments, Philadelphia, E.U.A.) acoplada a un biomicroscopio (Topcon SL-8®, Tokio, Japón). El haz de luz más delgado del biomicroscopio era colocado de forma perpendicular en la porción temporal de la superficie corneal periférica (colocando la fuente de luz en un ángulo de 60°) de ambos ojos, produciendo una sección en forma de paralelepípedo en el espesor de la córnea; dicha sección fue empleada como referencia para estimar la profundidad de la cámara anterior. El resultado fue expresado en una escala que va del grado 1 al 4, en la que el grado 4 corresponde a un espacio sombreado igual o mayor al espesor corneal, que existe entre la superficie interna de la córnea y la luz proyectada en el iris; el grado 3 corresponde a un espesor de la sombra de ½ a ¼ del espesor corneal; el grado 2 equivale a un espesor de la sombra de un ¼ del espesor corneal y el grado 1 es igual a un espesor de la sombra menor de un ¼ del espesor corneal.⁸ La validación de esta técnica ha permitido reconocer que dicha escala tiene una correspondencia con la amplitud del ángulo iridocorneal de acuerdo al sistema propuesto por Shaffer y que es de uso cotidiano. De esta manera tal correspondencia es del grado 1 con el ángulo 0-I, el grado 2 con el ángulo II, el grado 3 con el ángulo III y el grado 4 con el ángulo IV.

La imagen de profundidad de cámara anterior se obtuvo con un equipo de video que se incorpora al biomicroscopio en solamente uno de los oculares; se utilizó una magnificación de 1.6x. Un solo operador (JCO) adquirió todas las imágenes, transfiriéndolas de manera automatizada con la asistencia de un segundo operador (JTJ) a través de un cable coaxial hasta una computadora con un procesador Pentium II® a 450 MHz, en la que se procesaron y almacenaron utilizando el programa Paint Shop Pro® (versión 5.0, Jasc Software, Chicago, E.U.A.). Se capturó la imagen en un formato JPEG de 24 píxeles de profundidad con una paleta de 16 millones de colores, una dimensión de 8.7 x 6.5 pulgadas, un tamaño previo a la compresión de 865 kb y postcompresión de 153 kb de memoria de almacenamiento. Cada imagen se transmitió por un sistema de red LAN con una capacidad de transmisión de 10 Mbp a un servidor; las imágenes fueron compiladas y respaldadas en un disco duro y en discos ópticos. En la figura 1 se presenta un ejemplo de las características de las imágenes obtenidas. Estos parámetros se ajustan a los estándares sugeridos por Briggs para la calidad de las imágenes diagnósticas en teleoftalmología.⁹ Para el análisis de las imágenes se utilizó una computadora con

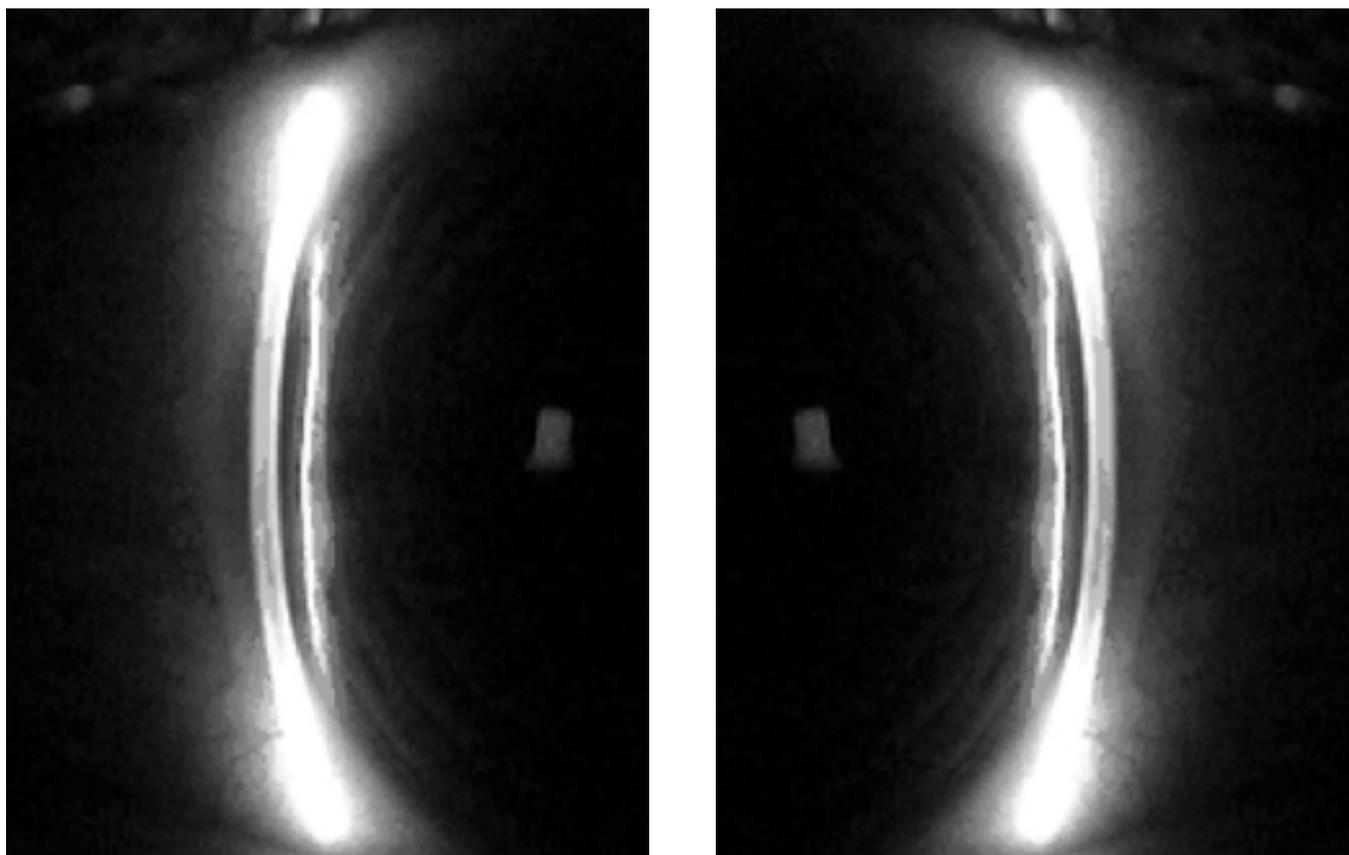


Fig. 1. Imágenes digitales de la periferia temporal del ángulo iridocorneal de un paciente examinado con la técnica de Van Herick para la valoración de la profundidad de la cámara anterior.

una unidad central de procesos Pentium III® a 750 MHz, tarjeta de video de 8 Mb, 128 Mb de memoria de intercambio (RAM), tarjeta de procesamiento de video y un monitor SVGA de 17 pulgadas.

Durante el período de dos semanas de campaña, los pacientes de quienes se obtuvieron las imágenes de segmento anterior eran evaluados clínicamente por un subespecialista en glaucoma (JAP); dicho examinador realizó, entre otras apreciaciones, la estimación gonioscópica del ángulo iridocorneal de acuerdo a las clasificaciones de Shaffer y de Spaeth, así como de la profundidad de la cámara anterior usando la descripción de Van Herick. Algunas semanas después de concluido el trabajo clínico, el mismo subespecialista (examinador 1) que realizó la valoración clínica, además de un subespecialista en segmento anterior (LAG; examinador 2), evaluaron las imágenes digitalizadas en una sola sesión, de manera independiente y sin conocer la identidad o antecedentes de los pacientes de quienes provenían dichas imágenes. Se empleó una magnificación de 10:1 en un monitor de 17 pulgadas, manteniendo constantes los parámetros de brillantez y contraste. Se conservó el orden original de la adquisición de imágenes y así se presentaron a los examinadores, los cuales estimaron la profundidad de la cámara anterior usando la descripción de Van Herick y señalando si la imagen era de insuficiente calidad como para emitir un juicio. Los resultados obtenidos fueron compilados en una base

de datos y procesados para su análisis estadístico con el software SPSS® (versión 8.0, SPSS Inc., St. Louis, E.U.A.). Se analizó el nivel de concordancia en la apreciación de la cámara anterior entre los examinadores al evaluar las imágenes digitales, también entre la apreciación clínica y la de imágenes, y finalmente entre la estimación de profundidad de cámara anterior de las imágenes y la de gonioscopia; para el análisis de concordancia se empleó la estadística kappa no ponderada. Se consideró como un valor de P menor a 0.05 como estadísticamente significativo. Finalmente, se estimó la sensibilidad y especificidad de los examinadores para distinguir entre ángulos abiertos y aquellos potencialmente ocluidos (o cerrados), considerando a la gonioscopia como el “estándar de oro”, asumiendo que los ángulos III y IV se encontraban abiertos y aquellos 0 a II eran susceptibles de cierre angular.

RESULTADOS

La edad promedio (\pm D.E.) de los individuos de quienes se obtuvieron imágenes del segmento anterior fue de 54 ± 11.4 años. Ciento treinta y siete voluntarios (35.6%) eran hombres y 248 (64.4%) fueron mujeres. Se obtuvo una estimación gonioscópica en únicamente 740 ojos (OD, $n=369$; OI, $n=371$). El motivo principal que impidió la evaluación

Cuadro 1. Tabla de frecuencias

| | G-OD | G-OI | 1-OD | 1-OI | 2-OD | 2-OI |
|---|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 7 | 5 | | | | |
| 1 | 14 | 14 | 18 | 38 | 4 | 14 |
| 2 | 21 | 19 | 42 | 60 | 25 | 30 |
| 3 | 155 | 153 | 143 | 153 | 110 | 110 |
| 4 | 172 | 180 | 182 | 134 | 244 | 224 |

G-OD = Gonioscopia del ojo derecho, G-OI = Gonioscopia del ojo izquierdo, 1-OD = Van Herick examinador 1 ojo derecho, 1-OI = Van Herick examinador 1 ojo izquierdo, 2-OD = Van Herick examinador 2 ojo derecho, 2-OI = Van Herick examinador 2 ojo izquierdo. 0,1,2,3,4 Corresponden al grado de apertura del ángulo según Shaffer o al grado de profundidad de la cámara anterior según Van Herick, respectivamente.

gonioscópica fue la disminución en la transparencia corneal; en solamente siete casos no se documentó la descripción del ángulo por omisión. El examinador 1 emitió su opinión acerca de 761 imágenes (OD, n=383; OI, n=378) por considerar que 9 de ellas no tenían la suficiente calidad como para poder ser descritas apropiadamente, en tanto que el examinador 2 generó un juicio en todas las imágenes capturadas (770 ojos; OD, n=385; OI, n=385).

Para los propósitos del presente análisis, se excluyeron los valores atribuidos por el examinador 2 de las imágenes que no fueron consideradas por el examinador 1; de manera similar, al comparar la concordancia entre la estimación de las imágenes y la valoración gonioscópica del ángulo, se incluyeron solamente los ojos que fueron evaluados de las dos formas.

La distribución de los resultados de acuerdo a las clasificaciones de la amplitud del ángulo iridocorneal y de la profundidad de la cámara anterior se muestra en el cuadro 1. Nótese que en la descripción de Van Herick no existe la categoría 0, por lo que para el análisis de concordancia se consideró el valor de 1 como equivalente no solamente al grado I de Schaffer, sino también al grado 0, con objeto de no disminuir artificialmente el desempeño de la técnica de Van Herick.

La concordancia (kappa no ponderada) entre las diferentes pruebas y los examinadores se presentan en el cuadro 2. Los valores de kappa entre la evaluación gonioscópica y la de las imágenes digitalizadas son bajos para ambos examinadores, lo que significa que existe una baja concordancia. La concordancia (valor kappa) es mayor al comparar el des-

Cuadro 2. Tabla de concordancia (kappa*)

| | G-OD | G-OI | 1-OD | 1-OI | 2-OD | 2-OI |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-OD | .151 | | | | | |
| 1-OI | | .204 | | | | |
| 2-OD | .190 | | .501 | | | |
| 2-OI | | .187 | | .369 | | |

G-OD = Gonioscopia ojo derecho, G-OI = Gonioscopia ojo izquierdo, 1-OD = Van Herick examinador 1 ojo derecho, 1-OI = Van Herick examinador 1 ojo izquierdo, 2-OD = Van Herick examinador 2 ojo derecho, 2-OI = Van Herick examinador 2 ojo izquierdo. * Todos los valores tuvieron un valor de P = 0.0001.

Cuadro 3. Tabla de concordancia (kappa*)

| | G-OD | G-OI | 1-OD | 1-OI | 2-OD | 2-OI |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-OD | .252 | | | | | |
| 1-OI | | .242 | | | | |
| 2-OD | .225 | | .576 | | | |
| 2-OI | | .220 | | .552 | | |

Con el empleo de una aproximación intuitiva de ponderación. G-OD = Gonioscopia ojo derecho, G-OI = Gonioscopia ojo izquierdo, 1-OD = Van Herick examinador 1 ojo derecho, 1-OI = Van Herick examinador 1 ojo izquierdo, 2-OD = Van Herick examinador 2 ojo derecho, 2-OI = Van Herick examinador 2 ojo izquierdo. * Todos los valores tuvieron un valor de P = 0.0001.

empeño de la evaluación de las imágenes digitales de los examinadores entre sí; esto es especialmente cierto para el OD en el que la concordancia puede considerarse como moderada, de acuerdo a los criterios de Landis y Koch.¹⁰ La falta de concordancia entre los examinadores de imágenes digitalizadas, se distribuyó proporcionalmente, de manera más amplia entre las cámaras más estrechas ya que de los 21 ojos derechos clasificados como estrechos (grado II) por gonioscopia, solamente 5 fueron considerados por los examinadores como grado 2 o menos. De forma similar, únicamente 3 de 18 ojos izquierdos clasificados como grado II o más estrechos, fueron considerados en el análisis de imágenes al menos como grado 2.

En el cuadro 3, de manera similar a la tabla previa, se muestran la concordancia entre procedimientos y examinadores; sin embargo, en ésta se transforman los valores del aspecto del ángulo iridocorneal y de profundidad de la cámara anterior en únicamente dos categorías; es decir, en estrechas (Shaffer, grado 0 a II; Van Herick, grados 1 y 2) y en abiertas (Shaffer, grado III y IV; Van Herick, grados 3 y 4). Dicha transformación se asemeja a una ponderación intuitiva de la estadística kappa, lo que permitiría hipotéticamente mejorar la concordancia a expensas de una distinción clínicamente ventajosa (distinguir ángulos abiertos de estrechos). En esta tabla, los valores de concordancia aumentan, pero solamente logran una intensidad de concordancia moderada cuando se comparan los examinadores entre sí al evaluar las imágenes digitalizadas.

Cuadro 4. Sensibilidad-Especificidad

| | Sensibilidad | | Especificidad | |
|---------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| | OD (n=41) | OI (n=36) | OD (n=322) | OI (n=327) |
| Ex. 1 | 36.6 | 55.5 | 88.5 | 80.4 |
| Ex. 2 | 24.4 | 33.3 | 95.9 | 91.7 |
| Clínico | 36.8 | 13.9 | 67.4 | 66.4 |

Sensibilidad = proporción de individuos con cámara estrecha (Van Herick, grados 1 y 2) y con ángulo estrecho o cerrado (Shaffer, grados 0 a II). Especificidad = proporción de individuos con cámara amplia (Van Herick, grados 3 y 4) y con ángulos abiertos (Shaffer, grados III y IV). Sensibilidad y especificidad expresadas en porcentaje. OD = ojo derecho, OI = ojo izquierdo. Ex. = Examinador.

PDF realizado por TECNOMEDINET, S.A. de C.V. <http://www.imbionemed.com.mx>

La concordancia del desempeño de los examinadores al evaluar las imágenes digitales con la del examinador clínico también se analizaron (información no mostrada), pero los valores de concordancia fueron extremadamente bajos (todos menores a 0.03 y valores de P no significativos).

Los valores de sensibilidad y especificidad de la evaluación de las imágenes de profundidad de cámara anterior, así como del examinador clínico para distinguir ángulos abiertos de aquellos potencialmente ocluidos o cerrados se muestran en el cuadro 4. Se pueden observar que los reducidos valores de sensibilidad contrastan con los más elevados de especificidad cuando se evaluaron las imágenes digitalizadas; el desempeño para discriminar ángulos abiertos y estrechos (o cerrados) fue limitado para la evaluación clínica de la profundidad de la cámara anterior.

DISCUSIÓN

La telemedicina elimina las limitaciones del desplazamiento tanto para el paciente como para el médico, con la consecuente disminución de los costos y tiempos en la ejecución de campañas de detección. En general los pacientes aceptan bien esta nueva modalidad de atención médica.¹¹ Por otro lado, es necesario que todo procedimiento implementado en un sistema de telemedicina se encuentre bien validado y tenga un alto rendimiento en términos de costo/beneficio, de ahí que se encuentren justificados los estudios que aborden estos aspectos, tal como se ha llevado a cabo en nuestra investigación.

La evaluación de la morfología y dimensiones del segmento anterior se ha considerado como un elemento crucial para determinar el riesgo de cierre angular en diferentes poblaciones.¹² En este contexto, el valor de la apreciación clínica de la profundidad de la cámara anterior ha sido sometida a escrutinio al compararse con técnicas clínicas convencionales^{13,14} o con aquellas que emplean alta tecnología.¹⁵⁻¹⁷

En el presente estudio, se demostró que la evaluación por expertos de imágenes digitalizadas del segmento anterior utilizando la técnica y descripción de Van Herick, puede tener un valor limitado para auxiliar en la detección de ángulos estrechos (o potencialmente cerrados u ocluidos) en un sistema de teleoftalmología. Es posible que esta observación no se deba a barreras técnicas en la adquisición y transmisión de imágenes de calidad adecuada, sino probablemente a que la metodología de evaluación de la profundidad de la cámara anterior pudiera no corresponder con frecuencia al estado del ángulo iridocorneal, especialmente cuando esta estructura se encuentra estrecha o cerrada. Esta última observación fue demostrada en nuestro estudio al observar que existía una tendencia a describir los ángulos estrechos con cámaras anteriores más amplias, lo cual se vio reflejado en valores de especificidad considerablemente mayores que los de sensibilidad Cuadro 4). Lo anteriormente descrito ha llevado a desarrollar y validar diversas técnicas de evaluación del segmento anterior, especialmente para su uso masivo en poblaciones hospitalarias y en comunidades.¹²⁻¹⁷

Nosotros apoyamos el consenso de que la configuración del segmento anterior es suficientemente compleja como para que una prueba clínica simple, como la que ha descrito Van Herick, pueda poseer un elevado valor diagnóstico del estado del ángulo iridocorneal, o pronóstico con respecto al cierre crónico o agudo de dicha estructura. Debido a esta apreciación, Spaeth y colaboradores¹³ validaron un sistema gonioscópico más descriptivo, el cual superó el desempeño de la biomicroscopia ultrasónica en la identificación del sitio de inserción del iris, la aproximación angular del receso y la curvatura de la periferia iridiana, entre otros rasgos. Más recientemente, Congdon y colegas¹⁴ diseñaron otro sistema de gonioscopia, evaluando la confiabilidad interobservador de dos examinadores de diferente grado de experiencia en la realización de gonioscopia, al estudiar a 53 individuos en un contexto hospitalario; este nuevo sistema biométrico fue comparado con el sistema de Spaeth y con otros métodos para caracterizar el segmento anterior, resultando superior a todos ellos en su desempeño y reproducibilidad.

La valoración de sistemas automatizados que emplean cámaras digitales,¹⁵ ultrasonido¹⁶ o tomografía de coherencia óptica¹⁷ ha demostrado que los resultados obtenidos con estos instrumentos son altamente reproducibles; sin embargo, su elevado costo y su valor predictivo aún no confirmado han limitado su aplicación.

La débil a moderada concordancia de los examinadores entre sí y de éstos con el sistema gonioscópico de Shaffer en nuestro estudio, proveniente de la evaluación de la profundidad de la cámara anterior con la técnica de Van Herick, usando imágenes digitalizadas, permite concluir que es necesario evaluar otros métodos diagnósticos más promisorios. La evaluación de múltiples técnicas de manera simultánea, a la manera de como se ha hecho con el escrutinio de pruebas diagnósticas para el glaucoma,¹⁸ resultaría en estudios ampliamente informativos.

Finalmente, es preciso determinar cuál de las técnicas o combinación de técnicas pudieran resultar apropiadas para la evaluación óptima del ángulo iridocorneal y su aplicación en sistemas de teleoftalmología.

REFERENCIAS

1. Helen, K.; Li, T.: Telemedicine and Ophthalmology. *Surv Ophthalmol*, 1999; 44:61-72.
2. Gardy, M.: Telemedicine and economic realities. *Telemed J*, 1996; 2: 83-86.
3. Garden, G.; Keating, D.; Williamson, TH.; Elliot, A.T.: Automatic detection of diabetic retinopathy using an artificial neural network: a screening tool. *Br J Ophthalmol*, 1996; 80: 940-944.
4. Taylor, P.: A survey of research in telemedicine: Telemedicine systems. *J Telemedicine Telecare*, 1998; 4: 10-17.
5. Shimmura, S.; Shinozaki, N.; Fucagawa, K.; Shimazaki, J.; Tsubota, K.: Real-time telemedicine in the clinical assessment of the ocular surface. *Am J Ophthalmol*, 1998; 125: 338-390.
6. Tuulonen, A.; Ohinmaa, A.; Alanko, H.I.; Hytinen, P.; Juutinen, A.; Toppinen, E.: The application of teleophthalmology in

- examining patients with glaucoma; A pilot study. *J Glaucoma*, 1999; 8: 367-373.
7. Yogesan, K.; Constable, I.J.; Barry, C.J.; Likelboom, H.H.; Morgan, W.; Tay-Kearney, M.; Jitskaia, L.: Evaluation of a portable fundus camera for use in the teleophthalmologic diagnosis of glaucoma. *J Glaucoma*, 1999; 8: 297-301.
 8. Herick, W.V.; Shaffer, R.N.; Schwartz, A.: Estimation of width of angle of anterior chamber. *Am J Ophthalmol*, 1969; 68:626-629.
 9. Briggs, R.; Bailey, J.E.; Hedí, C.; Sun, I.: A methodologic issue for ophthalmic telemedicine: Image quality and its effect on diagnostic accuracy and confidence. *J Am Optom Assoc*, 1998; 69: 601-605.
 10. Landis, R.J.; Koch, G.G.: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 1977; 33: 159-174.
 11. Mair, F.; Whitten, P.: Systematic review of studies of patient satisfaction with telemedicine. *Br J Ophthalmol*, 2000; 320: 1517-1520.
 12. Congdon, N.G.; Youlin, Q.; Quigley, H. et al.: Biometry and primary angle-closure glaucoma among Chinese, white and black populations. *Ophthalmology*, 1997; 104: 1489-1495.
 13. Spaeth, G.L.; Aruajo, S.; Azuara, A.: Comparison of the configuration of the human anterior chamber angle, as determined by the Spaeth gonioscopic grading system and ultrasound biomicroscopy. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 1995; 93: 2337-347.
 14. Congdon, N.G.; Spaeth, G.L.; Augsburger, J. et al.: A proposed simple method for measurement in the anterior chamber angle: biometric gonioscopy. *Ophthalmology*, 1999; 106: 2161-2167.
 15. Baez, K.A.; Orengo, S.; Gandham, S.; Spaeth, G.L.: Intraobserver and interobserver reproducibility of the Nidek EAS-1000 Anterior Segment Analysis System. *Ophthalmic Surg*, 1992; 23: 426-428.
 16. Ishikawa, H.; Liebmann, J.M.; Ritch, R.: Quantitative assessment of the anterior segment using ultrasound biomicroscopy. *Curr Opin Ophthalmol*, 2000; 11: 133-139.
 17. Hoerauf, H.; Wirbelauer, C.; Scholz, C. et al.: Slit-lamp-adapted optical coherence tomography of the anterior segment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2000; 238: 8-18.
 18. Paczka, J.A.; Friedman, D.S.; Quigley, H.A. et al.: Diagnostic capabilities of frequency-doubling technology, scanning laser polarimetry and nerve fiber layer photographs to distinguish glaucomatous damage. *Am J Ophthalmol*, 2001; 13: 188-197.