



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Resultados refractivos en facoemulsificación con colocación de lente
intraocular monofocal esférico: evaluación de 2 fórmulas.**

TESIS

Para obtener el título de CIRUJANO OFTALMÓLOGO
presenta:

Dra. Valeria Cuevas Lozano

ASESOR:

Dra. Jimena Ceja Martínez
Médico adscrito del departamento de Microcirugía del Segmento Anterior del
Ojo



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. Alejandro Babayán Sosa
Profesor Titular ante la UNAM

Dr. Óscar Baca Lozada
Profesor adjunto

Dr. José Francisco Ortega Santana
Jefe de Enseñanza

Dra. Adriana Saucedo Castillo
Subdirectora Médico

Dr. Alejandro Babayán Sosa
Director Médico

Dra. Jimena Ceja Martínez
Asesor de Tesis

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por darme su amor incondicional, por su paciencia, comprensión y apoyo que me dieron en cada momento, por el esfuerzo y trabajo que realizaron desde años previos para que yo pudiera cumplir con mis sueños. Este logro no hubiera sido posible sin ustedes.

A mi hermana, por siempre tener las palabras perfectas, por ser mi ejemplo desde que éramos pequeñas, por tus abrazos reconfortantes y estar presente en cada momento.

A mis amigos, por las risas, el cariño, las pláticas, los cafés y las salidas. Por hacer que mis días a sus lados fueran más brillantes.

A mis amigos de residencia, definitivamente este camino fue mucho más sencillo de transitar a su lado, cada día tenía más color si compartíamos una parte del día juntos, gracias por sostenerme y escucharme cada vez que lo necesité.

A mis maestros, por brindarme una pequeña parte de su experiencia y conocimiento para mi formación profesional.

A mi asesora, la doctora Jimena Ceja junto con la doctora Cyntia Solís, por el apoyo, la orientación, el tiempo dedicado y por ser grandes ejemplos a seguir.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	3
PRESENTACIÓN	6
MARCO TEÓRICO	7
Introducción	7
Factores de riesgo para errores refractivos.....	8
Fórmulas para el cálculo de poder del lente intraocular	10
Comparación de IOL Master 700 con otros métodos	14
Lente intraocular EnVista	16
PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN	17
Planteamiento del problema	17
Pregunta de investigación	17
Justificación.....	17
Hipótesis	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Selección y cálculo de muestra	19
Población de estudio	19
Criterios de inclusión	19
Criterios de exclusión	19
Criterios de eliminación	20
Material y métodos	20
Análisis estadístico	22
RECURSOS FINANCIEROS Y BIOSEGURIDAD	22

RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	27
CONCLUSIONES	28
APÉNDICE	29
Cronograma	29
Hojas de recolección de datos	30
Consentimientos informados	33
Anexo 1. Tabla de cálculo de muestra	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

PRESENTACIÓN

“ Resultados refractivos en facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal asférico: evaluación de 2 fórmulas.”

Investigador principal:

Dra. Valeria Cuevas Lozano

Residente de tercer año en la Especialidad de Oftalmología en la “Fundación Hospital Nuestra Señora De La Luz I.A.P.”

Asesor principal:

Dra. Jimena Ceja Martínez

Cirujano Oftalmólogo especialista en Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo.

Médico Oftalmólogo adscrito del Departamento de Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo en la “Fundación Hospital Nuestra Señora De La Luz I.A.P.”

Periodo de investigación

Marzo del 2020 hasta enero 2023.

Correspondencia

Departamento de Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo

Fundación Hospital Nuestra Señora De La Luz I.A.P.

Ezequiel Montes número 135, Colonia Tabacalera, Cuahtémoc, Ciudad de México.

MARCO TEÓRICO

Introducción

La catarata es una de las principales causas de discapacidad visual reversible en la población, generalmente asociada a la edad, cuya patogénesis es multifactorial. Sin embargo, pueden ser secundarias al uso de medicamentos como los corticoesteroides; por trauma ocular o por enfermedades metabólicas como Diabetes Mellitus, galactosemia, hipocalcemia, enfermedad de Wilson, entre otras (1,2).

El único tratamiento efectivo para las cataratas es el retiro quirúrgico con colocación de lente intraocular, siendo la facoemulsificación la técnica quirúrgica considerada estándar de oro. La indicación más común para la cirugía de catarata es el deseo del paciente para mejorar su agudeza visual y para llevar a cabo la cirugía, el oftalmólogo debe realizar distintas pruebas para comprobar que la cirugía es viable y benéfica para el paciente (2).

Para obtener el resultado refractivo deseado después de la cirugía, es esencial realizar mediciones preoperatorias adecuadas, entre ellas, se puede realizar la biometría óptica con la que se pueden obtener parámetros como la longitud axial ocular, definida como la longitud medida desde la superficie anterior de la córnea hasta el epitelio pigmentado de la retina; también se puede obtener la curvatura de la córnea; profundidad de la cámara anterior; distancia blanco-blanco (diámetro corneal) y grosor del cristalino dependiendo del método que se utilice para calcularlo (2). De acuerdo a estas medidas y al poder refractivo de la córnea, determinado por las queratometrías, se utiliza una fórmula para calcular el poder adecuado del lente intraocular que se le implantará al paciente. Actualmente la predicción de los resultados refractivos en pacientes operados de catarata ha

mejorado gracias al uso de estas fórmulas, sin embargo, no está del todo claro cuál es la ideal para las distintas variedades de dimensiones oculares (3).

Con este protocolo se pretende conocer los resultados refractivos que tienen los pacientes operados de facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal (En Vista), previamente calculados mediante la fórmula de Barrett o Haigis y la biometría realizada mediante el IOLMaster 700 en la Fundación Hospital de Nuestra Señora de La Luz en el periodo comprendido desde marzo 2019 a diciembre 2022.

Factores de riesgo para errores refractivos

Como se mencionó anteriormente, el resultado refractivo en los pacientes que se someten a una cirugía de catarata depende de distintas variables. Tanto de la medición correcta de la longitud axial, queratometrías, si toman en cuenta o no la profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, distancia blanco-blanco; el método utilizado para la toma de la biometría; si se escogió adecuadamente el poder del lente intraocular o si se encuentra en la posición efectiva la lente (6), que se define como la distancia efectiva entre la superficie anterior de la córnea y al plano de la lente, este parámetro lo estima el fabricante del lente intraocular en forma de constante A. La constante A depende de distintas variables como el tipo de lente intraocular, material, posición del lente, técnica y lugar de incisión del cirujano, queratometría y longitud axial. (5, 18)

La guía de Cirugía de Catarata de la Royal Academy of Ophthalmologist definen metas para los resultados refractivos en pacientes postoperados, donde sugieren que el 85% de todos los pacientes deben estar dentro de 1 dioptría según su refracción meta y 55% dentro de 0.50 D para que se pueda tomar como criterio de calidad. La proporción de pacientes que han alcanzado una refracción final dentro

de 1D de la refracción predicha ha pasado de ser del 72% en 1990 a aproximadamente 95% en los estudios más recientes (9).

Un error en la medición de la longitud axial de solo 0.10 mm puede provocar un error refractivo de 0.27 dioptrías en un ojo estándar, sin embargo este valor puede modificarse si el ojo es miope o hipermetrope. En cambio, la mala medición de las queratometrías de 1.0 D puede provocar un error refractivo de 0.9 D. La medida de la longitud axial ha demostrado una mejoría en la exactitud de la misma con las nuevas tecnologías como la interferometría de coherencia parcial que presenta un error solo de 0.03 mm en la longitud axial. (8)

Se sugiere que para una adecuada medición, lo ideal es comparar la biometría entre los dos ojos del paciente. En un estudio realizado con 96 pacientes confirmaron que una capacidad visual de >20/40 en la cartilla de Snellen estaba relacionada con una menor diferencia interocular de longitud axial. (8)

En un estudio realizado por Kansal, *et.al*, donde participaron 729 pacientes postoperados de cirugía de catarata, demostró que la diferencia interocular de la longitud axial mayores de >0.2 mm se asociaron a un incremento en el Odds Ratio para >0.5 D en el error refractivo de acuerdo a la meta de la misma, e incluso se describe un mayor error en pacientes con ojos miopes de longitud axial > 24.8 mm comparados con los no miopes, sin embargo la diferencia interocular del poder corneal no mostró asociación con el equivalente esférico. (8)

Otros factores de riesgo que se han identificado son la mala corrección de la capacidad visual es el conjunto con enfermedad ocular preexistente, probablemente porque el paciente tenga mala capacidad de fijación y por lo tanto mala medición biométrica, así como pacientes con opacidad corneal, antecedente de cirugía refractiva o problemas pupilares como pupila pequeña o daño en iris. (6)

El astigmatismo de la superficie posterior de la córnea es un parámetro difícil de medir, sin embargo, ha aumentado su reconocimiento como un factor importante en las sorpresas refractivas después de la cirugía de catarata. (2)

Dentro de un estudio realizado por Conrad-Hengerer y su equipo, se comparó el resultado refractivo de paciente operados mediante cirugía convencional con facoemulsificación y con cirugía de catarata asistido con láser de femtosegundo, donde se dio seguimiento postoperatorio en distintos lapsos para poder calcular la desviación de la refracción meta, posición de lente y estabilidad refractiva. Se demostró que el 92% de los pacientes operados con femtosegundo quedaron dentro de 0.5 dioptrías de la refracción meta a los seis meses de seguimiento, mientras que solo el 71% postoperados con facoemulsificación quedó dentro de los mismos parámetros. En este mismo estudio, se demostró una estabilización más rápida de la cámara anterior en el grupo atendido con femtosegundo y menor *flare*, por lo que se puede relacionar con la recuperación visual más temprana (7).

Fórmulas para cálculo de poder de lente intraocular

Al momento de planificar una cirugía de catarata es esencial elegir de forma adecuada la potencia del lente intraocular con el fin de obtener una adecuada agudeza visual postoperatoria, idealmente llegando a la emetropía o en ocasiones especiales se busca llegar ligeramente a la miopía o hipermetropía (5).

En el año de 1949, el Dr. Harold Ridley implantó el primer lente intraocular pero el paciente presentó una sorpresa refractiva de aproximadamente 20 dioptrías, por lo que años después, en la década de 1960, junto con el uso de ultrasonido para la medición de la longitud axial del ojo, Fyodorov y su equipo estimaron la primer fórmula para calcular el poder óptico de un lente intraocular (5, 12), dando lugar a la primera generación de fórmulas, con las que se observaron un importante número de sorpresas refractivas por utilizar como única variable la misma posición

efectiva de lente para todos los lentes, por lo que se eliminó su uso; los ejemplos de estas fórmulas son la de Fyodorov, Colenbrander, Hoffer, Binkhorst.

Seguidas a éstas, se implementaron las de segunda generación, con las que se mejoró la capacidad predictiva y se inició con la modificación de la posición efectiva del lente según la longitud axial ocular; por ejemplo, la fórmula de Shammas y Hoffer. La tercera generación se desarrolló aproximadamente en 1988, en estas fórmulas se le dió importancia a la longitud axial ocular y a las queratometrías; dentro de esta generación se encuentran las fórmulas de Holladay I, SRK-T y Hoffer Q. La cuarta generación de fórmulas se agregan dos factores más para determinar la posición efectiva del lente, que son el grosor del cristalino y la profundidad de cámara anterior preoperatoria, las fórmulas que se encuentran dentro de esta generación son Haigis y Barrett Universal (4, 5), la fórmula de Holladay II incluye 7 parámetros: longitud axial, queratometrías, profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, distancia blanco-blanco (diámetro horizontal de córnea), refracción preoperatoria y edad (12).

La fórmula de cálculo intenta determinar la potencia refractiva del lente intraocular que producirá la emetropía. Sin embargo, una de las variables que interviene en estas fórmulas se desconoce antes de la cirugía, que es la posición que tendrá el lente dentro del ojo, que se necesita medir antes de realizar el cálculo del lente. Entre más precisa sea esta variable, la fórmula será más precisa. (12)

Existen distintas fórmulas; las fórmulas empíricas que se obtienen a partir del análisis estadístico de una serie de casos donde el investigador determina los principales factores predictores y calcula unos coeficientes de ajuste para obtener el resultado más preciso posible. La más utilizada era la SRK, la cual debido a errores con ojos extremos se publicó un factor correctivo de la longitud axial y se denominó SRK-II; sin embargo, las fórmulas empíricas son buenas según lo sean los datos de origen, que son más difíciles de obtener en ojos fuera de límites normales por lo que su uso no es frecuente.

El otro tipo de fórmula son las teóricas, las cuales calculan la refracción de la luz en el ojo mediante leyes de óptica geométrica de vergencia para predecir la posición que tomará el lente intraocular dentro del ojo (12); en este tipo de fórmulas se encuentran las cuatro generaciones antes mencionadas.

Se han desarrollado algunas guías para utilizar cierta fórmula según las circunstancias del ojo, la American Academy of Ophthalmology (5) propone lo siguiente:

Circunstancia	Elección de fórmula
AL - <20 mm	Holladay II / Hoffer Q
- 20 - 22mm	Hoffer Q
- 22 - 24.5 mm	SRK-T / Hoffer Q / Holladay
- 24.5 - 26 mm	Holladay I
- >26 mm	SRK-T
LASIK por miopía	Haigis L

Biometry for Intra-Ocular lens (IOL) power calculation. American Academy of Ophthalmology.

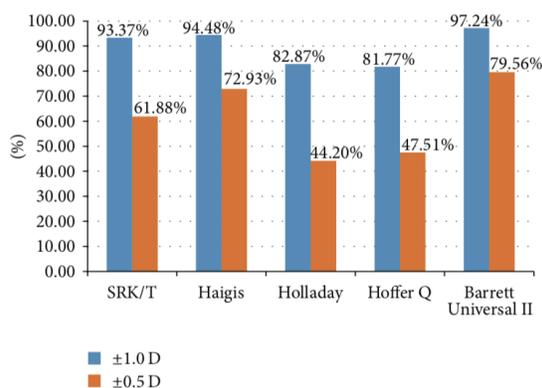
El Dr. Graham D. Barrett creó la fórmula que lleva su nombre, la fórmula de Barrett o fórmula universal, ya que se ha demostrado que es útil para todas las longitudes axiales; así mismo, toma en consideración la curvatura posterior de la córnea, el espesor del cristalino, útil en el cálculo de lentes tóricos, pacientes vitrectomizados o pacientes con cirugía refractiva previa (4).

En varios estudios, incluyendo Melles, R., *et al* demostraron que la fórmula de Barrett fue significativamente mejor que las otras para la predicción de la refracción postoperatoria ($P < 0.01$) (3,4)

Los pacientes con miopía se relacionan con una longitud axial mayor de 26 mm o a un error refractivo de por lo menos -6D. El cálculo del poder del lente en este

tipo de ojos es un reto ya que el paciente puede presentar estafilomas y modificar la longitud dependiendo de donde se tome la medida y puede dar un resultado refractivo postoperatorio de hipermetropía (13).

Zhang, Y. *et al* realizaron un estudio para identificar la mejor fórmula para ojos con miopía alta. Dentro de este estudio se demostró que la fórmula de Barrett tuvo el menor error predictivo y éstos errores refractivos quedaron en un 97.24% dentro de +/- 1D de diferencia y 79.56% dentro de +/-0.5D, siendo la fórmula con mayor número de pacientes dentro de estos errores refractivos comparados con otras fórmulas, seguidos de los pacientes medidos con la fórmula de Haigis teniendo como resultado que 94.48% quedaron dentro de 1D de diferencia según el error refractivo y 72.93% dentro de +/-0.5D (13). En el estudio de Eom, Y. *et*



Zhang, Y., Ying, X., Liu, S., Lee, J., Bhaskar, S., Lam, D. (2016). Accuracy of Intraocular Lens Power Calculation Formulas for Highly Myopic Eyes. Journal of ophthalmology.

al se compara su eficacia con la fórmula de Hoffer Q en el poder del lente intraocular en ojos <22 mm de longitud axial, en este se demuestra que mediante la fórmula de Haigis tiene menores errores refractivos gracias a que esta fórmula usa la medición de la profundidad de la cámara anterior para estimar la posición efectiva del lente mientras que Hoffer Q no la mide (20).

De la misma forma, Kuthirummal, *et al* compararon cuatro fórmulas, SRK-II, SRK/T, Olsen y Barrett Universal en 244 pacientes divididos en tres grupos según la longitud axial ocular, como resultado se obtuvo que la fórmula de Barrett obtuvo un error absoluto total de 0.37 +/- 0.27 D, mientras que el error absoluto medio fue de 0.34 D (P<0.00005) (18).

En cuanto a los pacientes pediátricos no existe una fórmula específica, incluso las fórmulas utilizadas para ojos cortos del adulto, en los ojos de niños quedan fuera del rango. Dentro de las fórmulas que se han sugerido para población pediátrica son la SRK/T y Holladay 1, que tienen la posibilidad de alcanzar una refracción postoperatoria de 70-74%, mientras que si se compara con Hoffer Q solo el 48% de los pacientes.

Incluso aunque se haya alcanzado la refracción meta, la velocidad de crecimiento de la longitud axial en los niños es impredecible, se ha descrito que aumenta rápidamente en los primeros dos años de vida y posteriormente disminuye la rapidez de crecimiento hasta que se detiene en la segunda década de la vida; sin embargo, la posición efectiva del lente final puede cambiar y por lo tanto llevar a cambios refractivos con el tiempo. (10, 11)

Comparación de IOLMaster 700 con otros métodos

La longitud axial puede ser tomada por distintos métodos, tanto ópticos como por ultrasonido, en éste último mediante contacto directo o por inmersión donde se evita el aplanamiento de la córnea realizado en la primera técnica, sin embargo tienen menor control con el alineamiento óptico (2, 5). Al ser una medida sumamente importante para el cálculo del lente intraocular, la longitud axial junto con el poder refractivo de la córnea deben ser medidos de la mejor manera para lograr alcanzar la refracción deseada en el postoperatorio (14).

Actualmente el IOLMaster es el estándar de oro en los métodos de biometría ópticos, el cual utiliza el principio de interferometría de coherencia parcial para obtener la longitud axial con gran precisión. Sin embargo, es difícil la medición con este método en pacientes que presentan opacidades corneales, enfermedades maculares, cataratas subcapsulares posteriores, vitrectomizados o con poca capacidad de fijación (14).

El IOLMaster 500 utiliza el principio de la interferometría de coherencia parcial para la medición de la longitud axial, técnica telecéntrica de 6 puntos para la toma de queratometrías, imagen basada en sistema de lámpara de hendidura para la medición de la profundidad de la cámara anterior y puede medir distancia blanco-blanco. (14,16)

El IOLMaster 700 es la primera biometría basada en la tomografía de coherencia óptica, lo que brinda una medida basada en una imagen y permite que el cirujano vea un corte longitudinal del ojo, pueda identificar irregularidades en la geometría del ojo, inclinación del cristalino, así como obtener una imagen de la fovea y de este modo poder identificar si no hay una adecuada fijación durante el estudio. El IOLMaster 700 es capaz de medir la longitud axial, las queratometrías, el grosor central de la córnea, profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino, distancia blanco-blanco; la longitud axial es el promedio de 3 tomas en cada uno de los seis meridianos; la toma de la queratometría se toman 5 medidas, donde se realizan 3 promedios y posteriormente un promedio final (14, 16).

Lenstar LS 900 es otro dispositivo de no contacto que mide longitud axial, profundidad de cámara anterior, grosor central de la córnea y grosor del cristalino con interferometría de coherencia parcial, la curvatura corneal la mide con puntos de luz que se reflejan en la cornea, diámetro pupilar, eje visual y distancia blanco-blanco, estas últimas tomadas por reflectometría de coherencia óptica baja (16).

Dentro de las diferencias identificadas entre IOLMaster 500 y 700, es que IOLMaster 700 fue capaz de medir la longitud axial, queratometrías y profundidad de cámara anterior en todos los ojos estudiados por el estudio de Akman y equipo, el IOLMaster 500 no pudo tomar las medidas en pacientes con profundidad de cámara anterior >4.1mm, en catarata subcapsular posterior o con catarata nuclear densa. Otra diferencia descrita entre estos dos es que el IOLMaster 700 calculó en promedio 0.08mm más pequeña la cámara anterior que no posee relevancia

clínica pero sí es estadísticamente significativo. El resto de las medidas son muy similares con la toma de IOLMaster 500 y 700 (14, 15). Así como en el estudio realizado por Bullimore *et al.* en el que se comparan estos mismos dispositivos junto con Lenstar LS 900 se demuestra mediciones ligeramente inferiores en el grosor corneal y de cristalino en Lenstar LS 900 en comparación con IOLMaster 700 de menos de 14 micrómetros y 0.42 mm respectivamente (16).

Lente intraocular EnVista (18)

El lente intraocular EnVista es una pieza monofocal de acrílico hidrofóbica, esférico, biconvexo, tiene un diámetro óptico de 6mm y diámetro total de 12.5mm, las hápticas tienen forma de C y son fenestrados.

Dentro de sus características se encuentra que es libre de glistenings, con 4% de contenido de agua, con bloqueador de rayos UV y tiene un índice refractivo de 1.54 a 35°C. Al ser libre de aberración óptica, es menos sensible a la descentración comparado con los lentes negativamente aferrados, resultando en una disminución de la aberración que podrían bajar la calidad de la imagen en la retina ni perjudican en la profundidad de la misma.

En la parte posterior tiene un borde cuadrado en los 360° con lo que se ha demostrado una disminución en la opacificación posterior de la cápsula comparado con los bordes redondeados.

Los rangos de dioptrías son:

- 0 a +10 D con un aumento de 1.0 D
- +10 a +30 D con un aumento de 0.5-D
- +30 a +34 D con un aumento de 1.0-D

Para inyectores que se utilizan para este tipo de lente intraocular se recomienda una incisión de 2.2mm y pueden ser los siguientes:

- BLIS-R1 reusable; con un cartucho único BLIS-X1 desde +10.0D hasta 34.0D
- INJ100

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

La catarata es una de las principales causas de disminución de la agudeza visual en la población adulta, la facoemulsificación con colocación de lente intraocular es la cirugía de elección con el fin de mejorar su pronóstico visual. Para poder lograr un buen resultado refractivo, es de suma importancia calcular la potencia del lente intraocular que se le colocara a cada paciente. Se ha demostrado que mediante el cálculo con la fórmula de Barrett hay menor riesgo de sorpresas refractivas en todas las longitudes axiales y tiene el error de predicción absoluto medio más bajo, seguida por la fórmula de Haigis.

Es por esto que resulta relevante conocer los resultados refractivos en los pacientes postoperados de facoemulsificación con colocación de lente intraocular que se les haya realizado el cálculo mediante fórmula de Barrett y Haigis con un mismo modelo de lente monofocal esférico.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los resultados refractivos en los pacientes operados de facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico, calculados previamente con la fórmula de Barrett y Haigis?

Justificación

El cálculo adecuado del poder de un lente intraocular es de suma importancia para lograr llegar al resultado refractivo meta. Se ha demostrado mediante distintos estudios que la fórmula de Barrett y Haigis han presentado menores errores refractivos.

Es por esto que se considera una opción razonable comparar estas fórmulas para así conocer los resultados refractivos en los pacientes operados de facoemulsificación con el mismo modelo de lente, EnVista, en la población con diagnóstico de catarata no complicada y así, identificar el impacto que tiene cada una sobre los errores refractivos.

Hipótesis

El cálculo adecuado de la potencia del lente intraocular monofocal esférico mediante la fórmula de Barrett y Haigis, está asociado a un resultado refractivo óptimo.

Objetivo general

Evaluar los resultados refractivos en pacientes operados de facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico, calculados con fórmula de Barrett y Haigis.

Objetivos específicos

- Evaluar la eficacia de la medición del poder del lente intraocular calculado con fórmula de Barrett y Haigis.
- Identificar las ventajas que se obtienen al hacer un cálculo del poder de lente intraocular con IOLMaster 700.

Selección y cálculo de muestra

Población de estudio:

Pacientes con diagnóstico de catarata que fueron sometidos a facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico sin complicaciones, cuyo cálculo de lente intraocular haya sido realizado con IOLMaster 700 en la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz durante el periodo de diciembre 2019 hasta diciembre 2022.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con catarata tratado mediante facoemulsificación
- Lente intraocular monofocal esférico tipo EnVista
- Poder del lente intraocular calculado mediante fórmula de Barrett y Haigis
- Cálculo biométrico calculado mediante IOLMaster 700
- Género masculino o femenino
- Cualquier edad
- Cualquier longitud axial

Criterios de exclusión:

- Pacientes con cirugía de catarata extracapsular
- Lente intraocular colocado de otro modelo
- Poder de lente intraocular calculado mediante otra fórmula
- Método de cálculo biométrico distinto a IOLMaster 700
- Delta K mayor a -2.00 D
- Presencia de alguna patología ocular con repercusión corneal

Criterios de eliminación:

- Complicación transquirúrgica (ruptura de cápsula posterior, diálisis zonular)
- Cambio de lente intraocular EnVista por otro modelo durante la cirugía

Material y métodos:

Diseño y tipo de estudio:

Se realizó un estudio ambispectivo, longitudinal, observacional y comparativo donde se incluyó 644 pacientes que se sometieron a facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico sin complicaciones.

Se dividió en 2 grupos según la fórmula utilizada, 322 pacientes con fórmula de Barrett y 322 pacientes con Haigis, los cuales se se subdividieron en 3 grupos según su longitud axial determinada por IOLMaster 700:

- Primer grupo: menos de 21 mm
- Segundo grupo: entre 21 a 24 mm
- Tercer grupo: más de 24 mm

Antes de la cirugía y un mes posterior a la misma se citó para evaluación del equivalente esférico, esfera, cilindro, eje, agudeza visual sin corrección y agudeza visual mejor corregida mediante la refracción con retinoscopía realizada por los optometristas del departamento de Segmento Anterior.

Cálculo de muestra

Se calculó un tamaño de muestra de 322 pacientes mediante la tabla de cálculo de muestra diseñada por The Research Advisors, tomando en cuenta un nivel de confianza de 95% y un error de 5% para una población de 2,000 pacientes. (Anexo 1).

Identificación de variables (Tabla 1)

Variable	Independiente Dependiente	Tipo de Variable	Unidad de Medición
Edad	Independiente	Cuantitativa	Años
Género	Independiente	Cualitativa	Masculino / Femenino
AV prequirúrgica	Independiente	Cuantitativa	Calcula con Snellen a 20 pies
Equivalente esférico prequirúrgico	Independiente	Cuantitativa	Dioptrías (D)
Esfera prequirúrgica	Independiente	Cuantitativa	Dioptrías (D)
Cilíndro prequirúrgico	Independiente	Cuantitativa	Dioptrías (D)
Ojo operado	Independiente	Cualitativa	Derecho / Izquierdo
Fecha de cirugía	Independiente	Cualitativa	Fecha
Longitud Axial	Independiente	Cualitativa	Milímetros (mm)
Queratometrías	Independiente	Cualitativa	Dioptrías (D)
Fórmula utilizada para cálculo de LIO	Independiente	Cualitativa	Barrett / Haigis
AV postquirúrgica a un mes	Dependiente	Cuantitativa	Calcula con Snellen a 20 pies
Equivalente esférico postquirúrgico	Independiente	Cuantitativa	Dioptrías (D)
Esfera postquirúrgica	Independiente	Cuantitativa	Dioptrías (D)
Cilíndro postquirúrgico	Independiente	Cuantitativa	Dioptrías (D)
Complicación transquirúrgica	Dependiente	Cualitativa	Si / No

Tabla 1. Variables a estudiar

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Graphpad Prism versión 9.3.1 y Excel versión Microsoft 365. Se realizó estadística descriptiva e inferencial multivariada. Para determinar la normalidad se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó una prueba de T no pareada para comparar la longitud axial de los grupos. Se utilizó la prueba de Mann-Whitney para comparar el equivalente esférico después de la cirugía entre los dos grupos. Se consideró resultados estadísticamente significativos con un valor de $p < 0.05$

RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos necesarios para la realización de esta investigación se encuentran dentro de los ya necesarios para que los pacientes puedan ser candidatos a cirugía de catarata, por lo tanto no se necesitan recursos extras por parte de la Fundación Hospital de Nuestra Señora de la Luz I.A.P.

La bioseguridad para la realización de este protocolo se encuentra basado en la Norma Oficial Mexicana 012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, así como la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 1048 pacientes, de los cuales 28 pacientes fueron eliminados por no presentar la refracción prequirúrgica, 163 por presentar patología corneal o delta K mayor de 2.00 dioptrías, 16 por cursar con alguna complicación transquirúrgica, 2 por hacer cambio del lente intraocular programado

y 195 pacientes más fueron eliminados por no presentar estudio de refracción al mes de la cirugía, dejando un total de muestra de 644 pacientes; 322 pacientes a los cuáles se utilizó la fórmula de Barrett y 322 usando la fórmula de Haigis.

El género predominante en ambos grupos fue el femenino, con edades promedio entre 67 y 68 años con predominio de cirugía de ojo izquierdo. (Tabla 2)

Variable	Barrett	Haigis
Género:	322	322
- Femenino	176 (54.65%)	203 (63.04%)
- Masculino	146 (45.34%)	119 (36.95%)
Edad:		
- Media	67.56 años	68.94 años
- Rango	5 - 92 años	21 - 97 años
Ojo:		
- Derecho	156 (48.44%)	155 (48.13%)
- Izquierdo	166 (51.55%)	167 (51.86%)

Tabla 2. Datos demográficos de la población según fórmula utilizada

De cada grupo se midió la longitud axial teniendo un promedio de 23.69 mm en el grupo total de Barrett y 23.61mm en el grupo de Haigis, en ambos se midió el equivalente esférico prequirúrgico y postquirúrgico donde en los dos grupos se observa una mejoría en el mismo, con ligera predominancia en el grupo de Barrett según el promedio. (Tabla 3)

Variable	Barrett		Haigis	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Equivalente esférico prequirúrgico	-1.78 D (-20.25 a 5.00)	3.26	-1.40 D (-17.00 a 4.12)	2.60
Longitud Axial	23.69 mm (20.5 -36.18)	1.51	23.61 mm (20.4 - 32.19)	1.00
Equivalente esférico postquirúrgico	-0.41 D (-3.60 a 3.00)	0.77	-0.53 D (-3.00 a 8.63)	0.80

Tabla 3. Media y desviación estándar de longitud axial y equivalentes esféricos.

Por último se registró si la agudeza visual de los pacientes era mejor o peor a 20/40 según la Cartilla de Snellen, así como el equivalente esférico calculado en los pacientes dependiendo de la longitud axial en cada grupo de estudio. (Tabla 4 y 5)

Fórmula	Variable postquirúrgica en Barrett	Pacientes con LA <21mm	Pacientes con LA 21-24mm	Pacientes con LA >24mm	Población general
Barrett	Agudeza visual igual o mejor de 20/40	1	139	44	139
	Agudeza visual menor de 20/40	0	89	49	183
	Total pacientes	1	228	93	322
Haigis	Agudeza visual igual o mejor de 20/40	0	135	69	204
	Agudeza visual menor de 20/40	2	81	35	118
	Total pacientes	2	216	104	322

Tabla 4. Agudeza visual alcanzada al mes de cirugía según longitud axial y fórmula utilizada.

Fórmula	Variable postquirúrgica	Pacientes con LA <21mm	Pacientes con LA 21-24mm	Pacientes con LA >24mm	Población total
Barrett	Equivalente esférico de -0.5 a 0.5 D	1	141	47	190
	Equivalente esférico de -1.00 a -0.51 y 0.51 a 1.00 D	0	48	22	70
	Equivalente esférico menor a -1.01 o mayor a 1.01 D	0	39	24	62
	Pacientes pacientes	1	228	93	322
Haigis	Equivalente esférico de -0.5 a 0.5 D	0	119	56	176
	Equivalente esférico de -1.00 a -0.51 y 0.51 a 1.00 D	1	83	29	90
	Equivalente esférico menor a -1.01 o mayor a 1.01 D	1	36	19	56
	Pacientes pacientes	2	216	104	322

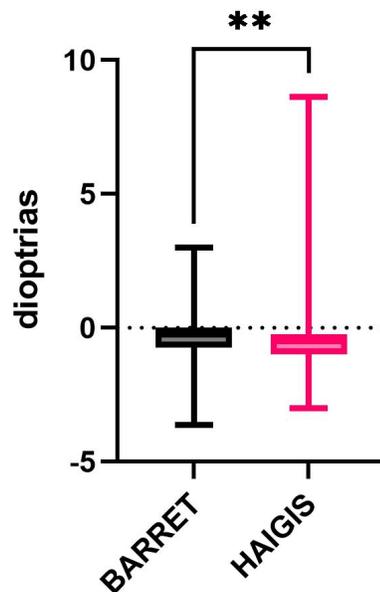
Tabla 5. Equivalente esférico alcanzado al mes de cirugía según longitud axial y fórmula utilizada

Análisis de resultados

Al comparar la longitud axial de ambos grupos se obtuvo un valor de p de 0.4 por lo que los grupos son comparables entre sí. Al analizar los equivalentes esféricos obtenidos en todos los pacientes con las fórmulas de Haigis y Barrett se obtuvo un valor de p de 0.00013 (gráfica 1); al analizar los equivalentes esféricos obtenidos en los pacientes con longitud axial de 21 a 24 mm con las fórmulas Haigis y Barrett se obtuvo un valor de p de 0.00009 (gráfica 2); al analizar los equivalentes esféricos obtenidos en los pacientes con longitud axial mayor a 24 mm con las fórmulas Haigis y Barrett se obtuvo un valor de p de 0.4045 (gráfica 3). No se realizó análisis de los pacientes con longitud axial menor

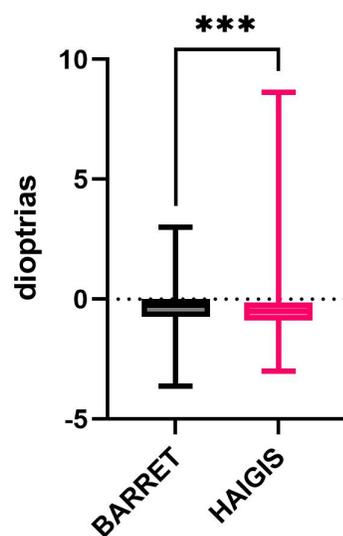
a 21 mm por solo tener 3 pacientes en este grupo. Podemos observar que la fórmula Barrett presenta una menor dispersión de los valores de equivalente esférico obtenidos.

EQUIVALENTE ESFERICO POST QUIRURGICO



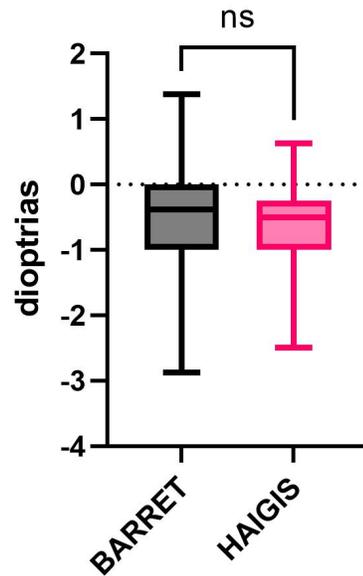
Gráfica 1. Análisis equivalente esférico de todos los pacientes.

EQUIVALENTE ESFERICO LONGITUD AXIAL DE 21 A 24 MM



Gráfica 2. Análisis equivalente esférico en longitudes axiales entre 21 a 24 mm

EQUIVALENTE ESFERICO LONGITUD AXIAL MAYOR A 24 MM



Gráfica 3. Análisis equivalente esférico en longitudes axiales mayores a 24 mm

DISCUSIÓN

Al ser la catarata la principal causa de baja visual reversible, es necesario buscar la forma más exacta para poder brindarle el mayor beneficio posible con ayuda de la cirugía de facoemulsificación con colocación de lente intraocular.

Para poder lograr el mejor resultado refractivo, se deben realizar mediciones biométricas adecuadas, evitar errores en la toma de longitud axial, queratometrías, profundidad de la cama anterior, grosor del cristalino, distancia blanco - blanco, definir la posición efectiva del lente, evitar generar un mayor astigmatismo, entre algunas otras circunstancias (5,6).

Con los avances tecnológicos se han diseñado nuevas formas de lograr una medición ocular más exacta, como la implementación del IOLMaster 700, se han podido obtener datos biométricos cada vez más precisos para de esta forma realizar un adecuado calculo de lente gracias a su biometría basada en la

tomografía de coherencia óptica (14); así mismo con el uso de las fórmulas teóricas más recientes como Haigis y Barrett.

En diferentes estudios, incluyendo a Se Young Kim y colaboradores, mencionan que la fórmula de Barrett asociado a la medición biométrica con una tecnología de tomografía de coherencia óptica presentaban el menor error predictivo en las diferentes longitudes axiales (22), mismo que se comentó en el estudio realizado por X H Deng y colaboradores donde concluyen lo mencionado previamente y que Haigis era la segunda fórmula con menor error predictivo (21). En cuanto a nuestro estudio, coincide en los pacientes con longitudes entre los 21-24 mm usando la fórmula de Barrett tiene una menor dispersión de valores que en los pacientes que se utilizó la fórmula de Haigis, sin embargo, al encontrar un rango más amplio en el equivalente esférico, el delta K de los pacientes podría generar un impacto directo en el resultado del equivalente esférico final.

En los pacientes con longitudes mayores de 24 mm dentro de nuestro estudio no se encuentra alguna diferencia estadísticamente significativa usando la fórmula de Barrett o de Haigis, lo cual coincide en lo mencionado en el estudio realizado por Zhang Y y colaboradores, donde refieren que en longitudes axiales largas, Barrett presentaba un menor error predictivo seguido por la fórmula de Haigis. (13).

Una de las deficiencias encontradas en este estudio fue la poca muestra lograda para el grupo de longitud axial de menos de 21 mm, ya que con solo 3 pacientes de estas características, no se pudo realizar ningún análisis, lo que incita a que se estudié más acerca de lo que ocurre en longitudes axiales cortas.

CONCLUSIONES

La fórmula de Barrett para longitudes axiales de entre 21 a 24 mm muestra un mejor comportamiento en el equivalente esférico postquirúrgico a diferencia de Haigis, mientras que en los pacientes con longitudes mayores a 24 mm no hay diferencia significativa.

APÉNDICE

Cronograma de actividades

Actividades	Mar - Jul 2020	Ago 2020	Nov 2020	Dic 2020	Feb 2021	Mar 2021 - Dic 2022	Ene 2023	Feb 2023
Investigación documental y marco teórico	X							
Recolección de datos	X							
Entrega de resultados preliminares		X						
Corrección por parte del comité		X						
Resultados preliminares y base de datos			X	X	X	X		
Recolección datos			X	X	X	X		
Ejecución análisis estadístico							X	
Elaboración informe final							X	
Exposición de resultados								X

Hoja recolección de datos, visita basal.

Resultados refractados en facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico: evaluación de 2 fórmulas.

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Paciente No. _____

VISITA BASAL

Número de expediente: _____ Fecha: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Ojo: _____

Fecha de cirugía: _____

Enfermedades sistémicas: _____

Enfermedades oculares: _____

Exploración Oftalmológica prequirúrgica	
AV	
CV	
Refracción	
Equivalente Esférico	
Queratometrías	
LOCS III	
Longitud axial	
Poder de LIO	
Uso de IOL Master	Si (___) No (___)

Hoja recolección de datos, postquirúrgico.

Resultados refractados en facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico: evaluación de 2 fórmulas.

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Paciente No. _____

REPORTE POSTQUIRÚRGICO

Número de expediente: _____ Fecha: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Se cambió el LIO EnVista por otro modelo: Si (___) No (___)

Complicaciones:

Tratamiento postquirúrgico:

Hoja recolección de datos, visita seguimiento.

Resultados refractados en facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico: evaluación de 2 fórmulas.

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Paciente No. _____

SEGUIMIENTO

Número de expediente: _____ Fecha: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Ojo: _____

Fecha de cirugía: _____

Exploración Oftalmológica postquirúrgica (1 mes)	
AV	
CV	
Refracción	
Equivalente Esférico	
Queratometrías	

Observaciones:

CARTA DE CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACIÓN PARA PARTICIPAR EN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

En esta institución se desarrollan investigaciones que forman parte de nuestro quehacer científico. Las características de su padecimiento son consideradas de interés para participar en este estudio de acuerdo a las especificaciones siguientes:

Datos generales

<i>Datos del paciente</i>	Nombre: Fecha de nacimiento:	
<i>Expediente clínico No.</i>		
<i>Médico informante (investigador principal):</i>	Dra. Valeria Cuevas Lozano	Firma:
<i>Diagnóstico</i>		

Datos de la investigación

<i>Nombre del protocolo</i>	Resultados refractados en facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico: evaluación de 2 fórmulas.
<i>Investigadores</i>	Dra. Valeria Cuevas Lozano Dra. Jimena Ceja Martínez
<i>Justificación y objetivos</i>	El cálculo adecuado del poder de un lente intraocular es de suma importancia para lograr llegar al resultado refractivo meta. Se ha demostrado mediante distintos estudios que la fórmula de Barrett y Haigis han presentado menores errores refractivos. Evaluar los resultados refractivos en pacientes operados de facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico, calculados con fórmula de Barrett y Haigis.

<i>Periodo de estudio o duración</i>	Marzo 2020 a enero 2023
<i>Cantidad de sujetos que participarán</i>	322 personas por grupo, total de pacientes 644.
<i>Descripción de los métodos a emplear y su propósito</i>	Estudio ambispectivo, longitudinal y comparativo donde se incluirá pacientes que serán sometidos a facoemulsificación con colocación de lente intraocular monofocal esférico (EnVista) sin complicaciones transquirúrgicas y con expediente completo. Se dividirá en 3 distintos grupos según la longitud axial determinada por IOLMaster 700: 1º grupo: <21 mm; 2º grupo: 21-24 mm; 3º grupo: >24 mm Antes de la cirugía y un mes posterior a la misma se citará para evaluación de refracción con retinoscopia.
<i>Beneficios esperados:</i>	Alcanzar agudeza visual de 20/40 o mejor con un equivalente esférico de +/- 0.50 dioptrías.
<i>Alternativas:</i>	Conversión a cirugía de extracción extracapsular
<i>Riesgos o molestias:</i>	Sangrado, infección, ruptura de cápsula posterior del cristalino, desinserción zonular, baja visual, inflamación postquirúrgica, pérdida de la función visual
<i>Grupo de control</i>	En caso de que la presente investigación incluya un grupo de control, la selección de los participantes se sujetará a un proceso estrictamente aleatorio e imparcial, privilegiando la prevención de cualquier riesgo o daño para sus integrantes.
<i>Gastos</i>	Los gastos de la investigación serán cubiertos por la institución.

<i>Confidencialidad</i>	Su identidad y la información que proporcione como parte de esta investigación serán tratadas bajo criterios de confidencialidad. En caso de que los resultados exijan su identificación, previamente se le solicitará la autorización correspondiente.
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dudas, aclaraciones y actualización	<p>El participante tendrá derecho a recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y su tratamiento.</p> <p>Asimismo, durante el presente estudio le proporcionaremos información actualizada sobre su estado de salud para que esté en posibilidad de decidir si continua participando.</p> <p>Es importante que sepa que retirar su participación no afectará su atención en el hospital.</p>
<p>Por este medio manifiesto mi satisfacción con la información recibida y, consciente de las especificaciones y en qué consiste la investigación descrita en este documento, sus beneficios, riesgos y consecuencias, otorgo mi consentimiento para incorporarme, asumiendo el compromiso de (1) asistir puntualmente a las citas que se me indiquen y (2) proporcionar verazmente la información de mi evolución en la forma y periodicidad que se requiera.</p>	
<p>Asimismo, entiendo que puedo retirarme de esta investigación voluntariamente en cualquier momento sin mayor requisito que la manifestación al investigador principal o a la Dirección Médica de este hospital.</p>	

Firma del paciente

Testigos

Nombre y firma

Nombre y firma

Domicilio:

Domicilio:

Relación con el paciente:

Relación con el paciente:

México D.F. a ___ de _____ de ____.

Anexo 1. Tabla para tamaño de muestra

		Required Sample Size†							
		from: The Research Advisors							
Population Size	Pr	Confidence = 95.0%				Confidence = 99.0%			
		Degree of Accuracy/Margin of Error				Degree of Accuracy/Margin of Error			
		0.05	0.035	0.025	0.01	0.05	0.035	0.025	0.01
10		10	10	10	10	10	10	10	10
20		19	20	20	20	19	20	20	20
30		28	29	29	30	29	29	30	30
50		44	47	48	50	47	48	49	50
75		63	69	72	74	67	71	73	75
100		80	89	94	99	87	93	96	99
150		108	126	137	148	122	135	142	149
200		132	160	177	196	154	174	186	198
250		152	190	215	244	182	211	229	246
300		169	217	251	291	207	246	270	295
400		196	265	318	384	250	309	348	391
500		217	306	377	475	285	365	421	485
600		234	340	432	565	315	416	490	579
700		248	370	481	653	341	462	554	672
800		260	396	526	739	363	503	615	763
900		269	419	568	823	382	541	672	854
1,000		278	440	606	906	399	575	727	943
1,200		291	474	674	1067	427	636	827	1119
1,500		306	515	759	1297	460	712	959	1376
2,000		322	563	869	1655	498	808	1141	1785
2,500		333	597	952	1984	524	879	1288	2173
3,500		346	641	1068	2565	558	977	1510	2890
5,000		357	678	1176	3288	586	1066	1734	3842
7,500		365	710	1275	4211	610	1147	1960	5165
10,000		370	727	1332	4899	622	1193	2098	6239
25,000		378	760	1448	6939	646	1285	2399	9972
50,000		381	772	1491	8056	655	1318	2520	12455
75,000		382	776	1506	8514	658	1330	2563	13583
100,000		383	778	1513	8762	659	1336	2585	14227
250,000		384	782	1527	9248	662	1347	2626	15555
500,000		384	783	1532	9423	663	1350	2640	16055
1,000,000		384	783	1534	9512	663	1352	2647	16317
2,500,000		384	784	1536	9567	663	1353	2651	16478
10,000,000		384	784	1536	9594	663	1354	2653	16560
100,000,000		384	784	1537	9603	663	1354	2654	16584
264,000,000		384	784	1537	9603	663	1354	2654	16586

† Copyright, The Research Advisors (2006). All rights reserved.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lam D, Rao SK, Ratra V, Liu Y, Mitchell P, King J, et al. Cataract. *Nat Rev Dis Primers*. 2015;1:15014
2. Jick, S., Beardsley, T., Brasington, C., Buznego, C., et. al. 2019-2020 Basic and Clinical Science Course Section 11 Lens and Cataract. Indications for Surgery & Preoperative Measurements. American Academy of Ophthalmology. Estados Unidos: 2019. P 96- 97 y 105-110.
3. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*. 2018;125(2):169–78
4. Veitía, Z., Acevedo, M., Hernández, I., Pérez, E., Hormigó, I. Utilidad de las fórmulas Barrett Suite para cálculo de lentes intraoculares. *Rev Cubana Oftalmol*. 2019; 32 (1).
5. Faraaz, H., Patel, A., O’Brien, C., DelMonte, D., et. al. *Biometry for Intra-Ocular lens (IOL) power calculation*. American Academy of Ophthalmology. Recuperado el 18 de marzo 2020 de [https://eyewiki.aao.org/Biometry_for_Intra-Ocular_Lens_\(IOL\)_power_calculation#References](https://eyewiki.aao.org/Biometry_for_Intra-Ocular_Lens_(IOL)_power_calculation#References)
6. Lundström M, Dickman M, Henry Y, Manning S, Rosen P, Tassignon M-J, et al. Risk factors for refractive error after cataract surgery: Analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2018;44(4):447–52.
7. Conrad-Hengerer I, Al Sheikh M, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Comparison of visual recovery and refractive stability between femtosecond laser-assisted

cataract surgery and standard phacoemulsification: six-month follow-up. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2015;41(7):1356–64.

8. Kansal V, Schlenker M, Ahmed IIK. Interocular axial length and corneal power differences as predictors of postoperative refractive outcomes after cataract surgery. *Ophthalmology* [Internet]. 2018;125(7):972–81.

9. Brogan K, Diaper CJM, Rotchford AP. Cataract surgery refractive outcomes: representative standards in a National Health Service setting. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2019;103(4):539–43.

10. Khokhar SK, Tomar A, Pillay G, Agarwal E. Biometric changes in Indian pediatric cataract and postoperative refractive status. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2019;67(7):1068–72.

11. Indaram M, VanderVeen DK. Postoperative refractive errors following pediatric cataract extraction with intraocular lens implantation. *Semin Ophthalmol* [Internet]. 2018;33(1):51–8.

12. Aramberri, J. (s.f.). *Cálculo de la lente intraocular*. Páginas 234-275

13. Zhang Y, Liang XY, Liu S, Lee JWY, Bhaskar S, Lam DSC. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas for highly myopic eyes. *J Ophthalmol* [Internet]. 2016;2016:1917268.

14. Akman A, Asena L, Güngör SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2016;100(9):1201–5.

15. Shajari M, Cremonese C, Petermann K, Singh P, Müller M, Kohnen T. Comparison of axial length, corneal curvature, and anterior chamber depth measurements of 2 recently introduced devices to a known biometer. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2017;178:58–64.
16. Bullimore MA, Slade S, Yoo P, Otani T. An evaluation of the IOLMaster 700. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2019;45(2):117–23.
17. *enVista IOL : Bausch + Lomb*. (s.f.). Recuperado 23 marzo, 2020, de <https://www.bausch.com/ecp/our-products/cataract-surgery/lens-systems/envista-iol>
18. Kuthirummal N, Vanathi M, Mukhija R, Gupta N, Meel R, Saxena R, et al. Evaluation of Barrett universal II formula for intraocular lens power calculation in Asian Indian population. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2020;68(1):59–64.
19. *Introducción a las formulas para el cálculo de lentes intraoculares - ZEISS Medical Technology*. (s.f.). Recuperado 18 marzo, 2020, de <https://cataract-community.zeiss.com/introduccion-a-las-formulas-para-el-calculo-de-lentes-intraoculares>
20. Eom Y, Kang S-Y, Song JS, Kim YY, Kim HM. Comparison of Hoffer Q and Haigis formulae for intraocular lens power calculation according to the anterior chamber depth in short eyes. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2014;157(4):818-824.e2.
21. Deng XH, Chang PJ, Huang JH, Wang DD, Zhao YY, Ding XX, et al. Comparison of the accuracy of intraocular lens power calculation formulas based on the new swept-source optical coherence tomography biometry. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* [Internet]. 2021;57(7):502–11.

22. Kim SY, Lee SH, Kim NR, Chin HS, Jung JW. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas using a swept-source optical biometer. PLoS One [Internet]. 2020;15(1):e0227638.