

## Métodos para determinar el poder de la lente intraocular después de cirugía refractiva corneal

### Methods for the calculation of the intraocular lens power after corneal refractive surgery

Dra. Eneida de la Caridad Pérez Candelaria,<sup>I</sup> Dra. Darlen Rodríguez Rivero,<sup>I</sup> Dra. Zucell Ana Veitía Roviroso,<sup>I</sup> Dr. Yoanner Martín Perera,<sup>II</sup> Dra. Ana María Méndez Duque de Estrada,<sup>I</sup> Dra. Belkys Rodríguez Suárez<sup>I</sup>

<sup>I</sup> Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

<sup>II</sup> Hospital "Enrique Cabrera", La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

El implante de la lente intraocular supuso un gran avance en la cirugía de la catarata puesto que permite optimizar los resultados refractivos del paciente. Durante los últimos años ha mejorado de manera impresionante el cálculo del poder de la lente intraocular. Sin embargo, lograr la emetropía en algunas situaciones se ha convertido en un verdadero reto para los cirujanos, debido a que cada día es mayor el número de pacientes con catarata que acuden a consulta sometidos previamente a cirugía refractiva corneal. El cálculo del poder de la lente intraocular en ojos que han experimentado cirugía refractiva corneal será un asunto discutido de forma permanente hasta que se pueda confiar en un método que mida directamente el poder corneal después de una queratotomía radial o de procedimientos fotoablativos. Como alternativa en estos pacientes diferentes autores han incorporado múltiples algoritmos para evitar la sorpresa refractiva. Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de describir los principales métodos para calcular el poder de la lente intraocular poscirugía refractiva corneal dependiendo de los datos disponibles.

**Palabras clave:** cirugía de catarata, cálculo del poder de la lente intraocular, cirugía refractiva.

## ABSTRACT

The intraocular lens implant marked a great breakthrough in the cataract surgery, allowing the optimization of the refractive results of the patients. Intraocular lens power calculation has greatly improved during recent years. However, achieving the emetropia in some situations has become a real challenge for surgeons, because the number of cataract patients, who go every day to the ophthalmological service with previous corneal refractive surgery, is increasing. The calculation of the intraocular lens power for those eyes that have experienced corneal refractive surgery will be a matter under permanent discussion until we can rely on a method capable of directly measuring the corneal power following radial keratotomy or photoablative procedures. As an alternative for treating these patients, several authors have added multiple algorithms to avoid the refractive surprise. A literature review was made with the aim of describing the main methods to calculate the intraocular lens power post corneal refractive surgery depending on the available data.

**Keywords:** cataract surgery, calculation of the power of the intraocular lens, corneal refractive surgery.

---

## INTRODUCCIÓN

La cirugía de catarata ha evolucionado y actualmente se considera un procedimiento refractivo donde el éxito se ve influido por el correcto cálculo del poder de la lente intraocular (LIO).<sup>1,2</sup>

El primer cirujano que implantó una LIO fue *Ridley*, en 1949, pero esta práctica no fue ampliamente aceptada hasta los setenta del pasado siglo.<sup>3</sup>

El cálculo de la LIO en pacientes previamente sometidos a cirugía refractiva (CR) corneal es uno de los mayores desafíos para los cirujanos de catarata.<sup>4</sup>

El auge de la CR ocurre en la década de los ochenta del pasado siglo cuando se comienza a practicar la queratotomía radial (QR) para la corrección de ametropías, proceder poco realizado en la actualidad debido al advenimiento de nuevas tecnologías más seguras y eficaces, sin embargo, se estima que millones de QR se practicaron alrededor del mundo desde su introducción. Otras técnicas han sido incorporadas con gran aceptación, desde que se aprobó a mediados de la década de los noventa del pasado siglo la utilización de los láseres de excimeros para la CR.<sup>5</sup>

Se estima que aproximadamente un millón de pacientes son sometidos a CR corneal cada año, de estos, la mayoría son miopes y desarrollan catarata en edades más tempranas que los pacientes emétopes.<sup>6</sup>

Cada día es más frecuente observar estos pacientes, que requieren tratamiento quirúrgico en las consultas de oftalmología y, por lo tanto, el cálculo del poder de la LIO adecuado para conseguir un resultado visual satisfactorio es mucho más complejo de lo normal, hecho que se ha atribuido a varias causas: errores en la medida de la longitud axial (LA), inexactitud en la estimación de la posición efectiva del lente (PEL),

---

variación del radio de curvatura corneal y del índice de refracción. Sin embargo, se considera el valor queratométrico (K) el de mayor influencia debido a las dificultades para su correcta medición.<sup>7-12</sup>

En aras de lograr la satisfacción visual de los pacientes, diferentes autores han propuesto novedosos algoritmos para el cálculo de la LIO, conocerlos y saber aplicarlos es indispensable para lograr un resultado visual óptimo, lo que nos motivó a realizar una revisión bibliográfica con el propósito de describir los principales métodos para el cálculo de la LIO posterior a CR corneal dependiendo de los datos disponibles.

## DESARROLLO

La sorpresa refractiva tras la cirugía de catarata en pacientes con CR corneal previa tiene una alta incidencia si no se efectúan las correcciones oportunas.<sup>1</sup> Factores como el cálculo incorrecto de la potencia corneal y la errónea estimación de la PEL se asocian frecuentemente a su aparición.<sup>7,13</sup>

Procedimientos como la QR aplanan el radio de curvatura anterior sin pérdida de espesor, mientras que los fotoablativos (LASIK, LASEK, PRK) alteran la curvatura anterior, posterior, espesor y contorno corneal,<sup>14</sup> sobrestimando su poder en aproximadamente 1D por cada 7D de corrección refractiva obtenida.<sup>3</sup>

Otros autores plantean que la curvatura posterior de la córnea no se modifica después de procedimientos fotoablativos.<sup>2,13,15</sup> Al realizar CR corneal se modifican los valores queratométricos debido a tres factores: aumento de los radios de curvatura corneal en la zona óptica, lo que implica que el valor de la K a los 3 mm no sea representativo del poder corneal central (multifocalidad), curvatura corneal más plana conforme se aproxima al ápex corneal en pacientes sometidos a tratamientos para la corrección de miopía, contrario a lo que ocurre en una córnea normal (asfericidad negativa) y astigmatismos asimétricos e irregularidad corneal (por descentramientos de la ablación o por cicatrizaciones asimétricas).<sup>2,5,13</sup> Estas modificaciones corneales provocan que los valores queratométricos obtenidos por métodos convencionales en estos pacientes no sean fiables.<sup>6-15</sup>

Los topógrafos de hendidura escaneada (*orbscan*) y *Scheimpflug* (pentacam y galilei), constituyen herramientas muy útiles en la estimación del poder corneal en pacientes con CR corneal previa, debido a que tienen incorporados en sus softwares aplicaciones para efectuar dicha mensuración.<sup>15</sup>

Estos sistemas permiten medir las caras anterior y posterior de la córnea, lo que hace posible obtener directamente su potencia total sumando los valores reales de ambas superficies y obtener de esta forma el poder refractivo verdadero.<sup>5,16</sup>

El *True Net Power* que trae incorporado el pentacam brinda la posibilidad de medir el poder real corneal usando para la superficie anterior (índice de refracción corneal - índice de refracción del aire/radio de curvatura) y para la superficie posterior (índice de refracción corneal - índice de refracción acuoso/radio de curvatura), lo que permite mayor exactitud en el cálculo de la LIO, sin embargo, como se trata de un parámetro nuevo, integrarlo a las fórmulas que asumen valores K diferentes puede inducir errores entre 0,50 a 1,75 D.<sup>14,17-20</sup>

Otra de las aplicaciones novedosas que aporta el pentacam es el cálculo de las K reales mediante el *Equivalent K-readings* (EKR) en córneas modificadas por CR

corneal calculadas a través del programa *Holladay report*. Estos datos queratométricos se pueden aplicar directamente en las fórmulas biométricas disponibles para el cálculo de la LIO sin ajustes necesarios.<sup>12</sup> Este topógrafo puede predecir además la K preoperatoria (Kpre), estimada con bastante exactitud al compararla con el valor de la K real del paciente antes de la CR corneal. Valor que podría ser útil en la fórmula de doble-K de *Aramberri*, así como en otros métodos que requieran de este dato y que por alguna razón no esté disponible o no es confiable.<sup>21</sup>

El orbscan proporciona un valor exacto del poder total de la córnea evaluando hasta 9 000 puntos, los promedia y brinda un valor representativo del poder queratométrico total. Se ha propuesto también utilizar las medidas tomadas de los 2 y 4 mm centrales que proporciona el valor más plano de la córnea y el programa *Mean Total Power* que calcula la potencia paraxial (funciona mejor cuando se analiza un área de 2 mm centrales y se usa el mapa del poder promedio total). Hay que destacar que el orbscan mide sistemáticamente una curvatura más acentuada en la cara posterior que el pentacam (potencia más negativa y, por tanto, potencia corneal total más baja).

Los valores obtenidos con el orbscan y el pentacam deben ser ajustados mediante la suma de un factor a un equivalente del índice queratométrico estándar K (1,3375); para el *True Net Power* del pentacam sería 0,95 y 1,1 para el *Mean Total Power* del orbscan.<sup>12,15</sup>

El galilei consta de una cámara central para capturar la imagen frontal de los discos de Plácido y dos cámaras *Scheimpflug* que analizan 122 000 puntos del segmento anterior del ojo. Este topógrafo es capaz de medir los radios de curvatura corneal anterior y posterior, dichas mensuraciones son combinadas con los índices refractivos de la córnea, del aire y del humor acuoso y la paquimetría y brindar de esta forma el poder corneal real (*Central Average Power*).<sup>22</sup>

Es de suma importancia considerar que las fórmulas biométricas hasta la tercera generación calculan la PEL basadas en la K asumiendo una relación proporcional entre los segmentos anterior y posterior del ojo y el índice queratométrico estandarizado (1,3375), esto trae consigo que la PEL estimada sea menor debido al aplanamiento corneal secundario a la ablación miópica (LASIK, PRK o QR), que conduce al cálculo de una potencia de la LIO inferior a la real, con la consiguiente hipermetropización del paciente. Por otro lado, tras un encurvamiento central por CR hipermetrópica ocurre lo inverso: la fórmula estima que la PEL será mayor y sobreestimaré la potencia de la LIO, lo que trae consigo una miopía residual posoperatoria.<sup>6,15,23</sup>

Se recomienda utilizar un factor de corrección en las fórmulas de tercera generación (SRK-T) con corrección doble K o emplear las de cuarta generación *Holladay II*, *Haigis* o *Haigis L* (utilizada en casos de LASIK y PRK miópico), esta última evita errores al prescindir del poder corneal como valor predictivo de la PEL del LIO. La fórmula *Haigis L* utiliza una curva de corrección sobre la medición del radio corneal del IOL Master obteniendo el poder corneal equivalente efectivo. Al valor obtenido le resta 0,35 D para permitir corregir el potencial error en la PEL. Por último, reconvierte este valor en un radio corneal efectivo sobre un índice queratométrico específico y lo ingresa en la fórmula *Haigis*.<sup>5,16,24,25</sup>

Es conveniente emplear varios métodos de estimación de la K posoperatoria (Kpost), si los resultados obtenidos difieren entre sí, se recomienda utilizar el valor más bajo en ojos miopes y el más alto en ojos hipermétropes.<sup>26</sup>

Con el objetivo de proveer al paciente un resultado visual óptimo, se han desarrollado y publicado un número creciente de fórmulas o métodos en los últimos años, a tal

punto que actualmente se puede contar aproximadamente con una treintena de ellos.<sup>27,28</sup>

Los métodos desarrollados para calcular el poder de la LIO después de CR corneal que se expondrán a continuación se clasifican en dos grandes grupos según los datos preoperatorios requeridos, los que presentan historia refractiva previa conocida y los que carecen de esta.<sup>27</sup>

## HISTORIA REFRACTIVA PREVIA CONOCIDA

### Conocimiento de la KPRE y la refracción preoperatoria

#### *Método de la historia clínica*

Es probablemente el más exacto en el cálculo del LIO, se calcula el poder corneal por suma algebraica del cambio refractivo inducido quirúrgicamente a la lectura de la Kpre ( $K = K_{pre} + [R_{pre} - R_{po}]$ ), donde Rpre es la refracción preoperatoria y Rpo es la refracción postoperatoria.<sup>15</sup> Una vez que se obtiene el valor de la K se puede utilizar la fórmula SRK/T con la corrección doble-K de *Aramberri*.<sup>7,26</sup> Desafortunadamente, este método no puede ser empleado cuando la refracción posoperatoria es afectada por escleritis nuclear del cristalino o longitudes axiales extremadamente largas, en ambas situaciones estaría significativamente alterada la refracción del paciente, lo que provoca errores en el cálculo del poder del LIO.<sup>27</sup>

Múltiples estudios sugieren el método de la historia clínica (MHC) como patrón estándar para calcular el poder corneal posterior a CR, sin embargo, su exactitud depende de la disponibilidad de datos preoperatorios; tiene una fiabilidad pobre cuando los datos son imprecisos.<sup>21,28</sup>

#### *Método de Feiz-Mannis*

Se calcula la potencia de la LIO como si el paciente no se hubiera sometido a CR, utilizando la K y la LA (longitud axial) previas al proceder refractivo. Posteriormente se le añade al valor obtenido el cambio refractivo inducido por la CR corneal en el plano de cristales del paciente ( $\Delta D$ ) dividido por 0,7 (traducción refractiva promedio en cristales de 1D dioptría en LIO).<sup>7,13,15,26</sup>

$$LIO_{pos} = LIO_{pre} + (\Delta D / 0,7).$$

#### *Modificación de la K topoqueratométrica*

EL método más sencillo consiste en restar el 15 % de las dioptrías corregidas por la CR corneal al valor de la K ofrecido por el topógrafo.  $K_{post} = K_{media\ simulada} (SimK) - 15\% \text{ dioptrías corregidas}$ . Seguidamente se introduce el valor de la K obtenido en cualquier fórmula con corrección de doble-K.<sup>7,8,15,26</sup>

#### *Método de by-pass corneal (Walter-Wake-Forest)*

Introducimos la Kpre y la LA en la fórmula de cálculo de la LIO con una refracción diana equivalente a la refracción antes de la CR corneal, con este método no necesitamos la Kpost ni su estimación, sin necesidad de corrección de la doble-K en la fórmula de cálculo.<sup>7,26,29</sup>

*Método de Hammed*

El poder refractivo efectivo (EffRPadj) se calcula multiplicando el error refractivo inducido por el LASIK por 0,15 y sustrayendo este valor del medido como poder refractivo efectivo (EffRp) de la topografía corneal. El parámetro EffRp mide la potencia promedio de 3 mm del área corneal central.<sup>7,15,26</sup>

$$\text{EffRPadj} = \text{EffRp} - (\Delta D \times 0,15)$$

*Método de Koch-Wang*

Realizamos una topografía corneal y se toma el valor EffRp que se multiplica al error refractivo inducido por la cirugía multiplicado previamente por 0,19.

$$\text{Kpost corregida} = \text{EffRp} (\Delta D \times 0,19).^{7,26}$$

**Conocimiento solo de la KPRE**

*Método de la doble K de Aramberri*

La K previa a CR se utiliza para estimar la PEL en una fórmula de tercera generación y la Kpost se utiliza para calcular el poder dióptrico de la LIO, a diferencia de los métodos tradicionales en los que solo una lectura queratométrica se utiliza para ambos cálculos lo que subestima el poder dióptrico del LIO.<sup>5,14,16</sup>

*Método de Speicher-Seitz*

Este método puede ser utilizado cuando la Kpre es el único parámetro conocido y no hay datos fidedignos suficientes acerca de las dioptrías corregidas por la CR, considerándose de forma separada la curvatura anterior y posterior de la córnea. El poder verdadero de la K después de LASIK o PRK puede calcularse añadiendo el poder de la cara anterior posoperatorio al poder de la cara posterior preoperatorio que se asume no ha sido significativamente alterado por la cirugía. La fiabilidad de este método todavía aguarda confirmación clínica, teóricamente los resultados son prometedores si se usan en conjunto con la fórmula de doble-K.<sup>27-30</sup>

*Fórmula de Jarade*

Esta fórmula se basa en la consideración de ambas superficies corneales. Requiere del valor de Kpre y del radio corneal pre y posoperatorio medido por autoqueratómetro (Ra-pre y Ra-post respectivamente). La K postexcimer láser es calculada como sigue:  $K = Kpre [(Nc1) \times (Ra-post Ra-pre) / (Ra-post Ra-pre)]$  donde Nc es el índice de refracción corneal de 1,376. Este método necesita fomentar validación desde el punto de vista práctico.<sup>27,31</sup>

*Método refractivo de Shammas*

Se propone una fórmula por regresión lineal para convertir la K medida en un equivalente de la K calculada por el MHC:  $Kcalculada = 1,14 \times Kpre + 6,8$ . En su base de datos la K (Sim K) topográfica sobreestima la potencia 0,23D por dioptría corregida en la cirugía queratorrefractiva.<sup>15</sup>

## Conocimiento solo de la refracción preoperatoria

### *Nomograma de Feiz-Mannis*

Estos autores exploraron la relación entre el cambio refractivo inducido quirúrgicamente y el error en el cálculo del poder de la LIO utilizando la Kpost. Detectaron una relación lineal estadísticamente significativa tanto para correcciones hipermetrópicas como miópicas. Así el poder de la LIO a implantar es obtenido sustrayendo el cambio refractivo inducido por la CR corneal al valor del poder de la LIO calculado utilizando la Kpost LASIK.<sup>27,28</sup>

### *Fórmula de regresión de Lasky*

Lasky investigó la relación entre el error en la estimación del poder de la LIO calculado utilizando la K convencional y la corrección refractiva realizada por el excimer láser y encuentra una relación lineal expresada por las siguientes fórmulas:

Empleando el promedio de  $K = -(0,46 \times \text{PreRx} + 0,21)$ , y la K más plana  $= -(0,47 \times \text{Rx} + 0,85)$ , donde PreRx es el equivalente esférico miope previo a la CR. El resultado de la fórmula de regresión es añadido luego al poder de la LIO calculado con el valor de la K convencional y se redondea hacia el 0,50 más cercano, utilizando la fórmula SRK/T. Este método solo requiere conocer la refracción preoperatoria, lo cual puede ser útil cuando disponemos solamente de los cristales antiguos del paciente y no sabemos el procedimiento refractivo realizado.<sup>27,28,32</sup>

### *Método de Masker*

El poder de la LIO se calcula como si el ojo no hubiera experimentado CR previa. Después el poder de la LIO obtenido con K convencional es ajustado según la fórmula: Poder del LIO ajustado  $= -0,326 \times \text{corrección refractiva} + 0,101$ . Este valor es añadido al poder de la LIO calculado en pacientes que previamente experimentaron corrección miope con láser o sustraído en pacientes que experimentaron corrección hipermetrópica. Masker recomienda usar la fórmula del SRK/T para ojos miopes y la fórmula Hoffer-Q para ojos hipermetrópicas basado en sus resultados.<sup>7,33</sup> Otros autores<sup>26</sup> prefieren utilizar la fórmula Holladay-I para ojos con LA > 23 mm y la Hoffer-Q para LA < 23 mm planteando que la SRK/T suele infracorregir al paciente.

### *Fórmulas de Jarade-Savini-Camellin para calcular el índice de refracción queratométrico poscirugía refractiva*

Se basa en corregir el índice refractivo convencional (1,3375) sobre la base de la corrección miope (AMC). Las fórmulas ideadas para calcular el índice queratométrico de refracción *post* LASIK/PRK son las siguientes: índice refractivo efectivo  $= 1,3375 + 0,0014 \times \text{AMC}$  (Jarade)<sup>34</sup>; índice de refracción poscirugía refractiva  $= 1,338 + 0,0009856 \times \text{AMC}$  (Savini)<sup>27</sup> y el índice queratométrico relativo poscirugía refractiva  $= 1,3319 + 0,00113 \times \text{AMC}$  (Camellin).<sup>35</sup> Con todas las fórmulas, el índice refractivo resultante progresivamente disminuye a medida que la cantidad de corrección miope aumenta.

### *El método Ronje*

La lectura de la K después de LASIK o PRK miope es ajustada sustrayendo el 25 % de la corrección realizada por el excimer láser (Cq) al valor más plano de K (Kp), como muestra la siguiente fórmula:  $K = Kp - 0,25 \times Cq$ .<sup>27</sup>

## HISTORIA REFRACTIVA PREVIA NO CONOCIDA

### *Método de la lente de contacto*

Realizamos una refracción subjetiva, a continuación colocamos una lente de contacto rígida de PMMA de curva base conocida (40D) y se realiza una nueva refracción. Si la refracción no se modifica la córnea tiene igual potencia que la lente de contacto, si la refracción es más miópica, la lente de contacto es más curva (más potencia) que la córnea y lo contrario pasará en la hipermetropía. El poder dióptrico de la córnea se calcula como la suma de la curva base del lente de contacto, su poder y la diferencia del equivalente esferocilíndrico con y sin lente de contacto.  $K_{post} = B + P + (R_{lc} - R_x)$ , donde B: curva base de la lente de contacto, P: potencia de la lente de contacto,  $R_{lc}$ : sobrerrefracción con lente de contacto,  $R_x$ : refracción sin lente de contacto.<sup>7,26</sup>

Estos cálculos son muy exactos en córneas normales donde no se ha perdido la relación entre la superficie anterior y posterior de la córnea pero en ojos operados con cirugía ablativa con láser excimer no ha demostrado una adecuada precisión, hecho que ha sido demostrado teórica y empíricamente.

La exactitud de este método es influenciada además por la agudeza visual del paciente, la que disminuye a medida que progresa una opacidad del cristalino. Se acepta como fiables valores superiores a 0,3.<sup>7,15</sup>

### *Método del factor corrector Rosa*

El radio posoperatorio medido por videoqueratografía es multiplicado por un factor de corrección (rango de 1,01 a 1,22) que depende de la LA del ojo. El poder dióptrico corneal es entonces obtenido por medio de la fórmula:  $K = (1,3375 - 1) / \text{radio corregido}$ .<sup>4,28,36</sup>

El método de Rosa utiliza solo la fórmula: SRK (SRK/T si LA  $\leq$  29,4 mm o SRK-II si LA  $>$  29,4 mm).<sup>26</sup>

### *El método de Maloney, el método de Koch y el método de Savini-Barboni-Zanini*

Estos métodos consideran separadamente las curvaturas anterior y posterior de la córnea y constituyen variaciones de la fórmula propuesta por Seitz y Speicher.<sup>37</sup> Se utilizan cuando la  $K_{pre}$  falta y necesitamos un valor estándar para el poder posterior de la superficie corneal. Este valor es 4,98 D, según Savini-Barboni-Zanini, y 6,10 D según Maloney y Koch, dando como resultado las siguientes fórmulas:  $K = 1,114 \times K_{post} 4,98$  y  $K = 1,114 \times K_{post} 6,1$ , donde el valor de la  $K_{post}$  es obtenido por topografía corneal. Es importante acotar que Maloney y Koch recomiendan usar el poder en el centro del mapa axial en lugar de la SimK.<sup>27,28</sup>

### *Método de Ferrara*

La fórmula desarrollada por Ferrara<sup>38</sup> se basa en la correlación observada entre el cambio en el índice de refracción corneal después de cirugía con excimer láser y la LA, como se muestra por la fórmula:  $TRI = -0,0006 \times LA^2 + 0,0213 \times LA + 1,1572$ , donde TRI es el índice de refracción teórico. El poder corneal puede calcularse usando la fórmula:  $K = (TRI - 1) / r$ , donde r es la curvatura corneal dada en metros.<sup>26,28</sup>



### *Técnicas de refracción afáquica*

Se realiza durante la facoemulsificación cuando la catarata ha sido removida, se llena la cámara anterior con solución salina hasta obtener un valor de presión intraocular similar al inicial y se procede a realizar la refracción afáquica. *Ianchulev* y otros,<sup>39</sup> evalúan la refracción afáquica con un autorrefracto portátil (distancia del vértice 13,1 mm) en la mesa de operaciones, mientras que *Mackool*<sup>36</sup> espera 30 min y mide la refracción afáquica en un cuarto de examen. Las fórmulas difieren ligeramente entre *Ianchulev*:  $P = 2,02 \times AR + (A - 118,84)$  y *Mackool*:  $P = 1,75 \times AR + (A - 118,84)$ , donde P es el poder del LIO buscado, AR es la refracción afáquica; y A es la constante para cada tipo de LIO.<sup>15</sup>

### *Algoritmo de Mackool*

Se realiza la cirugía de catarata y se deja al paciente afáquico. Aplicamos el algoritmo de Mackool: Refracción en afaquia (EE)  $\times 1,75 =$  potencia del LIO. En una ventana de tiempo entre el mismo día de la cirugía y a las 3 semanas realizamos el implante del LIO.<sup>7,26</sup>

### *Método de la Asociación Americana de Cirugía Refractiva y Catarata*

Este método permite calcular el radio posterior de la córnea en función de las dioptrías corregidas. El objetivo es cuantificar la razón cara anterior/cara posterior, antes y después de la CR. El resultado es que esta razón es bastante constante en todo el rango de córneas no operadas (40,55-47,2): 1,25 ( $\pm 0,3$ ) (media y desviación estándar). Tras la cirugía la razón se hace variable, con un incremento proporcional a las dioptrías corregidas, por lo que puede ajustarse una relación lineal: Razón Ant/Post =  $1,257 + 0,032 \times$  dioptrías corregidas en córnea. Mediante esta fórmula podemos calcular a partir de un radio de curvatura anterior obtenido por topografía o queratometría, el radio de la cara posterior y a continuación la potencia total de la córnea. También podríamos estimar la Kpre para realizar la corrección doble-K. Una medida de control interesante es emplear la fórmula de Haigis que no emplea la K como predictora de la PEL para validar el resultado.<sup>7,13,27</sup>

### *Trazado de rayos*

El cálculo mediante el trazado de rayos paraxial o exacto, es una alternativa al cálculo mediante fórmulas analíticas de vergencias que promete un cambio significativo en la determinación del poder de la LIO en ojos operados de CR corneal. Permite valorar el efecto de la aberración esférica sobre la posición del plano de mejor enfoque, que puede variar algunas dioptrías respecto al paraxial en pupilas de tamaño medio y grande. En este método sigue siendo necesario un algoritmo de predicción de la posición física de la LIO dentro del ojo, si el radio de curvatura corneal y la K no existen habrá que ajustar nuevamente el algoritmo para utilizar el radio previo a CR corneal en la profundidad de la cámara anterior pseudofáquica y el radio poscirugía queratorrefractiva en el trazado de rayos.<sup>6,15</sup>

El poder de la LIO puede calcularse por un software nuevo usando el rastreo numérico del rayo (Oculix, Ingenieurbüro der Leu, Hillerse, Alemania).<sup>27</sup>

Por último, citar algunas páginas webs útiles para el cálculo de la LIO tras CR a los cuales se puede acceder de forma rápida y gratuita\*:

En la actualidad no existe un método único aceptado por todos para el cálculo de la LIO después de CR corneal. El método ideal debería proveer la medida correcta del poder corneal, independiente de la disponibilidad de datos perioperatorios. Hasta

---

ahora no se existe gran experiencia clínica con los diferentes métodos descritos anteriormente, aunque los estudios teóricos muestran resultados alentadores. Mientras que el cirujano no cuente con un método directo, de fácil manejo y de alta precisión para calcular el poder corneal después de CR tenemos que familiarizarnos con las fórmulas descritas previamente y adecuarnos según las posibilidades tecnológicas de cada centro y la experiencia de cada cirujano con el método que mejores resultados visuales le brinde al paciente. Esta tarea no es nada fácil debido al gran número de opciones que cada año son incorporadas por diferentes autores en busca de una solución definitiva a este problema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prado Serrano A, Nava Hernández NG. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares ¿Cómo evitar la sorpresa refractiva? *Rev Mex Oftalmol.* 2009;83(5):272-80.
2. Mesa JC, Martí T, Arruga J. Cálculo de la potencia de la lente intraocular en situaciones especiales. *Ann d'Oftalmología.* 2008;16(2):68-89.
3. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg.* 1992;18(2):125-9.
4. Shammas HJ, Shammas MC. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(1):31-6.
5. Pérez Candelaria EC. Cálculo de la lente intraocular en la cirugía de catarata. En: Río M, Capote A, Padilla CM, Eguía F, Hernández JR, editores. *Oftalmología. Criterios y tendencias actuales.* La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 232-7.
6. Prado SA, Camas BJ, Sosa LS, Nava HN. Cómo evitar la sorpresa refractiva (2ª. Parte). Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares en casos especiales. *Rev Mex Oftalmol.* 2010;84(1):39-48.
7. Mesa Gutiérrez JC, Ruiz Lapuente C. El cálculo de la lente intraocular tras cirugía foto-refractiva corneal [Revisión] . *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2009;84(6):283-92.
8. Holladay JT. *Advanced IOL power calculations.* San Francisco: ASCRS; 2006.
9. Lteif Y, Gatinel D. IOL power calculations after keratorefractive surgery. *J Francais D'ophtalmologie.* 2008;31(3):326-34.
10. Savini G, Barboni P, Zanini M. Correlation between attempted correction and keratometric refractive index of the cornea after myopic excimer laser surgery. *J Refract Surg.* 2007;23(5):461-6.
11. Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, Bax L, Tsutsui K, Aizawa D, et al. Repeatability, reproducibility, and agreement characteristics of rotating Scheimpflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(1):127-33.
12. Jiménez Matus G, Arroyo Muñoz L, Perdiz Calvo L, Velasco Ramos R, Lozano Alcazar J. Cálculo de lente intraocular en pacientes con cirugía refractiva previa. *Rev Mex Oftalmol.* 2007;81(3):134-7.

13. Mesa JC, Amías V, Cabiró I, Cotanda P, Porta J, Rodríguez F, et al. Algoritmo de corrección de la queratometría tras cirugía refractiva corneal. *Ann d'Oftalmología*. 2009;17(3):137-43.
14. Ortega JJ. Cálculo del lente Intraocular después de cirugía refractiva. En: Centurión V, editor. *El Libro del cristalino de las américas*. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 119-22.
15. Aramberri J. Cálculo de la lente intraocular tras cirugía refractiva corneal. En: Alió J, Rodríguez-Prats J, editor. *Buscando la excelencia en la cirugía de la catarata*. Barcelona: Editorial Glosa; 2006. p. 179-91.
16. Onnis R, Onnis S. Facoemulsificación post-cirugía refractiva corneal. En: Centurión V, editor. *El libro del cristalino de las américas*. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 777-82.
17. Jain R, Dilraj G, Grewal SPS. Repeatability of corneal parameters with Pentacam after laser in situ keratomileusis. *Indian J Ophthalmol*. 2007;55(5):341-7.
18. Morcillo Laiz R, Muñoz Negrete F, Durán Poveda S. La cámara Scheimpflug rotacional Pentacam. *Actualizaciones tecnológicas en Oftalmología. Studium Ophthalmologicum*. 2006 [citado 10 Nov 2011];24(4). Disponible en: <http://www.oftalmo.com/studium/studium2006/stud06-4/06d-04.htm>
19. Holladay JT. Measuring corneal power after corneal refractive surgery. *Cataract Refractive Surgery Today*. 2006 [cited 2011 Nov 10]; Suppl 5-6. Available from: [http://bmctoday.net/crstoday/pdfs/1106\\_supp.pdf](http://bmctoday.net/crstoday/pdfs/1106_supp.pdf)
20. Cuan Aguilar Y, Pérez Candelaria E, Montero Díaz E, Santiesteban García I, Ortega Díaz L, Cárdenas Díaz T. Utilidad del Pentacam para medir el poder corneal después de cirugía refractiva con excímer láser. *Rev Cubana Oftalmología*. 2010;23 Supl 1:513-21.
21. Savini G, Barboni P, Profazio V, Zanini M, Hoffer KJ. Corneal power measurements with the pentacam scheimpflug camera after myopic excimer laser surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(4):809-13.
22. Ortega JG, Freidell H, Kwitko S, Lu LW, Zacharias W, Sánchez JC. Cuál es la técnica de elección para el cálculo del LIO post-cirugía refractiva. *Noticiero ALACCSA-R/Diciembre 2011* [citado 10 Ene 2012]. Disponible en: [http://www.alacssa.com/noticiero\\_diciembre\\_11.htm](http://www.alacssa.com/noticiero_diciembre_11.htm)
23. Hoffer KJ. Intraocular lens calculations after prior refractive surgery. En: Garg A, Lin JT, Latkany R, Bovet J, Haigis W, editors. *Mastering the techniques of IOL power calculations*. 2da ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Pubishes; 2009. p. 337-44.
24. Valenzuela L, Raggio Ana, Charles M, Charles N, Charles D. Cálculo de lente intraocular post-cirugía refractiva con fórmula Haigis L. *Arch Oftal B Aires*. 2009 [citado 10 Nov 2011];80(3). Disponible en: <http://sao.org.ar/LinkClick.aspx?fileticket=JV2OLOfGyUY%3D&tabid=227&language=es-AR>
25. Haigis W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(10):1658-63.

26. Mesa JC, Porta J, Cabiró I, Amías V, Rouras A. Cálculo biométrico tras cirugía refractiva. *Rev Lab The.* 2007; (37)1: 39-41.
27. Savini G, Hoffer KJ, Zanini M. IOL Power calculations after LASIK and PRK. *Cataract Refractive Surgery Today Europe.* 2007 [cited 2011 Nov 10]. Available from: <http://bmctoday.net/crstodayeurope/2007/04/>
28. Savini G, Barboni P, Zanini M. Intraocular lens power calculation after myopic refractive surgery: theoretical comparison of different methods. *Ophthalmology.* 2006; 113(8): 1271-82.
29. Walter KA, Gagnon MR, Hoopes PC, Dickinson PJ. Accurate intraocular lens power calculation after myopic laser in situ keratomileusis, bypassing corneal power. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32(3): 425-29.
30. Hamilton D, Hardten D. Cataract surgery in patients with prior refractive surgery. *Current Opinion Ophthalmol.* 2003; 14(1): 44-53.
31. Jarade EF, Tabbara KF. New formula for calculating intraocular lens power after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30(8): 1711-5.
32. Latakany RA, Chokshi AR, Speaker MG, Abramson J, Soloway BD, Yu G. Intraocular lens calculations after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2005; 31(3): 562-70.
33. Masket S, Masket SE. Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32(3): 430-34.
34. Jarade EF, Abi Nader FC, Tabbara KF. Intraocular lens power calculation following LASIK: determination of the new effective index of refraction. *J Refract Surg.* 2006; 22(1): 75-80.
35. Camellin M, Calossi A. A new formula for intraocular lens power calculation after refractive corneal surgery. *J Refract Surg.* 2006; 22(2): 187-99.
36. Mackool RJ, Ko W, Mackool R. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis: aphakic refraction technique. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32(3): 435-7.
37. Speicher L. Intra-ocular lens calculation status after corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2001; 12(1): 17-29.
38. Ferrara G, Cennamo G, Marotta G, Loffredo E. New formula to calculate corneal power after refractive surgery. *J Refract Surg.* 2004; 20(5): 465-71.
39. Ianchulev T, Salz J, Hoffer K, Albin T, Hsu H, Labree L. Intraoperative optical refractive biometry for intraocular lens power estimation without axial length and keratometry measurements. *J Refract Corneal Surg.* 2005; 31(8): 1530-6.

---

\* Disponibles en: [www.iol.ascrs.org](http://www.iol.ascrs.org), [www.iol.oculardmd.com](http://www.iol.oculardmd.com), [www.eyelab.com](http://www.eyelab.com)

Recibido: 14 de junio de 2012.  
Aprobado: 1 de octubre de 2012.

Dra. *Eneida de la Caridad. Pérez Candelaria*. Instituto Cubano de Oftalmología  
"Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 e/ 31 y 41 Marianao. La Habana, Cuba.  
Correo electrónico: [eneida@horpf.sld.cu](mailto:eneida@horpf.sld.cu)