

Determinación del radio corneal posterior mediante un cálculo teórico y el sistema Orbscan II: estudio comparativo

Evaluation of posterior corneal radius by means of theoretical calculation and Orbscan II: comparative study

ORTIZ MÁRQUEZ D¹, GARCÍA ANTÓN P², VELARDE RODRÍGUEZ JI³,
GONZÁLEZ FERNÁNDEZ F⁴, FERNÁNDEZ DEL COTERO JN⁵

RESUMEN

Objetivo: Comparar los valores del radio corneal posterior obtenidos mediante un cálculo teórico basado en las leyes de la Óptica Geométrica con los medidos experimentalmente con el Sistema Orbscan II.

Material y Método: El estudio incluye 25 ojos de 14 pacientes. Teóricamente se modeliza la córnea como una lente gruesa de índice 1.376 formada por dos dioptrios esféricos y situada entre aire y humor acuoso. Se han obtenido individualmente las diferencias absoluta y relativa (%) entre el radio experimental y el teórico.

Resultados: El valor medio del radio posterior medido experimentalmente con Orbscan II es $6,0 \pm 0,4$ mm, mientras que el calculado teóricamente es $6,0 \pm 0,5$ mm. Las diferencias absoluta y relativa entre ambos valores son: $D = 0,3 \pm 0,3$ mm y $d = 4,6 \pm 4,8\%$.

¹ Licenciado en Ciencias Físicas. Universidad de Cantabria.

² Diplomado en Optometría. Instituto Salmantino de Oftalmología.

³ Licenciado en Medicina y Cirugía. Instituto Cántabro de Oftalmología. Clínica Cotero.

⁴ Doctor en Ciencias Físicas. Universidad de Cantabria.

⁵ Doctor en Medicina y Cirugía. Instituto Cántabro de Oftalmología. Clínica Cotero.

Presentado parcialmente como póster en el 31st Congress of the European Contact Lens Society of Ophthalmologists, 19 Congreso de la Sociedad Española de Oftalmología, 6.º Congreso Hispano-Luso de Contactología. 21-23 Junio 2001. Santander (España).

Correspondencia:

Dolores Ortiz Márquez

Grupo de Óptica. Dpto. Física Aplicada

Facultad de Ciencias

C/. Avda. de los Castros, s/n

39005 Santander

España

E-mail: ortizd@unican.es

Conclusiones: El cálculo teórico utilizado para determinar el radio posterior de la córnea es fiable y eficaz ya que proporciona valores muy próximos a los medidos experimentalmente.

Palabras clave: Radio corneal posterior, Óptica Geométrica, Orbscan II.

SUMMARY

Purpose: To compare the values of posterior corneal radius obtained by a theoretical calculation based on the Geometrical Optic Laws with the ones measured by the Orbscan System II.

Methods: This study includes 25 eyes of 14 patients. Theoretically the cornea is considered as a thick lens with a refraction index of 1.376, formed by two spherical dioptics and placed between air and aqueous humour. The absolute and relative (%) differences between experimental and theoretical radius are individually obtained.

Results: The mean value and standard deviation of the experimental posterior radius are 6.0 ± 0.4 mm, and the theoretical values are 6.0 ± 0.5 mm. The absolute and relative differences between both radii are: $D = 0.3 \pm 0.3$ mm and $d = 4.6 \pm 4.8$ %.

Conclusions: The reliability and efficacy of the theoretical calculation used to determinate the posterior corneal radius have been demonstrated. The obtained values are so closed to the experimental measurements provided by the Orbscan II.

Key words: Posterior corneal radius, Geometrical Optics, Orbscan II.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el radio de la cara posterior de la córnea ha sido medido utilizando diferentes dispositivos y de muy diferentes formas (1-4) con el inconveniente de que no se podían usar en la práctica clínica diaria.

Actualmente, el Sistema Orbscan II nos permite realizar con una sola medida un examen topográfico completo de la córnea, que incluye tanto la superficie anterior como la posterior y además un mapa paquimétrico (5,6).

Por tanto, la posibilidad de medir la cara posterior de la córnea nos permite calcular la potencia corneal total real y comprobar la validez de una serie de cálculos teóricos usados en estudios previos (7) que nos permitían determinar el radio posterior de la córnea.

El objetivo de este estudio es comparar los valores del radio de la cara posterior de la córnea obtenidos mediante un cálculo teórico basado en las leyes de la Óptica Geométrica

con los medidos experimentalmente con el Sistema Orbscan II.

MATERIAL Y MÉTODO

a) Pacientes

El estudio incluye 25 ojos de 14 pacientes, con una edad media y una desviación de 33 ± 7 años. El estado refractivo medio de los ojos estudiados y su desviación son los siguientes: Esfera: $-6,0 \pm 10,7$ D y Astigmatismo: $-1,7 \pm 1,1$ D. No se han incluido en el estudio ojos con una posible alteración corneal secundaria, como por ejemplo, estar bajo un tratamiento tópico, haber pasado un procedimiento quirúrgico o usar lentes de contacto. Se seleccionaron los primeros 14 pacientes de los que teníamos un estudio topográfico con el Orbscan II y cumplían las condiciones anteriores.

Se realizó una exploración oftalmológica completa incluyendo un estudio de la topo-

grafía y paquimetría corneales con el sistema Orbscan II, V3.00e (Orbtek, Salt Lake City, USA)

b) Cálculos

A la hora de obtener teóricamente el radio posterior de la córnea, se ha utilizado un modelo que considera la córnea con una lente gruesa formada por dos dioptros esféricos (caras anterior y posterior) cuyo índice de refracción es 1.376 (fig. 1).

Para determinar sus distancias focales y su potencia total se han aplicado las leyes de la Óptica Geométrica teniendo en cuenta que está situada entre dos medios de índices 1 (aire) y 1.336 (humor acuoso).

Las distancias focales f y f' de un dioptro esférico 8 vienen dadas por:

$$f = \frac{n \cdot R}{n - n'} \quad f' = \frac{n' \cdot R}{n' - n} \quad (1)$$

donde R es el radio del dioptro y n y n' son los índices de refracción de los medios a los que separa.

Por otro lado, la focal imagen f_T' de un sistema formado por dos dioptros esféricos (8) es

$$f_T' = \frac{-f_1' \cdot f_2'}{e - f_1' + f_2'} \quad (2)$$

donde f_1' , f_2 y f_2' son las focales de los dioptros individuales y e la distancia entre ellos.

A partir de la topografía y la paquimetría realizadas a cada paciente con el Orbscan, se determina el radio anterior, la potencia total y el espesor corneales, y por tanto, aplicando las expresiones (1) y (2) podemos determinar el radio de la cara posterior R_{CO2} :

$$R_{CO2} = -0,03 \cdot \frac{1.336 / P_{CO} (e_{CO} - 3.66 \cdot R_{CO1})}{1.376 / P_{CO} - 3.66 \cdot R_{CO1}} \quad (3)$$

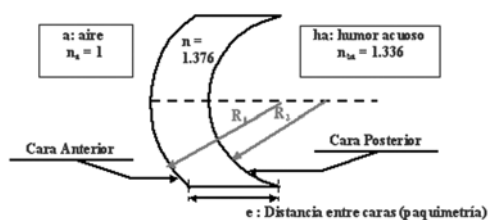


Fig. 1: Modelo teórico de la córnea como una lente gruesa.

donde e_{CO} es el espesor corneal (en metros), P_{CO} la potencia total de la córnea (dioptrías) y R_{CO1} el radio de la cara anterior corneal (en metros). También se ha realizado el cálculo de errores que conlleva obtener el radio posterior a partir de otros valores medidos con una cierta precisión.

A la hora de comparar los valores del radio posterior medidos con Orbscan con los calculados teóricamente y estudiar la fiabilidad del dicho cálculo, se determinan para cada caso individual los siguientes parámetros:

$$D = |R_e - R_t| \quad d = |R_e - R_t| \cdot 100 / R_e \quad (4)$$

donde D representa la diferencia en valor absoluto entre el radio experimental (R_e) y el radio teórico (R_t), y d la diferencia relativa expresada en porcentaje.

RESULTADOS

El valor medio y la desviación estándar del radio de la cara posterior de la córnea medido con Orbscan II es $6,0 \pm 0,4$ mm, y el calculado teóricamente es $6,0 \pm 0,5$ mm.

En la figura 2, se presenta gráficamente la comparación de ambos valores para cada caso individual. Cada uno de los puntos aparece con su barra de error correspondiente. La línea de puntos representa la recta $y = x$.

Las medias obtenidas para las diferencias absoluta y relativa entre ambos valores calculadas caso por caso son: $D = 0,3 \pm 0,3$ mm y $d = 4,6 \pm 4,8$ %.

DISCUSIÓN

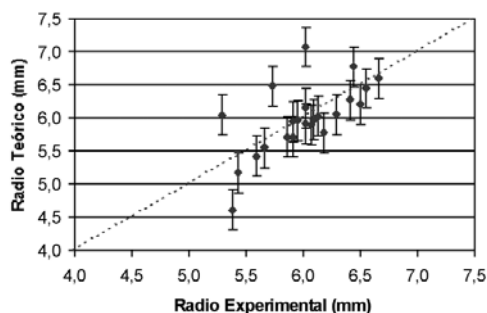
Al comparar con otros estudios de la bibliografía, encontramos que los valores obtenidos para el radio posterior de la córnea, tanto experimental como teóricamente, son similares a los obtenidos por otros autores utilizando otro tipo de dispositivos (1,4).

Hasta ahora el radio de la cara posterior de la córnea no había podido ser medido, por lo que en la mayoría de los supuestos se le asignaba un valor teórico fijo. Sin embargo, los resultados obtenidos mediante el Orbscan nos indican que hay variaciones interpersonales en los valores del radio posterior.

En nuestro caso, la corroboración experimental de la validez de los resultados obtenidos para el radio posterior mediante la ecuación (3) viene dada por la figura 2. En ella se nos muestra un buen acuerdo entre los valores teóricos y los medidos ya que en la mayoría de los casos el valor teórico con su error incluye al valor experimental. Además la diferencia relativa obtenida para cada uno de los casos individuales muestra un desacuerdo menor del 5%.

La posibilidad de conocer la topografía de la cara posterior de la córnea presenta una gran utilidad clínica y una serie de ventajas, como por ejemplo, detectar un queratocono posterior subclínico y seguir su evolución, evitar las ectasias corneales tras cirugía LASIK (9,10) o mejorar el cálculo de lentes intraoculares para pacientes ya sometidos a cirugía refractiva.

Fig. 2:
Comparación
gráfica entre el
radio posterior
experimental y el
teórico.



CONCLUSIONES

Se ha demostrado que el cálculo teórico utilizado para determinar el radio posterior de la córnea es fiable y eficaz ya que proporciona valores muy próximos a la medida experimentalmente con el sistema Orbscan II. Este resultado corrobora la validez de los cálculos teóricos para la caracterización del comportamiento del ojo como sistema óptico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Patel S, Marshall J, Fitzke FW, Shape and radius of posterior corneal surface *Refract Corneal Surg* 1993; 9: 173-181.
2. Royston JM, Dunne MC, Barnes DA. Measurement of the posterior corneal radius using slit lamp and Purkinje image techniques *Ophthalmic Physiol Opt* 1990; 10: 385-388.
3. Camellin M. Proposed formula for the dioptric power evaluation of the posterior corneal surface *Refract Corneal Surg* 1990; 6: 261-264.
4. Garner LF, Owens H, Yap MK, Frith MJ, Kinneer RF, Radius of curvature of the posterior surface of the cornea. *Optom Vis Sci* 1997; 74: 496-498.
5. Liu Z and cols. Evaluation of corneal thickness and topography in normal eyes using the Orbscan corneal topography system. *Br J Ophthalmol* 1999; 83(7): 774-778.
6. Sistema de Análisis Corneal ORBSCAN II: manual de usuario.
7. Fernández del Cotero JN, Moreno F, Ortiz D, Vélez E, González F, Saiz JM, Velarde JI, de Valentín-Gamazo L, García-Antón P. '«Geometric ray tracing analysis of visual acuity after Laser In Situ Keratomileusis»'. *J Refract Surg*. 2001; 17: 305-309.
8. Óptica. Justiniano Casas. 7.ª Ed. Librería Pons. Zaragoza, España 1994.
9. Seitz B, Torres F, Langenbacher A, Behrens A, Suarez E, Posterior corneal curvature changes after myopic laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology*, 2001; 108: 666-672.
10. Baek TM, Lee KH, Kagaya F, Tomidokoro A, Amano S, Oshika T, Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after laser in situ keratomileusis *Ophthalmology* 2001; 108: 317-320.