



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO  
SECRETARÍA DE SALUD  
UNIDAD DE OFTALMOLOGÍA**

**INFLUENCIA DE LA BIOMETRÍA Y LA QUERATOMETRÍA EN LA  
SORPRESA REFRACTIVA DE PACIENTES OPERADOS DE CATARATA  
MEDIANTE TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN**

**TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**ESPECIALISTA EN MEDICINA (OFTALMOLOGÍA)**

**P R E S E N T A**

**DRA. VIRGINIA ALEJANDRA MARTINEZ HERNÁNDEZ**

**TUTOR: DR. ARIEL PRADO SERRANO.  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO. D.F.**

**MEXICO, D.F. JULIO, 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

**INFLUENCIA DE LA BIOMETRÍA Y LA QUERATOMETRÍA EN LA  
SORPRESA REFRACTIVA DE PACIENTES OPERADOS DE CATARATA  
MEDIANTE TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN**

## ÍNDICE

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>26</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>26</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>27</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>27</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>27</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>29</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>39</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>43</b>

## RESUMEN

La sorpresa refractiva es el defecto refractivo postoperatorio por selección inadecuada de la potencia de la lente intraocular en una cirugía de catarata, su causa la constituyen diversos motivos, como la biometría o la queratometría, un error de la fórmula de cálculo, simples errores en la transcripción de los datos, o bien, la suma de estos factores

**Objetivo:** Conocer las causas de sorpresa refractiva en los pacientes operados de facoemulsificación en nuestro medio para determinar los factores predominantes de error, lograr su corrección y propiciar mejores resultados visuales. Conocer las características epidemiológicas de los pacientes con sorpresa refractiva.

**Metodología:** Se realizó un estudio observacional, transversal, en pacientes operados de facoemulsificación de catarata con colocación de lente intraocular, sin historia de patología ocular previa, cuya cirugía haya sido programada en el servicio de Oftalmología del Hospital General de México en período comprendido entre el día 01 de junio de 2013 y el 1 de enero de 2014. En cada paciente se realizó: toma de queratometría mediante queratómetro Helmhöltz, Cálculo de lente intraocular y parámetros biométricos por ultrasonografía (longitud axial), verificación del que el lente intraocular implantado en la cirugía correspondiera con el que se calculó, Refracción 6 semanas posteriores a la cirugía y con ello se estableció si presentaban sorpresa refractiva, estableciendo el punto de corte para este estudio en  $\pm 1.5$  dioptrías equivalente esférico.

**Resultados:** Se colectaron los datos de 86 pacientes, 60 mujeres (70%) y 26 hombres (30%), integrando un grupo de 135 ojos, siendo 63 (47%) ojos derechos y 72 (53%) ojos izquierdos. Se obtuvo un promedio de edad de **69.84** años de edad, para la muestra total, **69.3** años para el grupo de los que presentaron sorpresa refractiva y **70.2** años para el grupo de los que no la presentaron. Se encontró que en el 21 % de estos casos, 29 ojos, se presentó sorpresa refractiva (equivalente esférico mayor a  $\pm 1.50$  dioptrías).

Se analizaron los datos correspondientes al grupo de pacientes que presentaron sorpresa refractiva, en relación al tipo de defecto refractivo encontrado a las 6 semanas

de realizada la cirugía. Se encontró que el defecto con mayor frecuencia encontrado era un defecto miópico esférico (9 ojos).

Los casos que integran el grupo “sorpresa” obtuvieron un promedio de equivalente esférico de 2.28 dioptrías, mientras que para el grupo “sin sorpresa” el equivalente esférico promedio obtenido fue de 0.51 dioptrías.

De los 29 casos que presentaron sorpresa refractiva se encontró que en 9 (31%) de los casos se realizó el cálculo con una constante de fabricación distinta a la del lente que se colocó ya en la cirugía. No se encontró una diferencia significativa entre el promedio de los valores obtenidos para la longitud axial del grupo “sin sorpresa” refractiva, “con sorpresa” y todos los integrantes de ambos grupos. En la totalidad de los ojos con sorpresa refractiva se realizó un cálculo de lente con la fórmula SRKT

**Conclusiones:** En la elección del lente ideal, intervienen distintas variables, las más importantes a considerar son la biometría, la queratometría y la adecuada selección de la fórmula de cálculo dependiente del diámetro anteroposterior y su relación con la constante de fabricación. Debemos ser más minuciosos al momento de elegir los valores que se introducen al hacer el cálculo del lente intraocular y considerar que el lente (su constante de fabricación) será el mismo que tendremos disponible para la colocación durante la cirugía, así como hacer las modificaciones pertinentes en el cálculo . Sin dejar de lado la precisión en la toma de queratometrías o la longitud axial y las recomendaciones para estos valores descritos ya en los antecedentes.

## MARCO TEÓRICO

La catarata relacionada con la edad es una causa importante de disfunción visual, en 2002, la organización mundial de la salud determinó a la catarata como primera causa de discapacidad visual. (1)

La cirugía de catarata es uno de los procedimientos quirúrgicos más antiguos, con un aproximado actual de 15 millones de cirugías en el mundo, anualmente (2). Los factores de riesgo para desarrollar catarata incluyen edad avanzada, historia de diabetes mellitus, uso de esteroides, consumo de tabaco, género femenino, miopía, hemoglobina glicosilada alta y presión sistólica elevada. (3) La opacidad del cristalino se hace clínicamente significativa a partir de la sexta o séptima década de la vida, las manifestaciones incluyen visión borrosa, disminución en la percepción de los colores, visión nocturna pobre, diplopía y cambios en la refracción. Ningún estudio en la actualidad ha demostrado que una medida nutricional o farmacológica mejore el estado de la catarata, resultando ser la remoción del cristalino la única opción efectiva para restaurar la función visual.

Desde el año 800 a.C y hasta el siglo XVIII, las cataratas eran tratadas con un procedimiento que consistía en insertar una aguja en el ojo luxando el cristalino hacia la cavidad vítrea (1); el eje visual se limpiaba de la opacidad dejando al paciente con un gran déficit refractivo, permitiendo que el paciente viera solo formas borrosas, la frecuencia de complicaciones e infecciones era muy alta.

En 1752, Jacques Daviel, publicó el primer caso de una extracción de catarata a través de una incisión. Durante los siguientes dos siglos la cirugía de catarata mejoró con la introducción de anestesia local, la técnica aséptica y la instrumentación especializada, sin embargo, hasta mediados del siglo XX, los pacientes seguían necesitando del uso de gafas con alto poder refractivo después de la cirugía, por que el ojo simplemente se quedaba sin el poder de un lente intraocular. En 1949 el cirujano británico Sir Harold Ridley comenzó el desarrollo de lentes intraoculares con la primera

implantación de un lente de polimetilmetacrilato en un ojo humano después de la extracción de catarata. (4). Con la invención de la técnica de facoemulsificación para la extracción de catarata por ultrasonido en 1967 y el desarrollo de diversos lentes intraoculares, la cirugía de catarata puede hacerse hoy en día a través de incisiones de 3mm e incluso de menor tamaño, lo cual reduce la morbilidad perioperatoria. Los lentes intraoculares están hechos de acrilato hidrofílico o hidrofóbico y en menor medida de silicón y están compuestos de un óptico, usualmente de 6mm y dos hápticas que contribuyen a un diámetro total de 11 a 13 mm. (1)

El uso de los lentes intraoculares ha traído la ventaja de poder remplazar el poder dióptrico del cristalino extraído, sin embargo, en la actualidad no es suficiente con devolver al paciente parte de su capacidad visual sino se necesita lograr que el resultado sea la mejor visión posible para él, de ahí que la selección y el cálculo del lente intraocular ideal para cada paciente sea ahora el motivo de controversia. En la elección del lente ideal, el cálculo del poder dióptrico del mismo es una parte total del examen preoperatorio, está determinado por algunos factores: primero, la biometría que es una técnica no invasiva, rápida e inocua de ultrasonido lineal, que permite medir el diámetro antero posterior del globo ocular; segundo, la queratometría y por último la adecuada selección de la fórmula de cálculo dependiente del diámetro anteroposterior y su relación con la constante de fabricación (del lente intraocular). (5,6)

La técnica quirúrgica en la cirugía de catarata ha mejorado, sin embargo, poco notables pueden ser las mejoras técnicas si no se realiza un minucioso cálculo del lente intraocular, una falla en este proceso puede producir un mal resultado: que el paciente operado no vea bien y no esté satisfecho, determinando con ello una sorpresa refractiva, el fracaso en la devolución de la mejor función visual posible para el paciente, lo que puede originar que el paciente dependa, en mayor o menor proporción de auxiliares ópticos adicionales posterior a la cirugía de catarata, llámense anteojos o lentes de contacto. Este hecho puede condicionar en algunos casos, un proceso legal por su inconformidad.

A continuación se hará una descripción más detallada de los elementos necesarios para la elección del lente intraocular adecuado de cuyo éxito dependen los buenos resultados y satisfacción de los pacientes intervenidos para realizar cirugía de catarata.

## **BIOMETRÍA**

La biometría es una técnica no invasiva, no dolorosa y rápida mediante la cual pueden realizarse mediciones de estructuras oculares, se realiza mediante ultrasonido modo A (ultrasonido lineal). Los factores más importantes para obtener un cálculo correcto del poder dióptrico de un lente intraocular son la longitud axial seguido de la queratometría. La medida incorrecta de estos parámetros es la causa mas frecuente de la mayoría de los errores refractivos tras la cirugía de catarata (5). Un error en la medición de 1mm determina un error posoperatorio de unas 3 dioptrías.

Para entender como el ultrasonido modo A puede realizar la medida de la longitud axial debemos conocer algunos fundamentos básicos del ultrasonido. El ultrasonido consiste en ondas acústicas que, por oscilación de partículas en un medio alcanzan una frecuencia superior a los 20 KHz, es decir, 20 000 ciclos por segundo, las frecuencias por debajo de 20 KHz son perceptibles por una persona con audición normal. En oftalmología las mediciones, como el cálculo de la longitud axial, son realizadas mediante una sonda que emite ondas de ultrasonido entre 8 y 10 MHz. (7)

En un ojo normal se presentan los siguientes ecos: córnea, cápsula anterior del cristalino, cápsula posterior del cristalino y retina determinando entre ellos espacios dentro del globo ocular (cámara anterior, cristalino y cavidad vítrea). La suma de todos da el valor de la longitud anteroposterior. (6)

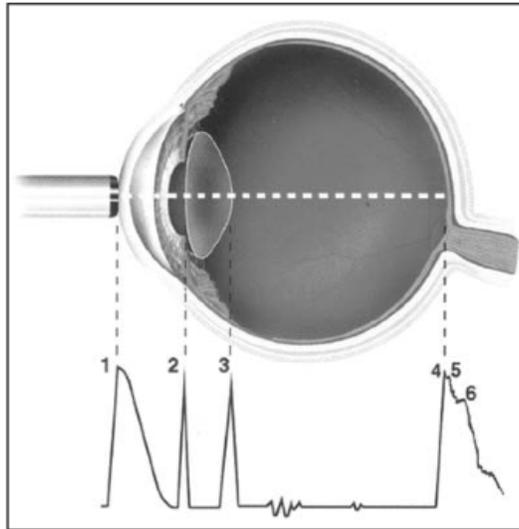


Figura 1. Ecograma modo A en un ojo normal. Se observan los siguientes ecos: 1)Córnea, 2)cápsula anterior del cristalino, 3) cápsula posterior del cristalino, 4) retina, determinando entre ellas una serie de espacios anecoicos (cámara anterior, cristalino y cavidad vítrea).

La medida de la longitud axial debe realizarse por una persona entrenada, familiarizada con el biómetro y con conocimientos suficientes sobre ultrasonografía, anatomía y refracción ocular entre otras disciplinas, dado que los errores en la medida de la longitud axial del globo son la principal causa de sorpresas refractivas posoperatorias. (8)

Antes de realizar la biometría es importante conocer la historia clínica del paciente, por ejemplo, en un ojo con aceite de silicón se debe ajustar la velocidad para que las medidas obtenidas sean viables, es útil también conocer los valores medios normales de las diferentes estructuras oculares. (8)

<b>Tabla 1. Valores normales medios de las diferentes estructuras oculares</b>	
Longitud axial media del ojo humano	23,5 mm
<b>La diferencia de longitud axial entre los dos ojos con refracción similar suele ser menor a 0,3 mm</b>	
<b>El grosor corneal medio es de 0,55 mm</b>	
<b>La profundidad media de la cámara anterior es de 3,24 mm</b>	
<b>El grosor medio del cristalino es de 4,63 mm</b>	

Dentro de los pasos para realizar la medición de la longitud axial es importante ajustar el aparato (tipo de ojo, modo de medida, velocidad del sonido, ganancia, etc), comprobar el estado y limpieza de la sonda antes de cada exploración. Posteriormente y tras la instilación de una gota de anestésico tópico sobre el ojo, se procede a la medida de la longitud axial, pidiendo al paciente que fije la mirada en la luz de fijación de la sonda. La medida final se obtendrá con la media de las medidas de los ecogramas de mejor calidad. (8)

Es conveniente practicar la biometría de ambos ojos midiendo primero el contralateral, para evitar errores. Diferencias mayores de 0.3 mm en la longitud axial de los dos ojos, pueden hacer pensar en errores de medida o anomalías en uno o los dos ojos. (8)

Existen dos tipos de técnicas ecográficas para medir la longitud antero posterior, la técnica de contacto y la de inmersión, la segunda es más precisa, lenta y complicada. (9)

En la biometría de contacto, la sonda se coloca directamente en contacto con la córnea. En la técnica de inmersión, la sonda esta colocada dentro de un cilindro relleno de líquido. (8)

### ***Técnica de contacto***

La biometría debe ser realizada apoyando la sonda de ultrasonido en la superficie corneal. Es importante evitar el exceso de liquido (lagrimas o colirios) que daría lugar a errores por exceso de medida. Entre las medidas conviene que el paciente parpadee para evitar la sequedad de la córnea y posibles abrasiones del epitelio. (8)



Figura 2. Técnica de contacto en la que el transductor hace contacto con la córnea durante la realización de la biometría.

### ***Técnica de inmersión***

Esta técnica se realiza con el paciente en decúbito ventral. Tras los ajustes del aparato, se instilan gotas de colirio anestésico y se coloca un cilindro de plástico entre los párpados del paciente (cubetilla). El cilindro se rellena de fluido hasta la mitad o dos tercios de su altura. El fluido puede ser metilcelulosa al 1.5% o 2.5% o una capa fina de metilcelulosa y el resto de suero salino o lágrimas artificiales. Se sumerge la sonda en el cilindro, hasta una distancia de aproximadamente 1 cm de la superficie corneal y se realiza la medición. Con esta técnica se obtiene un pico corneal que no es visible con la técnica de contacto, además de los otros 4 picos. (8)

Al igual que con la técnica de contacto puede usarse una forma de medición manual o automática. (8)

Las ventajas del método de inmersión son:

- Dado que la sonda no contacta con el ojo, se evita la posibilidad de comprimir la superficie corneal.
- Es más fácil asegurar el correcto alineamiento de los ultrasonidos, una vez que se obtienen los 5 picos más abruptos y elevados posibles.



Figura 3. Técnica de inmersión que requiere el empleo de cubetillas corneales de contacto que se poyan en la esclera y se llenan de suero fisiológico u otra fase acuosa, en las que se coloca el transductor, mismo que jamás toca la córnea.

En lo que se refiere a los ojos pseudofáquicos, en estos casos debe hacerse un factor de corrección para calcular la longitud axial, puede iniciarse con el cálculo usando la velocidad correspondiente al modo afaquia y al final aplicar un factor de corrección que depende del material del que este hecho el lente con el que cuenta el paciente. (10)

Durante los años 90, fue desarrollado un método de biometría nuevo, se trata de un método no invasivo basado en el principio de biometría óptica con interferometría parcialmente coherente (PCI). Esta técnica se basa en la proyección de dos haces de luz infrarroja sobre el globo ocular y la medición de la reflexión de estos haces sobre las distintas superficies oculares. (11) Este doble haz permite eliminar la influencia de los movimientos longitudinales del ojo durante las mediciones, usa la córnea como superficie de referencia (12) Es una variante de la tomografía de coherencia óptica (OCT), que es usada para obtener imágenes de las capas de la retina con gran precisión. (11)

## **QUERATOMETRÍA**

Es la medición del radio de curvatura de la superficie anterior de la córnea, se lleva a cabo analizando el tamaño de la imagen reflejada de un objeto conocido. A partir de este valor se calcula la potencia corneal total, en dioptrías, mediante una fórmula matemática aplicando un índice de refracción. Es el segundo factor que más influye, después de la longitud axial, en el cálculo del lente (5). La medida correcta de la curvatura corneal es muy importante, pues un error de 1 dioptría induce una desviación de 0.5 (14) hasta una dioptría.

Los términos queratometría y oftalmometría son sinónimos y hacen referencia al mismo procedimiento diagnóstico. Helmhöltz desarrolló el primer queratómetro en 1954. En 1881, Javal y Schiötz diseñaron un instrumento nuevo basándose en los mismos principios ópticos. (8)

La queratometría debe realizarse antes que la biometría, para que la sonda del ecógrafo no altere la regularidad de la superficie corneal, el uso de lentes de contacto también puede ser un factor de falla, los pacientes portadores de lentes de contacto (blandas o duras), deben suspender su uso hasta obtener registros queratométricos estables. (5)

### ***Tipos de queratómetro***

Se puede diferenciar entre queratómetros manuales y automáticos. En los primeros el observador debe enfocarse y centrar las miras, así como modificar la posición de las mismas para obtener la medida. En los automáticos el explorador se limita a centrar la mira sobre la córnea y pulsar un botón, siendo el aparato el que lleva a cabo la medición. (8)

Todos los queratómetros efectúan la medida sobre un área de córnea central de aproximadamente 3 mm de diámetro (desde 2.8 hasta 3.2). (8)

## 1. Queratómetros manuales (8)

### Queratómetro tipo Helmhöltz (Bausch and Lomb)

Este instrumento se caracteriza por:

- Tamaño del objeto (separación entre las miras), fijo. La mira es un círculo con signos + a los lados y – encima y debajo.
- Tamaño de la imagen variable, lo cual se consigue mediante un sistema duplicador de imagen variable, unido mecánicamente a las ruedas de control que manipula el observador.
- El sistema duplicador es un disco con 4 aperturas circulares colocados entre los dos objetivos del telescopio de visualización. La apertura C contiene un prisma con base interna que desplaza la imagen en el plano horizontal, y la apertura D, un prisma con base inferior que ocasiona un desplazamiento en el plano vertical. Las aperturas A y B no contienen prismas, siendo su objetivo el enfoque del sistema de visualización, la imagen se verá levemente desdoblada si el visor no está bien enfocado.
- La variabilidad del sistema está dada por la posibilidad de desplazar el disco siguiendo los ejes de los prismas horizontal y vertical hasta obtener la imagen adecuada.
- Permite medir los meridianos vertical y horizontal simultáneamente sin necesidad de rotar el aparato. Una vez alineadas las miras superior e izquierda con la central (rotando el aparato en caso de un astigmatismo oblicuo), se miden ambos ejes moviendo las ruedas de control izquierda y derecha hasta hacer coincidir los signos - para la medición del meridiano vertical y los signos + para el horizontal.

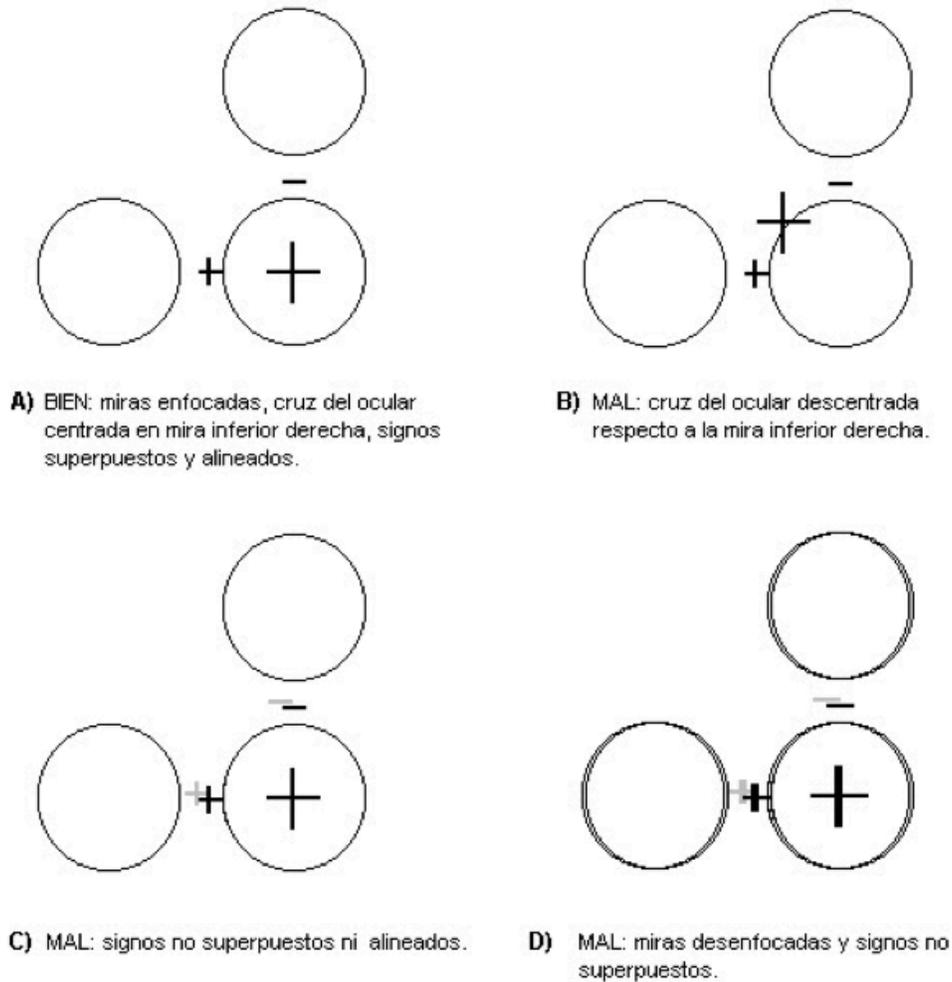


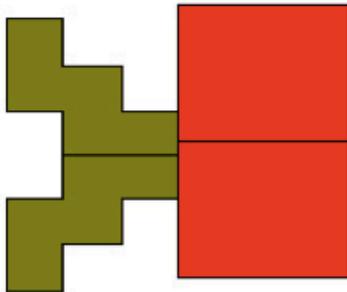
Figura 4. Enfoque de miras queratométricas en queratómetro tipo Helmhöltz

#### Queratómetro tipo Javal- Schiötz

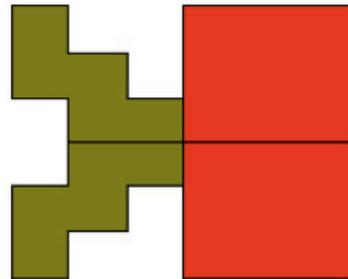
- Tamaño de la imagen fija, a diferencia del modelo anterior el sistema duplicador de la imagen no es variable. Está constituido por un prisma de material birrefringente.
- Tamaño del objeto variable. Las dos miras están situadas a lo largo de un arco calibrado.
- El observador puede variar su separación, mediante la rueda de control. Una mira rectangular con el borde escalonado y color verde, la otra es rectangular y naranja. Ambas tienen una raya negra y central para alinearlas.

- La medición de los meridianos horizontal y vertical se realiza sucesivamente. Tras medir el primero hay que rotar el instrumento 90 grados para medir el segundo. La identificación del eje se realiza alineando las rayas negras que parten las miras.

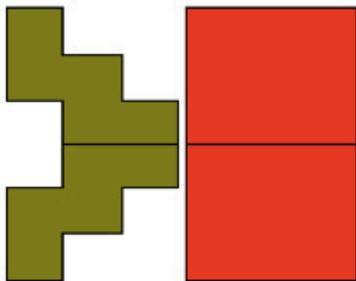
**A) MAL:** miras tangentes pero no alineadas.



**B) BIEN:** miras tangentes y alineadas.



**C) MAL:** miras alineadas pero no tangentes.



**D) MAL:** miras alineadas pero no tangentes

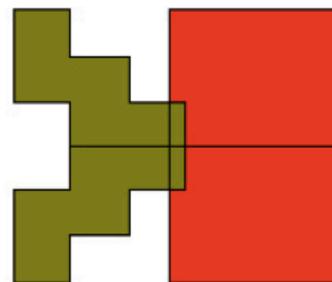


Figura 5. Miras queratométricas del queratómetro tipo Javal- Schiötz

## 2. Queratómetros automáticos (8)

Se pueden distinguir entre los de escritorio y los portátiles.

Al igual que los queratómetros manuales, la medición del radio de curvatura se realiza a partir de la imagen reflejada por la superficie corneal anterior de un objeto (mira). La mayoría de los modelos proyectan sobre la córnea una imagen luminosa cuyo reflejo es captado por fotosensores. El procesador analiza esta imagen y determina el radio de curvatura de los meridianos principales.

Las principales ventajas de estos aparatos sobre los queratómetros manuales, son:

- Mayor fiabilidad en las lecturas
- Menor tiempo de medida
- Reducen la intervención del explorador en el centrado de la mira, eliminando fuentes de error.
- Los modelos portátiles permiten explorar pacientes poco colaboradores.
- Permiten valorar la excentricidad de la lectura
- Se pueden imprimir los resultados

Desventajas:

- No efectúan la medida en corneas irregulares en las que los manuales, en ocasiones, pueden realizar medidas aproximadas.
- Alto costo.

### ***Factores de error en la medición de la queratometría***

Las principales causas de error al realizar una queratometría se encuentran:

Realizar previamente una ecografía por aplanación que modifique la curvatura de la córnea.

Mala calibración del queratómetro.

El queratómetro puede perder precisión con el uso y paso del tiempo. Un calibrado frecuente evita los errores inducidos por este hecho. (8)

Cambios en la curvatura corneal secundarios a una intervención quirúrgica, en especial en técnicas refractivas.

Errores cometidos por la escala de conversión de los queratómetros. Pues realizan una medición, a partir de la medida del radio de la curvatura anterior, transforman el valor en dioptrías mediante un índice de refracción que varía según el modelo de queratómetro.

Uso de lentes de contacto, en especial duras, esto puede hacer que el paciente presente un incremento de hasta 0.79 mm en la medida de la curvatura corneal que se traducirá en una disminución de 0.98 dioptrías en el cálculo del poder dióptrico del lente intraocular.

Distorsión de las miras del queratómetro que se puede producir e diferentes circunstancias como en una forma corneal anómala, ojo seco o mala calidad de la película lagrimal.

<b>Tabla 2. Indicaciones para repetir la queratometría</b>
<b>Longitud axial &gt; 25 mm o &lt; 22 mm</b>
<b>Diferencia &gt; 0,3 mm entre la longitud axial de los dos ojos, sin historia de ambliopía o anisometropía</b>
<b>Discordancia entre la longitud axial y refracción</b>
<b>Escasa colaboración, mala fijación</b>

## **FÓRMULAS BIOMÉTRICAS**

### ***Evolución histórica***

Hace más de 50 años, las cataratas se operaban mediante una técnica “intracapsular” del cristalino, se dejaba al paciente en afaquia requiriendo correcciones ópticas altas posteriores a la cirugía. La técnica extracapsular fue aceptada hasta los años 60’s, con el implante de lentes intraoculares que supuso un gran beneficio para los pacientes intervenidos de catarata, pues al proporcionar una imagen retiniana similar al tamaño fisiológico, se consigue una corrección óptica más adecuada, haciendo que el paciente se libere de llevar correcciones ópticas altas para conseguir una rehabilitación visual completa. (6)

En un inicio todas las lentes intraoculares eran de un valor estándar, los pacientes miopes quedaban hipocorregidos y en los hipermetropes se obtenía una

hipercorrección. Para enfrentar este problema se empezaron a idear fórmulas biométricas basadas en la longitud axial y el valor de la queratometría.(15)

Esto dio paso a dos tipos de fórmulas:

Teóricas, que aplican la geometría óptica a un ojo esquemático, sin considerar las medidas clínicas del paciente.

Empíricas o de regresión. Que analizan los resultados de la refracción postoperatoria de múltiples intervenciones y los relaciona con la longitud axial y la queratometría.

Ambas fórmulas son válidas y no se han encontrado diferencias estadísticas que resulten ser significativas (16, 17)

### ***Fórmulas teóricas de 1ª generación***

Fyodorov fue el primero en publicar, en 1967, una fórmula teórica para calcular el poder de la lente que se debía implantar en el ojo en función de la longitud axial y la queratometría (**K**), mientras que considera constante el índice de la refracción corneal (**n**) y la profundidad de la cámara anterior (**C**). (6)

$$P = \frac{n}{ALX-C} - \frac{n K}{n-CK}$$

Tabla 3. Tabla teórica para calcular la potencia de las lentes intraoculares.

Colenbrander, Binkhorst son otras dos fórmulas similares, que por emplear constantes teóricas no consideran el análisis de las medidas clínicas del individuo.

Sanders, Retzlaff y Kraft (SRK) crearon una fórmula empírica (Tabla 5) que se basa en el estudio retrospectivo (o de regresión) de los resultados de la refracción postoperatoria obtenida tras múltiples intervenciones quirúrgicas con implantes de LIO. Es

decir, se origina de la experiencia aportada por los cirujanos al relacionar el valor preoperatorio de la longitud axial y queratometría, el poder dióptrico de la lente y el error refractivo postoperatorio. Realiza el cálculo a través de estudios estadísticos de regresión lineal de las variables empleadas con el poder dióptrico de la LIO.

$$P = A - B \times ALX - C \times K$$

P: poder dióptrico de la lente  
A, B, C: constantes propias de las lentes

Tabla 4. Fórmula empírica para calcular la potencia de las lentes intraoculares

Esta fórmula se simplifica más al hacer que B y C sean constantes iguales en las LIO de igual diseño, haciéndolas universales (Tabla). La constante A varía en función del tipo de lente que utilicemos. Su valor es mayor cuanto más cerca de la retina se posiciona la LIO. Por ejemplo, la lente de cámara anterior Artisan de Ophtec tiene una constante A de 115,6, y la lente de cámara posterior H55S de Bausch & Lomb tiene una constante A de 118,3 (17,18).

$$P = A - 2,5 ALX - 0,9 K$$

Tabla 5. Fórmula SRK

La fórmula SRK es bastante más sencilla que el resto de las fórmulas teóricas existentes en su época, por lo que su uso se extendió rápidamente (19)

### ***Fórmulas teóricas de 2ª generación y fórmula empírica SRK II***

El problema de las fórmulas anteriores es que asumen que la posición efectiva de la lente (ELP) es igual en todos los ojos, independientemente de la Longitud axial. Por ello

autores como Hoffer y Binkhorst observaron que los ojos largos quedaban hiper corregidos y los ojos cortos hipocorregidos. Por todo ello dedujeron que el valor de la profundidad de la cámara anterior “ACD” se debía calcular en función de la Longitud axial, realizando estas modificaciones:

$$ACD = (0,292 \times ALX) - 2,93 \text{ (Hoffer)}$$

$$ACD = (ALX / 23,45) \times ACD_{pre} \text{ (Binkhorst)}$$

ALX = Longitud axial

Los autores de la fórmula SRK observaron que funcionaba bien para valores estándar de longitud axial pero también detectaron que los ojos largos, con longitud axial > 24,5 mm, sufrían errores hiperópicos y los ojos cortos con longitud axial < 22,5 mm quedaban con errores miópicos. (6)

Para corregir las limitaciones de su fórmula en ojos con longitud axial extremas propusieron hacer variable el valor de A en función de la longitud axial: se aumenta 1, 2 o 3 dioptrías al valor de A para ojos cortos y se resta 0,5 dioptrías en ojos largos, transformando así la fórmula SRK en SRK-II (Tabla).

---

$P = SRK + F$	
ALX < 20:	F = 3
ALX = 20-21:	F = 2
ALX = 21-22:	F = 1
ALX = 22-24,5:	F = 0
ALX > 24,5:	F = -0,5

---

Tabla 6. Fórmula SRK II

De esta tabla podemos deducir que la ALX, aunque tiene mayor variabilidad en ojos largos, influye más en el error dióptrico de la LIO en los ojos cortos, y por ello se

modifica más el valor de A en dichos ojos. (6)

### ***Fórmulas teóricas de tercera generación***

Son las fórmulas que más se utilizan actualmente para calcular la potencia de las LIO y tratan de predecir la posición efectiva de la lente (ELP) en función de dos parámetros: la longitud axial y la queratometría.

Las más conocidas son SRK-T, Holladay I, Hoffer Q y Olsen. En 1988 Holladay considera que para poder predecir preoperatoriamente el valor de la profundidad de la cámara anterior (ACD) postoperatoria debe relacionarse con la longitud axial y con la altura de la cúpula corneal (H), la cual se relaciona con el radio de curvatura corneal, con el diámetro corneal, y con un “factor dependiente del cirujano” o SF (surgeon factor), que equivale a la distancia desde el plano iridiano al plano principal de la LIO. (20)

Posteriormente, los mismos autores de la fórmula SRK, tomando en cuenta de que la posición efectiva de la lente es muy importante para disminuir el error dióptrico final, proponen una teorificación de su fórmula, obteniendo así la SRKT, donde, para obtener el valor de la profundidad de la cámara anterior suman la distancia existente entre la córnea y el plano del iris (H) y la distancia desde el plano iridiano al plano principal de la LIO (SF).

### ***Fórmulas teóricas de 4ª generación***

Recientemente se han propuesto fórmulas llamadas por algunos autores de 4ª generación, que son las que emplean más de dos factores para predecir la posición efectiva de la lente (ELP). La más conocida es la Holladay II, que usa siete variables: ALX, queratometría, edad, refracción preoperatoria, blanco horizontal, ACD preoperatoria y grosor del cristalino. Sus inconvenientes son la necesidad de tomar más medidas preoperatorias, así como su disponibilidad, previo pago al autor, del paquete

informático Holladay IOL Consultant (6)

### **Aplicación de las constantes**

La efectividad y la capacidad de predicción de todas estas fórmulas dependen de la aplicación correcta de las constantes. En general, las predicciones difieren poco entre las distintas fórmulas. Sin embargo, la aplicación de una constante equivocada inducirá un error significativo en el cálculo (14)

Las constantes difieren para cada fórmula (Tabla 7).

<b>Fórmula</b>	<b>constante de la fórmula</b>
Binkhorst	constante ACD
SRK II	constante A
Holladay	factor del cirujano SF
SRK-T	constante A o ACD
Hoffer	constante A

Tabla 7. Las constantes difieren para cada fórmula

Para no crear confusiones, es mejor emplear el término “constante ACD” en lugar de “ACD”, ya que es un valor constante para cada tipo de lente y no representa la medida real ni teórica de la profundidad de la cámara anterior, sino que representa un valor conceptual (14).

La constante A, la constante ACD y el factor quirúrgico SF son valores constantes y específicos de cada LIO. El valor depende de la posición final de la LIO dentro del ojo, que depende de la morfología de la óptica, características y angulación de las hápticas y de la técnica quirúrgica empleada (implante en saco, LIO suturada a sulcus). (6)

Las tres constantes se correlacionan entre sí (una constante A de 117,5 se corresponde con una ACD de 4,65).

Las constantes recomendadas por los fabricantes son muy exactas, pues se han calculado tras analizar bases de datos y comparar LIO idénticas (17).

## **CONSIDERACIONES AL IMPLANTAR UN LENTE INTRAOCULAR**

Lo primero que debe plantearse el cirujano es la refracción postoperatoria que quiere conseguir. El objetivo es lograr la emetropía, considerando ésta entre 0,00 y -1,00 D. Con este valor el paciente mantiene una perfecta visión de cerca y aceptable visión lejana. En personas ancianas y sedentarias se tiende a miopizar hasta 1 D.

– Ojo estándar: en ojos con longitud axial entre 22 y 24,5 mm todas las fórmulas tienen un resultado aceptable, incluso las de 2ª generación, por lo que no debe suponer un problema la elección de la potencia de la LIO.

– Localización de la LIO: lo idóneo es la cámara posterior, pues la magnificación que dan es mínima (menor de un 3%) (21). En el caso de implantar la LIO en el sulcus, al quedar más lejana de la retina, se aumenta el poder efectivo de la LIO unas 0,5 D, por lo que será necesario una LIO de menor poder (14), aunque algunos autores no consideran que la localización de la LIO en sulcus afecte a la refracción postoperatoria.(22)

También se pueden implantar en cámara anterior, ya sean de soporte angular o iridiano, pero la magnificación que dan es mayor.

- Inclinación de la LIO: puede modificar su poder dióptrico y provocar aberraciones esféricas y astigmatismo.

Por ejemplo, una lente de 20 D con una inclinación de 20° provoca un astigmatismo de 2 D (21).

- Borde de la LIO: si se localiza en el eje óptico puede producir diplopia y

deslumbramientos (21).

- Refracción del ojo contralateral: los resultados finales del segundo ojo pueden mejorarse a partir de los resultados obtenidos en el primer ojo.
- Anisometropía: en estos casos se debe minimizar la aniseiconía: la diferencia de refracción entre los ojos varía el tamaño de las imágenes en la retina. Para que sea tolerable por el paciente, esta diferencia no debe superar las 3D (20).

## **SORPRESA REFRACTIVA**

La precisión predictiva del procedimiento de cálculo ha experimentado una evolución positiva, con reducción de la incidencia de errores refractivos postquirúrgicos a lo largo de los últimos años. En la década de 1980 a 1990, se podía obtener un resultado refractivo de  $\pm 1$  D en un 60 a 79 % de los casos. La mejora de todo el proceso de cálculo y la optimización técnica de la cirugía permitió alcanzar ese resultado en un 80-85 % de los casos 10 años más tarde.

Actualmente, se puede establecer que el valor estándar de calidad en el cálculo de la potencia de la lente intraocular viene definida por una precisión refractiva de  $\pm 1$  D en un 85-90 % de los casos, con menos de 1 % en valores superiores a  $\pm 2$  D. (23). Con estos datos se decide tomar, para corte de este estudio  $\pm 1.5$  dioptrías en equivalente esférico.

Pese a todos los avances de la técnica y en cálculo del lente, existen casos donde el resultado refractivo tras la cirugía de catarata no es el deseado, el paciente puede no tolerar lentes aéreos o de contacto. Tras revisar las medidas de la longitud axial, la queratometría así como registro de la potencia de la lente intraocular que se implantó y la historia clínica del paciente, se debe considerar la extracción y sustitución de la lente intraocular. (14) Algunos autores prefieren realizar una técnica piggyback (implante de un segundo lente en el globo ocular) antes que un recambio, pues el extraer el primer

lente aumenta el riesgo de ruptura capsular, tracción retiniana, ciclodíalisis, para ello se determina la potencia del lente intraocular según la refracción posoperatoria. (24,25)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La sorpresa refractiva es el defecto refractivo postoperatorio por selección inadecuada de la potencia de la lente intraocular, su causa la constituyen diversos motivos, ya sea error en la medición de alguno de los parámetros del globo ocular, como la biometría o la queratometría, un error de la fórmula de cálculo, simples errores en la transcripción de los datos, o bien, la suma de estos factores

Es importante reconocer cual es la frecuencia de la sorpresa refractiva en nuestro medio y saber, cuales son los principales factores que hacen que ocurra. El propósito de la cirugía de catarata (facoemulsificación) es lograr la emetropía, la mejor calidad visual para el paciente. Encontrar factores que frecuentemente precipitan la sorpresa refractiva ayudará a mejorar los resultados quirúrgicos.

## **JUSTIFICACIÓN**

El objetivo en la cirugía de catarata es la emetropía, la sorpresa refractiva aleja a este procedimiento de su objetivo, ello además conlleva a inconformidad del paciente con los resultados, por lo que disminuir la frecuencia de sorpresa refractiva es de suma importancia. Conocer cuáles son los factores de error ayudará a poner énfasis en su corrección, optimizando los resultados de la cirugía de catarata, un procedimiento cada vez más frecuente.

## **HIPÓTESIS**

Los principales factores que causan error en la selección de lente intraocular son la biometría (o cálculo de la longitud axial) y la queratometría, o el conjunto de ambas.

## **OBJETIVOS**

- Conocer la influencia de la biometría y la queratometría en la presencia de sorpresa refractiva en los pacientes operados de catarata en este Hospital.
- Conocer el resultado refractivo en pacientes con catarata sin patología ocular agregada posterior a la cirugía de catarata.
- Determinar la incidencia de sorpresa refractiva en el postoperatorio en la población del Hospital General de México.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó un estudio observacional, transversal, en pacientes operados de facoemulsificación de catarata con colocación de lente intraocular, sin historia de patología ocular previa, que hayan sido operados en el servicio de Oftalmología del Hospital General de México en período comprendido entre el día 01 de junio de 2013 y el 1 de enero de 2014.

En cada paciente se realizó:

1. Recopilación de datos generales del paciente (la edad, el género, enfermedades asociadas y diagnóstico).
2. Toma de queratometría mediante queratómetro Helmhöltz
3. Cálculo de lente intraocular y parámetros biométricos por ultrasonografía (longitud axial).

4. Se corroboró que el lente intraocular implantado en la cirugía correspondiera con el que se calculó, mediante la verificación de la documentación del lente otorgado durante la cirugía y el cálculo del lente realizado previamente y que se encuentra impreso en el expediente del paciente.
5. Refracción 6 semanas posteriores a la cirugía.
6. Se estableció o descartó el diagnóstico de sorpresa refractiva.

Se integraron los datos obtenidos de los pacientes valorados con sorpresa refractiva postquirúrgica a una hoja de cálculo (Excel), donde fueron procesados realizando análisis estadístico, medidas de dispersión estándar y tendencia central.

### ***Población y tamaño de la muestra***

Población:

Pacientes operados de catarata con técnica de facoemulsificación con colocación de lente intraocular, sin patologías agregadas, en el servicio de oftalmología del Hospital General de México en el periodo comprendido de 1 de junio de 2013 al 1 de enero de 2014.

Tamaño de muestra:

Pacientes que sean operados de catarata mediante técnica de facoemulsificación de catarata con colocación de lente intraocular que no presenten patologías oculares añadidas en el periodo de tiempo comprendido 1 de junio de 2013 al 1 de enero de 2014. Se trata de un estudio "piloto" donde se pretende observar las características de la población de nuestro hospital, se pretende que los datos que arroje este estudio den pie a trabajos posteriores.

### ***Criterios de inclusión, exclusión y eliminación***

Criterios de Inclusión:

Pacientes operados de catarata con técnica de facoemulsificación de catarata con colocación de lente intraocular que no presenten patología ocular agregada, en el periodo de 1 de junio de 2013 al 1 de enero de 2014.

Criterios de exclusión:

Pacientes que presenten catarata acompañada de otra patología intraocular.

Pacientes operados de catarata que no presenten sorpresa refractiva.

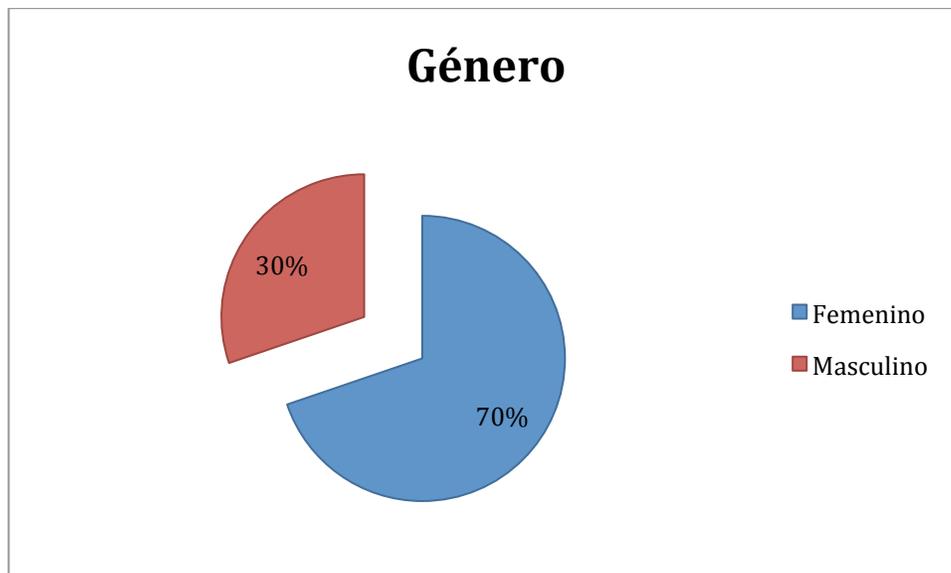
Criterios de eliminación:

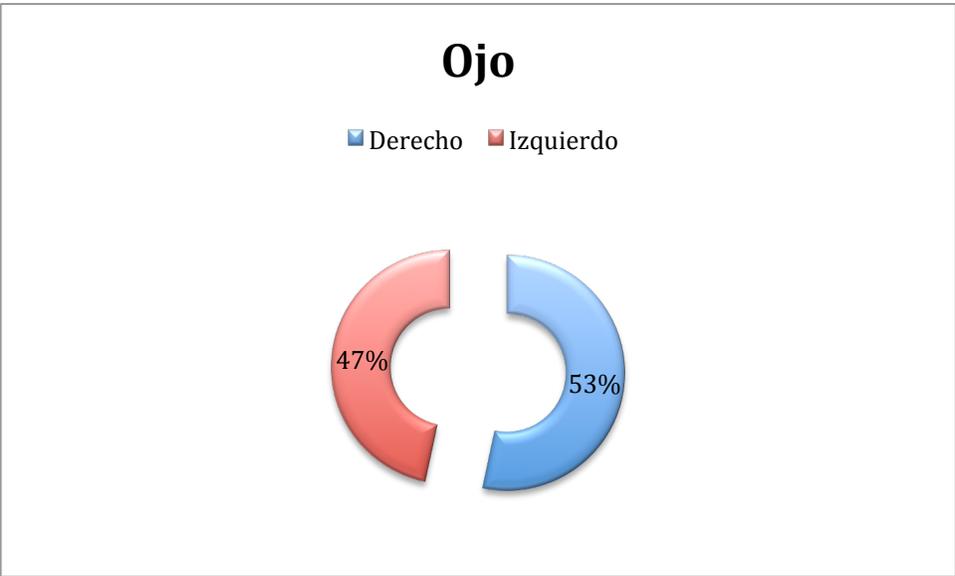
Pacientes que dejen de acudir a las revisiones.

Pacientes en cuyo expediente no se encuentre la información necesaria para ser

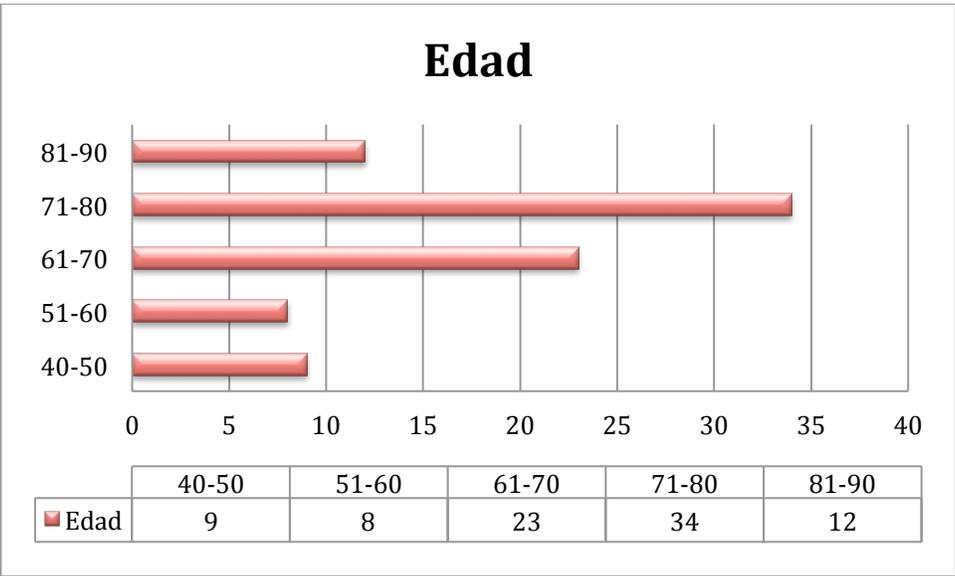
## **RESULTADOS**

Contemplando los criterios de inclusión, se colectaron los datos de 86 pacientes, 60 mujeres (70%) y 26 hombres (30%) (gráfica 1), integrando un grupo de 135 ojos, siendo 63 (47%) ojos derechos y 72 (53 %) ojos izquierdos. (Gráfica 2).



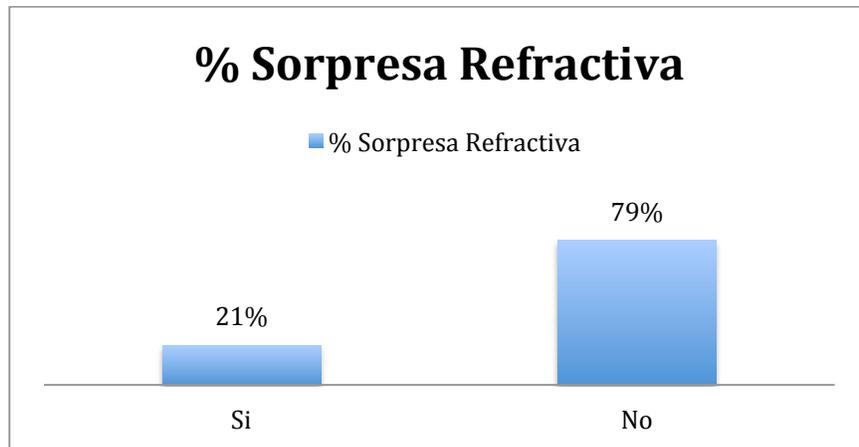


Los rangos de edad de los pacientes contemplados en los presentes resultados se explican en la siguiente gráfica. Se obtuvo un promedio de edad de **69.84** años, para la muestra total, **69.3** años para el grupo de los que presentaron sorpresa refractiva y **70.2** años para el grupo de los que no la presentaron.

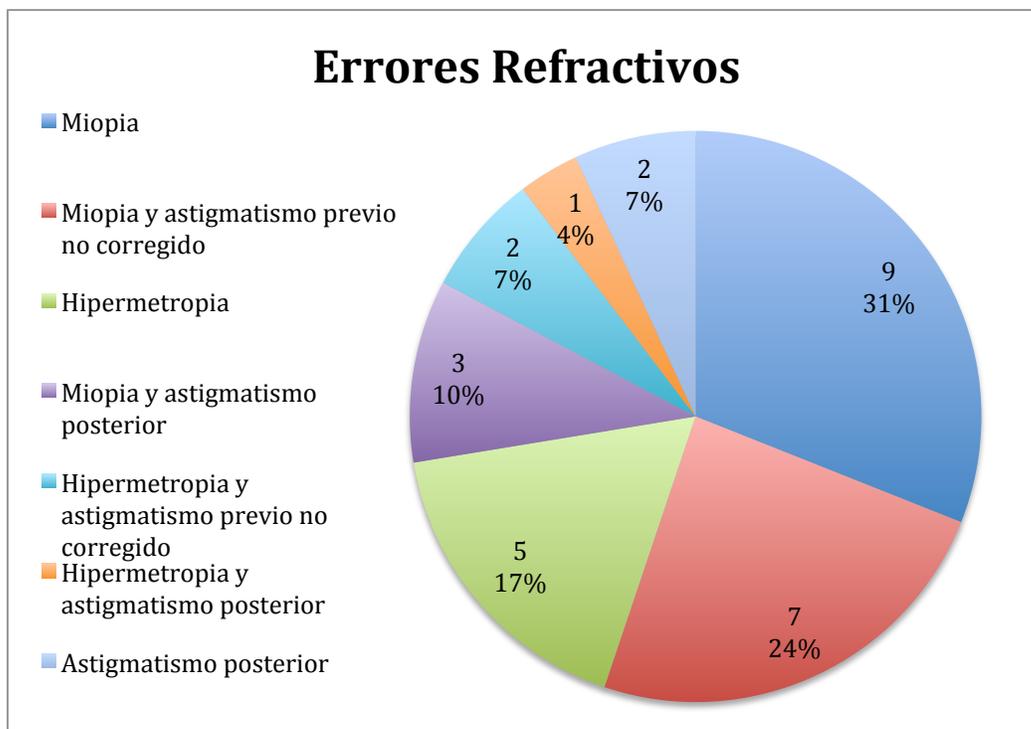


De los 135 casos mencionados, bajo los criterios de sorpresa refractiva tomados en cuenta para este estudio se encontró que en el 21 % de estos casos, 29 ojos, se presentó sorpresa refractiva. Recordando que para efectos de este estudio se definió

como sorpresa refractiva al resultado refractivo con un equivalente esférico mayor a +/- 1.50 Dioptrías.

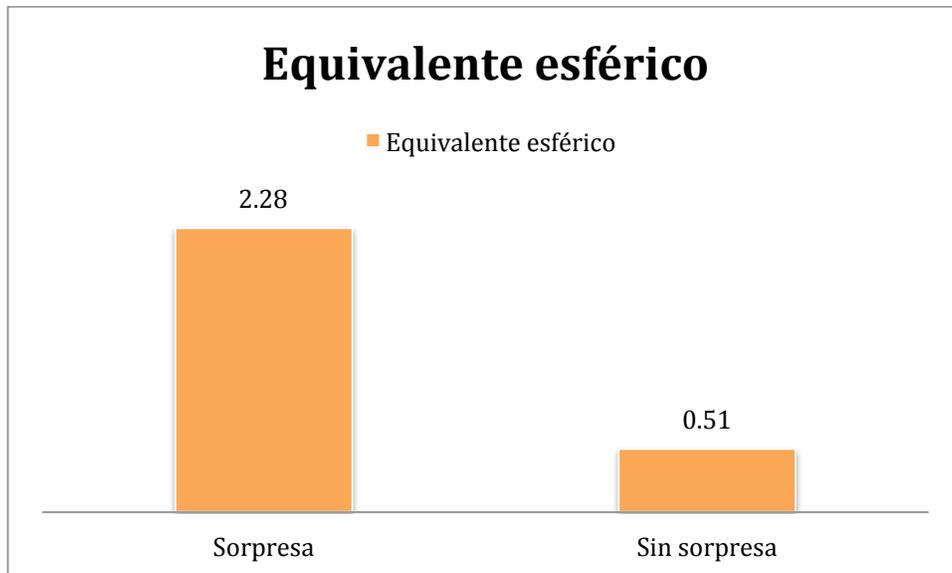


Se analizaron los datos correspondientes al grupo de pacientes que presentaron sorpresa refractiva, en relación al tipo de defecto refractivo encontrado a las 6 semanas de realizada la cirugía. Se encontró que el defecto con mayor frecuencia encontrado era un defecto miópico esférico (9 ojos). En cuanto a los defectos cilíndricos se manejó como “astigmatismo posterior” a aquél que se presentó posterior a la cirugía de facoemulsificación de catarata y “astigmatismo previo no corregido” a aquel que se presentaba previo a la cirugía (valorado a través de queratometrías) y que no fue corregido con la implantación del lente intraocular, esto sucedió en 9 pacientes. Cabe señalar, que en nuestro hospital, se utilizan lentes intraoculares con valores de corrección esféricos, no suelen utilizarse lentes tóricos con los que se cubran los defectos cilíndricos.



De los casos con sorpresa refractiva (29 casos) se encontró que 9 de los casos presentaban astigmatismo queratométrico previo a la cirugía. En uno de los casos, del que se hablará más tarde, no fue posible tomar queratometrías debido a distorsión de las mismas secundaria a presencia de pterigión, apareciendo un astigmatismo posterior a la cirugía de -2 dioptrías, se asume, por estas razones, que el astigmatismo se encontraba presente aun antes de realizada la cirugía. Para el resto de los casos (8 casos) se encontró que en este “astigmatismo previo no corregido”, detectado por medición de queratometrías previas a la cirugía tuvo un promedio de 2.25 dioptrías queratométricas, con un mínimo de 1 dioptría y un máximo de 4.25 dioptrías.

## **Sorpresas refractiva**

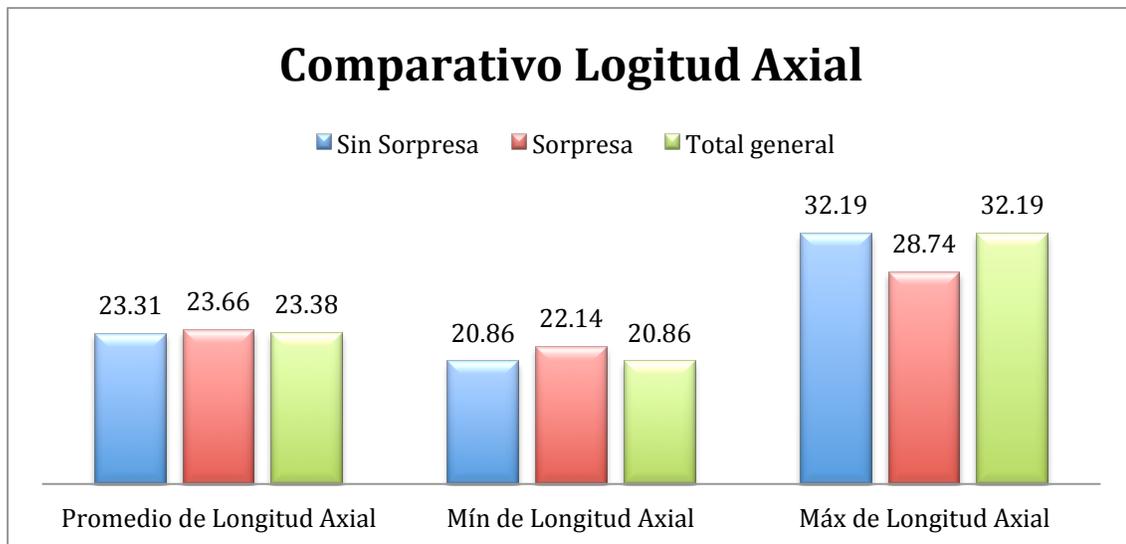


Los casos que integran el grupo “sorpresa” obtuvieron un promedio de equivalente esférico de 2.28 dioptrías, mientras que para el grupo “sin sorpresa” el equivalente esférico promedio obtenido fue de 0.51 dioptrías

### **Análisis de la longitud axial**

En cuanto a los valores *per se* de la longitud axial, no se encontró una diferencia significativa entre el promedio de los valores obtenidos para la longitud axial del grupo “sin sorpresa” refractiva, “con sorpresa” y todos los integrantes de ambos grupos, de hecho, se observó que la mayor longitud axial encontrada se encuentra con el grupo “sin sorpresa”.

Se muestra a continuación una grafica comparativa que muestra dichos datos.



### ***Fórmula elegida***

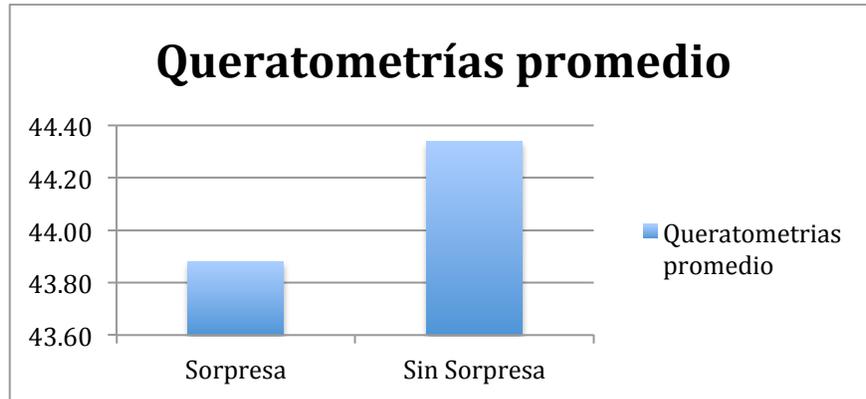
En la totalidad de los ojos con sorpresa refractiva se realizó un cálculo de lente con la fórmula SRKT, lo cual, con respecto a lo sugerido por Mendicute y Aramberri (9), ofrece la posibilidad de resultados satisfactorios para la longitud axial que presentan los ojos de este grupo.

### ***Queratometrías***

Como se explicó en la información que integra los antecedentes de este estudio, las queratometrías representan un punto importante de la determinación de la sorpresa refractiva

En uno de los casos que presentó sorpresa refractiva no fue posible la toma de queratometrías precisas debido a la presencia de miras distorsionadas en el queratómetro secundario a pterigión, y el cálculo de lente se realizó con queratometrías promedio, con ello eliminando la posibilidad de que el cálculo fuera personalizado, y dando origen a la posibilidad de una sorpresa refractiva.

En cuanto a las queratometrías promedio (valor necesario para el cálculo del lente) se encontró para el grupo de “sorpresa refractiva” un valor de 43.88 y de 44.34 para el grupo “sin sorpresa”.



### ***Aspectos relacionados con la elección del lente intraocular***

En este estudio pudimos constatar que es importante la elección de la constante del lente intraocular que se va a implantar, recordemos que el proveedor de los distintos lentes, señala la constante de fabricación que debe ser usada al realizar el cálculo. De los 29 casos que presentaron sorpresa refractiva se encontró que en 9 (31%) de los casos se realizó el cálculo con una constante de fabricación distinta a la del lente que se colocó ya en la cirugía, sin realizar ajustes (es un error susceptible de corrección), es importante notar que este error altera los resultados de la fórmula de cálculo del lente.



### **Otros factores de error**

En este rubro se encuentran errores de transcripción de los datos, en este caso el paso de los valores de las queratometrías del queratómetro al papel se realizaron a mano, lo mismo de la hoja del reporte al calculador, lo que los hace susceptible de error humano.

Existen ciertas indicaciones para repetir la medida de longitud axial y, en algunos casos relacionados con sorpresa refractiva en este estudio, en un caso perteneciente al grupo de sorpresa refractiva se encontró que la diferencia en la longitud axial de un ojo y otro era mayor a 0.3 mm.

### **DISCUSIÓN**

La incidencia de sorpresa refractiva en el caso de la muestra considerada fue de 21%.

En cuanto al sexo de los pacientes cuyos ojos se encontraron en la muestra “sorpresa refractiva”, la mayoría fueron de mujeres (17), 12 ojos pertenecieron a hombres.

En cuanto a la lateralidad, no hubo diferencias, 15 fueron ojos derechos y 14 ojos izquierdos en el grupo que presentó sorpresa refractiva.

La edad de uno y otro grupo no fue significativa, pues hubo apenas una diferencia de .9 años entre el promedio de edad en el grupo con sorpresa refractiva y el que no la presentó.

La longitud axial no estuvo relacionada en valor, con pertenecer a uno u otro grupo, encontrando la longitud axial más larga incluso en el grupo “sin sorpresa refractiva”. Siendo el promedio muy similar para uno y otro grupo.

El error refractivo postquirúrgico más frecuentemente encontrado fue la miopía seguida de astigmatismo miópico.

El principal factor de error encontrado en los pacientes con sorpresa refractiva estuvo en relación con la elección de la constante de fabricación del lente intraocular, pues se eligió una distinta a la del lente que finalmente fue implantado, esto en 31 % de los casos. La imposibilidad de no poder calcular las queratometrías, claro está también fue una fuente de error.

Es importante destacar que el objetivo refractivo que se elige al momento de elegir el lente intraocular es preferentemente miope, en el caso de nuestra muestra, para los pacientes con sorpresa refractiva se eligió un objetivo entre  $-0.05$  y  $-0.87$ , lo que contribuye a establecer el defecto esférico final.

Este estudio nos sugiere la conveniencia de corregir los defectos cilíndricos al momento de elegir el lente intraocular, pues si estos no son corregidos contribuyen, dependiendo de su magnitud, a los defectos refractivos postquirúrgicos resultantes.

## **CONCLUSIONES**

En la elección del lente ideal, intervienen distintas variables, las más importantes a considerar son la biometría, la queratometría y la adecuada selección de la fórmula de cálculo dependiente del diámetro anteroposterior y su relación con la constante de fabricación.

En este caso la elección de la constante de fabricación fue el factor de error más importante, el que más influyó en el error refractivo postquirúrgico. Y al ser un factor de “fácil” corrección puede modificarse sin problemas para alcanzar resultados más precisos.

Debemos ser más minuciosos al momento de elegir los valores que se introducen al momento de hacer el cálculo del lente intraocular y considerar que el lente (su constante de fabricación) será el mismo que tendremos disponible para la colocación durante la cirugía. Sin dejar de lado la precisión en la toma de queratometrías o la longitud axial y las recomendaciones para estos valores descritos ya en los antecedentes.

## ANEXOS

## Carta de presentación del proyecto por el investigador responsable

---

México DF a 28 de Agosto de 2014

Dr. Juan Carlos López Alverlanga  
Director de Investigación  
Hospital General de México  
Presente

A través de este conducto estoy presentando a Ud. el protocolo titulado:

### **INFLUENCIA DE LA BIOMETRIA Y LA QUERATOMETRIA EN LA SORPRESA REFRACTIVA DE PACIENTES OPERADOS DE CATARATA MEDIANTE TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN**

Tanto el protocolo y la carta de consentimiento se encuentran apegados a la Ley General de Salud y su Reglamento en Materia de Investigación, y a las Guías de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH) sobre la Buena Práctica Clínica (GCP).

El protocolo ahora presentado resulta de la iniciativa de un servidor, Dr. Ariel Prado Serrano y colaboradores, y será llevado al cabo en este centro hospitalario.

Además de su servidor -investigador directamente responsable del proyecto- el equipo de trabajo en esta institución estará integrado por: Dra. Virginia Alejandra Martínez Hernández, médico residente de segundo año de especialidad de oftalmología en el Hospital General de México. Las funciones de cada uno de los participantes se encuentran señaladas en la hoja frontal del protocolo.

Finalmente, ratifico a Ud. mi conocimiento e intención de apegarme a los reglamentos y normas científicas, éticas y administrativas vigentes en nuestra institución.

“ A la vanguardia en el cuidado de la vida”

Atentamente  
Dr. Ariel Prado Serrano  
C.P. 1368085

## Carta de autorización por el Jefe de Servicio.

---

México DF a 28 de Agosto de 2014

Dr. Juan Carlos López Alverlanga  
Director de Investigación  
Hospital General de México  
Presente

A través de este conducto hago de su conocimiento que estoy de acuerdo en que el Dr. Ariel Prado Serrano conduzca el protocolo titulado:

### **INFLUENCIA DE LA BIOMETRIA Y LA QUERATOMETRIA EN LA SORPRESA REFRACTIVA DE PACIENTES OPERADOS DE CATARATA MEDIANTE TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN**

en el entendimiento que no interferirá con las actividades habituales de la misma y periódicamente recibiré información por parte del investigador acerca de su desarrollo y situación presupuestal (reporte técnico parcial, anual y final). Así mismo hago de su conocimiento que en este servicio, a mi cargo, se tienen 9 proyectos vigentes, y el número de pacientes que atendemos es suficiente para cubrir el nuevo proyecto presentado.

Como jefe de este servicio, me comprometo a otorgar las facilidades necesarias para el desarrollo del proyecto y a vigilar que éste se lleve conforme a la Ley General de Salud y su Reglamento en Materia de Investigación, a las Guías de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH) sobre la Buena Práctica Clínica (GCP) y los Criterios para el Manejo de Recursos Externos destinados al Financiamiento de Proyectos Específicos de Investigación, Docencia y otras Actividades Académicas o Asistenciales.

“A la vanguardia en el cuidado de la vida”

Atentamente,

Dra. María Estela Arroyo Yllanes  
Jefe del Servicio de Oftalmología

**Carta compromiso del investigador principal del Hospital General de México**

**CARTA COMPROMISO**

**México, D.F. a 28 de Agosto de 2014**

TITULO DEL PROYECTO

**INFLUENCIA DE LA BIOMETRIA Y LA QUERATOMETRIA EN LA SORPRESA REFRACTIVA DE PACIENTES OPERADOS DE CATARATA MEDIANTE TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN**

INVESTIGADOR PRINCIPAL

**Dr. Ariel Prado Serrano**

Como investigador principal del proyecto me comprometo a cumplir con los siguientes lineamientos que establece la Dirección de Investigación:

- Entregar por escrito la fecha de inicio real del proyecto de investigación.
- Entregar por escrito cada 12 meses a partir de la fecha en que se aprobó el proyecto, el avance del mismo según lo dicta la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012 que para tal efecto establece la Secretaría de Salud. De no presentar los avances del proyecto en dos periodos consecutivos, el mismo será cancelado automáticamente por la Dirección de Investigación.
- Informar por escrito el reporte de término o de cancelación del proyecto.
- Si el proyecto genera algún artículo científico, capítulo de libro, libro o presentación en congreso deberá informarlo por escrito haciendo la citación en formato Vancouver.
- En caso de que origine una Tesis indicar grado, título, autor y tutores, universidad, fecha de presentación y fecha de obtención del grado.
- Supervisar que el proyecto se lleve a cabo en estricto apego al protocolo autorizado por las Comisiones de Ética e Investigación.
- Permitir y responder adecuadamente en tiempo y forma a las auditorias que se realicen por parte de la Dirección de Investigación.

Dr. Ariel Prado Serrano

## REFERENCIAS

1. Kook D, Kampik A, Dexl A, Zimmermann N, Glasser A. Advances in lens implant technology. F1000 Medicine Reports 2013, 5:3
2. Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, et al. Global data on visual impairment in the year 2002. Bull World Health Org. 2004; 82:844-51
3. Yanoff M, Duker J. Ophthalmology. Third edition. Chapter 5.17. Epidemiology, Pathophysiology, Causes, Morphology, and Visual Effects of Cataract Elsevier. UK. 2009
4. Ridley H: Intra-ocular acrylic lenses after cataract extraction. Lancet 1952, 1:118-21.
5. Prado A, Nava N. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares. ¿Cómo evitar la sorpresa refractiva? Rev Mex Oftalmol; Septiembre-Octubre 2009; 83(5):272-280
6. Iribarne Y, Ortega J, Sedó S, Fossas M, Martínez P, Vendrell C. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares. Annals d'Oftalmologia 2003;11(3):152-165.
7. Shammas H. Atlas of Ophthalmic Ultrasonography and Biometry. St Louis: Mosby, 1984
8. Mendicute, J, Aramberri J, Cadarso R, Ruiz M. Biometría, formulas y manejo de la sorpresa refractiva en la cirugía de catarata. Tecnimedia editorial. España, 2000
9. Ghoraba H, El-Dorghamy A, Atia A. The problem of biometry in combined silicone oil removal and cataract extraction: a clinical trial: Retina 2002;22: 589-596
10. Holladay J, Prager T. Accurate ultrasonic biometry in pseudophakia. Am Ophthalmol 1993; 115 (4): 536-537
11. Hoffman PC, Hutz WW, Eckhardt HB, Heuring AH. Intraocular lens calculation and ultrasound biometry: immersion and contact procedures. Klin Monatsbl Augenheilkd 1998; 213 (3) 161-5
12. Hitzengerger CK, Drexler W, Dollezel C, et al. Measurements of the axial length of cataract eyes by laser Doppler interferometry. Invest Ophthalmol Vis Sci 1993; 34: 1886-93
13. Heatley CJ, Whitefield LA, Hugkulstone CE. Effect of pupil dilation on the accuracy of the IOL Master. J Cataract Refract Surg 2002; 28 (11): 1993-6

14. Holladay J. Biometría con ecografía modo A y cálculo de la potencia refractiva de LIO. *Focal points (Highlights of ophthalmology)* 1997; 1(5): 13-8
15. Fyodorov S, Galin M, Linksz A. Calculation of the optical power on intraocular lenses. *Invest Ophthalmol* 1975; 14(8): 625-628
16. Hussain M, Durrani J. Comparison of intraocular lens power calculation using the Binkhorts and SRK formulae. *J Pak Med Assoc* 1995; 45(2): 38-40
17. Holladay J. International Intraocular lens & implant registry 2001. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27:143-164
18. P Holladay J. International Intraocular lens & implant registry 2001. *J Cataract Refract Surg* 2002; 27:152-174
19. Menezo j, Chaquéz V, Harto M. The SRK regression formula in calculating the dioptric power of intraocular lens. *Br j Ophthalmol* 1984; 68 (4): 235-237
20. Holladay J, Prager T, Chardler T, Mirsgrove K, Lewis J, Ruiz R. A three-part system for retlning intraocular cris power calculations. *J Cataract Refract Surg* 1988; 14/(1): 17-24
21. Martínez R, Grau M, Fontela J, Pita D. Biometria y cálculo del poder dióptrico de las lentes intraoculares. *Annals Ophtalmol* 1998; 8(2): 22-29
22. Holladay J. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. *J cataract Refract Surg* 1997; 23 (9): 1356-70
23. Hoffer J, The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:700-712.
24. Kora Y, Shimizu k, Yoshida M, Inatomi M, Ozawa T. Intraocular lens power calculation for lens Exchange. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27 (4): 543-8
25. Gayton J, Sanders V, Van der Karr M, Raanan M. Piggybacking intraocular implants to correct pseuphakic refractive error. *Ophthalmology* 1999; 106
26. Prado A., y cols. Como evitar la sorpresa refractiva (2a. Parte) Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares en casos especiales. *Rev Mex Oftalmol*; Enero-Febrero 2010
27. Pontuchova E, Cernak A, potochy M, Cuvala J. Calculation of tire asumed postoperative anterior chamber depth as an important factor in the calculation of optic power of the intraocular lens. *Cesk Slov Ophthalmol* 1996; 52(4): 215-219

