



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DE OFTALMOLOGÍA

**“ESTIMACIÓN DEL PODER DE LENTE
INTRAOCULAR UTILIZANDO RETINOSCOPIA
TRANSOPERATORIA EN CATARATA PEDIÁTRICA”**

TESIS DE POSGRADO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

OFTALMOLOGÍA

PRESENTA:
DR. GUSTAVO AGUIRRE SUAREZ

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JOSÉ FERNANDO PÉREZ PÉREZ

Santiago de Querétaro, Qro. 2022



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.



**“Estimación del poder de lente intraocular utilizando
retinoscopía transoperatoria en catarata pediátrica”**

Director de tesis:
DR. JOSÉ FERNANDO PÉREZ PÉREZ

Dr. Jaime Macías Martínez
Jefe de la División de Enseñanza Médica
Instituto Mexicano de Oftalmología I.A.P.

Agradecimientos:

A mi esposa María Isabel, por acompañarme y apoyarme todo este tiempo.

A mi familia en Bolivia, que sin ellos esto nunca habría sido posible.

A mis maestros y compañeros de residencia, por transmitirme sus conocimientos y su calidez humana.

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

TESISTA

Dr. Gustavo Aguirre Suarez

Médico Residente de tercer año de la especialidad de Oftalmología

Instituto Mexicano de Oftalmología I.A.P

Teléfono: 55 8104 9492

Correo electrónico: gustavo.aguirre@imoiap.edu.mx

DIRECTOR DE TESIS

Dr. José Fernando Pérez Pérez

Jefe de Servicio de Oftalmología Pediátrica y Estrabismo

Instituto Mexicano de Oftalmología I.A.P

Teléfono: 55 3333 4667

Correo electrónico: fernando.perez@imoiap.edu.mx

TÍTULO

“Estimación del poder de lente intraocular utilizando retinoscopia transoperatoria en catarata pediátrica”

SERVICIO

Oftalmología Pediátrica y Estrabismo del Instituto Mexicano de Oftalmología I.A.P

ÍNDICE

1) <u>RESUMEN ESTRUCTURADO.....</u>	<u>6</u>
2) <u>ANTECEDENTES.....</u>	<u>7</u>
3) <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</u>	<u>11</u>
4) <u>HIPÓTESIS.....</u>	<u>11</u>
5) <u>OBJETIVO GENERAL.....</u>	<u>11</u>
6) <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</u>	<u>11</u>
7) <u>JUSTIFICACIÓN.....</u>	<u>12</u>
8) <u>METODOLOGÍA.....</u>	<u>12</u>
a. <u>Diseño del estudio.....</u>	<u>12</u>
b. <u>Población y muestra.....</u>	<u>13</u>
c. <u>Criterios de selección.....</u>	<u>13</u>
d. <u>Variables.....</u>	<u>13</u>
e. <u>Análisis estadístico.....</u>	<u>14</u>
9) <u>RESULTADOS.....</u>	<u>14</u>
10) <u>DISCUSIÓN.....</u>	<u>18</u>
11) <u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>21</u>
12) <u>CONSIDERACIONES ÉTICAS.....</u>	<u>21</u>
13) <u>ANEXOS.....</u>	<u>22</u>
14) <u>REFERENCIAS.....</u>	<u>23</u>

1) RESUMEN ESTRUCTURADO

Título: “Estimación del poder de lente intraocular utilizando retinoscopia transoperatoria en catarata pediátrica”

Objetivo

Estimar el poder de lente intraocular utilizando retinoscopia transoperatoria en pacientes con catarata como alternativa al cálculo de lente intraocular convencional en pacientes pediátricos sin la necesidad de medidas la longitud axial o queratometrías.

Métodos

Estudio longitudinal, descriptivo, observacional, prospectivo, en el cual se realizó la retinoscopia afáquica transoperatoria en pacientes de edad pediátrica con un retinoscopio Welch Allyn con la posición del espejo plano a un tercio de metro neutralizando primero el eje horizontal y luego el vertical con regletas graduadas para retinoscopia positivas (convexas) para determinar la refracción y el poder esférico para estimar el poder del lente intraocular con la fórmula de Ianchulev ($R \times 2.01449$).

Resultados

Se analizaron 26 ojos de 20 pacientes en un promedio de edad de 9.6 años (rango de 5 meses a 17 años), sometidos a cirugía de catarata. El poder promedio de LIO calculado con nuestro método fue de $+21.85 \pm 5.54$ D (+10.00 a +36.00 D) y en relación al cálculo con la técnica convencional se obtuvo $+25.75 \pm 9.08$ (+9.00 a +49.00 D). Tuvimos una diferencia promedio de 3.9 D con una correlación de Pearson buena de 0.848 ($p=0.001$).

Conclusiones

La retinoscopia transoperatoria para el cálculo de LIO tiene una buena correlación con el calculo convencional y dio mejores resultados refractivos en pacientes de mayor edad, siendo un método reproducible y fácil de realizar, aunque se requieren más estudios y con más pacientes para confirmar su utilidad y determinar si existen desventajas.

Palabras clave: catarata congénita, catarata pediátrica, retinoscopia transoperatoria, cálculo de lente intraocular.

2) ANTECEDENTES

La catarata es una enfermedad ocular común caracterizada por la opacificación del cristalino. Según la etiología, las cataratas se pueden dividir en varias categorías: congénitas, relacionadas con la edad, metabólicas, inducidas por fármacos, tóxicas y traumáticas ¹. La catarata congénita es causada principalmente por factores genéticos o ambientales, como mutación genética o infección ². En todo el mundo, cada año nacen entre 20,000 y 40,000 niños con cataratas congénitas ³. Por lo tanto, la cirugía apropiada, efectiva y oportuna en niños con cataratas congénitas es altamente deseable, ya que puede reducir la tasa de ceguera y mejorar la visión en poblaciones jóvenes. El momento de la cirugía es crítico para los niños con cataratas congénitas. De acuerdo con la mayoría de los estudios publicados, se debe realizar una intervención quirúrgica temprana para evitar la ambliopía durante el período sensible y crítico del desarrollo de la visión ².

La catarata congénita es la causa más común de ceguera infantil tratable, ya que representa del 5% al 20% de la ceguera en niños de todo el mundo. En los países en vías de desarrollo, la prevalencia de ceguera por catarata es mayor, alrededor de 1 a 4 por cada 10,000 niños ⁴. En países desarrollados, la causa de las cataratas congénitas bilaterales es, en la mayoría de los casos, idiopática.

Las enfermedades metabólicas y las infecciones intrauterinas se encontraron en el 7% y el 4,7% de los casos, respectivamente ⁵. La rubeola es considerada la infección de mayor importancia. La catarata de la rubéola es generalmente bilateral, pero puede ser unilateral ⁴. La catarata congénita unilateral generalmente no está asociada con una enfermedad sistémica y rara vez se hereda, en la mayoría de los casos, la causa es idiopática. Algunos casos se asocian con lenticono, lentiglobo y vasculatura fetal persistente (PFV) ⁴.

En México, en una recopilación de datos provenientes de diferentes hospitales oftalmológicos de la Ciudad de México y del Instituto Nacional de Pediatría se observó que en los últimos 10 años se realizaron 260 diagnósticos de catarata congénita antes de los dos años de edad, de los cuales solo el 18.46% han sido sometidos a cirugía ⁶. En el Hospital General de México se reporta que la catarata

congénita de tipo bilateral es más frecuente (65%) que la de tipo unilateral (35%), donde el estrabismo se presenta como la secuela más frecuente después de la cirugía (25%)⁷.

La historia de la implantación de la lente intraocular (LIO) se remonta a 1949, cuando un intento inicial de reemplazar una lente enferma por una artificial dio lugar a un resultado inesperado con un error de -24.00 dioptrías⁸. Desde entonces, la tecnología para la cirugía de cataratas ha experimentado un desarrollo impresionante a través de la innovación constante de la técnica e instrumentación quirúrgica, el material y el diseño de la lente, y una metodología cada vez mejorada para calcular y predecir la potencia de la LIO necesaria para lograr el resultado refractivo postoperatorio deseado⁹.

En 1967, Fedorov y colaboradores publicaron una fórmula para predecir el poder de las LIO que incorporan dos parámetros preoperatorios principales del sistema ocular: la longitud axial (AXL) del ojo y la medición de la queratometría de la córnea (K)¹⁰. Colenbrander publicó la primera fórmula escrita en inglés en 1973, que fue modificada por Hoffer en 1974¹¹. Se han introducido personificaciones posteriores de este modelo teórico para una mejor precisión. Todos utilizan medidas de queratometría y AXL preoperatorias para estimar la potencia de la LIO⁹. Hoy en día, es perfectamente seguro y aceptable realizar una implantación primaria en un niño de tan solo un año, incluso si se operan ambos ojos.

En niños menores de un año, la implantación de LIO es controvertida. En casos unilaterales operados cuando el niño solo tiene unas pocas semanas de edad, la implantación primaria es una opción. En este grupo de edad, la ambliopía (capacidad de visión reducida que no se puede corregir con el uso de lentes y en la que no se aprecia lesión ocular orgánica que la justifique) por privación es el problema más importante. Apuntar a la emetropía (situación en la que los rayos paralelos que proceden de un objeto situado en el infinito se proyectan sobre la fovea estando el ojo en reposo) en la cirugía es, por lo tanto, más apropiado en casos unilaterales. La refracción cambiará considerablemente durante los años subsiguientes, y el ojo se volverá altamente miope, pero uno espera, no muy ambliope. La cirugía refractiva

de la córnea, el recambio de LIO y los lentes de contacto son opciones para la corrección futura de la miopía. El cálculo de la potencia de la lente intraocular es satisfactorio en el ojo joven, a excepción de los niños menores de 36 meses o aquellos con una longitud axial inferior a 20 mm. Sin embargo, la capacidad de predecir el cambio miope futuro en un niño es difícil, especialmente si es joven ⁴. Bothun y colaboradores apoyan la seguridad relativa del uso de LIO en infantes entre 7 y 24 meses de edad ¹².

La mayoría de los biómetros traen incorporados en su software las fórmulas de cálculo más empleadas, como pueden ser la Hoffer Q, la SRK/T, la Holladay I o la Haigis. La fórmula Holladay II hasta la fecha no ha sido publicada y la forma de acceder a ella es adquiriendo el software Holladay IOL Consultant. La elección de la fórmula para cada paciente se suele hacer en función de la longitud axial que presente el ojo ¹³.

Las fórmulas de regresión se derivaron de un análisis retrospectivo de los datos de una gran cohorte de pacientes adultos sometidos a cirugía. Estas fórmulas de regresión se modificaron aún más para corregir los errores de cálculo debido a la longitud axial que cae fuera del rango normal. Se informó que las fórmulas de Hoffer Q y Holladay II son más precisas para los ojos adultos más cortos. La precisión de diferentes fórmulas de cálculo de LIO en niños se ha estudiado previamente. Neely y colaboradores ¹⁴ usaron SRK II, SRK T, Hoffer Q y Holladay I para recalcular la potencia de la LIO en 101 pacientes que se habían sometido a una cirugía a la edad media de 4,8 años y encontraron que el error de predicción promedio fue de $0,3 \pm 1,5$ D. No hubo diferencias significativas en la predictibilidad de la potencia de la lente entre estas cuatro fórmulas y la fórmula teórica más nueva no superó a las fórmulas de regresión más antiguas. En el estudio de Al Shamrani y colaboradores ¹⁵ hubo una mayor variabilidad en los ojos más cortos (menos de 19 mm) y en los niños menores de 2 años. La menor variable fue la SRK II y la mayor fue Hoffer Q.

La cirugía pediátrica de cataratas está evolucionando con los avances en las técnicas microquirúrgicas. Actualmente, hay una tendencia creciente hacia la implantación de LIO en niños con evidencia creciente de mejores resultados visuales en los lactantes

tratados con la implantación de LIO. La edad mínima aceptada para la implantación de la LIO varía entre de 1 a 2 años. Sin embargo, más cirujanos están implantando entre 6 meses y 1 año. La longitud axial debe medirse cuidadosamente para evitar errores en el cálculo de la potencia de la LIO. Tanto la ecografía como la biometría óptica se pueden usar para medir la longitud axial. La técnica de ultrasonido modo A por inmersión puede resultar en una medición más precisa que la ecografía de contacto ¹⁵.

En un estudio prospectivo, Ianchulev y colaboradores ⁹ estudiaron un grupo piloto de 22 ojos de 22 pacientes programados para cirugía de cataratas. Todos los pacientes tuvieron un estudio preoperatorio estándar con extracción de cataratas e implantación de LIO posteriores de acuerdo con las mediciones biométricas convencionales y los cálculos de LIO. Se usó retinoscopia autorefractiva intraoperatoria para obtener una autorefracción afáquica y para medir el equivalente esférico afáquico antes de la implantación de la lente. Se utilizó un análisis de regresión lineal para correlacionar el equivalente esférico afáquico con la potencia de LIO emetrópica ajustada final para derivar empíricamente una fórmula refractiva para el cálculo de LIO (método de biometría óptica refractiva). Se usó una segunda serie de validación de 16 ojos en una comparación entre la biometría óptica refractiva y las fórmulas de LIO convencionales, demostrándose que el método de biometría óptica refractiva es un mejor modelo predictivo para la estimación de LIO que las fórmulas convencionales. Por otro lado, Patwardhan y colaboradores ¹⁶ analizaron la aplicación de la retinoscopia intraoperatoria para el cálculo de la potencia del LIO en la extracción de cataratas combinadas con la extracción de aceite de silicón en el que incluyó 12 pacientes para la extracción de cataratas por facoemulsificación y la eliminación del aceite de silicón vía pars plana. La potencia de la LIO se calculó utilizando la fórmula de Ianchulev ⁹ dando resultados refractivos satisfactorios. Finalmente, Costas Sarinas¹⁷ se dio cuenta de que la retinoscopia intraoperatoria tenía un papel que desempeñar en el cálculo del poder de la LIO, por lo cual describió su técnica en 2005 realizando una retinoscopia afáquica y la segunda pseudofáquica para conocer el error refractivo en el mismo tiempo quirúrgico basándose en algunos estudios previos ^{18,19}.

3) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe una falta de acuerdo sobre qué fórmula de cálculo de LIO es más precisa en casos pediátricos.²⁰ El consenso es dejar a los pacientes más hipermétropes que los jóvenes, pero aún no se han establecido pautas estandarizadas²¹⁻²⁴. En el Instituto Mexicano de Oftalmología se realiza el cálculo de lente intraocular en pacientes pediátricos mediante biometría de inmersión. Además del cálculo estimado de queratometrías y longitud axial, según lo publicado por Prado y colaboradores²⁵ de acuerdo con la edad de los pacientes. También se demuestra la refracción deseada indicada para minimizar el cambio de miopía tardío y la potencia ideal de LIO para obtener la refracción deseada (anexo 1).

4) HIPÓTESIS

La retinoscopia afáquica transoperatoria es una técnica equiparable con las técnicas convencionales, para el cálculo de lente intraocular en pacientes con catarata pediátrica.

5) OBJETIVO GENERAL

Estimar el poder de lente intraocular utilizando retinoscopia transoperatoria en pacientes pediátricos con catarata pediátrica como alternativa al cálculo de lente intraocular convencional sin la necesidad de medidas la longitud axial o queratometrías.

6) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Correlacionar el cálculo de LIO por retinoscopia afáquica transoperatoria con los cálculos por biometría ultrasónica de inmersión y/o de contacto en pacientes con catarata pediátrica utilizando la fórmula de Ianchulev ($R \times 2.01449$)
- b) Determinar el poder del lente intraocular preoperatorio mediante biometría ultrasónica de inmersión y/o de contacto usadas en el IMO.
- c) Realizar retinoscopia transoperatoria en pacientes afáquicos durante la cirugía de catarata congénita por un experto cirujano.

- d) Determinar mediante una nueva retinoscopía a los tres meses del postoperatorio el poder esférico residual.

7) JUSTIFICACIÓN

Dada la precisión cada vez mayor de la nueva tecnología de cálculo de lente en adultos y los avances favorables en la técnica quirúrgica mínimamente invasiva, se postula que el poder esférico afáquico intraoperatorio obtenido mediante retinoscopía manual se correlacionará estrechamente con el poder de LIO emetrópico ajustado final. Si se mantiene una relación de este tipo, se eliminará la necesidad de medidas de queratometría y AXL tal como se usan en las fórmulas biométricas de hoy y abrirá el lugar a nuevas aplicaciones en el campo de la cirugía de cataratas.

No se han encontrado estudios publicados en los cuales se realice la retinoscopía transoperatoria para determinar el poder del LIO en cirugías de catarata pediátrica y su utilidad.

8) METODOLOGÍA

- a) Diseño del estudio: longitudinal, descriptivo, prospectivo.

A todos los pacientes se les realizó un estudio preoperatorio estándar con posterior extracción de cataratas e implantación de LIO de acuerdo con las mediciones por biometría ultrasónica de inmersión y/o de contacto según la edad, estado y cooperación del paciente. Todos los pacientes se sometieron a una cirugía de catarata por cornea clara estándar. La cirugía fue realizada en todos los casos por un mismo cirujano. Después de la remoción de la catarata con aspiración completa de la corteza y antes de la implantación de la LIO, se realizó la retinoscopía con un retinoscopio Welch Allyn con la posición del espejo plano a un tercio de metro neutralizando primero el eje horizontal y luego el vertical con regletas graduadas para retinoscopía positivas (convexas) para determinar la refracción y así calcular el poder esférico para calcular el poder del lente intraocular con la fórmula de Ianchulev ($R \times 2.01449$).

- b) Población y muestra: se incluyeron a todos los pacientes como población universal, operados de catarata en el servicio de oftalmología pediátrica y estrabismo (menores de 18 años) entre abril de 2019 y octubre de 2020.
- c) Criterios de selección del estudio:
 - a. Inclusión
 - i. Pacientes diagnosticados de catarata candidatos a cirugía.
 - ii. Pacientes con afaquia quirúrgica programados para implante secundario de LIO.
 - iii. Pacientes candidatos a cirugía facorretractiva por anisometropía
 - b. Exclusión
 - i. Cataratas que involucren lesión y/o alteración en la transparencia corneal.
 - ii. Pacientes con afaquia quirúrgica en los que no se implante LIO.
 - c. Eliminación
 - i. Complicaciones transoperatorias en las que no sea posible implantar un lente intraocular.
 - ii. Pacientes que no acudan a las consultas de control y seguimiento postoperatorio.
 - iii. Pacientes que ya no deseen ser participes del estudio.
- d) Variables
 - i. Edad
 - ii. Sexo
 - iii. Cálculo de lente intraocular con biometría ultrasónica.
 - iv. Poder esférico con retinoscopia transoperatoria
 - v. Longitud axial

vi. Poder de lente intraocular calculado por retinoscopía manual afáquica transoperatoria con la fórmula de Ianchulev.

vii. Estado refractivo esférico residual a los 3 meses de postoperatorio.

e) Análisis Estadístico

Se realizó estadística descriptiva por medio de moda, mediana y desviación estándar de todos los parámetros de las variables del estudio. Así también se determinó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov la distribución siendo anormal en la población en casi la totalidad de las variables por lo que se realizó estadística inferencial por medio de pruebas U de Mann-Whitney para dos grupos y Kruskal-Wallis para 3 o más grupos. Así como una correlación entre los grupos realizada con la prueba de Spearman, valorando una correlación fuerte arriba de 0.7

9) RESULTADOS

Se incluyeron 35 ojos de 26 pacientes (22 masculinos, 62.9% y 13 femeninos, 37.1%) con un promedio de edad de 9.5 años (rango entre 5 meses y 17 años).

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables analizadas

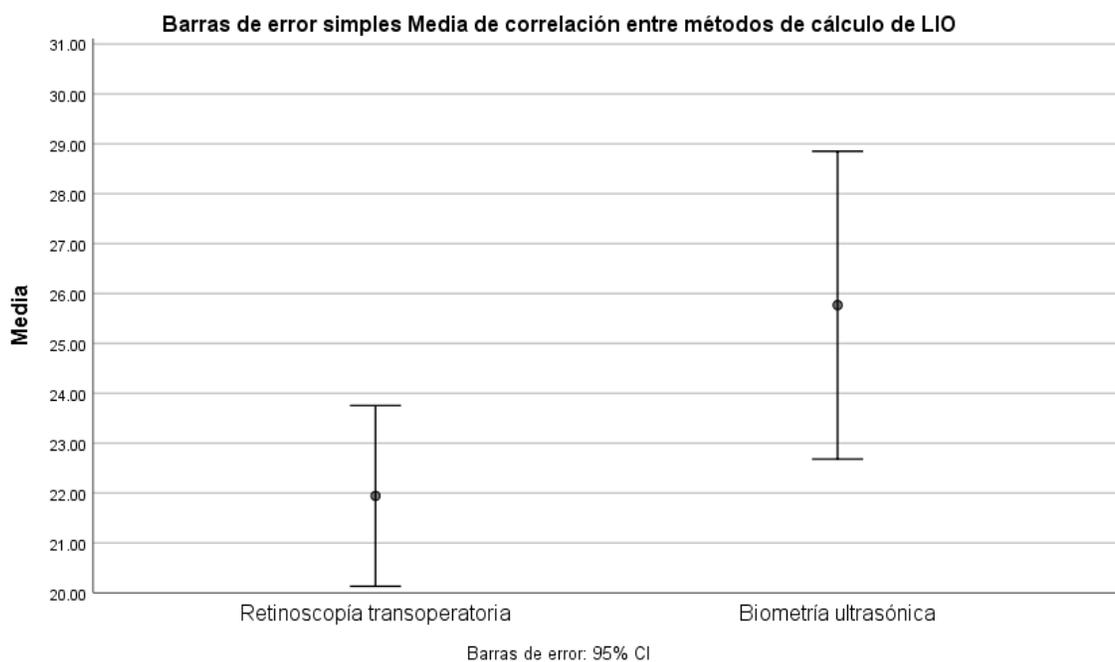
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Retinoscopía esférica transoperatoria	35	5.00	18.00	10.9286	2.57003
Edad en meses	35	5	215	114.57	70.716
Cálculo de LIO con método de Ianchulev	35	10.00	36.00	21.8571	5.14006
LIO implantado	35	10.00	30.00	22.5857	4.39667
LIO calculado por biometría USG	35	9.00	49.00	25.7647	8.84396
Longitud Axial	35	17.36	27.25	22.5480	2.21091
Refracción esférica residual	31	-1.50	6.50	1.5484	2.22057

Se obtuvieron 5 diferentes diagnósticos en la población estudiada (frecuencia, %), catarata congénita (16, 45.7%), catarata traumática (9, 25.7%), catarata secundaria (5, 14.3%), implante secundario de LIO (4, 11.4%), facorrefractiva (1, 2.9%).

El poder promedio de lente intraocular calculado por retinoscopia manual afáquica transoperatoria con la fórmula modificada de Ianchulev fue de $+21.86 \pm 5.14$ D (+10.00 a +36.00 D) y en relación con el cálculo de lente intraocular con biometría ultrasónica se obtuvo un promedio $+25.76 \pm 8.84$ D (+9.00 a +49.00 D).

Tuvimos una diferencia promedio de 3.9 D con una correlación de Spearman buena de 0.711 ($p < 0.0001$) significativa en el nivel de 0.01 bilateral.

Figura 1. Correlación entre el cálculo de LIO con método retinoscopia transoperatorio y el LIO calculado con biometría ultrasónica.



Pruebas comparativas para todas las variables entre categorías de diagnóstico

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre ningún grupo de diagnóstico, excepto la distribución de longitud axial entre catarata secundaria contra implante secundario y facorrefractiva con una p 0.029 y 0.020 respectivamente.

Pruebas comparativas para todas las variables entre categorías de edad (mayores y menores de 2 años)

Hubo diferencia estadísticamente significativa entre todos los grupos de edad excepto la refracción esférica residual con los resultados mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación de variables entre edad

	Edad								p
	< 2 años				> 2 años				
	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	
Retinoscopia esférica transoperatoria	14.63	2.50	18.00	12.00	10.45	2.19	16.00	5.00	0.003
Cálculo de LIO con método de Ianchulev	29.25	4.99	36.00	24.00	20.90	4.38	32.00	10.00	0.003
LIO implantado	27.75	3.30	30.00	23.00	21.92	4.10	30.00	10.00	0.014
LIO calculado por biometría USG	37.63	5.56	42.00	29.50	24.18	7.99	49.00	9.00	0.003
Longitud Axial	19.60	.98	21.04	18.92	22.93	2.03	27.25	17.36	0.005
Refracción esférica residual	4.25	3.30	6.50	-.50	1.15	1.77	6.00	-1.50	0.107

Se realizó la correlación con una RHO de Spearman para los grupos de menores y mayores a 2 años obteniendo una mejor correlación en el grupo de menos de 2 años con resultado de 0.80 con $p=0.20$ y en mayores de 2 años un resultado de 0.60 con $p=0.01$.

Pruebas comparativas para todas las variables entre categorías de sexo

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre ningún grupo de sexo excepto la distribución de longitud axial entre hombres y mujeres, siendo en mujeres la media de longitud axial 21.62 mm y en hombres 23.10 con una $p=0.48$.

Pruebas comparativas para todas las variables entre categorías de retinoscopia esférica transoperatoria (mayor y menor de +10.00 D)

Hubo diferencia estadísticamente significativa entre todos los grupos con una $p<0.005$. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de variables entre retinoscopia esférica transoperatoria.

	Retinoscopia transoperatoria			
	< +10.00 D		> +10.00 D	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Retinoscopia esférica transoperatoria	9.14	1.46	12.82	2.08
Cálculo de LIO con método de Ianchulev	18.28	2.93	25.65	4.17
LIO implantado	20.19	3.78	25.12	3.56
LIO calculado por biometría USG	20.76	4.34	30.76	9.45
Longitud Axial	23.90	1.20	21.11	2.15
Refracción esférica residual	0.33	0.63	2.69	2.57
Todas fueron estadísticamente significativas con $p < 0.005$				

Se realizó la correlación con una RHO de Spearman para los grupos de menos y más de +10.00 D de poder esférico con retinoscopia transoperatoria, obteniendo una mejor correlación para el grupo > +10.00 D con resultado de 0.68 comparado con el grupo <+10.00 D con resultado de 0.57, ambas con $p < 0.05$

Pruebas comparativas para todas las variables entre categorías de longitud axial (mayor y menor a 22 mm)

Hubo diferencia estadísticamente significativa entre todos los grupos con valor de $p < 0.0001$.

Tabla 4. Comparación de variables entre longitud axial

	Longitud Axial							
	< 22.0 mm				>22.0 mm			
	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Retinoscopía esférica transoperatoria	13.41	2.32	18.00	10.50	9.79	1.77	13.00	5.00
Cálculo de LIO con método de Ianchulev	26.82	4.64	36.00	21.00	19.58	3.54	26.00	10.00
LIO implantado	27.14	2.57	30.00	23.00	20.50	3.36	25.00	10.00
LIO calculado por biometría USG	35.73	8.09	49.00	28.00	21.00	3.77	26.50	9.00
Longitud Axial	19.83	1.49	21.61	17.36	23.79	1.06	27.25	22.19
Refracción esférica residual	3.59	2.38	6.50	-.50	.43	1.04	2.50	-1.50
Diferencia estadísticamente significativa en todas las variables $p < 0.0001$								

Se realizó la correlación con una RHO de Spearman para los grupos de menos y más de 22 mm de longitud axial, obteniendo una mejor correlación en los pacientes con de menor longitud axial con un resultado de 0.82 con $p < 0.002$ comparado con el grupo de más de 22 mm con un resultado de 0.32 y una $p < 0.145$.

10) DISCUSIÓN

El cálculo de la potencia de la LIO pediátrica es un desafío, y tanto la edad más joven como la menor longitud axial son factores que dificultan aún más la predicción de la refracción postoperatoria. Aunque la mayoría de las fórmulas modernas son bastante precisas para los ojos de adultos, en los ojos pediátricos todavía no existe un consenso sobre qué fórmula de LIO da los mejores resultados en términos de su precisión predictiva. Además, en los ojos de adultos la optimización de la constante de la lente para cada cirujano ayuda a lograr mejores resultados refractivos. Sin embargo, hay muy pocos estudios que analicen la precisión predictiva de las fórmulas modernas en ojos de niños menores de 2 años.

Como demostramos en este estudio, el método de cálculo de lente con retinoscopia transoperatoria tiene una buena correlación en pacientes menores de 2 años pero no obtuvimos una buena significancia ($p=0.20$) ya que en nuestra población sólo cuatro pacientes estaban en el grupo de menores de 2 años, siendo esta una de las debilidades de nuestra investigación.

La determinación del poder de lente intraocular es uno de los mayores retos para el cuidado a largo plazo en pacientes pediátricos sometidos a cirugía de catarata. Debido a que todas las fórmulas para el cálculo de LIO son derivadas de fórmulas en estudios en ojos adultos, todavía es incierto cual de estas dará la mejor predicción del error refractivo postoperatorio, especialmente con una longitud axial corta y queratometrías elevadas²⁶. El Infant Aphakia Trial (IATS) encontró grandes errores de predicción en su estudio prospectivo de implantación de LIO en bebés menores de 7 meses. Fueron 49 bebés los que recibieron LIO según la fórmula de Holladay 1. El objetivo del LIO era producir una refracción inicial de +8.00 en bebés de 4 a 6 semanas y +6.00 en bebés de 7 semanas y mayores. La medición de la refracción un mes después de la operación reveló que solo el 41% estaba dentro de 1D de la refracción objetivo. Los mayores errores de predicción se observaron con ojos menores o iguales a 18 mm de longitud axial²⁷.

Se realizaron varios estudios^{20,22,28-30} para determinar la precisión de la fórmula de cálculo de potencia de LIO en niños sometidos a cirugía de catarata. Los datos se analizaron para determinar el error de predicción utilizando las fórmulas de cálculo de potencia de LIO utilizadas comúnmente concluyendo en su mayoría que la precisión de las fórmulas de cálculo de LIO de uso común es generalmente razonable pero muy variable dentro de la población pediátrica y con mayor diferencia en menores de 2 años.

Los ojos pediátricos no solo tienen longitudes axiales más pequeñas, sino que también suelen tener córneas más pequeñas y curvas, cámaras anteriores menos profundas y relaciones de longitud axial/segmento posterior desproporcionadamente más pequeñas. Estos problemas se ven agravados por consideraciones técnicas exclusivas de los pacientes pediátricos, como la necesidad frecuente de realizar

queratometría preoperatoria y mediciones de longitud axial en un paciente anestesiado.

Como si esto no fuera suficiente complejidad, los pacientes pediátricos con cataratas generalmente también tienen un objetivo refractivo posoperatorio que puede apuntar a una cantidad significativa de hipermetropía residual para acomodar el crecimiento anticipado y el cambio refractivo del ojo operado.

A largo plazo, el cambio miope se observa en niños pequeños debido al crecimiento significativo del globo ocular y los cambios en la curvatura corneal. La subcorrección inicial sigue siendo el enfoque popular. Esta subcorrección inicial se basa en ciertas pautas, Dahan y colaboradores ²³ propusieron una corrección insuficiente de la potencia de la LIO, que es un 20% menor que la potencia de la LIO emétrepe para los niños <2 años de edad y un 10% menos para los niños > 2 años de edad. En otro enfoque popular, Enyedi y colaboradores ²⁴ recomendaron un objetivo refractivo posoperatorio de +6 para los de 1 año, +5 para los de 2 años, +4 para los de 3 años, +3 para los de 4 años, +2 para los de 5 años, +1 para los de 6 años, plano para un niño de 7 años y -1 a -2 para pacientes > 8 años.

Un estudio de validación de la guía de “hipocorrección” ²¹ descrita previamente por Enyedi ²⁴ sugiere que los niños con corrección insuficiente pueden alcanzar un error de refracción aceptable a los 7 años de edad. Sin embargo, en niños menores de 2 años se puede observar más hipermetropía.

Nuestro estudio demostró que es posible una técnica de cálculo de LIO en pacientes pediátricos prescindiendo de la necesidad de estudios complementarios como la toma de longitud axial y queratometrías, evitando recurrentes sedaciones o necesidad de inducción de anestesia además de facilitar el método y haciéndolo reproducible en cualquier escenario quirúrgico.

11) CONCLUSIONES

Esta investigación representa el primer estudio que trata de encontrar un método alternativo al cálculo de LIO convencional en pacientes pediátricos de manera precisa y simplificada.

La retinoscopia transoperatoria para el cálculo de LIO tiene una buena correlación con el cálculo convencional y dio mejores resultados refractivos en pacientes de mayor edad, siendo un método reproducible y fácil de realizar.

Se requieren más estudios y con más pacientes para confirmar su utilidad y determinar si existen desventajas.

12) CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio respeta en todos los aspectos los principios éticos de la investigación médica promulgados por la declaración de Helsinki. Se realizó la adecuada explicación del proceso de investigación y la recolección del consentimiento informado de todos los pacientes, así mismo este estudio no pone en mayor riesgo al paciente que el implícito en el tratamiento de su patología de base.

Por tratarse de un estudio que involucra a una población doblemente vulnerable, se especifica que, la retinoscopia manual transoperatoria no alteró de ninguna manera el procedimiento quirúrgico ni el resultado de este, como así tampoco influyó en el tiempo de duración de la cirugía ni el lapso sometido a anestesia, general o regional, como se lleva a cabo de manera rutinaria en este tipo de intervenciones con todas las medidas de asepsia y antisepsia, sin poner en riesgo la integridad del paciente ni el resultado final de la cirugía.

Debido a que el presente trabajo de investigación no influye ni altera el procedimiento quirúrgico habitual, en ninguno de sus tiempos, preoperatorio, transoperatorio ni postoperatorio, se extenderá el mismo consentimiento informado por defecto utilizado en el IMO para la intervención de cirugía de catarata.

El proyecto fue sometido a aprobación por el comité de ética del Instituto Mexicano de Oftalmología, apegado a la Ley General de Salud en materia de investigación.

13) ANEXOS

a. ANEXO 1

Age (months)	AL (mm)	K (D)	IOL to emmetropia (D)	Desired refraction (D)	Ideal IOL power for desired refraction (D)
3	18.28	46.14	+41.36	+9.00	+26.90
6	19.30	45.62	+35.73	+8.00	+23.11
9	19.90	45.32	+32.95	+7.00	+22.06
12	20.33	45.10	+31.14	+6.00	+21.93
18	20.93	44.80	+28.81	+6.00	+19.53
24	21.35	44.58	+27.31	+5.00	+19.67
30	21.68	44.41	+26.18	+5.00	+18.51
36	21.95	44.28	+25.29	+5.00	+17.58
42	22.18	44.16	+24.56	+5.00	+16.82
48	22.37	44.06	+23.97	+4.00	+17.87
54	22.55	43.97	+23.42	+4.00	+17.30
60	22.70	43.89	+22.97	+3.00	+18.45
66	22.84	43.82	+22.56	+3.00	+18.03
72	22.97	43.75	+22.19	+2.00	+19.21

AL= axial length; K= keratometry; mm= millimeter; D= diopter; IOL= intraocular lens.

14) REFERENCIAS

1. American Academy of Ophthalmologist. *Lens and Cataract.*; 2019.
2. Zhang S, Wang J, Li Y, Liu Y, He L, Xia X. The role of primary intraocular lens implantation in the risk of secondary glaucoma following congenital cataract surgery: A systematic review and meta-analysis. Zhou X, ed. *PLoS ONE*. 2019;14(4):e0214684. doi:10.1371/journal.pone.0214684
3. Foster A, Gilbert C, Rahi J. Epidemiology of cataract in childhood: A global perspective. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1997;23(Supplement 1):601-604. doi:10.1016/S0886-3350(97)80040-5
4. Zetterström C, Lundvall A, Kugelberg M. Cataracts in children. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2005;31(4):824-840. doi:10.1016/j.jcrs.2005.01.012
5. El Fkih L, Hmaied W, El Hif S, et al. Congenital cataract etiology. *Tunis Med*. 2007;85(12):1025-1029.
6. Uribe-Campos L, Arroyo-Muñoz L, Mandujano-Valdés M, et al. Catarata congénita bilateral: ambliopía por privación y su relación con el desarrollo. *RMO*. 2019;92(4):750. doi:10.24875/RMO.M18000030
7. Pérez JFP. Manejo de la catarata congénita: experiencia en el Hospital General de México. :6.
8. Bending GC. Current status of intra-ocular acrylic lenses. *Can Med Assoc J*. 1960;83:174-177.
9. Ianchulev T, Salz J, Hoffer K, Albin T, Hsu H, LaBree L. Intraoperative optical refractive biometry for intraocular lens power estimation without axial length and keratometry measurements. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2005;31(8):1530-1536. doi:10.1016/j.jcrs.2005.01.035
10. Fedorov S, Kolinko A, Kolinko A. [Estimation of optical power of the intraocular lens.]. *Vestn Oftamol 1967*; 80(4):27–31.
11. Colenbrander M. Calculation of the power of an iris-clip lens for distance vision. *Br J Ophthalmol 1973*; 57:735–740.
12. Bothun ED, Wilson ME, Traboulsi EI, et al. Outcomes of Unilateral Cataracts in Infants and Toddlers age 7 to 24 Months: Toddler Aphakia and Pseudophakia Study (TAPS). *Ophthalmology*. Published online March 2019:S0161642018330719. doi:10.1016/j.ophtha.2019.03.011
13. Garzón N, Mendoza MM, Galán FP. Cálculo de la potencia de lentes intraoculares. :4.

14. Neely D, Plager D, Borger S, Golub R. Accuracy of intraocular lens calculations in infants and children undergoing cataract surgery. *J AAPOS* 2005;9:160–5.
15. Al Shamrani M, Al Turkmani S. Update of intraocular lens implantation in children. *Saudi Journal of Ophthalmology*. 2012;26(3):271-275. doi:10.1016/j.sjopt.2012.05.005
16. Patwardhan SD, Azad R, Sharma Y, Chanana B, Tyagi J. Intraoperative retinoscopy for intraocular lens power estimation in cases of combined phacoemulsification and silicone oil removal. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2009;35(7):1190-1192. doi:10.1016/j.jcrs.2009.04.015
17. Sarinas C. Intraoperative retinoscopy: A way to achieve emmetropia in cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2005;31(6):1258-1260. doi:10.1016/j.jcrs.2005.04.003
18. Hoffer KJ. Calculating Intraocular Lens Power After Refractive Corneal Surgery. *Arch Ophthalmol*. 2002;120(4):500. doi:10.1001/archophth.120.4.500
19. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: Double-K method. *J CATARACT REFRACT SURG*. 2003;29:6.
20. Neely DE, Plager DA, Borger SM, Golub RL. Accuracy of Intraocular Lens Calculations in Infants and Children Undergoing Cataract Surgery. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2005;9(2):160-165. doi:10.1016/j.jaapos.2004.12.010
21. Sachdeva V, Katukuri S, Kekunnaya R, Fernandes M, Ali MH. Validation of Guidelines for Undercorrection of Intraocular Lens Power in Children. *American Journal of Ophthalmology*. 2017;174:17-22. doi:10.1016/j.ajo.2016.10.017
22. Ganesh S, Rao S, Alam F. Pediatric intraocular lens power calculation. *TNOA J Ophthalmic Sci Res*. 2018;56(4):232. doi:10.4103/tjosr.tjosr_105_18
23. Dahan E, Drusedau MUH. Choice of lens and dioptric power in pediatric pseudophakia. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1997;23(Supplement 1):618-623. doi:10.1016/S0886-3350(97)80043-0
24. Enyedi LB, Peterseim MW, Freedman SF, Buckley EG. Refractive changes after pediatric intraocular lens implantation. *American Journal of Ophthalmology*. 1998;126(6):772-781. doi:10.1016/S0002-9394(98)00247-5
25. Prado RB do, Silva VF, Schellini SA, Rodrigues ACL. Catarata congênita e do desenvolvimento: estudo do comprimento axial e da ceratometria em crianças brasileiras. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2016;79(1). doi:10.5935/0004-2749.20160007

26. Vasavada V, Shah SK, Vasavada VA, et al. Comparison of IOL power calculation formulae for pediatric eyes. *Eye*. 2016;30(9):1242-1250. doi:10.1038/eye.2016.171
27. VanderVeen DK. Predictability of Intraocular Lens Calculation and Early Refractive Status: The Infant Aphakia Treatment Study. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(3):293. doi:10.1001/archophthalmol.2011.358
28. Kekunnaya R, Gupta A, Sachdeva V, Rao HL, Vaddavalli PK, Om Prakash V. Accuracy of Intraocular Lens Power Calculation Formulae in Children Less Than Two Years. *American Journal of Ophthalmology*. 2012;154(1):13-19.e2. doi:10.1016/j.ajo.2011.11.031
29. Kou J, Chang P, Lin L, Li Z, Fu Y, Zhao Y. Comparison of the Accuracy of IOL Power Calculation Formulas for Pediatric Eyes in Children of Different Ages. *Journal of Ophthalmology*. 2020;2020:1-6. doi:10.1155/2020/8709375
30. Nihalani BR, VanderVeen DK. Comparison of Intraocular Lens Power Calculation Formulae in Pediatric Eyes. *Ophthalmology*. 2010;117(8):1493-1499. doi:10.1016/j.ophtha.2009.12.031