



---

---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE  
ESPECIALIDADES MEDICAS

INSTITUTO DE OFTALMOLOGÍA  
“FUNDACIÓN CONDE DE VALENCIANA I.A.P.”

**CALCULO DEL PODER DE LENTE INTRAOCULAR EN  
PACIENTES CON ANTECEDENTE DE CIRUGIA  
REFRACTIVA.**

T E S I S D E E S P E C I A L I D A D

Que para obtener la especialidad de

OFTALMOLOGIA

PRESENTA LA

Dra. Erika Paulina López Lizárraga

ASESORES

Dra. Daniela Pulido London.





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Dr. Tito Ramírez Luquín**

Director General

Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana I.A.P.

---

**Dr. José Luis Rodríguez Loaiza**

Jefe del Departamento de Enseñanza

Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana I.A.P.

---

**Dra. Daniela Pulido London**

Asesora de Tesis  
Profesora Adjunta

Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana I.A.P.

---

## **DEDICATORIA**

A mis padres.

## **ADRADECIMIENTOS**

Al Dra. Daniela Pulido London por sus valiosas enseñanzas que han contribuido a mi desarrollo en la oftalmología, que con su ejemplo y apoyo ha representado para mí una guía y amiga desde mis etapas iniciales de formación.

Al Director General del Instituto, Dr. Tito Ramírez Luquin, por su profundo compromiso en el bienestar tanto de los médicos como de los pacientes.

Agradezco al Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana que durante tres años fue mi casa y escuela en todos los sentidos.

## **INDICE**

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>1. Introducción</b>        | <b>7</b>  |
| <b>2. Marco teórico</b>       | <b>7</b>  |
| <b>3. Justificación</b>       | <b>10</b> |
| <b>4. Objetivos y Métodos</b> | <b>10</b> |
| <b>4. Resultados</b>          | <b>11</b> |
| <b>5. Discusión</b>           | <b>16</b> |
| <b>6. Bibliografía</b>        | <b>18</b> |

## Introducción

En la actualidad, la cirugía de catarata ha presentado gran evolución, ya no sólo busca la mejoría visual, sino que ésta sea lo más independiente posible del uso de lentes aéreos, lo cual representa un gran reto para el cirujano.

El cálculo del lente intraocular se basa en la longitud axial del paciente, las queratometrías, que se pueden obtener mediante diversos métodos, y la constante del lente intraocular.

Los métodos tradicionales que miden el poder óptico de la córnea asumen que la relación entre las superficies corneales anterior y posterior es la misma, y son paralelas la una con la otra, y asignan un valor de -6.0 D de acuerdo al modelo esquemático de Gullstrand.

Sin embargo esta relación se encuentra alterada posterior a una cirugía refractiva corneal, ya sea incisional por queratotomía radiada o mediante ablación con láser. Debido a que el poder refractivo corneal es uno de los dos factores clave para determinar el poder del lente intraocular a utilizar, en estos pacientes es difícil determinar el poder del lente intraocular adecuado ya que los métodos tradicionales utilizados para el cálculo del mismo no toman en cuenta esta alteración entre las superficies anterior y posterior de la córnea.

## Marco teórico

El cálculo incorrecto del poder del lente intraocular, sigue siendo una causa significativa de recambio de lente intraocular posterior a cirugía de catarata en pacientes previamente sometidos a cirugía refractiva. El cálculo es distinto entre pacientes con antecedente de cirugía mediante ablación con láser y aquellos con antecedente de queratotomía radiada.

En los últimos años, se han desarrollado varios métodos. En general, todas las fórmulas deben de estimar la distancia final de la superficie del lente intraocular con la superficie posterior de la córnea; esta posición efectiva del lente bajo ninguna circunstancia se puede predecir con estricta seguridad antes de la remoción del cristalino e introducción del lente intraocular.

La estimación del poder corneal puede ser difícil en el contexto de una córnea irregular, tal como sucede en pacientes operados de cirugía queratorefractiva.



Hay métodos de cálculo para lente intraocular que se basan en los datos previos del paciente a la cirugía refractiva, así como aquellos que no cuentan con ningún antecedente.

Basándose en la premisa que establece que en los pacientes con antecedente de ablación mediante excimer láser, se altera la relación entre la superficie anterior y posterior de la córnea y de esta forma, deja de ser válido el cálculo asumido de la superficie posterior de la córnea que normalmente se realiza mediante queratometría o topografía, se puede inferir que el efecto de la ablación corneal en la determinación del lente intraocular varía de acuerdo con la cantidad de fotoablación que se haya aplicado, tanto en el caso de previa hipermetropía como miopía.

También se ha establecido que debido a la alteración entre la relación anterior y posterior de la superficie corneal después de corrección con excimer láser, la topografía y queratometría estándar llevarán a una infraestimación del poder corneal en pacientes con previa hipermetropía y subestimación del mismo en pacientes con previa miopía.

Así de acuerdo a lo anterior, dentro de los métodos desarrollados para el cálculo del lente intraocular se encuentran las fórmulas simples de regresión, las cuales se basan en un ajuste proporcional a la ablación para el cálculo del lente intraocular. Con éstas, se corrigió el poder del lente intraocular aproximadamente 1D por cada 3 D del equivalente esférico deseado y ajustado a la distancia al vertex mediante el software usado para láser.

El poder óptico fue añadido al cálculo del lente intraocular para pacientes con antecedente de miopía y sustraído en pacientes con hipermetropía.

Todos los pacientes tuvieron un resultado de  $\pm 0.75$  D del resultado óptico deseado.

Dentro de las otras formas para el cálculo del lente intraocular, hay una forma en la que simplemente se calcula el poder del lente intraocular tal como si el paciente no tuviera el antecedente de cirugía de LASIK, teniendo como objetivo la refracción del paciente previa al LASIK. Se ha reportado que los resultados en las series pequeñas son excelentes. Las limitaciones de este abordaje incluyen que los datos del paciente previo a la cirugía puede ser que no se encuentren disponibles, y en caso de tenerlos, que no sean confiables.

En el uso de la fórmula de Masket, se calcula el poder del LIO de la manera convencional y simplemente se modifica el valor final en función del error refractivo inducido mediante LASIK. Una ventaja de este método es que se apoya menos en la historia refractiva del paciente, ya que el cambio inducido por el LASIK se multiplica por 0.323. Por ende, en caso de que haya 1.00 D de error en los datos previos al LASIK, se traduce en un error de 0.32 D en la selección del lente intraocular.

Otro método para el cálculo del LIO reportado por Latkany et al., consiste en dos métodos:

- 1) El cálculo del LIO usando las queratometrías medias obtenidas mediante el queratómetro de Javal y modificarlo mediante  $-0.46x + 0.21$  en donde la  $x$  equivale al cambio inducido mediante la cirugía refractiva.
- 2) Calcular el poder del LIO usando la queratometría más plana y modificarla por
- 3)  $-0.47 + 0.85$ .

Mackool y coautores describen una técnica mediante la cual se remueve la catarata y el paciente es refractado 30 minutos después. Utilizando un nomograma descrito por estos autores, se calcula así el poder del LIO y posteriormente se implanta el mismo. Mediante este método, también se describe que los resultados han sido muy buenos.

El método en el que no se cuenta con historia clínica se basa en el cálculo del LIO de acuerdo a los datos con los que se cuentan al momento de la cirugía de catarata y de acuerdo a las queratometrías post LASIK usando un método de corrección del poder corneal. Esta corrección en el poder queratométrico corneal se usa en la fórmula de Shammas post LASIK, en la cual el poder efectivo del lente no varía de acuerdo a la curvatura corneal que se ha alterado mediante LASIK. Usando la fórmula anterior, el error aritmético de predicción promedio fue de  $-0.003 + 0.63$  D y el valor de predicción medio absoluto para posición efectiva del LIO fue de  $0.55 \pm 0.31$  D.

Shady y coautores en el 2008 determinaron mediante las fórmulas de regresión, definir las variables dependientes al determinar el poder refractivo corneal después de LASIK mediante el topógrafo TMS. Los resultados medidos fueron el equivalente esférico posterior a la cirugía de catarata y otras variables como SimK, y poder corneal promedio en los 3 mm centrales (ACCP<sub>3mm</sub>) así como longitud axial obtenida mediante interferometría de coherencia óptica. Las variables ACCP<sub>3mm</sub>, así como el equivalente esférico promedio fueron determinadas como vitales y suficientes para una medida confiable de la predicción del poder refractivo. Las fórmulas de regresión que utilizan estas variables independientes predijeron de forma exitosa el poder corneal refractivo ajustando el hecho de que el valor medio de ACCP<sub>3mm</sub>, sobreestima el valor real en aproximadamente 0.16 D.

A su vez, se ha intentado comparar el uso de la fórmula Haigis- L con el método sin historia clínico descrito previamente que estableció Shammas en pacientes a los que se realizó LASIK por antecedente de miopía. Ignorando el antecedente de cirugía refractiva y tratando al paciente de la forma convencional, se produjo un error medio de hipermetropía relativa de  $1.28 \pm 0.83$  D. De acuerdo a lo anterior, se hizo evidente la contribución del radio y los errores de índice queratométrico ya que no hay algún error adicional creado por la fórmula de Haigis, ya que dicha fórmula no usa el radio de curvatura corneal como un valor predictivo de la posición del LIO.

## **Justificación**

Como podemos observar, son muy diversas las formas para calcular el poder del lente intraocular posterior a cirugía refractiva. Hay aquellas en las que se usa el método de historia previa y otras en las que no se cuenta con ninguna información previa a la realización de cirugía refractiva. Aún no se ha logrado determinar cuál es la fórmula más efectiva con los mejores resultados refractivos posterior a la cirugía de catarata en pacientes con antecedente de cirugía refractiva.

## **Objetivo general**

Determinar los resultados refractivos a partir de los diferentes métodos que se han utilizado para el cálculo de lente intraocular en pacientes con antecedente de cirugía refractiva en el departamento de Segmento Anterior en un instituto de referencia, Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana; de esta forma predecir cuál es la mejor manera de cálculo del LIO en estos pacientes.

## **Objetivo específico**

Determinar los métodos utilizados en el departamento de Segmento Anterior en un centro de atención de tercer nivel, Instituto de Oftalmología Conde de Valenciana de abril 2008 a enero 2013, en el cálculo del lente intraocular en pacientes con antecedente de cirugía refractiva. así como los resultados refractivos de dichos pacientes, y basado en estos resultados determinar el mejor método para estos casos.

## Materiales y métodos

Se realizó estudio retrospectivo observacional. Se revisaron los expedientes de pacientes con antecedente de cirugía refractiva, ya fuera mediante ablación con láser o queratotomía radiada que posteriormente fueron operados de cirugía de catarata, facoemulsificación con implante de lente intraocular, en el departamento de Segmento Anterior del Instituto de Oftalmología Fundación Conde de Valenciana I.AP.

Las variables a estudiar de cada paciente fueron:

- Agudeza y capacidad visual previa a la cirugía de catarata
- Agudeza y capacidad visual posterior a la cirugía de catarata
- Longitud axial
- Queratometrías previas a la cirugía de catarata, así hayan sido tomadas con autorefractor, topografía (Pentacam) o IOL master
- Fórmula utilizada para el cálculo del lente intraocular
- Poder del lente intraocular usado
- Queratometrías posteriores a la cirugía
- Refracción final
- Si requirió o no recambio del lente intraocular posterior a la cirugía de catarata.

Los criterios de inclusión son pacientes con antecedente de cirugía refractiva, ya fuera mediante ablación con láser o queratotomía radiada que hayan sido sometidos a cirugía de catarata.

Los criterios de exclusión son todos aquellos pacientes que no tengan el antecedente de cirugía refractiva, o aquellos que no cuenten con un expediente clínico con información completa.

## Resultados

Se midió el éxito en el cálculo del lente intraocular en cada paciente definido como la proporción en que su refracción final le permitiera una vida lo más independiente posible del uso de lentes aéreos. Se definió un fracaso en el cálculo del lente intraocular aquellos casos que cursaran con una refracción post quirúrgica tal que requiriera recambio de lente intraocular.

Fueron un total de 33 ojos de 24 pacientes. De estos, se presentó sorpresa refractiva que ameritó recambio de lente intraocular en tres casos, lo cual fue el 9.1% de los casos. (Figura 1).

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>Pacientes sometidos a cirugía de catarata que no cursaron con sorpresa refractiva</b>  | 90.9 % (30 ojos) |
| <b>Pacientes sometidos a cirugía de catarata que sí cursaron con sorpresa refractiva y ameritaron recambio de lente intraocular</b> | 9.1% (3 ojos)    |

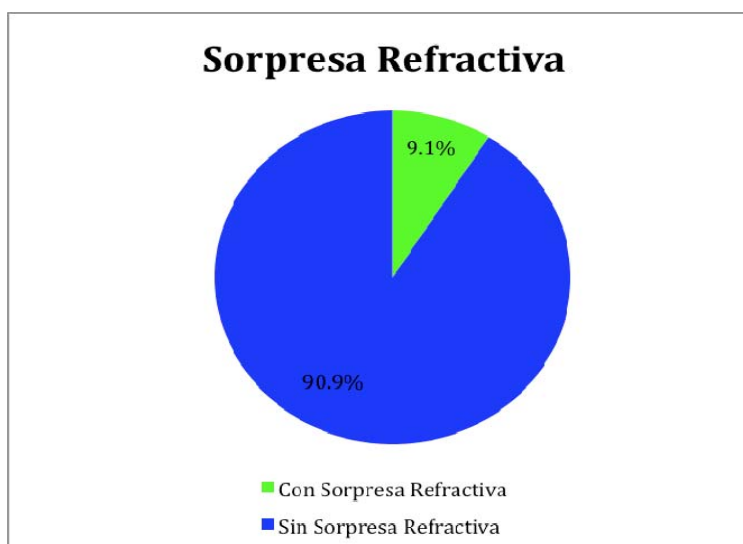


Figura 1. En el 9.1% de los casos se presentó una sorpresa refractiva que ameritó recambio de lente intraocular. Esto corresponde a 3 casos.

De estos pacientes, 52% (17 ojos) tenían antecedente previo de cirugía refractiva mediante LASIK; 3% (1 ojo) tenía antecedente de cirugía mediante PRK; 45% ( 15 ojos) tenían antecedente de cirugía mediante queratotomía radiada. (Figura 2).

| <b>Tipo de cirugía previa</b> | <b>%</b>       |
|-------------------------------|----------------|
| LASIK                         | 52% (17 ojos)  |
| PRK                           | 3% (1 ojo)     |
| Queratotomía radiada          | 45% (15 ojos ) |

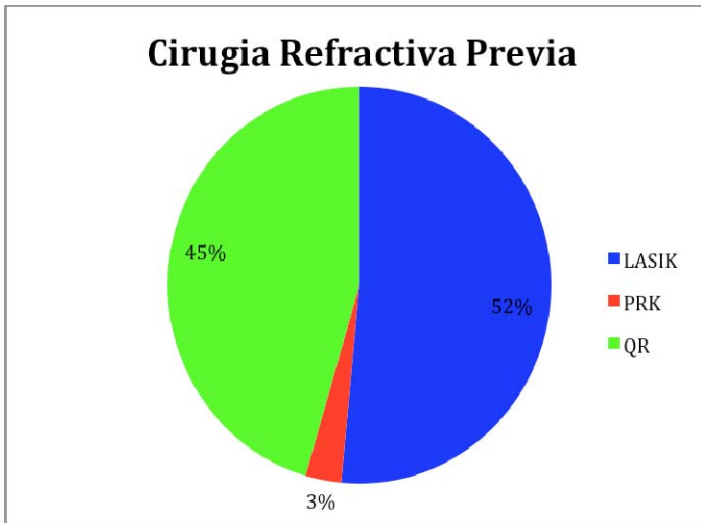


Figura 2. Del total de los pacientes 52% (17 ojos) con antecedente de cirugía mediante LASIK; 45% (15 ojos) con antecedente de queratotomía radiada; 3% (1 ojo) con antecedente de PRK.

La fórmula utilizada más frecuentemente fue la Haigis en un 48.48% (16 ojos) de los casos, SRK II en un 27.27 % (10 ojos) de los casos, SRK T en un 18.18% (6 ojos) de los casos, BEEST en un 3.03% (1 ojo) y en un caso el paciente llevaba un poder ya previamente determinado mediante un lente intraocular donado (Figura 3).

| Fórmula utilizada | %                |
|-------------------|------------------|
| Haigis            | 48.48% (16 ojos) |
| SRK II            | 27.27% (10 ojos) |
| SRK T             | 18.18% (6 ojos ) |
| Beest             | 3.03% (1 ojo )   |
| LIO donado        | 3.03% (1 ojo )   |

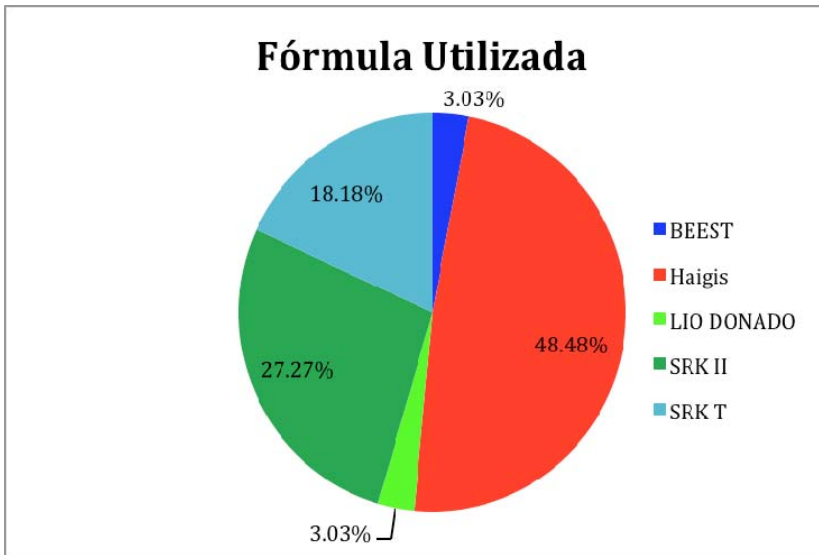


Figura 3. Se utilizó la fórmula Haigis en el 48.48% (16 ojos) de los casos; SRK II en el 27.27% (10 ojos); SRK II en el 18.18% (6 ojos); Beest en el 3.03% (1 ojo); LIO donado 3.03 % (1 ojo)

La agudeza visual inicial promedio fue de 0.13 y la final fue de 0.54. La capacidad visual inicial promedio fue de 0.28 y la final de 0.63. (Figuras 4 y 5). Con esto, notamos que hubo una clara mejoría en cuanto a la agudeza y capacidad visuales finales con respecto a las iniciales. (figuras 4 y 5).

| Medición               | Promedio |
|------------------------|----------|
| Agudeza visual inicial | 0.13     |
| Agudeza visual final   | 0.54     |

| Medición                 | Promedio |
|--------------------------|----------|
| Capacidad visual inicial | 0.28     |
| Capacidad visual final   | 0.63     |

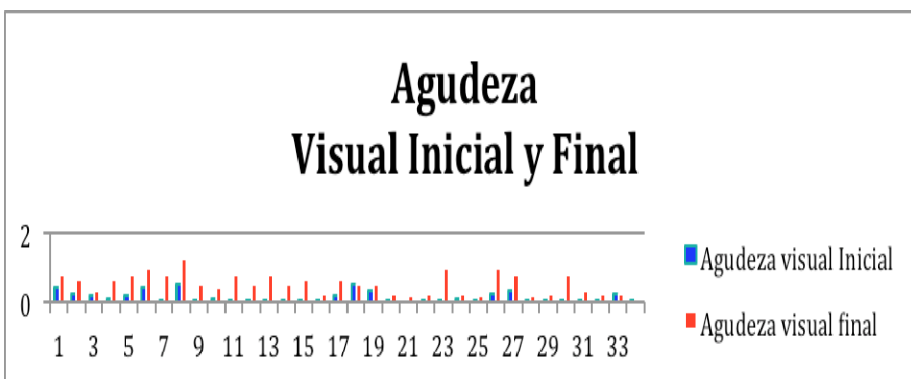


Figura 4. Agudeza visual inicial promedio de 0.13; agudeza visual final promedio de 0.54.

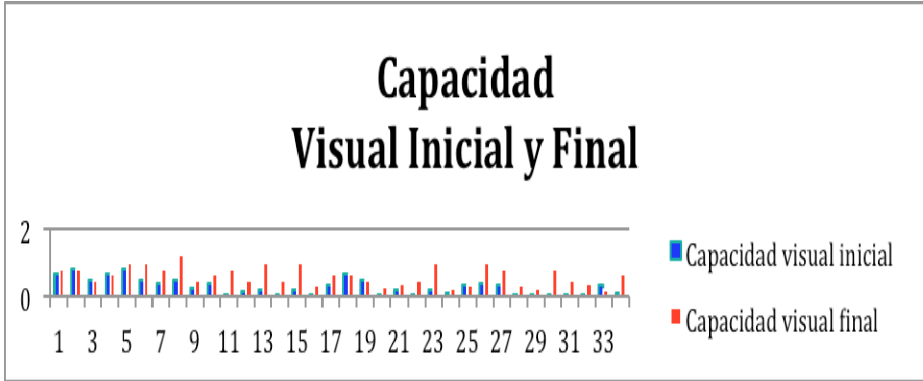


Figura 5. Capacidad visual inicial promedio de 0.28; capacidad visual final promedio de 0.63.

El equivalente esférico inicial promedio fue de -2.04 dioptrías, el equivalente esférico final promedio fue de -0.17 dioptrías. (Figura 6).

| Medición                     | Promedio        |
|------------------------------|-----------------|
| Equivalente esférico inicial | -2.04 dioptrías |
| Equivalente esférico final   | -0.17 dioptrías |

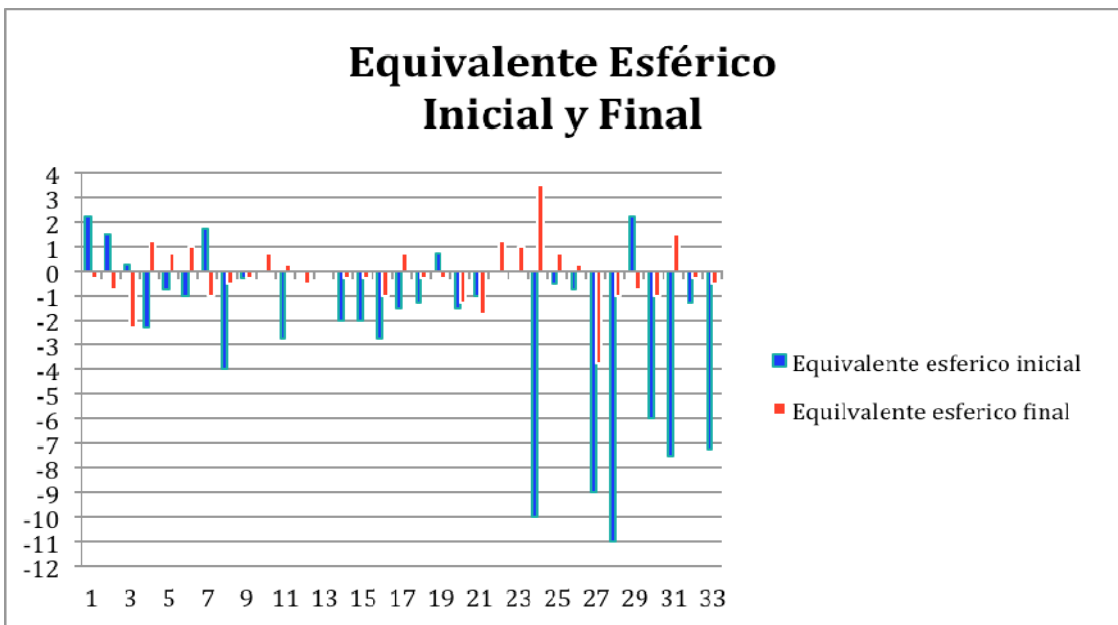


Figura 6. El equivalente esférico inicial promedio fue de -2.04 dioptrías; el equivalente esférico final promedio fue de -0.17 dioptrías.



De los casos en los cuales se presentó una sorpresa refractiva, en uno de ellos el lente intraocular era donado, no se especifica qué tipo de lente intraocular era, por lo que se asume que la sorpresa que se presentó fue debido a que no se utilizó la constante adecuada para determinar si el cálculo del poder del lente era adecuado o no. En el otro caso en el cual se presentó sorpresa refractiva, se utilizó la fórmula de Beest y el otro caso fue el de un paciente en el cual se utilizó la fórmula SRK-T. En todos los casos se realizó recambio del lente intraocular mediante interferometría utilizando la fórmula de Haigis.

## Discusión

El cálculo del poder del lente intraocular depende del poder de la cornea, de la longitud axial y la constante del lente intraocular. En las fórmulas de cuarta generación, la edad del paciente, la refracción pre quirúrgica, la profundidad de cámara anterior, el grosor del cristalino y la distancia blanco a blanco se toman a consideración.

En este estudio, se observó que los resultados más cercanos a la hemetropía se obtuvieron con la medición de la longitud axial mediante la interferometría. La fórmula de Haigis mostró obtener los mejores resultados. La ventaja de la fórmula de Haigis es que no requiere información adicional respecto a la historia clínica del paciente, la misma, no utiliza el radio de curvatura corneal para predecir de la posición del lente intraocular.

Es importante una medición adecuada de la curvatura posterior de la cornea en pacientes que fueron sometidos a cirugía refractiva. Los estudios más recientes se basaban en el uso de anillos de Placido para estas mediciones (por ejemplo, Orbscan). En estos estudios se ha mostrado que en estos, la superficie posterior de la cornea se volvía más prolata, sugiriendo que una ectasia post cirugía refractiva se podía presentar con relativa frecuencia. Hay algunos estudios que han mostrado una medición inadecuada del grosor corneal con el Orbscan, lo cual hace pensar que este equipo proporciona mediciones inadecuadas de la superficie posterior de la cornea. Las mediciones mediante el uso de una cámara Scheimpflug han reportado alta repetibilidad y reproductividad en la medición de la superficie posterior de la córnea. A su vez, mediante esta tecnología, se ha podido demostrar que la cirugía refractiva no induce de manera significativa protrusión corneal posterior. En este estudio, se pudo observar que a los pacientes en los que no se pudo realizar un estudio de interferometría para el cálculo del lente intraocular, se obtuvo un estudio de Pentacam.

Se ha reportado que en los pacientes con antecedente de queratotomía radiada sometidos a cirugía de catarata, generalmente presentan equivalentes esféricos hipermetrópicos. Se ha determinado que para un mejor cálculo del lente intraocular, utilizar el promedio queratométrico de los 3.0 mm centrales. En los casos en donde no se obtuvo Pentacam, se utilizaron las queratometrías del IOL master obteniendo muy buenos resultados.

El cálculo de lente intraocular en pacientes con antecedente de cirugía refractiva ha ido mejorando pero su exactitud aún queda limitada en comparación con corneas vírgenes.

Es muy importante tener una adecuada comunicación con los pacientes y prevenirlos acerca de la alfa probabilidad de que presenten sorpresas refractivas.

## Bibliografía

- 1) Awwad, Shaddy T et al., **Intraocular lens power calculation after myopic laser in situ keratomileusis: Estimating the corneal refractive power**; Journal of Cataract and Refractive Surgery 2008; 34: 1070 – 1076.
- 2) Masket, Samuel et al., **Simple regresión formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation**; Journal of cataract and refractive surgery 2006; 32: 430 – 434.
- 3) Shammas, H, et al., **No history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser in situ keratomileusis**; Journal of cataract and refractive surgery 2007; 33: 31-36.
- 4) Haigis, Wolfgang, **Intraocular lens calculation after refractive surgery for miopía: Haigis- L formula**; Journal of cataract and refractive surgery 2008; 34: 1658 – 1663.
- 5) Khalil, Monica et al., **Prospective evaluation of intraocular lens calculation after myopic refractive surgery**; Journal of Refractive Surgery 2008; 24: 33- 38.
- 6) Hoffer, Kenneth, **Intraocular lens power calculation after previous laser refractive surgery**; Journal of cataract and refractive surgery 2009; 35: 759 – 765.
- 7) Jin, Haying et al., **Intraocular lens power calculation after laser refractive surgery, Corrective algorithm for corneal power estimation**; Journal of cataract and refractive surgery 2010; 36: 87- 96.
- 8) Savini, Giacomo et al., **Intraocular lens power calculation after myopic excimer laser surgery: Clinical comparison of published methods**; Journal of Cataract and Refractive Surgery 2010; 36 : 1445- 1465.
- 9) Wang, Li, et al., **Evaluation of Intraocular lens power prediction methods using the American Society of Cataract and Refractive Surgeons Post- Keratorefractive Intraocular Lens Power Calculator**; Journal of Cataract and Refractive Surgery 2010, 36: 1466 – 1473.
- 10) Terzi, Evdoxa, MD, Wang Li, MD, et al., **Accuracy of modern intraocular lens power calculation formulas in refractive lens exchange for myopia and high hyperopia**, Journal of cataract and refractive surgery 2009; 35: 1181 – 1189.
- 11) Khalil, Monica, MD, Chotkshi, Amit, MD, et al, **Prospective Evaluation of Intraocular Lens Calculation After Myopic Refractive Surgery**; Journal of Refractive Surgery, 2008; 24: 33 – 38
- 12) Rosa, Nicolasa, MD, De Bernardo, Maddalena, MD, et al., **New factor to improve reliability of the clinical history method for intraocular lens power calculation after refractive surgery**; Journal of Cataract and Refractive Surgery, 2010; 36: 2123 – 2128

- 13) Awwad, Shaddy T., MD, Dwaekaanathan, Surendar, MD, et al., **Intraocular lens power calculation after radial keratotomy: Estimating the refractive corneal power**; Journal of Cataract and Refractive Surgery, 2007; 33: 1045 – 1050.