

LA EXACTITUD DEL QUERATOMETRO EN LA MEDICION DEL PODER TOTAL DE LA CORNEA

VASILIS STATHULOPULOS M. D.

Bogotá, Colombia

La medición queratométrica del poder corneal del ojo es el método utilizado para suministrar una parte esencial de la información requerida para el cálculo preoperatorio del poder del lente intraocular (LIO). Sin embargo el cálculo del LIO depende solamente en parte de la exactitud del queratómetro. Existen otras fuentes de error^{1,2}, como la medición ultrasónica de la longitud axial del ojo, cambios de la curvatura corneal durante el postoperatorio, cálculo erróneo de la profundidad de la cámara anterior, desacuerdo entre el poder real del LIO y el poder indicado por la casa fabricante, etc.

Existen dos principales fuentes de error en la queratometría: Primero, falla en la calibración del queratómetro puede producir lecturas de 0.2 mm o más, fuera de las reales. Estos errores se pueden evitar calibrando bien y con frecuencia el queratómetro.

La segunda fuente de error se encuentra en la escala dióptrica de cada queratómetro. Ninguno de los queratómetros puede medir el poder de la córnea en dioptrías, sino solamente el radio de la cara anterior. Si el queratómetro pudiera encontrar también el radio de la cara posterior, entonces utilizando el índice de refracción de la córnea (1,376), encontraríamos con gran exactitud su poder dióptrico. Pero, como este último es solo una hipótesis, la escala queratométrica utiliza un índice de refracción presumido con el fin de dar un valor dióptrico aproximado. Por lo tanto, el valor dióptrico corneal dado por cualquier queratómetro será inexacto, pero cercano a la realidad.

Entre los varios queratómetros pueden existir diferencias hasta 0.7 dioptrías en la medición del poder corneal, según el índice de refracción con que operan.

Indices de refracción comunes son: 1,3375 (Haag-Streit, Bausch and Lomb), 1,336 (American Optical), 1,332 (Gambs, Zeiss).

Un radio por ejemplo de 7.8 mm se convierte en 43.27 dioptrías con los primeros, en 43.08 con el segundo y en 42.56 con los terceros.

Para encontrar la exactitud queratométrica en la medición del poder total de la córnea, deben compararse los valores obtenidos por el queratómetro con valores encontrados con métodos que no utilizan índices de refracción presumidos.

MATERIAL Y METODOS

Un método para la determinación del poder total de la córnea sin la ayuda del queratómetro, es el óptico-físico que se utilizó en el presente trabajo en ojos áfacos. El poder refractivo total de los ojos áfacos se encuentra concentrado en la córnea.

De la refracción, longitud axil y el poder de la cara anterior de la córnea en estos ojos, se puede calcular el poder de la cara posterior y así el poder total de la córnea.

Para ojos normales este método no se puede utilizar porque el poder del cristalino está sujeto a amplias variaciones y además, no existe una manera exacta de calcular sus curvaturas³.

En la figura No. 1 se representa esquemáticamente el ojo áfaco con su corrección P_1 a los 12 mm del vértice corneal, el poder P_2 de la cara anterior y el poder P_3 de la cara posterior.

En el sistema de estos tres lentes se conoce el poder de los P_1 y P_2 , también se conocen los índices de refracción del aire, córnea y humor acuoso, las distancias que separan los lentes entre sí y además el punto focal del sistema.

Con todos estos datos conocidos utilizando la fórmula elemental de la óptica física⁴ $U = P + V$ donde U = vergencia del objeto, P = poder del lente, V = vergencia de la imagen, se puede calcular el poder P_3 .

Para el presente trabajo se seleccionaron 36 ojos áfacos de 27 pacientes entre 46 y 82 años (promedio de edad 62 años).

LA EXACTITUD DEL QUERATOMETRO

Poder dióptrico corneal calculado por medios ópticos en 36 ojos áfacos

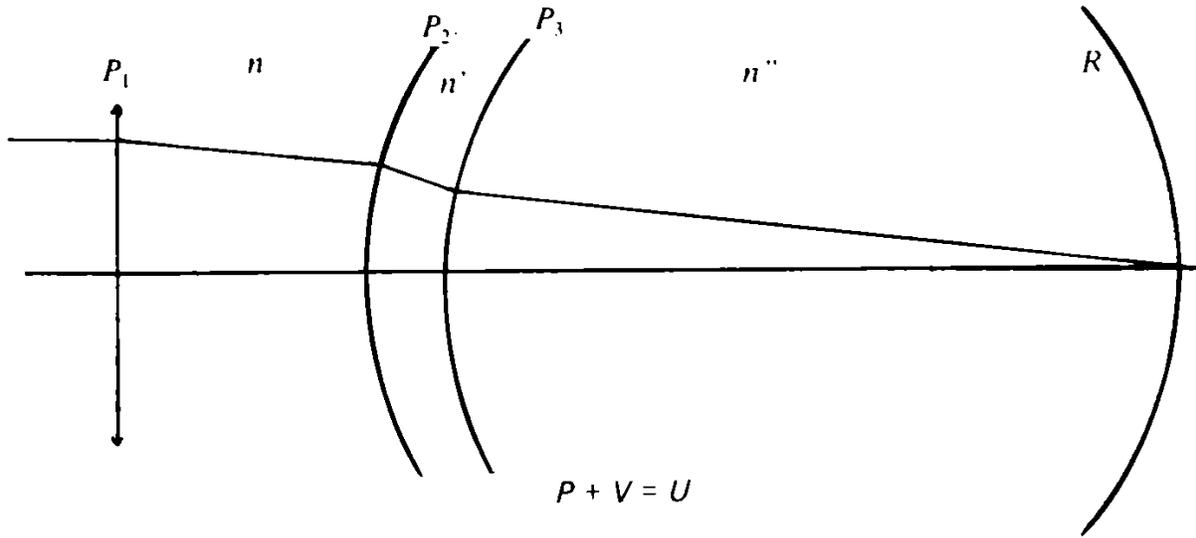


FIGURA 1

Representación esquemática de la óptica del ojo áfaco.

Los criterios para la selección fueron: post-operatorio mayor de 3 meses, pupilas centrales, ausencia de complicaciones, astigmatismos corneales menores de 2.5 dioptrías y agudezas visuales mayores de 0.80.

La agudeza visual se tomó cuidadosamente con la ayuda de la retinoscopia y del sujetivo. Se prestó especial cuidado en comprobar la distancia entre el lente corrector y el vértice corneal, y en todos los casos se trató que fuera de 12 mm.

El radio de la cara anterior y el poder total de la córnea se calculó con el queratómetro de Bausch and Lomb ($n = 1,3375$).

La longitud axil de cada ojo se calculó con el SCAN-A de la Sonometrics. Se elaboró el programa No. 1 VS con la computadora personal CASIO para facilitar los cálculos matemáticos y geométricos.

Para encontrar el poder de la córnea con el método óptico-físico se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$U = P + V,$$

$$U = \frac{1}{u} \quad P = \frac{1}{f} \quad V = \frac{1}{v}, \quad \text{donde } u = \text{distancia del objeto, } f = \text{distancia focal,}$$

$v = \text{distancia del objeto.}$

Los datos que se utilizaron en el programa I V S son los siguientes (Ver figura 2).

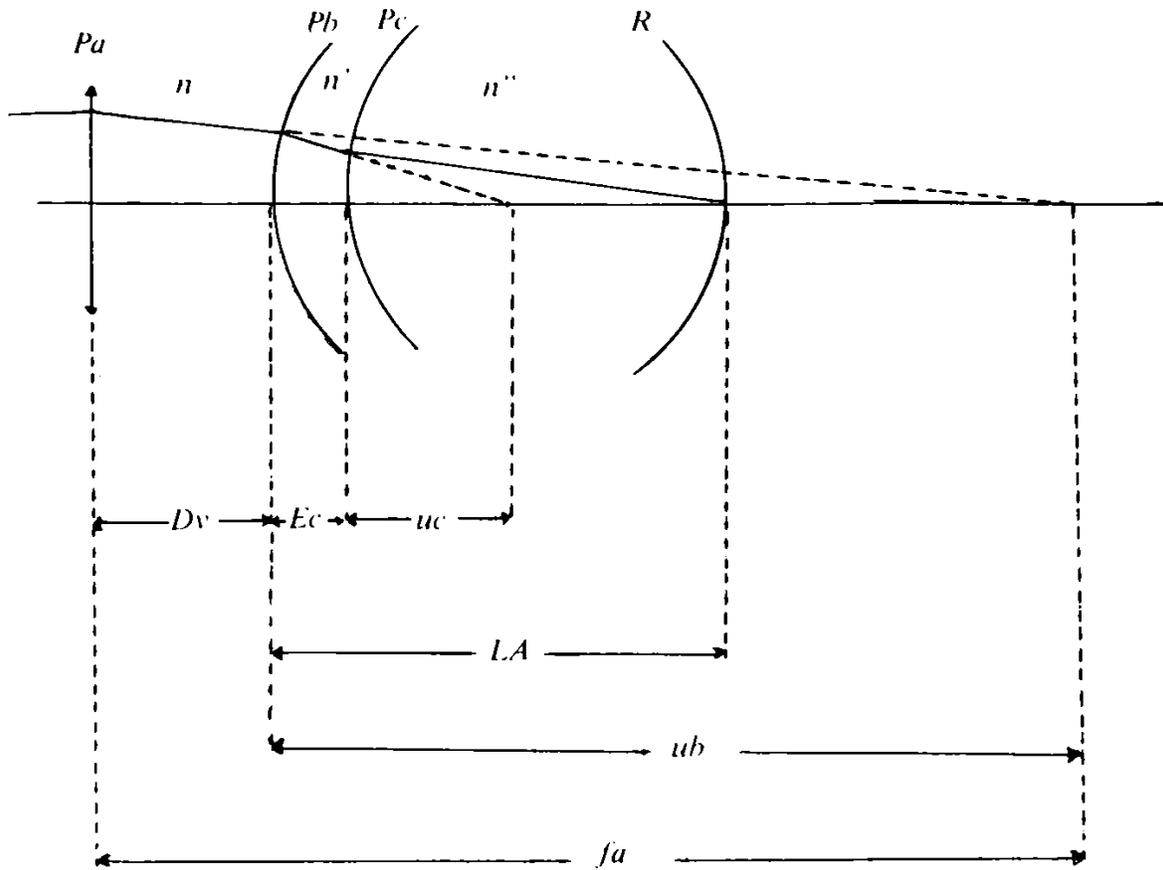


FIGURA 2

CONSTANTES

Indice de refracción del aire	: $n = 1$
Indice de refracción de la córnea	: $n = 1,376$
Indice de refracción del humor acuoso y vítreo	: $n'' = 1,336$
Distancia vértice	: $D_v = 12 \text{ mm}$
Espesor de la córnea en el centro	: $E_c = 0.5 \text{ mm}$

VARIABLES

Longitud axil	: $L_A + 0.25 \text{ mm}$
Poder del lente corrector	: P_a
Queratometría promedio en dioptrías	: $Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$

LA EXACTITUD DEL QUERATOMETRO

$$\text{Radio promedio de la cara anterior de la córnea} \quad :R_a = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

La computadora CASIO empieza pidiendo los datos variables; una vez que el último dato se ha suministrado, imprime "K REAL" que es el poder corneal encontrado con el método óptico-físico y en seguida "DIFERENCIA Q—K REAL", que es la diferencia entre el poder queratométrico de la córnea y el poder calculado.

El listado del programa sería:

10. INPUT "LA"; LA, "PA"; PA, "QA"; QA, "QB"; QB, "RA"; RA, "RB";
RB.

$$20. Q = (QA + QB) / 2; RP = (RA + RB) / 2$$

$$30. PB = 0,376 / RP; FA = 1 / PA; UB = FA - 0,012$$
$$WB = 1 / UB + PB; VB = 1,376 / WB; UB = VB - 0,005$$

$$40. PC = 1,336 / (LA - 0,00025) - 1,376 / UB; KR = PB + PC; DI = Q - KR$$

50. PRINT "K REAL"; KR

60. PRINT "DIFERENCIA Q — K REAL"; DI

Nota: debido a que la calculadora CASIO no imprime números y letras minúsculas como datos,

Sería:	Pa = PA,	Q ₁ = QA,	Q ₂ = QB
	R ₁ = RA,	R ₂ = RB,	Ra = RP
	fa = FA,	Pb = PB,	ub = UB
	WB = Vb,	VB = vb,	PC = Pc

RESULTADOS

Se compararon los valores del poder corneal encontrados con el queratómetro (1,3375) y con el método óptico-físico.

En los 36 ojos se encontró un rango amplio en el poder corneal. La medición queratométrica varía entre 40.12 — 47.25 dióptrías (promedio 44.004 diop.) y la

medición óptico-física varía entre 39.95 — 47.23 dioptrías (promedio 43.911 diop.).

En 15 ojos, el poder queratométrico era mayor que el poder calculado (signo negativo) y en 21 ojos, menor (signo positivo).

La figura 3 representa la distribución de las diferencias entre el poder corneal calculado y el queratométrico. Aparece la existencia de una distribución normal de los valores en la curva.

COMPARACION ENTRE EL PODER CORNEAL QUERATOMETRICO Y EL PODER CORNEAL CALCULADO EN 36 OJOS AFACOS

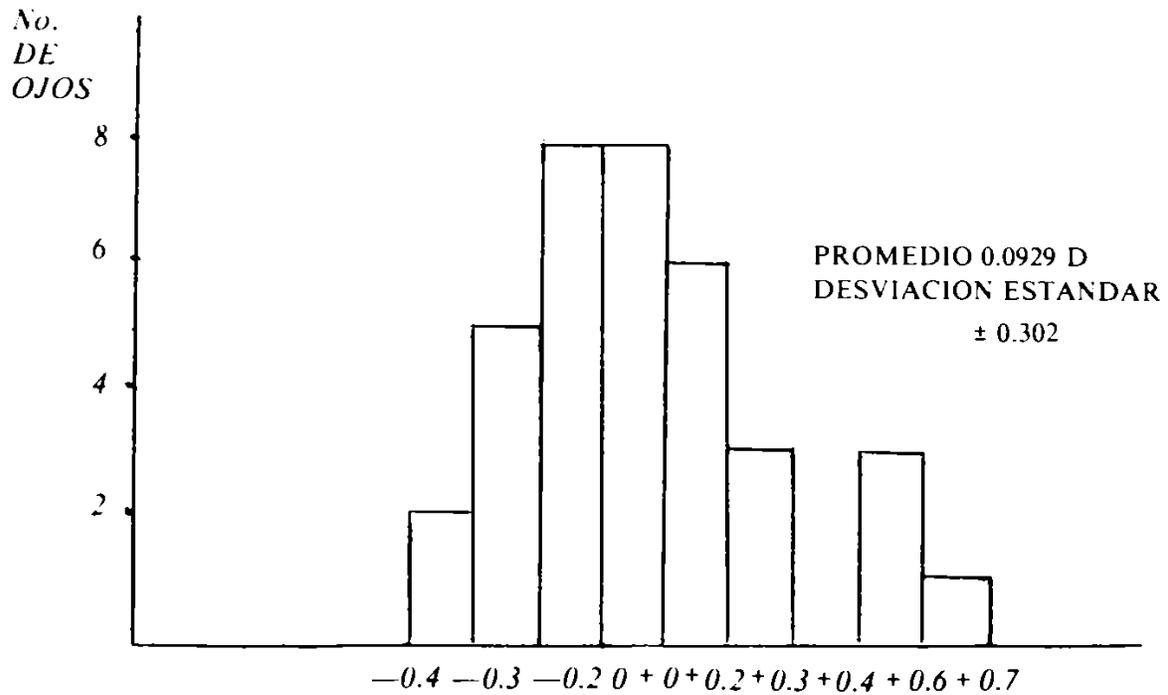


FIGURA 3

Diferencia entre poder queratométrico en dioptrías (Q — K)

Las diferencias oscilan entre — 0.4 hasta + 0.7 dioptrías con una mayor concentración entre — 0.2 y + 0.2 dioptrías en un total de 16 ojos (44.4%).

LA EXACTITUD DEL QUERATOMETRO

La desviación estandar del error queratométrico es de ± 0.302 dioptrías.

La desviación estandar encontrada es la medida de la exactitud de la medición queratométrica, usando como base para la comparación los valores del poder corneal obtenidos por el método óptico-físico.

Se puede concluir que el error queratométrico en el cálculo del poder total de la córnea es del orden de 0.3 dioptrías, poco significativo como para producir grandes fallas en la estimación del poder del LIO.

Como el presente trabajo es un estudio preliminar para una futura investigación que tratará de encontrar diferencias entre el poder real y el poder indicado por los fabricantes de los LIOS, el valor de la desviación estandar del error queratométrico se utilizará para hacer ajustes sobre el poder corneal dado por el queratómetro.

BIBLIOGRAFIA

1. JEFFE, N. S., GALIN, M. A., HIRSHAMAN, H., CLAYMAN, H. M. *Preoperative estimation of intraocular implant lens power in "Pseudophacos"*. St. Luis, Cv Mosby Co., p. 58, 1978.
2. RETZLAFF, J., SANDERS, D., KRAFF, M. *Factors affecting accuracy of implant power calculation in "A Manual of Implant Power Calculation"*, Cortesy of. CILCO/SONOMETRICS.
3. BINKHORST, R. D. *Pitfalls in the determination on intraocular lens power without ultrasound*. *Ophthalmic surg* 7: 69 - 82, 1976.
4. RUBIN, MELVIN, L.: *Optics for clinicians*. Gainsville, Triad Scientific publishers. 2nd edition, 1974.