



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.
DEPARTAMENTO DE ECOGRAFÍA OCULAR

“CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR EN OJOS CON LONGITUD AXIAL MAYOR A 25.00 MM: SRK-T VS SRK II”

TÉSIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO OFTALMÓLOGO

PRESENTA

DRA. CYNTHIA SOLIS HERNANDEZ

ASESORES DE TESIS:
Dr. Daniel Salas García
Dr. Héctor J. Pérez-Cano

CD. MÉXICO, D. F.

JUNIO 2014





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. DANIEL SALAS GARCÍA

DEPARTAMENTO DE ECOGRAFÍA OCULAR FUNDACIÓN HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.

DR. ALEJANDRO BABAYÁN SOSA

**JEFE DE ENSEÑANZA
FUNDACIÓN HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.**

DR. JAIME LOZANO ALCÁZAR

**PROFESOR TITULAR UNAM
FUNDACIÓN HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.**

AGRADECIMIENTOS:

A mi madre, a quién le debo todo lo que soy y tengo en esta vida.

A mi padre, por enseñarme que a este mundo venimos para ayudar a los demás.

A “mami” por su cariño y por alimentarme para convertirme en la persona que soy.

Les agradezco a mis amigos, compañeros y maestros durante todos los años de preparación; a quienes me han apoyado y a quienes intentaron lo contrario, porque es eso lo que me empujó para obtener este logro.

Y a la vida.

“El valor de un logro yace en alcanzar el objetivo”

- Albert Einstein

ÍNDICE

Planteamiento del problema	6
Pregunta de investigación	6
Objetivos	6
Justificación	6
Factibilidad y viabilidad del estudio.....	6
Marco teórico	7
Hipótesis	11
Metodología de investigación	11
Análisis de resultados.....	12
Consideraciones éticas y legales.....	13
Conclusiones	22
Bibliografía	23

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Pregunta de investigación:

SRK-T vs SRKII ¿Qué fórmula biométrica se acerca más a la emetropía en ojos con longitud axial mayor o igual a 25 mm?

a. Objetivos:

General: demostrar cuál de las dos fórmulas biométricas para cálculo de lente intraocular (LIO) se acerca más a la emetropía en ojos con longitud mayor a 25 mm

Secundarios:

- Determinar un valor predictivo del error refractivo residual en los pacientes con la fórmula “más cercana” a la emetropía.

b. Justificación:

La cirugía de catarata en la actualidad se considera de carácter refractivo, por lo que las mejoras en la tecnología y técnicas quirúrgicas exigen una menor incidencia de errores. El cálculo de lente intraocular no es la excepción; y es así como hemos llegado hasta el desarrollo de fórmulas biométricas de quinta generación. Sin embargo, no existen fórmulas específicas para ojos con longitudes “extremas”, por lo que el cirujano de catarata se enfrenta ante un reto en la decisión del lente a colocar en esos casos. Con el afán de acercarnos en la medida de lo posible a la emetropía, buscaremos descubrir qué fórmula biométrica y en qué magnitud se acerca más a esta situación deseada, tanto por el paciente, como por el cirujano.

c. Factibilidad y viabilidad del estudio:

Recursos humanos: se contó con un médico oftalmólogo con alta especialidad en ultrasonografía oftálmica para asesorar y ayudar en la evaluación de resultados, un médico residente de oftalmología para la recolección y análisis de datos, una asistente médica para la búsqueda y manejo de expedientes clínicos y finalmente la población de pacientes adecuada para tomar la muestra con criterios de inclusión.

Recursos económicos: no se requirió de recursos económicos para la realización del estudio ya que toda la información y estudios necesarios se encontraron en el expediente clínico completo de los pacientes.

Recursos materiales: se contó con expedientes clínicos físicos y/o electrónicos completos para la toma de los datos requeridos y disposición del equipo de cómputo para la recolección y análisis de resultados.

Marco teórico:

El cálculo correcto del poder requerido para el lente intraocular se considera punto central para el éxito de la cirugía de catarata moderna. Hace 20 años, Holladay planteó tres componentes involucrados para encontrar el mejor poder de un lente intraocular: el factor “cirugía óptima”, biometría ocular precisa y una fórmula de cálculo de lente adecuada.⁶

La biometría ocular es el estudio no invasivo, indoloro y rápido que permite realizar mediciones de las estructuras oculares.⁶

Actualmente contamos con dos métodos para la realización del mismo: biometría por ultrasonido modo A y por interferometría de coherencia parcial.⁶

En el método de ultrasonido existen dos variedades: aplanación e inmersión. El método de aplanación o contacto directo no se utiliza de forma común por los errores en la técnica, que incluso alguien con experiencia puede cometer, tales como no colocar la proba en el centro corneal e indentar el ojo. Estos errores se eliminan por el método de inmersión al colocar una interfase líquida entre el ojo y la proba.⁶

La interferometría de coherencia parcial, descrita en el siglo XIX por Albert Michelson, es el método utilizado por el IOL- Master^r y LENSAR LS 900^r. (Equivalente a una técnica mejorada de ultra-alta resolución del método de inmersión con ecografía modo-A; sin la necesidad de contacto con el globo ocular) Se basa en la proyección de dos haces de luz infrarroja en dirección al polo posterior midiendo la reflexión que sufren en distintas fases oculares. Esta técnica sin embargo no puede realizarse en pacientes con cataratas maduras –opacidades de medios severas- ya que el láser no puede penetrarlas para generar un patrón de interferencia; y en pacientes con problemas de fijación, ya que la longitud axial se calcula a partir del punto de fijación visual.⁷ Ambos métodos, se consideran de alta exactitud para el cálculo biométrico y su uso depende de la disponibilidad de los mismos y en ocasiones de la preferencia del cirujano.⁸

CARACTERÍSTICAS DE LOS MÉTODOS DE BIOMETRÍA OCULAR	
INTERFEROMETRÍA	ULTRASONIDO MODO A
Longitud axial medida desde el vértice de la córnea hasta EPR	Longitud axial medida desde el vértice corneal hasta la MLI
La medición se basa en una longitud de onda de 780 nm (luz)	La longitud de onda se basa en una longitud de onda de 10 MHz (sonido)
El tiempo necesario para la medición es de 0.5 segundos con una resolución de 0.1 mm	El tiempo requerido depende de la habilidad de quien realiza el estudio y la cooperación del paciente para el mismo

Las fórmulas para el cálculo del lente intraocular pueden dividirse en:

- a. Fórmulas teóricas: se basan en un modelo óptico del ojo. Se resuelve una ecuación óptica para determinar el poder del LIO necesario para enfocar la imagen de un objeto distante en la retina. En estas fórmulas se realizan diferentes presunciones sobre el poder refractivo de la córnea al lente, la distancia del lente a la retina, entre otros. Ejemplos de estas fórmulas incluyen: Binkhorst, Colenbranders, Gullstrand, Fyodorov.
- b. Fórmulas de regresión (fórmulas empíricas): se derivan de datos de las fórmulas teóricas y se basan en un análisis retrospectivo de la refracción posoperatoria. Ejemplos de estas fórmulas incluyen: SRK-II, Haigis, HOFFER-Q, SRK-T, Holladay.

Las fórmulas de regresión pueden dividirse, a su vez, en generaciones:

1. Primera generación: dependen de una constante única para cada lente representada por la posición predictiva del lente (profundidad de la cámara anterior, distancia axial entre LIO y la córnea), la primera de estas fue publicada por Fyodorov en 1967. Algunas otras incluyen: Binkhorst, Hoffer, Retzlaff, Sanders & Kraft y SRK.
2. Segunda generación: en 1982, Hoffer propuso una relación directa entre la posición de un lente de polimetilmetacrilato en la cámara posterior y la longitud axial, presentando una fórmula para predecir de mejor forma la ACD. Entre estas fórmulas también se encuentra: Binkhorst.
3. Tercera generación: Holladay en 1988 propuso una relación directa entre la curvatura corneal y la posición del lente; y modificó la fórmula de Binkhorst para incorporar esta relación, así como la longitud axial. De tal forma buscaba conocer la distancia de la córnea al iris y agregar la distancia del iris al LIO. En esta generación encontramos también: SRK-II y Hoffer Q
4. Cuarta generación: en 1990, Olsen propuso calcular la profundidad de la cámara anterior pre quirúrgica entre otros factores para estimar de manera más óptima la posición post operatoria del LIO
5. Quinta generación: en 1999, Haigis propuso una fórmula con “triple optimización” de constantes, con la finalidad de lograr una mejor posición efectiva posquirúrgica del LIO. ⁶

Además existen fórmulas teóricas “modernas”, más completas que las originales y las modificadas. La diferencia entre estas, es la forma en que calculan la posición estimada del lente (profundidad de la cámara anterior): en las fórmulas originales este es un valor constante, en las formulas modificadas varia con la longitud axial (es directamente proporcional a esta) mientras que en las fórmulas modernas, también influye la curvatura corneal. Las más conocidas de esta categoría incluyen Holladay II y SRKT. ⁶

Las fórmulas biométricas se realizaron para ojos con longitudes axiales “normales” por lo que, ojos con longitudes mayores a 25 mm y menores a 22 mm, significan un reto; reto que en ocasiones puede llegar a significar la necesidad de un recambio del LIO, sobre todo cuando el error refractivo resultante es mayor al esperado.¹⁰ Es así como surge la pregunta: ¿qué fórmula biométrica utilizar en el cálculo de LIO en ojos con estas longitudes extremas?

Se ha observado que en ojos con longitudes axiales mayores a 25 mm, el resultado refractivo es menos predecible debido a fallas en la medición de la misma; sobre todo por la presencia de estafilomas posteriores y alteraciones maculares que conllevan una mala fijación. Las fórmulas biométricas de tercera y cuarta generación además tienden a subestimar el poder requerido del LIO en ojos con longitudes mayores a 27 mm, resultando en un error miópico refractivo posquirúrgico, reportado por diversos autores de hasta 3 dioptrías.^{8,9}

Es por lo anterior que se han realizado diversos estudios en pacientes con ojos miópicos para comparar fórmulas biométricas y tratar de establecer qué fórmula se acerca más a la emetropía pos quirúrgica y en qué proporción. Lo anterior con la finalidad de seleccionar el LIO que logre un resultado refractivo satisfactorio.

Zuberbuhler y autores concluyen que en general la formula SRK-T es la más apropiada en ojos con miopía alta, sugiriendo un objetivo refractivo posquirúrgico de -2.0 D para ojos que recibirán un lente negativo y aquellos con un estafiloma posterior demostrado por ecografía modo B.⁸ Zaldivar y autores a su vez, concluyen que en ojos con longitudes axiales mayores a 27 mm las fórmulas de tercer y cuarta generación tienden a infra estimar el poder del LIO entre -1 y -4 Dioptrías, sobre todo en la presencia de estafilomas posteriores.⁹ Terzi y autores concluyen que las fórmulas Holladay 2, Hoffer Q, SRK-T y Haigis, tienen un desempeño “óptimo” con una tendencia a la hipermetropía resultante. Previamente Kohlen y Brauweiler, reportaron un error refractivo resultante menor a +/-1 D en ojos con longitud axial promedio de 32 mm utilizando la fórmula SRKII. Jimenez-Alfaro reportó un error refractivo resultante menor a +/- 1 Dioptría en ojos con longitud axial promedio de 32 mm utilizando SRK-T.¹⁰ Petermeier y autores reportaron un amplio rango de desviación entre la refracción esperada y la resultante en ojos miópicos al utilizar la formula SRKII, rango que puede minimizarse al utilizar constantes optimizadas pero no se elimina del todo; por lo que no recomiendan su uso en estos casos. De igual forma sugieren que la formula SRKT es la más indicada en ojos miópicos.¹¹ Finalmente, Aristodemou y autores recomiendan utilizar la formula SRKT en ojos con longitud mayor a 26 mm, reportando muy poca diferencia entre las refracciones esperada y resultante, logrando hasta a menos de 1 dioptría utilizando constantes optimizadas.¹²

La fórmula SRK II, fue desarrollada por Sanders, Retzlaff y Kraff en 1980, y es la siguiente:

$$P_e = A - 2.5L - 0.9 K$$

$$P_e = A1 - 0.9 K - 2.5L$$

Donde:

Pe: poder del lente para la emetropía en dioptrías

L: longitud axial del ojo en mm

K: poder corneal del ojo en dioptrías queratométricas

A= constante A, derivada de cada tipo y fabricante de lente

A1: constante nueva..

A1= A + 3 si la LA es menor a 20 mm

A1= A + 2 si la LA es de 21 a 21 mm

A1= A+1 si la LA es de 21 a 22 mm

A1= A si la LA es de 22 a 24,5 mm

A1= a-0.5 si LA mayor a 24.5 mm

Como podemos observar esta fórmula toma en consideración el poder queratométrico de la córnea y la longitud axial.

Por su parte, SRK-T es una fórmula de regresión basada en la formula teórica de Fyodorov, se considera más precisa que SRKII y es la siguiente:

$$ACD \text{ post} = ACD - 3.336 + \text{elevación corneal}$$

Donde la ACD se relaciona con la constante A del fabricante de la siguiente forma:

$$ACD = 0.62467 A - 68.747$$

ACD: posición efectiva del lente

Esta toma en consideración el tamaño de la CA pre quirúrgico y la elevación corneal, pero no la longitud axial para determinar la posición efectiva del lente; y además lo hace en dependencia de la constante propia de cada fabricante y tipo de lente.⁶

Hipótesis:

Ambas fórmulas biométricas subcorregirán el poder del lente intraocular, dejando al paciente con miopía residual, sin embargo SRK-T se acercará más a un residual menor a 1 D.

MÉTODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN:

Tipo de estudio: retro-prospectivo, transversal, observacional

Población: pacientes operados de cirugía de catarata en el servicio de segmento anterior en el Hospital Nuestra Señora de la Luz, en un periodo de junio de 2009 a junio de 2013.

Criterios de inclusión:

- ✓ Post operados de facoemulsificación y colocación de lente intraocular en el periodo establecido
- ✓ Longitud axial mayor o igual a 25 mm calculada por método de inmersión/interferometría de coherencia parcial
- ✓ Sin patología ocular asociada aparte de la anisometropía
- ✓ Sin cirugías oculares o procedimientos oculares previos
- ✓ Con colocación de lente intraocular en bolsa capsular íntegra
- ✓ LIO con poder esférico
- ✓ Astigmatismo corneal menor a 3 dioptrías
- ✓ Agudeza visual lejana con cartilla de Snellen posquirúrgica menor o igual a 20/40

Criterios de exclusión:

- ✓ Colocación de un lente "Premium" o lente tórico.
- ✓ Complicaciones trans y/o posquirúrgicas en las primeras 4 semanas del posoperatorio (RCP, endoftalmitis, DRR, inflamación intraocular severa, afaquia)
- ✓ Sin expediente clínico completo
- ✓ Sin refracción pre y/o pos operatoria

Muestreo: no probabilístico.

VARIABLES A MEDIR:

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN	UNIDAD UTILIZADA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Longitud axial	Cuantitativa continua	Longitud anteroposterior del globo ocular	Milímetros	Interferometría de coherencia parcial (ICP) /método de inmersión
Fórmula biométrica utilizada para el cálculo del lente intraocular	Cualitativa nominal	Formula biométrica determinada por el realizador de la biometría	1. SRKT 2. SRKII	ICP / método de inmersión
Componente esférico de la refracción subjetiva pos quirúrgico	Cuantitativa continua	Componente esférico de la refracción subjetiva pre quirúrgico tomado por optometrista	Dioptías	Refracción subjetiva
Astigmatismo corneal	Cuantitativa continua	Delta-K queratométricas: diferencia de las queatometrías corneales en los 2 ejes principales	Dioptías queratométricas	Queratómetro de Javal/ ICP
Poder del lente intraocular implantado	Cuantitativa continua	Poder del lente intraocular implantado	Dioptías	Lo reportado en la historia clínica del paciente
Componente esférico residual esperado con la formula biométrica y el lente utilizados	Cuantitativa continua	Residual reportado para el LIO implantado calculado por formula seleccionada	Dioptías	2. ICP/ 1. método de inmersión
Poder del LIO sugerido por cada fórmula para la emetropía	Cuantitativa continua	Poder dióptrico del LIO sugerido para la emetropía por las fórmulas SRK-T y SRKII	Dioptías	ICP/ método de inmersión
Diferencia entre el componente esférico residual esperado y el obtenido	Cuantitativa continua	Resta algebraica: Componente esférico residual esperado – componente esférico residual obtenido	Dioptías	Hoja de cálculo de Excel ^R

Técnica e instrumentos:

Se analizaron los expedientes de los pacientes con criterios de inclusión ya mencionados, se tomaron: la refracción pre quirúrgica, el LIO colocado, el poder dióptrico elegido, el residual esférico esperado, la fórmula biométrica con la que se realizó el cálculo y la refracción al mes posquirúrgico, finalmente se evaluó la refracción residual. Con los datos previamente comentados se comparó cada fórmula para valorar cuál se hubiera acercado más al cálculo correcto de un lente para corregir el error refractivo esférico del paciente.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Resultados

Se logró recolectar la información de 122 ojos que cumplían con los criterios de inclusión. De estos la longitud axial promedio fue de 27.36 mm (25.01 mm a 35.15 mm). En cuanto al método para cálculo de LIO, en 34 ojos (27.86%) se utilizó ICP, mientras que en el resto se utilizó método de inmersión (71.13%). En cuanto a la fórmula biométrica utilizada para seleccionar el LIO, en 16 ojos se optó por fórmula SRKII (13.11%), en 2 ojos la fórmula Hoffer-Q (1.63%), en 3 ojos la fórmula Haigis (2.45%) y en 101 pacientes por la fórmula SRK-T (82.78%). En cuanto al LIO seleccionado: en 81 ojos se utilizó un modelo SN60WF de la casa comercial Alcon MR (66.39%), en 17 ojos se utilizó un lente MA60MA de la casa comercial Alcon MR (13.93%) y en 24 ojos se utilizó un lente MA60AC de la casa comercial Alcon MR (19.67%)

Con los datos obtenidos del expediente clínico y la biometría ocular, se realizó nuevamente el cálculo con las fórmulas a evaluar (SRK-T y SRKII), y se obtuvo un lente emétrope refractivo (LIO colocado + refracción posquirúrgica en EE) así como la diferencia entre el LIO emétrope sugerido por cada fórmula y la diferencia entre estos y el LIO emétrope refractivo.

Para el análisis estadístico se dividió a los pacientes en 3 grupos de acuerdo a la longitud axial: grupo 1 longitud axial mayor o igual a 25 mm y menor a 27.5 mm; grupo 2: longitud axial mayor o igual a 27.5 mm y menor a 30 mm; grupo 3: longitud axial igual o mayor a 30 mm.

Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Grupo 1

LA (mm)	LIO EME SRKT (dioptrías)	LIO EME SRKII (dioptrías)	LIO colocado (dioptrías)	RESIDUAL FINAL (equivalente esférico, dioptrías)	LIO EME RFX (dioptrías)	DIFEMERFXSRKT (dioptrías)	DIFEMERFXSRK II (dioptrías)
25.01	17	17.13	18.5	-1.3	19.8	2.8	2.67
25.01	17.73	17.73	18	1.125	16.875	-0.855	-0.855
25.02	20.78	20.27	21.5	-3.375	24.875	4.095	4.605
25.04	16.72	16.9	17	-0.375	17.375	0.655	0.475
25.05	18.08	18.01	18.5	-1.25	19.75	1.67	1.74
25.08	17.37	17.43	18	0.25	17.75	0.38	0.32
25.1	16.84	17	18	-0.625	18.625	1.785	1.625
25.1	17.65	17.65	18.5	-0.375	18.875	1.225	1.225
25.13	16.14	16.45	16.5	-0.5	17	0.86	0.55
25.16	19.1	18.85	19.5	-0.375	19.875	0.775	1.025
25.16	14.63	15.25	15.5	-1.75	17.25	2.62	2
25.17	16.87	17.02	18	-2.5	20.5	3.63	3.48
25.2	14.22	14.93	15.5	-1.25	16.75	2.53	1.82
25.2	9.96	11.1	10.5	-2.75	13.25	3.29	2.15
25.21	14.55	15.18	15.5	-0.75	16.25	1.7	1.07
25.22	15.59	16	17	-5	22	6.41	6
25.23	18.56	18.4	19	-0.25	19.25	0.69	0.85
25.29	13.21	14.15	14.5	1.25	13.25	0.04	-0.9
25.3	14.48	15.13	18	-1.75	19.75	5.27	4.62
25.3	18.94	18.73	18.5	-0.125	18.625	-0.315	-0.105
25.31	17.57	17.58	19	-0.75	19.75	2.18	2.17
25.38	13.75	14.55	15.5	-1.5	17	3.25	2.45
25.4	13.88	14.65	14.5	-1.5	16	2.12	1.35
25.41	17.28	17.33	18	-0.125	18.125	0.845	0.795
25.42	18.14	18.03	18.5	0.25	18.25	0.11	0.22
25.42	14.4	15.05	15.5	0.25	15.25	0.85	0.2
25.43	13.75	14.55	15.5	-1.25	16.75	3	2.2
25.46	16.57	16.75	17.5	-2	19.5	2.93	2.75
25.46	11.1	12.4	12	-2.5	14.5	3.4	2.1

CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR EN OJOS CON LONGITUD AXIAL MAYOR A 25.00 MM

25.5	12.66	13.71	13.5	-0.875	14.375	1.715	0.665
25.51	14.42	15.05	16.5	-0.75	17.25	2.83	2.2
25.62	15.24	15.68	15.5	0.375	15.125	-0.115	-0.555
25.66	12.26	13.39	13.5	-1.125	14.625	2.365	1.235
25.72	11.11	12.37	12	-1.375	13.375	2.265	1.005
25.75	16.57	16.7	17	-0.125	17.125	0.555	0.425
25.77	10.81	12.3	12	-1.5	13.5	2.69	1.2
25.78	14.53	14.98	16	1.25	14.75	0.22	-0.23
25.78	10.27	11.9	12	-2.125	14.125	3.855	2.225
25.81	13.37	14.07	14	1	13	-0.37	-1.07
25.83	12.23	13.33	12	-1.25	13.25	1.02	-0.08
25.84	14.9	15.35	15	-1	16	1.1	0.65
25.85	12.8	13.62	10	-1.25	11.25	-1.55	-2.37
25.94	12.83	13.75	13	-0.75	13.75	0.92	0
25.96	15.99	16.17	16	-1.625	17.625	1.635	1.455
25.96	11.09	12.47	14	-3.125	17.125	6.035	4.655
25.96	10.93	12.35	11.5	-0.5	12	1.07	-0.35
25.98	10.56	12.07	11	-1.75	12.75	2.19	0.68
26	15.29	15.63	16.5	-0.5	17	1.71	1.37
26.01	8.91	10.87	11.5	-1.625	13.125	4.215	2.255
26.02	13.19	14	14	1.625	12.375	-0.815	-1.625
26.17	13.42	14	13	-0.5	13.5	0.08	-0.5
26.17	15.8	15.97	17	-0.5	17.5	1.7	1.53
26.18	10.25	11.8	12	-1	13	2.75	1.2
26.18	13.39	13.98	14	-0.375	14.375	0.985	0.395
26.23	12.45	13.38	13.5	0.25	13.25	0.8	-0.13
26.23	13.47	14.15	14	-0.25	14.25	0.78	0.1
26.24	11.4	12.61	13	1.125	11.875	0.475	-0.735
26.25	15.45	15.68	16	-1.875	17.875	2.425	2.195
26.25	15.04	15.35	16	-0.375	16.375	1.335	1.025
26.27	14.89	15.11	15.5	-0.25	15.75	0.86	0.64
26.31	7.49	9.6	10	-3	13	5.51	3.4
26.33	12.15	13.12	11	-8.375	19.375	7.225	6.255
26.35	11.99	12.85	13	-1.25	14.25	2.26	1.4
26.47	14.05	14.38	15.5	-1.375	16.875	2.825	2.495
26.61	9.77	11.12	11.5	-1	12.5	2.73	1.38

CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR EN OJOS CON LONGITUD AXIAL MAYOR A 25.00 MM

26.65	13.86	14.28	15	0.6	14.4	0.54	0.12
26.65	11.6	12.59	17	-1.75	18.75	7.15	6.16
26.67	13.37	13.76	16	-0.625	16.625	3.255	2.865
26.71	7.96	10.02	9	0.5	8.5	0.54	-1.52
26.9	10.93	11.99	12	-0.25	12.25	1.32	0.26
26.93	10.8	11.89	12	-0.875	12.875	2.075	0.985
27.06	11.71	12.48	13.5	-1.375	14.875	3.165	2.395
27.13	10.34	11.45	12.5	-1.5	14	3.66	2.55
27.15	7.7	9.63	9	0.375	8.625	0.925	-1.005
27.19	1.32	6.12	6	-1.5	7.5	6.18	1.38
27.19	12.18	12.76	11	1.25	9.75	-2.43	-3.01
27.42	9.22	10.5	11	-0.5	11.5	2.28	1
27.42	9.23	10.5	11	-0.5	11.5	2.27	1
27.44	11.95	11.51	14	0.25	13.75	1.8	2.24
27.47	10.13	10.92	11	-1.375	12.375	2.245	1.455

Grupo 2

LA (mm)	LIO EME SRKT (dioptrías)	LIO EME SRKII (dioptrías)	LIO colocado (dioptrías)	RESIDUAL FINAL (equivalente esférico, dioptrías)	LIO EME RFX (dioptrías)	DIFEMERFXSRKT (dioptrías)	DIFEMERFXSRKII (dioptrías)
27.52	9.95	8.8	11.5	0.25	11.25	1.3	2.45
27.59	7	8.62	9	-1.25	10.25	3.25	1.63
27.6	6.01	8.03	8	-2.25	10.25	4.24	2.22
27.69	9.48	10.31	10.5	0	10.5	1.02	0.19
27.81	9.97	10.78	11.5	-1.5	13	3.03	2.22
27.86	3.38	6.47	6	0.5	5.5	2.12	-0.97
27.88	4.43	6.84	7	-1.25	8.25	3.82	1.41
27.92	9.18	10.28	11	-1.25	12.25	3.07	1.97
28.02	4.62	6.86	6	-2.21	8.21	3.59	1.35
28.16	7.67	8.94	9	-1.25	10.25	2.58	1.31
28.33	6.42	7.78	9	-1.875	10.875	4.455	3.095
28.51	6.05	7.36	9	-0.375	9.375	3.325	2.015
28.59	7.15	8.25	9.5	-1.5	11	3.85	2.75
28.64	2.15	4.9	8	-4.375	12.375	10.225	7.475
28.75	-0.52	3.52	3	-2.75	5.75	6.27	2.23

CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR EN OJOS CON LONGITUD AXIAL MAYOR A 25.00 MM

28.92	9.26	9.22	10.5	-0.5	11	1.74	1.78
28.94	5.58	6.68	8	-3.375	11.375	5.795	4.695
29.11	5.42	6.42	7	0.125	6.875	1.455	0.455
29.36	2.98	4.67	7	-2.25	9.25	6.27	4.58
29.41	-0.85	3.17	2	-0.75	2.75	3.6	-0.42
29.69	-2.28	2.24	1	-0.75	1.75	4.03	-0.49
29.96	2.09	3.99	5	-1	6	3.91	2.01

Grupo 3

LA (mm)	LIO EME SRKT (dioptrías)	LIO EME SRKII (dioptrías)	LIO colocado (dioptrías)	RESIDUAL FINAL (equivalente esférico, dioptrías)	LIO EME RFX (dioptrías)	DIFEMERFXSRKT (dioptrías)	DIFEMERFXSRKII (dioptrías)
30.03	2.52	3.98	6	-4.125	10.125	7.605	6.145
30.34	6.91	6.21	10	-3.625	13.625	6.715	7.415
30.49	3.64	4.13	6	-1.5	7.5	3.86	3.37
30.5	2.94	3.7	6	-1.5	7.5	4.56	3.8
30.58	3.56	3.72	5	-0.75	5.75	2.19	2.03
30.74	2.8	3.06	5	-0.5	5.5	2.7	2.44
31.5	-1.54	0.19	-1	-3.375	2.375	3.915	2.185
31.59	-0.05	0.84	4	-2.625	6.625	6.675	5.785
31.6	0.53	1.15	2	-0.125	2.125	1.595	0.975
31.76	-1.56	-0.18	3	-3.5	6.5	8.06	6.68
31.84	3.47	2.16	8	-5.125	13.125	9.655	10.965
31.97	-2.43	-0.9	1	-1.75	2.75	5.18	3.65
32	-1.8	-0.63	3	-0.375	3.375	5.175	4.005
32.77	-4.06	-2.84	0	-1.5	1.5	5.56	4.34
33.13	-1.36	-2	1	-3.875	4.875	6.235	6.875
33.28	-5.28	-4.17	-1	-2	1	6.28	5.17
33.4	-4.51	-4.02	0	-2.375	2.375	6.885	6.395
35.04	-7.81	-8.19	-3	-1.25	-1.75	6.06	6.44
35.15	-4.98	-7.05	-4	-2.125	-1.875	3.105	5.175

Posteriormente se obtuvo el promedio, desviación estándar de cada grupo así como límite inferior y superior en 2 DS de cada muestra. Para comparar la variabilidad entre los grupos, se determinó el coeficiente de variación y se realizó una T de student para establecer si las diferencias entre los grupos tenían un valor estadísticamente significativo ($p < 0.05$)

Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Grupo 1	SRK-T	SRKII
MEDIA	1.9899375	1.2483125
DE	1.861869976	1.735638711
CV	0.935642439	1.390387993
Limite (95%)	-1.74 a 5.7	-2.22 a 4.7
P	0.010040766	

Se observa que en el grupo 1 existe un menor coeficiente de variación para la fórmula SRK-T entre los valores para el lente emétrepe sugerido y el lente emétrepe refractivo, aunque la fórmula SRKII el promedio de diferencia entre ambos lentes es menor, pero con un coeficiente de variación mayor. (Figura 1)

Grupo 2	SRK-T	SRKII
MEDIA	3.770227273	1.997954545
DE	1.998901106	1.833804205
CV	0.530180533	0.917840803
Limite (95%)	-0.21 a 7.75	-1.67 a 5.65
P	0.004615854	

Se observa que en el grupo 2 también existe un menor coeficiente de variación para la fórmula SRK-T entre los valores para el lente emétrepe sugerido y el lente emétrepe refractivo, pero de igual forma el promedio de diferencia entre ambos lentes es menor, pero con un coeficiente de variación mayor. (Figura 1)

Grupo 3	SRK-T	SRKII
MEDIA	5.315	4.857
DE	2.016726927	2.270278287
CV	0.379440626	0.467423983
Limite (95%)	1 a 9	0.357 a 9.357
P	0.514926317	

En el grupo 3 ambas fórmulas presentan un coeficiente de variación similar, con una p no significativa.
Figura 1

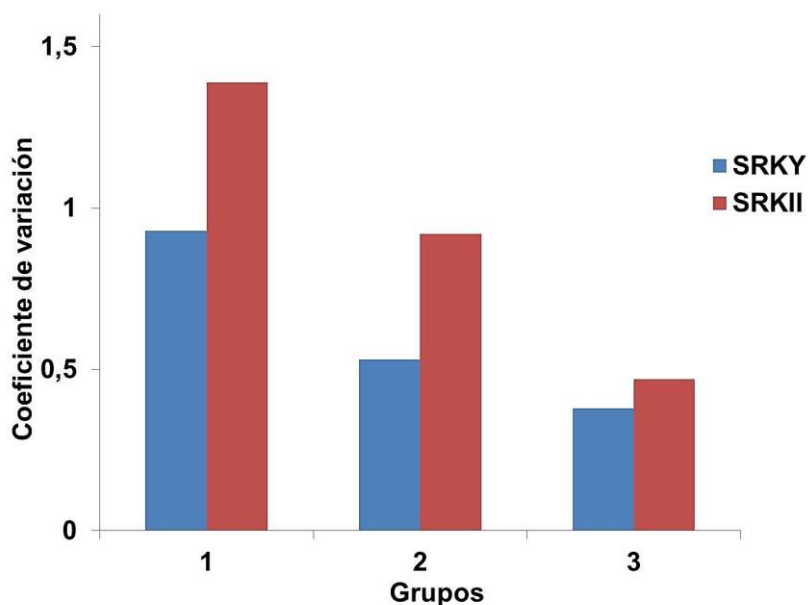


Figura 1. Coeficiente de variación entre los grupos SRKY y SRKII

En ambas fórmulas se observa una tendencia a la hipo corrección del defecto refractivo mientras la longitud axial aumenta

Al aplicar de forma generalizada este análisis se observa que la formula SRKT se acerca más al valor del LIO emétrope refractivo con un coeficiente de variación menor y con un valor de p significativa ($p < 0.0001$). Figura 2

	SRK-T	SRKII
MEDIA	2.86	1.97
DE	2.3	2.27
CV	0.8	1.14
Límite (95%)	-1.4 A 7.46	-3.43 A 7.37

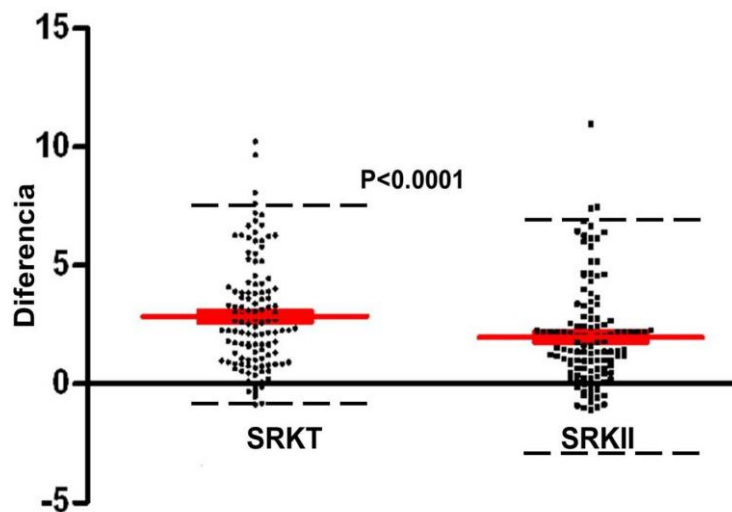


Figura 2. Dispersión de los datos utilizando SRK-T y SRKII

A pesar de que el valor promedio de las diferencias encontradas para cada fórmula es muy cercano, la dispersión de los datos y el cálculo del límite superior e inferior nos indican que, utilizando la fórmula SRK-T, nos acercamos más al valor deseado. Esto es apoyado por el valor de coeficiente de variación, el cuál es menor usando la fórmula SRK-T. Figura 3

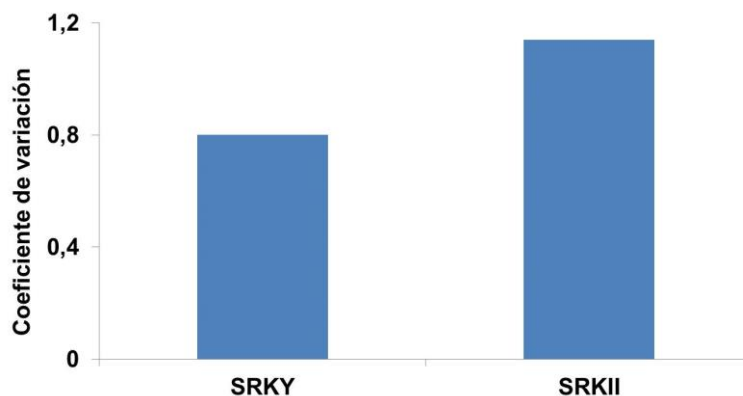


Figura 3. Coeficiente de variación obtenido del grupo total de pacientes utilizando SRKT y SRKII

Al analizar de forma separada a los pacientes en quienes se utilizó una fórmula específica para la elección del cálculo de lente obtuvimos los siguientes resultados. Un total de 17 pacientes con SRKII y 105 pacientes con SRK-T.

Se observó que en los casos en que se utilizó SRKII se obtuvo un residual posquirúrgico promedio de -1.5 dioptrías en equivalente esférico, cuando se optó por aumentar un promedio de 1.59 dioptrías sobre el LIO para la emetropía sugerido, y se encontró una diferencia promedio de 0.12 dioptrías entre el LIO emétrope sugerido por la fórmula vs el LIO refractivo en estos pacientes, con una longitud axial promedio de 28.59 dioptrías. La diferencia entre el residual esperado para estos pacientes y el residual final promedio de acuerdo al LIO colocado fue de 0.12 dioptrías.

En el caso de los pacientes en quienes se utilizó SRK-T se observó un residual de -1.16 dioptrías en equivalente esférico, cuando se optó por aumentar un promedio de 1.4 dioptrías sobre el LIO para la emetropía sugerido, y se encontró una diferencia promedio de 1.86 dioptrías entre el LIO emétrope sugerido por la fórmula vs el LIO refractivo de estos pacientes, con una longitud axial promedio de 27.04 mm. La diferencia entre el residual esperado para estos pacientes y el residual final promedio de acuerdo al LIO colocado fue de 0.25 dioptrías

Consideraciones éticas y legales:

Este estudio se considera sin riesgo para los pacientes ya que no afecta el manejo ni la historia natural de la enfermedad.

Previo conocimiento de la Declaración de Helsinki y el reglamento general de salud en materia de investigación médica:

1. Se dió protección de la base de datos personales y al expediente clínico de los pacientes incluidos en el estudio.

Conclusiones:

Al aplicar ambas fórmulas a todos los pacientes en el estudio el análisis estadístico nos indica un menor coeficiente de variación para la fórmula SRK-T, pero un valor promedio mayor de diferencia entre el LIO emétrepe sugerido y el refractivo. La fórmula SRKII tiene un valor promedio más cercano entre ambos lentes, pero un coeficiente de variación mayor. Al realizar el análisis en los grupos de acuerdo a la fórmula aplicada en el momento de la selección del LIO observamos que para la fórmula SRKII el promedio de diferencia entre ambos lentes es menor, sin embargo la muestra de pacientes es mucho menor, por lo que no son comparables.

Finalmente pudimos observar que a pesar de los criterios de selección para los pacientes, que tenían como finalidad eliminar la mayoría de factores externos que pudieran modificar el resultado refractivo, existen variaciones intrínsecas al propio paciente y la cirugía (punto de sutura, herida corneal –localización, tamaño, etc.-) que no podemos dejar de lado y tienen un alto potencial de causar errores. Por lo que dichos valores deben ser tomados en consideración para un mejor resultado refractivo.

Nosotros sugerimos que en ojos de longitud mayor o igual a 25 mm y menor de 27.5 mm pueden utilizarse ambas fórmulas y seleccionar el lente sugerido por las mismas para la emetropía. En pacientes con longitud axial mayor o igual a 27.5 mm y menor a 30 mm sugerimos utilizar SRK-T más 3.00 dioptrías; en pacientes con longitud axial mayor o igual a 30 mm ambas fórmulas muestran ser igualmente deficientes para el cálculo del lente emétrepe.

Deseamos que este estudio funcione como parte aguas para otros estudios que valoren los resultados refractivos en pacientes con longitudes axiales “extremas” con la finalidad de acercarnos al objetivo de la cirugía de catarata actual, una cirugía faco-refractiva con resultados cercanos a la emetropía. Y sobre todo, que cause interés en las grandes compañías y en la comunidad oftalmológica en general para desarrollar fórmulas específicas para estos pacientes quienes también merecen un resultado posquirúrgico “satisfactorio”

Bibliografía:

1. Tamayo y T, M.: El proceso de la investigación científica. Limusa. México D.F. 1988. pp 231
2. Cañedo, D,L; García, R,H; Méndez, R,I.: Principios de investigación médica.D.I.F. México D.F. 1980. pp435.
3. Cañedo, D, L.: Investigación clínica. Interamericana. México D.F. 1987. pp 276.
4. García R. J.: Introducción a la metodología de la investigación médica interdisciplinaria. P.U.I.S. U.N.A.M. 1988. pp 107.
5. Hernández, S,C; Fernandez,C,C; Baptista,L,P.: Metodología de la investigación. Segunda Edición. Mc Graw Hill México D.F. 1988. pp 501.
6. Garg Ashok; Lin JT: Mastering the techniques of IOL power calculations, 2nd edition, Jaypee Brothers, Nueva Delhi, 2008
7. Fam, HB; Lim , KL: Improving refractive outcomes at extreme axial lengths with the IOL master: the optical axial length and kerstometric transformation, Br J Ophthalmology 2009; 93:678-683
8. Zuberbuhler, B; Seyedian M; Tuft S: Phacoemulsification in eyes with extreme axial myopía, J Catarat Refract Surge vol 35, feb 2009: 335-340
9. Zaldivar R; Shultz M; Davidorf, J; Holladay, J: Intraocular lens power calculations in patients with extreme myopia, J Catarat Refract Surge vol 26, may 2000: 668-674
10. Terzi, E; Wang, L; Kohnen, T: Accuracy of modern intraocular lens power calculation in refractive lens Exchange for high myopia and high hyperopia, J Catarat Refract Surge vol 35, jul 2009: 1181-1189
11. Petermeier, K; Gekeler, F; Messias ,A; Spitzer, M; Haigis, W; Szurman, P: Intraocular lens power calculation and optimized constants for highly myopic eyes, J Catarat Refract Surge vol 35, set 2009: 1575-1581
12. Aristodemou, P; Knox , N; Sparrow, J; Johnston, R: Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry, J Catarat Refract Surge vol 37, Jan 2011: 63-71