

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud



“Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”

presentada por

Dr. Gustavo Adolfo Ortiz Morales

para obtener el grado de

Especialista en Oftalmología

Programa Multicéntrico de Especialidades Médicas

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud - Secretaría de Salud del Estado de Nuevo León

Asesor: Dr. Jorge E. Valdez García

Coasesor: Dra. Bárbara Elizondo Fernández

Monterrey, México a 2 de febrero de 2023.

A mis padres, Norma y Gustavo.

A mi hermana, Alejandra.

A mi novia, Melissa.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Agradecimientos

A mi director de tesis, Dr. Jorge E. Valdez García, por ser un gran profesor, mentor y amigo desde que era estudiante de pregrado. A quien le he aprendido que la vida es de los osados.

A mi codirectora de tesis, Dra. Bárbara Elizondo Fernández, a quien estimo enormemente por su gran labor como profesora, su gran liderazgo y la motivación aportada para este proyecto.

A mi director de programa, Dr. Alejandro Rodríguez García, a quien admiro por su rigor científico y brújula moral. A quien he aprendido que a dónde vayamos hay que intentar dejar más de lo que tomamos.

A mi grupo de compañeros durante la residencia, quienes han sido el ejemplo vivo del trabajo en equipo, integridad, organización y fraternidad, con el fin de servir a quienes más lo necesitan, resaltando a la Dra. Cinthya Parra Bernal, quien se convirtió en mentora y gran amiga en el tiempo que compartimos en la residencia.

Al Dr. Juan Homar Páez, cuyo liderazgo transformador y pasión por la atención a los más necesitados sirvieron para cimentar la estructura donde pude convertirme en oftalmólogo.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Glosario

ArF: Fluoruro de Argón

AVMC: Agudeza visual mejor corregida.

D: Dioptrías

GSH: Glutación reducido

H₂O₂: Peróxido de hidrógeno

Nd: YAG: Granate de itrio y aluminio dopado con impurezas de neodimio

LASIK: *Laser-assisted in situ keratomileusis*

Log MAR: Logaritmo del ángulo mínimo de resolución

PRK: Queratectomía fotorrefractiva.

ROS: Especies reactivas de oxígeno

SphEq: Equivalente esférico

UV: Ultravioleta

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Tabla de contenidos

<i>Resumen</i>	8
<i>Capítulo 1 – Planteamiento del problema.</i>	10
1.1. Justificación.....	11
<i>Capítulo 2 – Marco teórico.</i>	13
<i>Capítulo 3 – Metodología.</i>	21
Materiales y métodos	21
Criterios de inclusión y definiciones de caso – control.....	22
Variables del estudio	24
Pregunta de investigación.....	26
Objetivos del estudio.....	26
Hipótesis.....	26
Análisis estadístico	27
<i>Capítulo 4 – Resultados.</i>	29
<i>Capítulo 5 – Discusión de resultados.</i>	34
Longitud axial.	38
Factores asociados al láser excímero ArF a 193nm.	38
Cambios estructurales asociados al uso de microqueratomo.	40
Deterioro de la calidad visual.....	41
<i>Capítulo 6 – Conclusión.</i>	45
<i>Anexo 1 – Aviso de privacidad.</i>	46
<i>Anexo 2 – Descripción y definición de las variables del estudio.</i>	49
<i>Referencias.</i>	54
<i>Curriculum vitae</i>	68

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Índice de tablas

Tabla 1. Características demográficas y base de la población estudiada.

Tabla 2. Características asociadas a la cirugía de catarata.

Tabla 3. Posibles mecanismos cataratogénicos en LASIK.

Índice de figuras

Figura 1. Correlación entre la longitud axial y la edad al momento de la cirugía de catarata.

Resumen

Introducción: La cirugía LASIK consiste en la fotoablación de la córnea con un láser ultravioleta con un excímero ArF a 193 nm. Este proceso pudiera generar cambios estructurales en el cristalino que condujeran al desarrollo temprano de catarata.

Objetivos: Evaluar el efecto que tiene el antecedente de cirugía refractiva LASIK en el desarrollo temprano de catarata.

Metodología: Estudio observacional, retrospectivo de casos y controles a razón de 1:1.5. Se definió como caso al paciente con el antecedente de cirugía queratorrefractiva con LASIK.

Resultados: Se estudio un total de 213 pacientes. 89 (41.8%) fueron hombres y 124 mujeres (58.2%). La edad promedio de los pacientes al momento de la cirugía de catarata fue 64.49 ± 9.36 años (rango: 42-89 años). 85 pacientes asignaron al grupo de casos y 128 al de control. La edad promedio de los pacientes caso al momento de la cirugía LASIK fue 42.32 ± 9.24 años (rango: 28-64 años). El promedio de la diferencia entre la edad al momento de la cirugía LASIK y la cirugía de catarata fue 17.85 ± 5.72 años (rango: 2- 27 años). La edad promedio al momento de la cirugía de catarata fue 60.18 ± 7.46 años en los casos y 67.35 ± 9.28 años en los controles ($p < 0.0005$). Se encontró una asociación positiva en los pacientes con antecedente de LASIK con haber sido operados de cirugía de catarata ≤ 55 años (OR: 4.917, 95% CI: 2.21-10.90, $p < 0.001$). El promedio del equivalente esférico

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

de la refracción manifiesta previo al a cirugía de catarata fue de - 0.29 D y 0.21 D en controles (p=0.19). La AVMC promedio previo a la cirugía de catarata de los pacientes caso fue 0.29 ± 0.19 y de los controles 0.34 ± 0.22 Log MAR (p=0.072). La longitud axial promedio del globo ocular fue 23.99 ± 1.78 casos y 23.62 ± 0.98 mm controles (p=0.085). E grado promedio de catarata nuclear fue 1.36 ± 0.85 vs. 1.47 ± 0.86 cruces (p=0.34), cortical 0.86 ± 0.89 vs. 0.88 ± 1.13 (p=0.86), y subcapsular posterior 0.14 ± 0.54 vs. 0.62 ± 1.09 cruces (p<0.0005), en los casos y controles, respectivamente. Los pacientes caso decidieron en mayor proporción el implante de un lente multifocal (43.5% vs. 13.3%).

Conclusión: El antecedente de cirugía LASIK influyó en el desarrollo de catarata hasta 7 años antes en comparación de un grupo control. Se encontró una asociación significativa entre el antecedente de LASIK y el desarrollo de catarata ≤ 55 años.

Capítulo 1 – Planteamiento del problema.

La cirugía LASIK o *laser-assisted in situ keratomileusis* es un procedimiento queratorrefractivo con el fin de eliminar errores refractivos en la córnea y disminuir la dependencia de los anteojos. Así mismo, es la cirugía electiva más realizada a nivel mundial, alcanzando un estimado de 35 millones de procedimientos realizados en 2010 (1) y con un alto porcentaje de satisfacción del paciente que ronda el 95%. (2)

Si bien es cierto que tanto la cirugía fotoablativa de queratectomía fotorrefractiva (PRK) y LASIK cuentan con la aprobación de la *Food and Drug Administration* (FDA) y con múltiples estudios de seguridad, eficacia y predictibilidad de resultados, (3–6) a largo plazo existe poca evidencia que analice clínicamente el posible efecto cataratogénico que puede tener la cirugía fotoablativa con láser de fluoruro de argón (ArF) a 193 nm.

La catarata representa una de las principales causas de ceguera reversible en el mundo. Se estima que aproximadamente 78.8 millones de personas mayores de 50 años padecen una discapacidad visual de moderada a grave a causa de catarata. (7) Conforme pasan los años, los pacientes que se sometieron a cirugía LASIK (desde su concepción en los años 90s) llegarán a la edad donde hay una catarata significativa.

En la literatura actual, existe poca evidencia que describa el desarrollo temprano de catarata en pacientes con el antecedente de cirugía refractiva. Yesilirmak et al., (8)

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

estudiaron de manera retrospectiva pacientes con el antecedente de cirugía LASIK y el impacto en el desarrollo temprano de catarata. En su estudio, se concluye que el antecedente de LASIK está asociado a una extracción de catarata hasta una década antes en comparación con pacientes sin este antecedente, tomando en cuenta el ajuste de longitud axial y agudeza visual previa a la extracción de catarata. De forma similar, estos resultados concuerdan con los hallazgos de Iijima *et al.* (9) quienes describen una extracción de catarata de 10 a 15 años antes en pacientes con el antecedente de LASIK en comparación a un grupo control sin cirugía refractiva previa. Sin embargo, en la literatura actual no existe algún antecedente que implique esta asociación en población mexicana.

1.1. Justificación

Cambios bioquímicos en el humor acuoso y en el cristalino explican la alteración en la conformación proteica de las cristalininas del cristalino humano, llevando a cambios ultraestructurales en modelos *in vivo* de catarata animal y catarata senil en humanos tras la aplicación del láser excímero ArF a 193 nm. (8) Adicionalmente, los cambios estructurales, aunque transitorios, que genera un microqueratomo automatizado pudieran tener efecto cataratogénico sobre el cristalino. Es por esto por lo que este protocolo pretende estudiar de manera retrospectiva, mediante un diseño de casos y controles pareado en nuestra población, la posible asociación entre el antecedente de cirugía fotoablativa LASIK y el desarrollo temprano de catarata.

Tras la conclusión de este proyecto de investigación, se espera obtener mayor conocimiento acerca de una faceta poco estudiada de la seguridad en los procedimientos queratorrefractivos con el láser excímero ArF a 193 nm, en particular el LASIK, y el posible rol que pudiese tener en el desarrollo de catarata a una edad más temprana.

Debido a la gran popularidad y el gran número de procedimientos realizados en México y en el mundo de LASIK, elucidar si el uso de microqueratomo o la radiación secundaria inducida por la fluorescencia del láser ArF puede llegar a tener un efecto adverso sobre el cristalino pudiera beneficiar al paciente interesado en cirugía refractiva y a la comunidad de oftalmólogos con el fin de buscar mejores alternativas para reducir la dependencia del uso de anteojos.

Se hipotetiza con este trabajo que el antecedente de LASIK pudiera tener un efecto cataratogénico, siendo este efecto reflejado en una menor edad al momento de la cirugía de facoemulsificación en el grupo de casos a comparación del grupo de controles, inclusive ajustando a factores confusores, como agudeza visual previa a la cirugía de catarata y longitud axial. De ser el caso, esto pudiera propiciar un diferente efecto adverso a la cirugía refractiva de LASIK, por lo que quizás otras opciones quirúrgicas pudieran tomar mayor protagonismo con el fin de reducir la dependencia de los anteojos.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Capítulo 2 – Marco teórico.

El concepto de corregir errores refractivos con cirugía para modificar la córnea se remonta a la época del Dr. José Ignacio Barraquer Moner en 1948, quien en su tesis titulada “Teoría de los Espesores” describe que la córnea sufre un aplanamiento cuando se retira tejido central y viceversa, se incurva cuando se retira tejido de la periferia. (10–12) Posteriormente, será él mismo quien en 1955 acuñe el término de *keratomileusis* para la primera cirugía queratorrefractiva. (12)

La *keratomileusis* consistía en una resección de un disco corneal, utilizando un microqueratomo basado en una cepilladora de carpintería. (12) En estas primeras etapas de la cirugía refractiva, este disco corneal era transportado a un criolito fuera de quirófano para congelar el tejido, alterar su forma y posteriormente suturar de nuevo a la córnea. (13) Este procedimiento de antaño fue evolucionando a través de un largo proceso científico de innovación, dando como fruto la cirugía moderna conocida como LASIK.

En el LASIK se realiza un colgajo corneal de espesor variable con un microqueratomo automático, exponiendo el estroma corneal y permitiendo la fotoablación del tejido corneal con un láser de excímero. (14) Las primeras modificaciones al microqueratomo original diseñado por Barraquer ocurren casi veinte años después, en los años 80s, con el

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

sistema de Barraquer-Krumeich-Swinger (15) y con el microqueratomo de Ruiz. (16) Estas últimas modificaciones permitirían evitar el criolato, sin embargo, es Ruiz quien, realizando un doble corte al disco corneal, da lugar a la técnica denominada *in situ keratomileusis*. Posteriormente Trokel et al. (17) en 1983 describen por primera vez el uso del láser excímero para cirugía queratorrefractiva, dando lugar a dos patentes registradas de manera paralela en 1988 por Trokel y L'Esperance para la técnica conocida como PRK. (13) Unos años después, en 1990, se describe el primer procedimiento de LASIK en humanos, desarrollado por Pallikaris et al. (18) a partir de ciencia experimental en un modelo animal con conejos y utilizando un microqueratomo mecánico.

Sin embargo, la idea de utilizar un láser de excímero en humanos se remonta a los años 80s (17), y desde su aprobación por la FDA en 1988 (3) para su utilización en cirugía queratorrefractiva, ha sido modificado a través de seis generaciones. (19) Todos los láseres de excímero se basan en la reacción que ocurre entre un gas noble y un halógeno. El láser de excímero utilizado en LASIK consiste en una combinación gaseosa de Argón y Fluoruro (ArF). (14) La combinación de ArF es ideal para cirugía fotoablativa corneal ya que se caracteriza por fotones altamente energéticos, poca penetración a tejido adyacentes, un efecto térmico mínimo, una superficie de ablación homogénea y bajo potencial mutagénico. (20)

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Por otro lado, el microqueratomo empleado para realizar el colgajo corneal y exponer el estroma anterior de la córnea al láser ArF de 193 nm, pudiera ser también un factor que considerar en la cataratogénesis. Al colocar el microqueratomo sobre la córnea, se produce un vacío con un anillo de succión que puede generar un aumento transitorio de la presión intraocular por encima de 90 mmHg. (21) Davis et al. (22) estudiaron con ultrasonografía *in vivo* los cambios biomecánicos que ocurren durante la succión con el microqueratomo *Hansatome*. Se observó un acortamiento de la profundidad de la cámara anterior y del grosor del cristalino, con un alargamiento del cuerpo vítreo. Sin embargo, la significancia clínica que tengan estos cambios biomecánicos es aún desconocidos.

Bajo el efecto de descargas eléctricas pulsadas, se logra que los electrones del gas de ArF alcancen un nivel mayor de energía y formen una partícula inestable llamada dímero excitado (de ahí que se origine la palabra excímero, de su traducción del inglés, *excited-dimer*). Este dímero excitado, al regresar a su estado de energía basal, libera fotones de alta energía en forma de luz coherente y monocromática con una longitud de onda de 193 nm. (14) Este proceso a nivel atómico fue teorizado por Albert Einstein en 1917 quien lo denominó emisión estimulada. (23)

El láser de excímero ArF a 193 nm tiene diversas interacciones biofísicas con la córnea. Debido a su longitud de onda por debajo de los 350 nm, la mayor parte es absorbida por el tejido corneal. (14,20) Sin embargo, fracciones de la energía aplicada son reflejadas y

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

otras fracciones son transmitidas a través de la córnea hacia la cámara anterior en forma de radiación secundaria. (24) La absorción de energía emitida por láser excímero sobre la córnea se ha estudiado extensivamente, ya que se ha visto que la absorción máxima de energía por la estructura de ADN ocurre entre los 190 y 260 nm. (25) En principio, se ha demostrado que la energía absorbida por la córnea proveniente del excímero ArF de 193 nm y los tejidos circundantes carece de mayor relevancia. (26) Con respecto a la energía reflejada proveniente del excímero ArF a 193 nm, esta fracción se ha visto que es prácticamente insignificante, ya que es en su mayoría absorbida por la película lagrimal, sin que esto represente algún efecto nocivo sobre el ojo. (27) En el pasado, distintos excímeros se probaron con el fin de desarrollar una técnica segura de fotoablación corneal, incluyendo cloruro de kriptón (222 nm), fluoruro de kriptón (248 nm), cloruro de xenón (308 nm), fluoruro de xenón (351 nm), entre otras. (20) En LASIK, el excímero de ArF posee una longitud de onda de 193 nm, y ha sido el elegido como ideal para fotoablación de la córnea por su alto perfil de seguridad, ya que no induce generación de calor en la zona ablación y por la menor fluencia requerida para generar fotoablación. (17,20) Otro efecto notable y deseado, es que la longitud de onda a 193 nm posee un menor efecto mutagénico. En comparación, las longitudes de onda de 201, 203 y 248 nm han mostrado ser carcinogénicas. (28,29)

Sin embargo, la situación es distinta cuando se habla de la energía transmitida a cámara anterior. Esta energía denominada radiación secundaria, posee una longitud de onda en el espectro ultravioleta (UV) que inicia en los 200 nm, siendo las longitudes de 250 a 350

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

(rango UV-B) nm las porciones más perjudiciales, ya que pueden penetrar la córnea y generar efectos fototóxicos, mutagénicos y cataratogénicos. (30–33)

Müller-Stolzenburg et al. (31) realizaron experimentos con el fin de estudiar la radiación secundaria ultravioleta provocada por el láser excímero ArF a 193 nm. En el modelo bovino empleado, se aplicaron pulsos por debajo del umbral de la fotoablación con un láser ArF a 193 nm y se estimó que 10^{-5} de la energía total aplicada a la córnea se convierte a una longitud de onda de entre 295 nm y 320 nm. Tuft et al. (34) estudiaron los efectos fluorescentes de la radiación secundaria causada por el láser ArF a 193 nm. Con modelos de irradiación inferiores a 50 mJ/cm^2 , cercanos, pero por debajo del umbral de fotoablación, se evaluó el efecto en córneas bovinas y humanas. Similar a los resultados de Müller-Stolzenburg et al. (31) se estimó que 10^{-5} de la energía aplicada se convierte a energía UV-B de 260-350 nm.

Estudios realizados en modelos animales han demostrado que niveles tan bajos de radiación a 300 nm como 0.12 J/cm^2 son capaces de inducir opacidades en el cristalino a través de alteraciones bioquímicas en el funcionamiento de las proteínas del cristalino. (30,34,35) Estos niveles son bastante superiores a lo estimado que logra llegar al cristalino tras la utilización del excímero a 193 nm sobre la córnea, llevando a una posible conclusión de que el riesgo de cataratogénesis pudiera ser bastante remoto. (26,30) No obstante, estos niveles de energía son sumados a la exposición solar que

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

ocurre a través del tiempo, dando lugar a un aumento neto, dosis dependiente, de radiación UV-B que incide sobre el cristalino, llevando a un riesgo relativo aumentado de desarrollar catarata. Esto último ha sido descrito previamente en estudios de exposición UV, encontrando particularmente un riesgo aumentado de catarata cortical. (36)

Se ha estudiado exhaustivamente el humor acuoso y el cristalino en modelos animales sometidos a PRK con el fin de evaluar los cambios bioquímicos que pudiesen llevar a cataratogénesis. (30,37–42) En un modelo animal con conejos utilizando energía en el umbral de fotoablación, se encontró que la energía que alcanza la superficie anterior del cristalino varía de 1.53 mJ/cm² a 6.37 mJ/cm², siendo comparable a la energía en estudios humanos tras fotoablación miópica de hasta 24 dioptrías (D). (30)

A nivel celular, se ha demostrado que la radiación UV-B en el humor acuoso promueve la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS). (40–42) Existen ciertos mecanismos intrínsecos de defensa en el humor acuoso para regular el daño causado por ROS, clasificados como enzimáticos (superóxido dismutasa, catalasa de glutatión y peroxidasa de glutatión) y no enzimáticos (glutatión, ácido ascórbico y otros antioxidantes biológicos). (43) Dentro del humor acuoso, estos mecanismos actúan de tal forma que se genera un balance con los efectos oxidantes de las ROS, con el fin de formar compuestos relativamente menos oxidantes.

El ácido ascórbico pudiera representar la primera línea de defensa ante los agresores oxidativos, ya que se ha observado una alta correlación inversa a los niveles de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en el humor acuoso. (44) Por otro lado, el glutatión reducido (GSH) reduce de igual manera el ácido dehidroascórbico en ácido ascórbico y el H_2O_2 en H_2O . (45) Por su lado, estos mecanismos de defensa del humor acuoso funcionan como un amortiguador de daño oxidativo, sin embargo, el humor acuoso presenta una transmitancia del espectro UV-B del 78%, por lo que la radiación secundaria al láser ArF de 193 nm se conduce con facilidad a la superficie anterior del cristalino. (33)

Adicionalmente, al ser sobrepasados los mecanismos de defensa *scavenger* del humor acuoso, el H_2O_2 logra aumentar los niveles fisiológicos, causando una reducción en los niveles de ascorbato, alterando la proporción entre GSH y glutatión oxidado, rompiendo los mecanismos de homeostasis enzimáticos y no enzimáticos del cristalino, generando peroxidación lipídica y daño a las membranas celulares. (39,46) Otro mecanismo de acción presente en el humor acuoso es la alta tasa de recambio, estimada en 1.8- 4.3 μ l/min. En contraste con el metabolismo más lento del cristalino, esto permite un efecto sinérgico de dilución y de reducción de componentes oxidativos, explicando por qué los efectos sobre el humor acuoso suelen ser transitorios mientras que en el cristalino estos efectos suelen ser prolongados. (39,47) Si bien la peroxidación lipídica de las membranas celulares del cristalino representa el cambio perjudicial de mayor relevancia con relación a la exposición UV, existen otras consecuencias a nivel celular del daño oxidativo como

inactivación enzimática, entrecruzamiento de fibras de colágeno, agregación proteica, fluorescencia del cristalino y alteración del DNA. (48–50)

Por otro lado, Wachtlin et *al.* (51) estudiaron los niveles de aldehído malónico, un marcador de daño oxidativo, en un modelo animal tras cirugía refractiva PRK y LASIK. De manera interesante, describen que el LASIK, pero no el PRK, está asociado a niveles elevados de aldehído malónico, atribuyendo quizá un posible rol en la cataratogénesis al microqueratomo utilizado.

Capítulo 3 – Metodología.

Materiales y métodos

El presente estudio fue llevado a cabo con el diseño metodológico correspondiente al de casos y controles, siendo un estudio observacional, longitudinal, analítico y retrospectivo. El diseño corresponde a un estudio de casos y controles con razón de 1:1.5, pareados por agudeza visual mejor corregida previa a la cirugía de catarata, longitud axial y grado de catarata.

El estudio de casos y controles es útil para establecer la correlación entre variables clínicas y es el diseño adecuado para estudiar el comportamiento de las variables a estudiar en este estudio. Particularmente, permite el análisis sin riesgo de las variables consideradas en este estudio, en especial, la edad al momento de la cirugía de catarata. El parear los casos de acorde a la agudeza visual mejor corregida previa a la cirugía de catarata y longitud axial permitirá disminuir los sesgos de selección en aquellos pacientes con el antecedente de cirugía refractiva que pudieran ser más exigentes en cuanto a demandas visuales, los sesgos de selección ocasionados por la mayor incidencia de catarata en longitudes axiales mayores y el sesgo de selección causado por la mayor baja visual en cataratas de mayor grado.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

El presente estudio fue realizado siguiendo los lineamientos de la Declaración de Helsinki, la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos (52), la guía de la ICH E6 de las Buenas Prácticas Clínicas y tras haber obtenido la aprobación del comité de ética e investigación (Comité de Ética en Investigación Clínica- CEIC, Escuela de Medicina, Tecnológico de Monterrey (Registro CONBIOETICA-19-CEI-011-201610017).

El presente estudio se realizó en pacientes de la Clínica de Oftalmología, Centro de Salud Integral (CSI), Fundación Santos y de la Garza Evia, Santa Catarina, NL operados de cirugía de catarata por facoemulsificación y que contaban o no con el antecedente de cirugía LASIK. Dichos pacientes cumplieron con los criterios de inclusión y de exclusión para ser incluidos en este estudio. Además, son pacientes de una población cautiva y son evaluados con frecuencia, por lo cual cuentan con registros fidedignos de las variables a estudiar. Solo se incluyó la información de los pacientes que otorgaron la autorización del uso de información del expediente clínico con fines de investigación mediante firma caligráfica en el aviso de privacidad anexo al expediente clínico. (Anexo 1).

Criterios de inclusión y definiciones de caso – control.

Los criterios de inclusión fueron:

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

- 1) Pacientes del Centro de Salud Integral
- 2) Edad \geq 40 años
- 3) Antecedente de diagnóstico de catarata operados con la técnica de facoemulsificación.
- 4) Antecedente de cirugía queratorrefractiva con LASIK (casos).
- 5) Pacientes con agudeza visual mejor corregida (AVMC) entre 20/25 y 20/400 al momento de la facoemulsificación.
- 6) Firma previa del consentimiento informado para participar en protocolos de investigación. (Anexo 1)
- 7) Pacientes que no cumplan con algún criterio de exclusión.

Los criterios de exclusión fueron:

- 1) Antecedente de cirugías oculares distintas a las queratorrefractivas y la extracción de catarata por facoemulsificación.
- 2) Antecedente de morbilidades oculares que comprometen el potencial visual (glaucoma, retinopatía, distrofias retinales, opacidades corneales, queratocono, astigmatismo irregular, ambliopía, cuadros de uveítis, enfermedades maculares, entre otros).

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Para fines de este estudio, se definió:

CASO: Paciente que cumple los criterios de inclusión previamente descritos que cuenta con el antecedente de cirugía queratorrefractiva con LASIK.

CONTROL: Paciente que cumple los criterios de inclusión pero que **no** cuenta con el antecedente de cirugía queratorrefractiva con LASIK.

Se recolectaron los datos necesarios para esta investigación mediante la revisión retrospectiva de los expedientes físicos del Centro de Salud Integral de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y con no poseían ningún criterio de exclusión.

Los datos recopilados de los expedientes fueron los correspondientes a las siguientes variables de investigación.

Variables del estudio

Ficha de identificación:

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

CIRUJANO

EDAD

SEXO

Antecedentes:

ANTECEDENTE DE CIRUGÍA LASIK Y TIPO DE ABLACIÓN

Oftalmológicos:

EDAD AL MOMENTO DE LASIK

EDAD AL MOMENTO DE CIRUGÍA DE CATARATA

DIFERENCIA DE TIEMPO ENTRE LASIK Y CIRUGÍA DE CATARATA

AVMC ANTES DE LA CIRUGÍA DE CATARATA

AVMC DESPUÉS DE LA CIRUGÍA DE CATARATA

CLASIFICACIÓN OMS DE CATARATA

LONGITUD AXIAL

SELECCIÓN DE LENTE INTRAOCULAR

La descripción operativa y definición de las variables se encuentran en extenso en el

Anexo 2. Descripción y definición de las variables del estudio.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Pregunta de investigación

La pregunta de investigación del presente estudio fue: ¿El antecedente de LASIK está asociado al desarrollo temprano de catarata?

Objetivos del estudio

El objetivo principal del presente estudio fue:

Evaluar el efecto que tiene el antecedente de cirugía refractiva LASIK en el desarrollo temprano de catarata en pacientes operados por facoemulsificación.

Los objetivos secundarios del presente estudio fueron:

Evaluar si otras variables, como el estadio de catarata, tipo de catarata y el error refractivo previo a LASIK tiene algún impacto en el desarrollo temprano de catarata.

Hipótesis

Las hipótesis para evaluar del presente estudio fueron:

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Hipótesis nula: El antecedente de LASIK no está asociado al desarrollo temprano de catarata en pacientes sanos.

Hipótesis alterna: El antecedente de LASIK está asociado a un desarrollo temprano de catarata en pacientes sanos.

Análisis estadístico

Los datos de los pacientes incluidos en este estudio fueron recopilados a través de las bitácoras por consultorio realizadas en Microsoft Excel. Los datos de los expedientes fueron recopilados y vaciados en una base de datos anonimizada para proteger la identidad y datos sensibles de los pacientes en una hoja de cálculo de Google Sheets (Google LLC).

Para el cálculo de muestra se tomó en cuenta el estudio previo realizado por Yesilirmak et al. (8) que muestra que la probabilidad de exposición entre los controles y de los casos es de 20% y 6.5%, respectivamente. Utilizando el calculador en línea de OpenEpi (*Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health Version 3.01*) se asume una razón de momios de 3.6, necesitando estudiar 85 casos y 128 controles para ser capaces de

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

rechazar la hipótesis nula con un poder del 80%, asumiendo que la probabilidad de error de tipo 1 es del 5%.

Se analizaron las variables descritas a través de la búsqueda de expedientes de acuerdo con los criterios mencionados. Se describieron las variables cuantitativas como medias con su desviación estándar y las variables cualitativas como proporciones. Se agruparon a los pacientes con antecedente de LASIK (Casos) y a los que no tienen este antecedente (Controles). A partir de estos dos grupos se compararon las variables descritas previamente. Se compararon los resultados de las evaluaciones clínicas, parámetros de instrumentos de evaluación y desenlaces. Se utilizarán pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución de los datos. Para las variables de tendencia central se compararon con t de Student ajustado a normalidad y homogeneidad de varianza, de dos colas para los grupos de interés y se tomará como significativos valores de P menor a 0.05.

Otros procesos de comparación de medias como ANOVA de una vía se emplearon para evaluar las diferencias provocadas por subgrupos organizados por el equipo de investigación. Se utilizó el coeficiente de Pearson para medir el grado de asociación entre las variables cuantitativas y continuas. Para los muestreos categóricos a comparar se empleó la prueba de χ^2 de 2 colas para describir las diferencias entre los grupos de comparación, tomándose como significativo P menor a 0.05. Toda la estadística fue calculada con el software integrado de Google Sheets (Google LLC).

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Capítulo 4 – Resultados.

Un total de 213 pacientes cumplieron los criterios de inclusión y fueron incluidos en el presente estudio. De estos, 89 (41.8%) fueron hombres y 124 mujeres (58.2%). La edad promedio de los pacientes al momento de la cirugía de catarata fue 64.49 ± 9.36 años (rango: 42-89 años). 85 pacientes cumplieron con los requisitos de casos y 128 de control en una proporción de 1:1.5, como se previó con el cálculo de muestra. Las características demográficas y base estudiadas se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Características demográficas y base de la población estudiada.	
<i>Variable</i>	<i>Valor (%)</i>
Pacientes totales	213
Casos	85
Controles	128
Género	
Hombres	89 (41.7%)
Mujeres	124 (58.2%)
Casos	85
Hombres	37 (43.5%)
Mujeres	48 (56.4%)
Patrón de ablación	
Miópico	44 (51.7%)
Hipermetrópico	41 (48.2%)

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

En los casos, 37 pacientes fueron hombres (43.5%) y 48 fueron mujeres (56.4%). La edad promedio de los pacientes caso al momento de la cirugía LASIK fue 42.32 ± 9.24 años (rango: 28-64 años). La edad promedio al momento de la cirugía de catarata fue 60.18 ± 7.46 años. Por otro lado, el promedio de la diferencia entra la edad al momento de la cirugía LASIK y la cirugía de catarata fue 17.85 ± 5.72 años (rango: 2- 27 años). El promedio del equivalente esférico de la refracción manifiesta previo a la cirugía de catarata fue -0.29 D. La AVMC promedio previo a la cirugía de catarata de los pacientes caso fue 0.29 ± 0.19 Log MAR (Snellen 20/38). La longitud axial del globo ocular promedio fue de 23.99 ± 1.78 mm. De acuerdo con la clasificación de la OMS, el grado promedio de catarata nuclear en los casos fue de 1.36 ± 0.85 cruces, catarata cortical 0.86 ± 0.89 cruces y subcapsular posterior 0.14 ± 0.54 cruces. En cuanto a la selección de implante de lente intraocular, 37 pacientes (43.5%) optaron por un lente de multifocalidad (MIOL). 100% de los pacientes caso alcanzó una AVMC de 0 Log MAR (Snellen 20/20) después de la cirugía de catarata.

En los controles, 52 pacientes fueron hombres (40.6%) y 76 fueron mujeres (59.3%). La edad promedio de los pacientes al momento de la cirugía de catarata fue 67.35 ± 9.28 años (vs. 60.18 ± 7.46 en casos, $p < 0.0005$). El promedio del equivalente esférico de la refracción manifiesta previo al a cirugía de catarata fue de 0.21 D (vs. -0.29 D casos, $p = 0.19$). La AVMC promedio previo a la cirugía de catarata de los pacientes control fue 0.34 ± 0.22 Log MAR (Snellen 20/43, vs. 0.29 ± 0.19 casos, Snellen 20/38, $p = 0.072$). La longitud axial promedio del globo ocular fue de 23.62 ± 0.98 mm (vs. 23.99 ± 1.78 mm

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

casos, $p=0.085$). De acuerdo con la clasificación de la OMS, el grado promedio de catarata nuclear en los controles fue de 1.47 ± 0.86 cruces (vs 1.36 ± 0.85 casos, $p=0.34$), catarata cortical 0.88 ± 1.13 cruces (vs 0.86 ± 0.89 casos, $p=0.86$), y subcapsular posterior 0.62 ± 1.09 cruces (vs 0.14 ± 0.54 casos, $p<0.0005$). En cuanto a la selección del implante de lente intraocular en los pacientes control, 17 pacientes (13%) optaron por un MIOL. 99.98% de los pacientes control alcanzó una AVMC de 0 Log MAR (Snellen 20/20) después de la cirugía de catarata. Las características de los grupos asociadas a la cirugía de catarata se resumen en la Tabla 2.

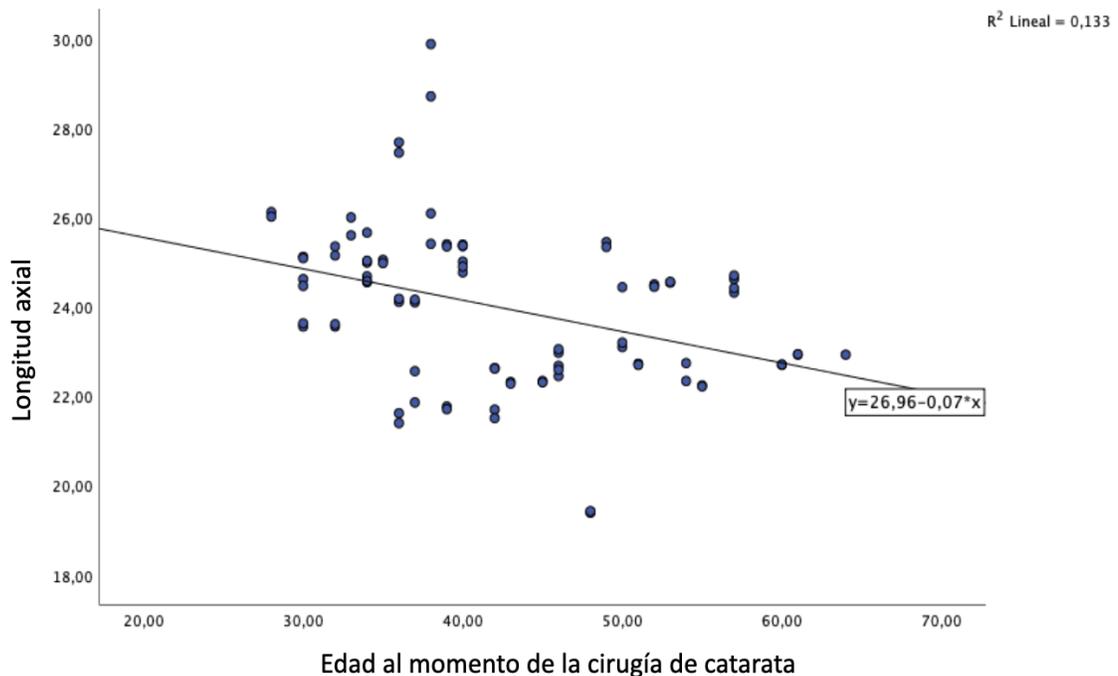
Tabla 2. Características asociadas a la cirugía de catarata.			
<i>Variable</i>	<i>Grupo con antecedente LASIK (Caso)</i>	<i>Grupo sin antecedente LASIK (Control)</i>	<i>Valor de p</i>
Número pacientes	85	128	-
Género			
Mujeres	48	76	0.674
Hombres	37	52	
Edad al momento de la cirugía de catarata (años)	60.18 ± 7.46	67.35 ± 9.28	<0.0005
Equivalente esférico previo a cirugía de catarata	-0.29 D (-14.50 – 7.75)	0.21 D (-9.00 – 4.80)	0.194
AVMC previo a la cirugía de catarata (Log MAR)	0.29 ± 0.19	0.34 ± 0.22	0.072
AVMC posterior a la cirugía de catarata (Log MAR)	0	0	0.248
Longitud axial (mm)	23.99 ± 1.78	23.62 ± 0.98	0.085

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Grado de catarata nuclear (OMS)	1.36 ± 0.85	1.47 ± 0.86	0.34
Selección de lente intraocular			
Monofocal	48 (56.5%)	111 (86.7%)	0.001
Multifocal	37 (43.5%)	17 (13.3%)	
AVMC: Agudeza visual mejor corregida, LASIK: <i>laser assisted in situ keratomileusis</i> , Log MAR: Logaritmo del mínimo ángulo de resolución.			

En la correlación de Pearson, la correlación entre la edad al momento de la cirugía de catarata y la longitud axial en los casos y en los controles no fue estadísticamente significativa ($r=0.093$, $p=0.298$ casos; $r=-0.121$, $p=0.70$ controles, respectivamente). (Figura 1).



Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Figura 1. Correlación de Pearson entre la longitud axial y la edad al momento de la cirugía de catarata.

Por otro lado, no hubo asociación estadísticamente significativa entre la edad al momento de la cirugía de catarata y el patrón de ablación de LASIK ($p=0.728$).

Finalmente, se encontró una asociación positiva en los pacientes con antecedente de LASIK con haber sido operados de cirugía de catarata ≤ 55 años (OR: 4.917, 95% CI: 2.21-10.90, $p<0.001$).

Capítulo 5 – Discusión de resultados.

El objetivo primario de este estudio fue evaluar el efecto que tiene el antecedente de cirugía refractiva LASIK en el desarrollo temprano de catarata en pacientes operados por facoemulsificación. Los objetivos secundarios pretendieron analizar si diversas variables como el patrón de ablación del LASIK ejercía algún efecto y si el antecedente de LASIK se asociaba a algún tipo de catarata en particular. Los resultados de este estudio revelan que, en la población estudiada, el antecedente de LASIK, sin importar el patrón de ablación aplicado, se asoció al desarrollo temprano de catarata. Este estudio alcanzó la muestra planeada, logrando así suficiente poder estadístico para poder rechazar la hipótesis nula.

Si bien el LASIK es una cirugía que ha demostrado su eficacia y un perfil excelente de seguridad, (53–55) las complicaciones de esta cirugía incluyen ruptura o corte parcial del colgajo, colgajo libre, perforación del colgajo, descentración de la ablación, crecimiento epitelial, pliegues en el colgajo, queratitis de la interfaz, agujero macular, desprendimiento de retina, entre otras. (56) Otro efecto adverso poco discutido, y relevante para este estudio, es que la cirugía fotoablativa de la córnea (LASIK y PRK, en particular) ha sido asociada a cataratogénesis. (8,9,57,58) Este último fenómeno pudiera tener dos explicaciones, en primer lugar, pudiera ser consecuencia del láser de excímero como tal y, en segundo lugar, asociado al uso del microqueratomo. (8)

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

En el presente estudio, se encontró que los pacientes con el antecedente de LASIK presentaban, en promedio, 7 años antes una cirugía de facoemulsificación por el desarrollo de catarata (60.18 ± 7.46 vs. 67.35 ± 9.28 años, $p < 0.0005$) cuando se comparaba con un grupo con parámetros demográficos y oculares similares. Estos resultados son similares a los presentados por Yesilirmak et al., (8) quienes en su cohorte concluyen que el antecedente de LASIK se asoció al desarrollo de catarata 9 años antes, en promedio. De igual forma, el estudio realizado por Iijima et al. (9) muestra resultados similares, ya que se observó que, en su cohorte, el grupo de pacientes con antecedente de LASIK desarrolló catarata 10 años más temprano que el grupo sin el antecedente (ajustando a longitud axial) y 15 años más temprano que en la población general.

Otro hallazgo fue el promedio de la diferencia entre la edad al momento de la cirugía LASIK y la cirugía de catarata fue 17.85 ± 5.72 años, con un rango de 2 a 27 años. Yesilirmak et al. (8) describen este valor en 14.7 ± 3.67 años (rango: 7 - 23 años), siendo ligeramente más corto el tiempo a comparación del presente estudio y el único reportado en la literatura actual. Además, el promedio de la edad al momento de LASIK fue 42.32 ± 9.24 años (rango: 28-64 años). Esta edad es superior al promedio en cirugías LASIK actualmente, (54) sin embargo, este rango está sesgado por pacientes aislados y la cirugía fue realizada en un cristalino claro.

Dado estos resultados, es importante resaltar que, en la metodología empleada, se pretendió parear a los grupos de casos y controles con respecto a los siguientes parámetros oculares, con el fin de reducir el impacto de factores confusores como la longitud axial, la agudeza visual mejor corregida previo a la cirugía de catarata y el grado de catarata según la clasificación de la OMS. Esto es debido a que los pacientes con una mayor longitud axial y miopía han sido asociados al desarrollo acelerado de catarata (59,60). A su vez, una AVMC diferente en ambos grupos predispondría a un sesgo de selección, ya que significaría que dichos pacientes preferirían someterse más temprano a una cirugía de catarata, y el grado de catarata, ya que este impacta de manera directa a la AVMC previo a la cirugía.

Se pudiera pensar que los pacientes con cirugía LASIK previa fueran más exigentes en cuanto a su demanda visual y buscaran someterse a una cirugía de catarata más temprano. En este estudio, la AVMC previo a la cirugía de catarata no fue ni clínicamente, ni estadísticamente significativa (0.29 ± 0.19 vs 0.34 ± 0.22 Log MAR, $p=0.072$). A su vez, las longitudes axiales entre ambos grupos tampoco mostraron alguna diferencia clínica o estadísticamente significativa (23.99 ± 1.78 mm vs. 23.62 ± 0.98 mm, $p = 0.085$). Por lo cual, podemos asumir que estos factores confusores fueron efectivamente disminuidos en este estudio.

Con respecto al grado de catarata, los grupos mostraron no poseer una diferencia clínica ni estadísticamente significativa en el grado de catarata nuclear ($p=0.86$) y cortical (0.34). Sin embargo, si existió una diferencia estadísticamente significativa entre el grado de catarata subcapsular posterior, donde en el grupo de los controles fue ligeramente superior, sin ser esta diferencia algo clínicamente significativo (0.14 ± 0.54 . vs. 0.62 ± 1.09 cruces, $p<0.0005$). Esta diferencia observada únicamente en cuanto al grado de catarata subcapsular posterior pudiera atribuirse a diversos factores previamente asociados a este tipo de catarata (61,62), incluyendo que en el grupo control hubiera pacientes positivos a comorbilidades que no fueran identificadas en la anamnesis, comorbilidades no diagnosticadas al momento de la anamnesis y el uso o abuso previo de corticoesteroides, el cual no fue reportado en ningún caso en los expedientes evaluados para este estudio.

Existen diversas teorías con respecto a una posible explicación del por qué en esta cohorte se observó cirugía temprana de catarata asociado al antecedente de LASIK (Tabla 3).

Tabla 3. Posibles mecanismos cataratogénicos en LASIK.
1. Estrés fotooxidativo por radiación secundaria.
2. Abuso corticosteroide tópico.
3. Ondas de choque tras la fotoablación corneal.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

4. Cambios estructurales asociados al uso de microqueratomo.

Longitud axial.

Una posible explicación, como se describe previamente, es la asociación reportada en el desarrollo de catarata con respecto a mayores longitudes axiales (59,60). Como se ha mostrado en estudios previos, los pacientes con longitud axial mayor suelen desarrollar catarata hasta 5 años previo a los pacientes con longitud axiales <24 mm. (9)

Factores asociados al láser excímero ArF a 193nm.

En los inicios de la cirugía LASIK, se asumía que el 100% de la energía utilizada en la fotoablación quedaba en la córnea, ya que la penetración del láser era de 1- 3 μm . (56) Sin embargo, posteriores estudios en modelos animales demostraron que radiación secundaria a la fotoablación pudiera inducir cambios bioquímicos en el cristalino. (30–33) Este efecto de radiación secundaria generaría estrés fotooxidativo (ver sección *Marco teórico*), ocasionando alteraciones en la composición proteica del cristalino, sin representar potencial mutagénico. (63) Además, esta radiación secundaria pudiera sumarse a la exposición UV por radiación solar durante la vida y pudiera acentuarse, particularmente, tras un “retoque” de LASIK. (56) Esta radiación secundaria es absorbida

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

por cromóforos, proteínas, enzimas y ácidos nucleicos en el cristalino. (64) La radiación secundaria genera alteraciones en las proteínas del cristalino, que consisten en agregación proteica, disminución de su movimiento en electroforesis, entrecruzamiento de fibras de colágeno e inhibición de su síntesis, lo cual conlleva a un cambio del índice refractivo y pérdida de la transparencia del cristalino. (65)

La fotoablación de la córnea ocasiona expulsión de fragmentos de tejido corneal que ocurren en el rango de los nanosegundos a una velocidad aproximada de 400 m/s. (66) Este proceso genera fuerzas reactivas en la córnea y ondas de estrés (*shockwaves*) (67,68), las cuales se han cuantificado con una amplitud aproximada de 80-150 atm. (69,70) Krueger et al. (58) en córneas humanas, el foco del efecto de estas ondas de estrés se ubica de 7 a 8mm por detrás del ápex corneal, ubicación correspondiente con la cara posterior del cristalino y del vítreo anterior. Adicionalmente, en el mismo ensayo, se encontró que, a mayor fluencia y a mayor zona óptica, era mayor el número de ondas de estrés generadas. (58) Amplitudes de onda cercanas a las 100 atm han mostrado que pueden generar daño tanto en el endotelio corneal (71–73) como alteraciones en las proteínas del cristalino. (74)

Por lo tanto, el uso del láser de excímero de ArF a 193 nm pudiera generar alteraciones en el cristalino humano a través de estos mecanismos bioquímicos, particularmente en pacientes que hayan recibido tratamientos LASIK con zonas ópticas extensas y

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

ablaciones grandes (errores refractivos grandes), que generarían mayor fluencia de energía sobre la córnea. Otro factor por considerar es la tecnología utilizada para la aplicación de la ablación, ya que tecnologías como el *scanning-slit* y el *broad-beam* pudieran realizar la ablación utilizando fluencia de hasta 250-300 mJ/cm², siendo perjudicial para el endotelio y el cristalino. (58)

Después de la cirugía LASIK es frecuente el uso de antiinflamatorios esteroideos, sin embargo, el uso de corticoesteroides tópicos se asocia al desarrollo de catarata, en particular, subcapsular posterior. (62) Por lo que otro factor por considerar, es el potencial abuso de los corticoesteroides tópicos, ya sea por complicaciones de la interfaz del LASIK (75) o por errores en la indicación de este fármaco.

Cambios estructurales asociados al uso de microqueratomo.

Los microqueratomos utilizados en LASIK funcionan generando un vacío sobre la córnea al momento de la cirugía. Este vacío es capaz de generar un aumento de la presión intraocular que puede exceder los 90 mmHg. (21) Se ha demostrado que estos cambios de compresión-descompresión pueden generar un acortamiento transitorio del grosor del cristalino (22) y se ha hipotetizado que inclusive que esta tracción anteroposterior de las estructuras intraoculares del ojo llevase a cambios patológicos. (76,77) La mecánica de estos cambios en el acortamiento transitorio del grosor del cristalino pueden resumirse en los siguientes pasos: al aplicar un anillo de succión perilimbal se genera una tracción

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

circular sobre la esclera, el cuerpo ciliar y las zónulas del cristalino, lo que generaría un movimiento anterior del ecuador del cristalino, lo cual a su vez disminuye su grosor (un mecanismo inverso a la acomodación). (77) Cabe mencionar que los estudios realizados *in vivo* de estos cambios estructurales durante la succión de microqueratomo fueron realizados en su totalidad en ojos con miopía y que se analizó únicamente el momento de la succión, sin considerar pacientes hipermétropes ni el momento del corte del microqueratomo. Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias en el momento de la cirugía de catarata de acorde al tipo de ablación realizada en los pacientes estudiados.

Deterioro de la calidad visual.

Todos los ojos humanos y todos los sistemas ópticos poseen diversas aberraciones ópticas en mayor o menor magnitud. (78) Después de un procedimiento LASIK, la formación de un colgajo con un microqueratomo y la posterior ablación del estroma corneal expuesto modifica y genera un perfil de aberraciones ópticas distinto al previo. (79) Este cambio en las aberraciones ópticas después de una cirugía LASIK es dependiente del tamaño pupilar y conlleva a que algunos pacientes presenten síntomas como visión borrosa, diplopía transitoria, halos y pérdida de la sensibilidad al contraste. (79,80) Este aumento de aberraciones tras LASIK ocurren sin importar el tipo de ablación (tanto miópica como hipermetrópica), donde se ha observado que las ablaciones miópicas inducen aberración

esférica positivas, mientras que las ablaciones hipermetrópicas inducen una aberración esférica negativa. (81)

Esto pudiera condicionar una pérdida de la satisfacción visual, lo que ocasionaría que estos pacientes fueran más exigentes en su demanda visual y los llevara a operarse de catarata más jóvenes. En este estudio se intentó reducir este posible sesgo pareando a los grupos, donde no hubo diferencias en el grado de catarata y en la AVMC previo a la cirugía de catarata. Esta demanda visual si pudo traducirse en nuestros resultados en la selección del lente intraocular. En este estudio, los pacientes con el antecedente de LASIK decidieron en mayor proporción el implante de un lente multifocal (43.5% vs. 13.3%), lo cual permitiría mayor independencia de anteojos.

Otro factor para considerar es que, en este estudio, el grupo de pacientes con antecedente de LASIK mostró un promedio del equivalente esférico previo a la cirugía de catarata de -0.29 D (ligera miopía) a comparación del grupo control (0.21 D), lo cual pudiera mostrar una tendencia hacia la regresión del LASIK. Aunado a este factor, los pacientes con LASIK pudieran prestar una mayor importancia a una agudeza visual sin corrección.

Limitaciones de este estudio incluyen los intrínsecos dado el diseño retrospectivo, por ejemplo, que variables como la edad al momento de la cirugía LASIK fueron tomadas del

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

expediente, el cual a su vez dependía de una respuesta a recolección de memoria por parte del paciente. Por otro lado, se desconocen factores previos a la cirugía de LASIK, ya que la mayoría de los pacientes se operó en otra institución y, por ende, se desconocen con precisión los estándares de selección de pacientes, por lo que estos se asumieron como los adecuados de acuerdo con el estándar al momento de la cirugía.

Además, la naturaleza de la clasificación de la OMS para la estadificación de cataratas se presta a una interpretación subjetiva, y si bien hoy en día existen tecnologías más objetivas como el índice objetivo de dispersión (82), éstas no están estandarizadas en la práctica actual del oftalmólogo en México. Otro factor por considerar es que en este estudio no se fue capaz de evaluar la exposición solar, la cual incide directamente en el grado de radiación UV y ha demostrado tener un efecto en el desarrollo de catarata. (36)

De igual forma, una limitante de este estudio es que no se analizaron casos de pacientes que hubiesen sido sometidos a PRK, y que resultados similares con esta técnica libre de microqueratomo pudieran implicar de una forma más vinculante, el efecto de la radiación secundaria sobre los cambios estructurales inducidos por un microqueratomo.

Otra limitación es que no se realizó un análisis de aberrometría en los pacientes con LASIK, y que, si bien la agudeza visual mejor corregida previo a la cirugía de catarata no fue estadísticamente significativa entre ambos grupos, las aberraciones corneales inducidas por LASIK pudieran propiciar una pérdida de la calidad de visión en estos pacientes, que los llevara a la decisión de una cirugía de catarata más temprana.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Finalmente, en los expedientes recabados, no se especificaba el equipo ni la tecnología de laser excímero utilizado para la ablación LASIK (e.g. *broad-beam, scanning-slit, flying-spot*), la zona óptica del tratamiento aplicado, el tipo de microqueratomo (ni el espesor del colgajo planeado), y que variaciones en estas variables no estudiadas pudieran influir en el desarrollo temprano de catarata.

Capítulo 6 – Conclusión.

El presente estudio logró recabar la muestra necesaria para ser capaz de rechazar la hipótesis nula con un poder del 80% y asumiendo una probabilidad de error tipo 1 del 5%. Con los resultados previamente descritos, este estudio muestra que el antecedente de cirugía LASIK influyó en el desarrollo de catarata hasta 7 años antes en comparación de un grupo control, ajustando a factores confusores como longitud axial, agudeza visual mejor corregida previo a la cirugía de catarata y el grado de catarata. Además, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el antecedente de LASIK y el haber sido sometido a una cirugía de catarata ≤ 55 años.

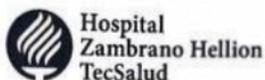
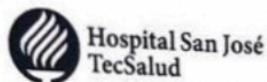
En este estudio no se encontró una diferencia en el desarrollo de catarata conforme al tipo de ablación LASIK realizada (miópica vs hipermetrópica) ni tampoco se encontró una asociación entre el antecedente de LASIK y algún tipo de catarata en particular.

Las alteraciones del cristalino que pudieran explicar la cataratogénesis de una cirugía LASIK incluyen cambios bioquímicos tras estrés fotooxidativo por radiación secundaria generada por el excímero de ArF a 193 nm, el uso de corticoesteroides por tiempo prolongado, los efectos estructurales tras el uso de microqueratomo y las ondas de choques generadas tras la fotoablación de la córnea.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Anexo 1 – Aviso de privacidad.



Fundación Santos y de la Garza Evia I.B.P.
RFC. FSG7712283P5

Hospital San José
Av. I. Morones Prieto 3000 Pte.
Col. Los Doctores. 64710. Monterrey, N.L. México.
Tel. (81) 8347.1010 Fax. (81) 8348.0628

Hospital Zambrano Hellion
Batallón de San Patricio 112 Col. Real de San Agustín
C.P. 66278. San Pedro Garza García, N.L. México
Tel. (81) 8888.0000.

AVISO DE PRIVACIDAD PACIENTES

Identidad y domicilio del Responsable

El Responsable de los datos personales que usted proporciona es Fundación Santos y de la Garza Evia, I.B.P. (en adelante Tec Salud), ubicado en Avenida Ignacio Morones Prieto # 3000 Pte, Colonia Los Doctores, Monterrey, Nuevo León.

Datos personales y datos personales sensibles tratados por Tec Salud

Tec Salud para cumplir con las finalidades previstas en este Aviso de Privacidad tratará datos personales de identificación, incluyendo su imagen personal a través de fotografías y/o videos, datos personales de contacto, datos personales patrimoniales y/o financieros, incluyendo información relacionada con el seguro de gastos médicos que tenga contratado; datos personales laborales y datos personales académicos.

Asimismo, le informamos que para cumplir con las finalidades descritas en este aviso de privacidad se tratarán los siguientes datos personales sensibles, que requieren de especial protección: datos personales referentes a su estado de salud presente y futuro, factores psicológicos, padecimientos pasados y presentes, antecedentes heredofamiliares, datos personales biométricos, datos sobre su preferencia sexual, religión y sobre su origen étnico y/o racial. Le informamos que el tratamiento de dichos datos es necesario para cumplir las obligaciones derivadas de la relación jurídica entre usted y Tec Salud, razón por la cual su consentimiento se encuentra exceptuado.

Por otro lado, le informamos que Tec Salud recabará y tratará datos personales de identificación, de contacto y patrimoniales y/o financieros de familiares y/o terceros, que usted designe como responsables y con quienes podríamos comunicarnos en caso de emergencia para cumplir con las finalidades primarias y necesarias para la relación jurídica establecida con usted. De este modo, al proporcionar los datos personales necesarios relacionados con sus familiares y/o terceros usted reconoce tener el consentimiento de éstos para que Tec Salud trate éstos para cumplir con las finalidades primarias y necesarias señaladas en el presente Aviso.

Finalidades primarias

Tec Salud tratará sus datos personales para las siguientes finalidades primarias y necesarias:

- Registrarle e identificarle como paciente nuestro;
- Brindarle la atención médica que requiera de acuerdo a su estado de salud actual y futuro;
- Integrar su Expediente Clínico y conservarlo de conformidad con la normatividad aplicable en materia de salud;
- Dar a conocer su estado de salud a quien usted designe como responsable durante la prestación del servicio médico;
- Contactarlo para brindarle información sobre los servicios solicitados;
- Contactar a sus familiares y/o terceros autorizados en caso de emergencia;
- Gestionar pagos derivados de los servicios prestados;
- Hacer efectivas las coberturas de seguros que tenga contratadas con empresas aseguradoras;
- Gestionar procesos de cobranza y facturación;
- Cumplir con las obligaciones previstas en la normatividad aplicable en materia de salud así como con los requerimientos de autoridades competentes en los casos legalmente previstos.
- Obtención de certificaciones de calidad en la prestación de servicios relacionados con la salud.

Le informamos que usted no puede oponerse para que Tec Salud cese el tratamiento de sus datos para las finalidades primarias y necesarias, anteriormente mencionadas, en virtud de que el tratamiento es necesario para cumplir obligaciones derivadas de la relación entre usted y Tec Salud.

Finalidades secundarias

Además, si usted no se opone, Tec Salud tratará sus datos personales para las siguientes finalidades adicionales que no son necesarias para el servicio solicitado, pero que permiten y facilitan brindarle una mejor atención:

- Para realizar encuestas y evaluaciones de mejora de procesos de atención;
- Para fines académicos, de investigación médica y generación de tesis;
- Para fines publicitarios y de campañas financieras;
- Para proporcionar a sus familiares y/o terceros que lo soliciten información sobre el número de habitación en el cual se encuentre hospitalizado.

En caso de que no desee que sus datos personales sean tratados para alguna o todas las finalidades adicionales, desde este momento usted nos puede comunicar lo anterior al correo avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx

La negativa para el uso de sus datos personales para fines adicionales no podrá ser un motivo para negarle los servicios o productos que contrata o solicita ni para dar por terminada la relación establecida con nosotros.

Transferencias

Tec Salud para cumplir las finalidades necesarias anteriormente descritas u otras aquellas exigidas legalmente o por las autoridades competentes transferirá los datos personales necesarios a las siguientes organizaciones y para los siguientes fines:

Tercero receptor de los datos personales	Finalidad	Consentimiento
Autoridades en materia de salud	Cumplir con las disposiciones de la Ley General de Salud, Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable.	No necesario
Compañías Aseguradoras	Pago de servicios obtenidos y hacer efectivos las coberturas aplicables.	No necesario
Terceros pagadores	Pago de servicios obtenidos	No necesario
Médico tratante	Brindar atención médica	No necesario
*Médico Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.	Realizar investigaciones médicas relacionadas con su diagnóstico, tratamiento y demás datos personales.	Necesario
*Médicos residentes	Realizar investigaciones médicas que deriven en tesis y/o publicaciones en congresos.	Necesario
Estudiantes del sector salud	Para brindar atención médica con supervisión de médico.	No necesario
Empresas e instituciones con las que tenemos celebrados contratos de prestación de servicios médicos para sus empleados.	En caso de solicitar ser atendido por su calidad de empleado de alguna de estas empresas o instituciones, para la gestión de trámites administrativos.	No necesario

Si usted no desea que Tec Salud transfiera sus datos personales para aquellas transferencias para las cuales es necesario su consentimiento le pedimos que envíe un correo electrónico a la dirección avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx, en donde se le atenderá en tiempo y forma.

[] Acepto y otorgo mi consentimiento para realizar la transferencia de los datos a los terceros señalados con asterisco (*).

Derechos ARCO y/o revocación del consentimiento

Usted o su representante legal podrá ejercer cualquiera de los derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición ("Derechos ARCO"), así como revocar su consentimiento para el tratamiento de sus datos personales enviando un correo electrónico al Departamento de Protección de Datos Personales a la dirección electrónica avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx.

En este sentido, puede informarse sobre los procedimientos, requisitos y plazos para el ejercicio de sus Derechos ARCO y/o revocación del consentimiento en cualquiera de nuestras página de internet <http://www.cmzh.com.mx/pacientes-y-familiares/aviso-de-privacidad.aspx>, o <http://www.hsj.com.mx/secciones-hsj/aviso-de-privacidad.aspx> ó bien ponerse en contacto con el Departamento de Protección de Datos Personales que dará trámite a las solicitudes para el ejercicio de estos derechos, y atenderá cualquier duda que pudiera tener respecto al tratamiento de su información. Los datos de contacto del Departamento de Protección de Datos Personales son los siguientes: Av. Ignacio Morones Prieto No. 3000 Pte., colonia Los Doctores, Monterrey, Nuevo León, C.P. 64710. Correo electrónico: avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx

Limitación y/o Divulgación de sus datos

Usted podrá limitar el uso o divulgación de sus datos personales enviando su solicitud al avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx. En caso de que su solicitud sea procedente se le registrará en el listado de exclusión propio de Tec Salud.

Uso de cookies, web beacons y otras tecnologías similares

Le informamos que en nuestra página de Internet no utilizamos cookies y otras tecnologías a través de las cuales sea posible monitorear su comportamiento como usuario de Internet.

Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI)

En caso de considerarlo necesario, le informamos que tiene el derecho de acudir ante el Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) para hacer efectivos sus derechos.

Cambios al Aviso de Privacidad

Tec Salud le notificará sobre cambios o actualizaciones al presente aviso de privacidad a través de las ligas www.cmzh.com.mx y www.hsj.com.mx y posteriormente accediendo a su Aviso de Privacidad.

Aceptación al Aviso de Privacidad

Por medio del presente usted es consciente que Tec Salud trate sus datos personales para aquellas finalidades para las cuales es necesario su consentimiento, y reconoce que el presente Aviso de Privacidad fue puesto a disposición previo al tratamiento de sus datos personales. Asimismo, declara que ha informado a las personas de las cuales ha proporcionado datos personales, del tratamiento que el Responsable dará a los mismos y que cuenta con su autorización.

Firma del paciente

Nombre completo y firma de quien ejerce la patria potestad o tutoría del paciente

Monterrey, Nuevo León, a

Anexo 2 – Descripción y definición de las variables del estudio.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUA L	DEFINICIÓN OPERACIONA L	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICI ÓN	VALOR DE VARIABLE
Antecedente de LASIK	Referente al antecedente quirúrgico de cirugía LASIK	Antecedente reportado en el expediente de LASIK.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Presente • No presente
Edad al momento de LASIK	Tiempo al que el paciente se sometió a cirugía de LASIK	Edad cronológica expresada en años a partir de la fecha de LASIK	Independiente Cuantitativa	De razón	Años/meses
Edad al momento de cirugía de catarata	Tiempo al que el paciente se sometió a cirugía de catarata	Edad cronológica expresada en años a partir de la fecha de cirugía de catarata.	Independiente Cuantitativa	De razón	Años/meses

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Error refractivo previo al LASIK	Tipo de error refractivo congruente con el punto de enfoque en la retina de la luz.	Error refractivo previo a LASIK reportado por el paciente	Independiente Cualitativa	Nominal	Miópico/ Hipermetrópic o.
Equivalente esférico antes de la cirugía de catarata	Suma algebraica de la esfera y la mitad del cilindro que corresponde a la refracción que conjuga la retina con el círculo de menor confusión del conoide de Sturm.	Equivalente esférico reportado en el expediente antes de la cirugía de catarata	Independiente Cuantitativa	Intervalo	Dioptías
Edad	Tiempo que ha vivido una persona a partir	Edad cronológica expresada en años a partir de la fecha de	Independiente Cuantitativa	De razón	Años/meses

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

	de su nacimiento.	nacimiento referida en el expediente.			
Sexo	Características exclusivamente biológicas que distinguen al hombre de la mujer, determinadas por la presencia del cromosoma X o Y	Sexo referido en el expediente	Cualitativa, dicotómica.	Nominal	Femenino, Masculino.
AVMC antes de la cirugía de catarata	Capacidad del sistema de visión para percibir, detectar o identificar objetos en condiciones de	Agudeza visual mejor corregida obtenida con cartilla de Snellen.	Dependiente Cuantitativa	Intervalo	Medición de la agudeza visual reportada en Snellen.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

	iluminación óptimas.				
AVMC después de la cirugía de catarata	Capacidad del sistema de visión para percibir, detectar o identificar objetos en condiciones de iluminación óptimas.	Agudeza visual mejor corregida obtenida con cartilla de Snellen.	Dependiente Cuantitativa	Intervalo	Medición de la agudeza visual reportada en Snellen.
Clasificación OMS de catarata.	Clasificación internacional de catarata según color y opalescencia del núcleo de la catarata.	Clasificación de 1-4 cruces de acuerdo con las características del núcleo, corteza y opacidad posterior.	Independiente . Cuantitativa	Intervalo	Cruces 1-4

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Longitud Axial	La distancia que describe el diámetro anteroposterior del ojo	Longitud Axial reportada en el expediente	Dependiente. Cuantitativa	Intervalo	milímetros
----------------	---	---	---------------------------	-----------	------------

Referencias

1. Market Scope. 2010 Comprehensive report of the global refractive surgery market. 2011 p. 10–1.
2. Solomon KD, Fernández de Castro LE, Sandoval HP, Biber JM, Groat B, Neff KD, et al. LASIK world literature review: quality of life and patient satisfaction. *Ophthalmology*. 2009 Apr;116(4):691–701.
3. McDonald MB, Kaufman HE, Frantz JM, Shofner S, Salmeron B, Klyce SD. Excimer laser ablation in a human eye. Case report. *Arch Ophthal* [Internet]. 1989 May [cited 2022 Feb 23];107(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2719572/>
4. McDonald MB, Frantz JM, Klyce SD, Beuerman RW, Varnell R, Munnerlyn CR, et al. Central photorefractive keratectomy for myopia. The blind eye study. *Arch Ophthalmol*. 1990 Jun;108(6):799–808.
5. Center for Devices and Radiological Health. List of FDA-approved lasers for LASIK [Internet]. U.S. Food and Drug Administration. FDA. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/lasik/list-fda-approved-lasers-lasik>
6. Azar DT, Farah SG. Laser in situ keratomileusis versus photorefractive keratectomy: an update on indications and safety. *Ophthalmology* [Internet]. 1998 Aug [cited 2022 Feb 27];105(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9709742/>

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

7. Pesudovs K, Lansingh VC, Kempen JH, Steinmetz JD, Briant PS, Varma R, et al. Cataract-related blindness and vision impairment in 2020 and trends over time in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2021 Jun 21;62(8):3523–3523.
8. Yesilirmak N, Chhadva P, Diakonis VF, Waren DP, Yoo SH, Donaldson KE. The Effect of LASIK on Timing of Cataract Surgery. *J Refract Surg*. 2016 May 1;32(5):306–10.
9. Iijima K, Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, Komatsu M. Demographics of patients having cataract surgery after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2015 Feb [cited 2022 Feb 28];41(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25661126/>
10. Barraquer JJ. Queratoplastia refractiva. *Estudios e Informaciones Oftalmológicas*. 1949;(10):2–21.
11. Barraquer JJ. Method for cutting lamellar grafts in frozen cornea. New orientation for refractive surgery. *Arch Soc Am Oftal Optom*. 1958;(1):271–86.
12. Barraquer JJ. Autokeratoplasty with optical carving for the correction of myopia (keratomileusis). *An Med Espec*. 1965;1(51):66–82.
13. Dan Z. Reinstein, MD, MA(Cantab), FRCSC, FRCOphth, Archer MA(Oxon) DipCompSci(Cantab) T, Marine Gobbe M. The History of LASIK [Internet].

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Journal of Refractive Surgery. [cited 2022 Feb 23]. Available from:
<https://journals.healio.com/doi/abs/10.3928/1081597X-20120229-01>

14. Azar DT. Refractive Surgery E-Book. Elsevier Health Sciences; 2019. 608 p.
15. Krumeich JH, Swinger CA. Nonfreeze epikeratophakia for the correction of myopia. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 1987 Mar 15 [cited 2022 Feb 23];103(3 Pt 2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3548393/>
16. Ruiz LA. Keratomileusis in situ. *American Academy of Ophthalmology*. 1986.
17. Trokel SL, Srinivasan R, Braren B. Excimer laser surgery of the cornea. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 1983 Dec [cited 2022 Feb 23];96(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6660257/>
18. Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, Frenschok O, Georgiadis A. Laser in situ keratomileusis. *Lasers Surg Med* [Internet]. 1990 [cited 2022 Feb 23];10(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2233101/>
19. Mohamed El Bahrawy JLA. Excimer laser 6th generation: state of the art and refractive surgical outcomes. *Eye and Vision* [Internet]. 2015 [cited 2022 Feb 23];2. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4655460/>
20. Krauss JM, Puliafito CA, Steinert RF. Laser interactions with the cornea. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 1986 [cited 2022 Feb 27];31(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3092384/>

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

21. Bissen-Miyajima H, Suzuki S, Ohashi Y, Minami K. Experimental observation of intraocular pressure changes during microkeratome suctioning in laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2005 Mar [cited 2022 Feb 27];31(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15811750/>
22. Davis RM, Evangelista JA. Ocular structure changes during vacuum by the Hansatome microkeratome suction ring. *J Refract Surg* [Internet]. 2007 Jun [cited 2022 Feb 27];23(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17598574/>
23. Einstein A. On the quantum theory of radiation [German]. *Phys Z.* 1917;(18):121–8.
24. Kochevar IE. Cytotoxicity and mutagenicity of excimer laser radiation. *Lasers Surg Med* [Internet]. 1989 [cited 2022 Feb 25];9(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2682102/>
25. Hieda K, Hayakawa Y, Ito A, Kobayashi K, Ito T. Wavelength dependence of the formation of single-strand breaks and base changes in DNA by the ultraviolet radiation above 150 nm. *Photochem Photobiol* [Internet]. 1986 Sep [cited 2022 Feb 25];44(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3786460/>
26. Ediger MN. Excimer-laser-induced fluorescence of rabbit cornea: radiometric measurement through the cornea. *Lasers Surg Med* [Internet]. 1991 [cited 2022 Feb 25];11(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2034015/>

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

27. Dausch D, Klein RJ, Schröder E. Ophthalmic excimer laser surgery: [clinical results]. Editions du Signe: Strasbourg. 1991.
28. Aron-Rosa D, Carre F, Cassiani P, Delacour M, Gross M, Lacour B, et al. Keratorefractive Surgery with the Excimer Laser [Internet]. Vol. 100, American Journal of Ophthalmology. 1985. p. 741–2. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394\(85\)90638-5](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9394(85)90638-5)
29. Nuss RC, Puliafito CA, Dehm E. Unscheduled DNA synthesis following excimer laser ablation of the cornea in vivo. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1987 Feb;28(2):287–94.
30. Costagliola C, Balestrieri P, Fioretti F, Frunzio S, Rinaldi M, Scibelli G, et al. ArF 193 nm excimer laser corneal surgery as a possible risk factor in cataractogenesis. Exp Eye Res [Internet]. 1994 Apr [cited 2022 Feb 25];58(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7925681/>
31. Müller-Stolzenburg NW, Müller GJ, Buchwald HJ, Schröder S. UV exposure of the lens during 193-nm excimer laser corneal surgery. Arch Ophthalmol [Internet]. 1990 Jul [cited 2022 Feb 25];108(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2369344/>
32. Rasmussen RE, Hammer-Wilson M, Berns MW. Mutation and sister chromatid exchange induction in Chinese hamster ovary (CHO) cells by pulsed excimer laser radiation at 193 nm and 308 nm and continuous UV radiation at 254 nm.

Photochem Photobiol [Internet]. 1989 Apr [cited 2022 Feb 27];49(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2727080/>

33. Pitts DG, Cameron, LL, Hose JG, Lerman S, Moss E, et al. Optical radiation and cataracts. In: Waxler M, Hitchins VM, editors. Optical Radiation and Visual Health. CRC Press, Boca Raton, USA.; 1986. p. 5–41.
34. Tuft S, al-Dhahir R, Dyer P, Zhu ZH. Characterization of the fluorescence spectra produced by excimer laser irradiation of the cornea. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1990 Aug;31(8):1512–8.
35. Pitts DG, Cullen AP, Hacker PD. Ocular effects of ultraviolet radiation from 295 to 365 nm. Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 1977 Oct [cited 2022 Feb 27];16(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/908646/>
36. Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Muñoz B, Newland HS, Abbey H, et al. Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. N Engl J Med [Internet]. 1988 Dec 1 [cited 2022 Feb 27];319(22). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3185661/>
37. Costagliola C, Balestrieri P, Fioretti F, Frunzio S, Rinaldi M, Scibelli G. Hydrogen peroxide and ascorbic acid levels in aqueous humor of rabbit after exposure to ArF 193nm excimer laser corneal surgery. Izv Meditsinskite Inst Bulg Akad Naukite Sofia Otd Biol Meditsinski Nauki. 1992;(18):245–53.

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

38. Costagliola C, Fioretti F, Di Giovanni A, Frunzio S, Rinaldi M, Sebastiani A. Cheratectomia fotorefrattiva con laser ad eccimeri e rischio catarattogeno in un modello sperimentale. Risultati preliminari. Proceedings National Congress of the Society Tosco-UmbroEmiliana di Oftalmologica, Pavia, Italy. 1992;48–50.
39. Costagliola C, Balestrieri P, Fioretti F, Frunzio S, Rinaldi M, Scibelli G. Arf 193nm excimer laser corneal surgery and photo-oxidation stress in aqueous humor and lens of rabbit: one-month follow-up. *Curr Eye Res* [Internet]. 1996 Apr [cited 2022 Feb 27];15(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8670734/>
40. Yamanashi BS, Hacker H, Klintworth GK. Wavelength dependence and kinetics of UV-induced free radical formation in the human cornea and lens. *Photochem Photobiol* [Internet]. 1979 Sep [cited 2022 Feb 27];30(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/515195/>
41. Varma SD, Chand D, Sharma YR, Kuck JF, Richards RD. Oxidative stress on lens and cataract formation: role of light and oxygen. *Curr Eye Res* [Internet]. 1984 Jan [cited 2022 Feb 27];3(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6360540/>
42. Riley MV, Schwartz CA, Peters MI. Interactions of ascorbate and H₂O₂: implications for in vitro studies of lens and cornea. *Curr Eye Res* [Internet]. 1986 Mar [cited 2022 Feb 27];5(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3698653/>

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

43. Costagliola C, Menzione M, Rinaldi E. Free radicals, visible light and vitreous liquefaction. *Bull Mol Biol Med*. 1988;(13):25–31.
44. Giblin FJ, McCready JP, Kodama T, Reddy VN. A direct correlation between the levels of ascorbic acid and H₂O₂ in aqueous humor. *Exp Eye Res* [Internet]. 1984 Jan [cited 2022 Feb 27];38(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6705847/>
45. Harris A, Robinson AB, Pauling L. Blood plasma L-ascorbic acid concentration for oral L-ascorbic acid dosage up to 12 grams per day. *International Research Communications System*. 1973;(1):24–32.
46. Bhuyan KC, Bhuyan DK. Molecular mechanism of cataractogenesis: III. Toxic metabolites of oxygen as initiators of lipid peroxidation and cataract. *Curr Eye Res* [Internet]. 1984 Jan [cited 2022 Feb 27];3(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6317286/>
47. Brubaker RF. Flow of aqueous humor in humans [The Friedenwald Lecture]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* [Internet]. 1991 Dec [cited 2022 Feb 27];32(13). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1748546/>
48. Bhuyan KC, Bhuyan DK. Superoxide dismutase of the eye: relative functions of superoxide dismutase and catalase in protecting the ocular lens from oxidative damage. *Biochim Biophys Acta* [Internet]. 1978 Aug 3 [cited 2022 Feb 27];542(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/208649/>

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

49. Reddy VN. Glutathione and its function in the lens--an overview. *Exp Eye Res* [Internet]. 1990 Jun [cited 2022 Feb 27];50(6). Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2197112/>
50. Spector A, Kleiman NJ, Huang RR, Wang RR. Repair of H₂O₂-induced DNA damage in bovine lens epithelial cell cultures. *Exp Eye Res* [Internet]. 1989 Oct [cited 2022 Feb 27];49(4). Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2509231/>
51. Wachtlin J, Blasig IE, Schründer S, Langenbeck K, Hoffmann F. PRK and LASIK--their potential risk of cataractogenesis: lipid peroxidation changes in the aqueous humor and crystalline lens of rabbits. *Cornea* [Internet]. 2000 Jan [cited 2022 Feb 28];19(1). Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10632013/>
52. Secretaria de Gobernación G de M. NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos. 2013 Apr.
53. Watson SL, Bunce C, Allan BDS. Improved Safety in Contemporary LASIK. *Ophthalmology*. 2005 Aug 1;112(8):1375–80.
54. Valdez-García JE, Hernandez-Camarena JC, Loya-García D, Lopez-Montemayor P, Ortiz-Morales G, Merayo-Llaves J. Safety and Efficacy of Myopic LASIK performed on Thin Corneas [Internet]. Vol. 14, *The Open*

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Ophthalmology Journal. 2020. p. 33–8. Available from:

<http://dx.doi.org/10.2174/1874364102014010033>

55. Chuck RS, Jacobs DS, Lee JK, Afshari NA, Vitale S, Shen TT, et al. Refractive Errors & Refractive Surgery Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*. 2018 Jan;125(1): P1–104.
56. Mansour AM, Ghabra M. Cataractogenesis after Repeat Laser in situ Keratomileusis. *Case Rep Ophthalmol*. 2012 May;3(2):262–5.
57. Nakamura K, Bissen-Miyajima H, Arai H, Toda I, Hori Y, Shimmura S, et al. Iatrogenic cataract after laser-assisted in situ keratomileusis [Internet]. Vol. 128, *American Journal of Ophthalmology*. 1999. p. 507–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0002-9394\(99\)00193-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0002-9394(99)00193-2)
58. Krueger RR, Seiler T, Gruchman T, Mrochen M, Berlin MS. Stress wave amplitudes during laser surgery of the cornea. *Ophthalmology*. 2001 Jun;108(6):1070–4.
59. Hoffer KJ. Axial dimension of the human cataractous lens. *Arch Ophthalmol*. 1993 Jul;111(7):914–8.
60. Pan CW, Boey PY, Cheng CY, Saw SM, Tay WT, Wang JJ, et al. Myopia, axial length, and age-related cataract: the Singapore Malay eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013 Jul 2;54(7):4498–502.

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

61. Kook D. Faculty Opinions recommendation of Risk factors for cortical, nuclear, posterior subcapsular, and mixed lens opacities: the Los Angeles Latino Eye Study [Internet]. Faculty Opinions – Post-Publication Peer Review of the Biomedical Literature. 2013. Available from: <http://dx.doi.org/10.3410/f.717971186.793469497>
62. Richter GM, Torres M, Choudhury F, Azen SP, Varma R, Los Angeles Latino Eye Study Group. Risk factors for cortical, nuclear, posterior subcapsular, and mixed lens opacities: the Los Angeles Latino Eye Study. *Ophthalmology*. 2012 Mar;119(3):547–54.
63. Lubatschowski H, Kermani O. [193 nm Excimer laser photoablation of the cornea. Spectrum and transmission behavior of secondary irradiation]. *Ophthalmologie*. 1992 Apr;89(2):134–8.
64. Sydenham MM, Collins MJ, Hirst LW. Measurement of ultraviolet radiation at the surface of the eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997 Jul;38(8):1485–92.
65. Abdelkawi SA, Ghoneim DF, Atoat W, Badr YA. 193 nm ArF excimer laser and the potential risk for cataract formation. 2010;(6):796–805.
66. Puliafito CA, Stern D, Krueger RR, Mandel ER. High-speed photography of excimer laser ablation of the cornea. *Arch Ophthalmol*. 1987 Sep;105(9):1255–9.

67. Krueger RR, Krasinski JS, Radzewicz C, Stonecipher KG, Rowsey JJ. Photography of shock waves during excimer laser ablation of the cornea. Effect of helium gas on propagation velocity. *Cornea*. 1993 Jul;12(4):330–4.
68. Gobbi PG, Carones F, Brancato R, Pini R, Siano S. Acoustic transients following excimer laser ablation of the cornea. *Eur J Ophthalmol*. 1995 Oct;5(4):275–6.
69. Kermani O, Lubatschowski H. [Structure and dynamics of photo-acoustic shock-waves in 193 nm excimer laser photo-ablation of the cornea]. *Fortschr Ophthalmol*. 1991;88(6):748–53.
70. Bor Z, Hopp B, Rácz B, Szabó G, Ratkay I, Süveges I, et al. Plume emission, shock wave and surface wave formation during excimer laser ablation of the cornea. *Refract Corneal Surg [Internet]*. 1993 [cited 2022 Jun 14];9(2 Suppl). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8499358/>
71. Pallikaris IG, Siganos DS. Excimer Laser In Situ Keratomileusis and Photorefractive Keratectomy for Correction of High Myopia [Internet]. Vol. 10, *Journal of Refractive Surgery*. 1994. p. 498–510. Available from: <http://dx.doi.org/10.3928/1081-597x-19940901-07>
72. Marshall J, Trokel S, Rothery S, Krueger RR. A comparative study of corneal incisions induced by diamond and steel knives and two ultraviolet radiations from an excimer laser. *Br J Ophthalmol*. 1986 Jul;70(7):482–501.

73. Valdez-García JE, Ortiz-Morales G, Morales-Mancillas N, Domene-Hickman JL, Hernández-Camarena J, Loya-García D, et al. Age-related Changes of the Corneal Endothelium in the Hispanic Elderly Population [Internet]. Vol. 16, The Open Ophthalmology Journal. 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.2174/18743641-v16-e2204140>
74. Steinert RF, Puliafito CA. The Nd-YAG Laser in Ophthalmology: Principles and Clinical Applications of Photodisruption. W B Saunders Company; 1985. 154 p.
75. Randleman JB, Shah RD. LASIK interface complications: etiology, management, and outcomes. J Refract Surg. 2012 Aug;28(8):575–86.
76. Arevalo JF, Freeman WR, Gomez L. Retina and vitreous pathology after laser-assisted in situ keratomileusis: is there a cause-effect relationship? Ophthalmology [Internet]. 2001 May [cited 2022 Jun 15];108(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11320010/>
77. Mirshahi A, Kohnen T. Effect of microkeratome suction during LASIK on ocular structures. Ophthalmology. 2005 Apr;112(4):645–9.
78. Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human anterior cornea [Internet]. Vol. 29, Journal of Cataract and Refractive Surgery. 2003. p. 1514–21. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0886-3350\(03\)00467-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0886-3350(03)00467-x)

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

79. Sharma M, Wachler BSB, Chan CCK. Higher order aberrations and relative risk of symptoms after LASIK. *J Refract Surg.* 2007 Mar;23(3):252–6.
80. McCormick GJ, Porter J, Cox IG, MacRae S. Higher-Order Aberrations in Eyes with Irregular Corneas after Laser Refractive Surgery [Internet]. Vol. 112, *Ophthalmology.* 2005. p. 1699–709. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.opthta.2005.04.022>
81. Kohnen T, Mahmoud K, Bühren J. Comparison of corneal higher-order aberrations induced by myopic and hyperopic LASIK. *Ophthalmology.* 2005 Oct;112(10):1692.
82. Waring GO, Rocha KM. Characterization of the Dysfunctional Lens Syndrome and a Review of the Literature [Internet]. Vol. 6, *Current Ophthalmology Reports.* 2018. p. 249–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40135-018-0190-3>

Curriculum vitae

Dr. Gustavo A. Ortiz Morales

Especialidad en Oftalmología

Tecnológico de Monterrey

gomorales7@gmail.com



TRAYECTORIA ACADÉMICA

- Especialidad en Oftalmología. Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México. 2020-2024
- Médico Cirujano. Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México. 2012-2018
- Servicio Social en Medicina. Hospital General de Mexicali, Baja California, México. 2018-2019
- Diplomado en Investigación clínica. Hospital General de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México. 2018
- Rotación Nacional. Instituto de Oftalmología y Ciencias Visuales. Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México. 2018
- Rotación Internacional. Clínica Vithas Eurocanarias. Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, España. 2017

DISTINCIONES Y PREMIOS

- Beca Académica de Excelencia del Tecnológico de Monterrey. 2012
- Melanoma FC. Curso Internacional del Colegio de Médicos Oftalmólogos de Jalisco. Sociedad Mexicana de Oftalmología. **1º lugar** en caso clínico. 2021
- Ophthalmological care during COVID-19 times. Perspectives from a Mexican eye healthcare system. **ARVO Travel Grant.** 2021

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

- Cataract surgery management during COVID-19 times: Perspectives from an eye healthcare system. Samara International Medical Science 2021. Samara, Rusia. **2º lugar** presentación oral.
- **Beca Humylub PF** Laboratorios Sophia para asistir American Academy of Ophthalmology Annual Meeting 2021.
- Digital Eye Strain and Amplitude of Accommodation during COVID-19 times. A Case-Control Study in a Pediatric Population. **Poster Theater.** American Academy of Ophthalmology Annual Meeting 2021.
- Doughnut play with chemicals: Doughnut-shaped amniotic membrane transplantation for ocular surface reconstruction. Gustavo Ortiz-Morales. **National Winner/International finalist.** Thea Trophy Contest.
- Seminario OMI-MEX Oftalmología 2023 AMSA. **Best Case Presentation.**

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

1. **Ortiz-Morales G**, Domene-Hickman J, Villarreal A, Valdez-Garcia JE. La práctica oftalmológica en México del siglo XVIII. Arch. Soc. Esp. Oftalmol. 2019:e17-8.
2. Domene-Hickman JL, Torres-Gómez J, Valdez-García JE, Hernández-Camarena JC, **Ortiz-Morales G**, Domene Hinojosa JL. Late-onset fungal keratitis from Candida glabrata after penetrating keratoplasty. Rev Mex Oftalmol. 2020 Dec;94(6):284-8.
3. Valdez-García JE, Hernandez-Camarena JC, Loya-García D, Lopez-Montemayor P, **Ortiz-Morales G**, Merayo-Lloves J. Safety and Efficacy of Myopic LASIK performed on Thin Corneas. The Open Ophthalmology Journal. 2020. Jul 30;14(1).
4. **Ortiz-Morales G**, Ruiz-Lozano RE, Garza-Garza LA, Rodriguez-Valdes PJ, Alvarez-Guzman C. Simultaneous amplification of herpes simplex virus type 2 and Epstein-Barr virus in an immunocompetent host with acute retinal necrosis. Pan Am J Ophthalmol. 2021;3:24
5. Domínguez-Varela IA, Parra-Bernal C, Morales-Mancillas N, Rodríguez-Gutiérrez L, **Ortiz-Morales G**, Nava-García J. Cataracte cécyléenne congénitale. Journal Français d'Ophthalmologie. 2021 Dec 1;44(10):1616-7

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

6. Domínguez-Varela IA, **Ortiz-Morales G**, Gomez-Elizondo DE, Nava-García JA, Valdez-García JE. Ophthalmological Care Management of Cataract Patients During the COVID-19 Times: Perspectives From a Mexican Eye Health Care System.. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2021.
7. Loya D, **Ortiz-Morales G**, Herrera-Rodriguez M, Hernandez-Camarena J, de la Rosa GG, Valdez-García JE. Scleral lenses for the management of corneal irregularities. Visual and aberrometric outcomes in Mexico. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2021 Jun 21;62(8):678-.
8. Varela IA, **Ortiz-Morales G**, Gomez-Elizondo D, Arias AB, García JA, Valdez-García JE. Ophthalmological care during COVID-19 times. Perspectives from a Mexican eye healthcare system. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2021 Jun 21;62(8):593-.
9. **Ortiz-Morales G**, Dominguez-Varela IA, Gomez-Elizondo D, Valdez-Balli JA, Perez-Ramos E, Ancona-Lezama D. CyberKnife Robot-Assisted Radiosurgery for Ciliochoroidal Melanoma: Early Results in Mexico. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2021 Jun 21;62(8):2858-.
10. **Morales GO**, Quiroga-Garza ME, Bastán-Fabián D, Salinas-Lugo MA, Nava-García JA, Loya-García D, Hernandez-Camarena JC, Rodríguez-García A, Padilla-Alanís S, Valdez JE. Endothelial morphometric characteristics in primary cornea guttata. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2022 Jun 1;63(7):2764-A0253.
11. Valdez JE, Padilla-Alanís S, **Morales GO**, Quiroga-Garza ME, Bastan-Fabian D, Salinas-Lugo MA, Arreola JE, Nava-García JA. Cataract surgery in challenging post refractive surgery scenarios. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2022 Jun 1;63(7):2886-F0023.
12. Padilla-Alanís S, Nava-García JA, Hernandez-Camarena JC, González-Godinez S, **Morales GO**, Quiroga-Garza ME, Salinas-Lugo MA, Bastán-Fabián D, Arreola JE, Valdez JE. Comparative Outcomes in Refractive Lens Exchange: Bilateral EDOF IOL vs. Mix and Match Approach in Emmetropic Presbyopic Patients. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2022 Jun 1;63(7):2885-F0022.
13. Quiroga-Garza ME, **Morales GO**, Bastán-Fabián D, Salinas-Lugo MA, Padilla-Alanís S, Nava-García JA, Loya-García D, Hernandez-Camarena JC, Rodríguez-García A, Valdez JE. Prevalence of corneal endothelial pleomorphism, polymegethism, and guttata in a Hispanic population. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2022 Jun 1;63(7):2763-A0252.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

14. **Ortiz-Morales G**, Parra-Bernal C, Dominguez-Varela I, Gonzalez-Godinez S, Aguilera-Partida J, Ancona-Lezama D. CyberKnife robotic-assisted stereotactic radiosurgery for iridociliary melanoma. *Pan Am J Ophthalmol* 2022;4:10.
15. **Ortiz-Morales G**, Loya-Garcia D, Colorado-Zavala MF, Gomez-Elizondo DE, Soifer M, Srinivasan B, Agarwal S, Rodríguez-Garcia A, Perez VL, Amescua G, Iyer G. The evolution of the modified osteo-odonto-keratoprosthesis, its reliability, and long-term visual rehabilitation prognosis: An analytical review. *The Ocular Surface*. 2022 Mar 18.
16. **Ortiz-Morales G**, Valdez-Garcia J, Morales-Mancillas N, Domene-Hickman JL, Hernández-Camarena J, Loya-García D, Zavala J, Rodríguez-García A. Age-related changes of the corneal endothelium in a Hispanic elderly population. *The Open Ophthalmology Journal*. 2022. May 30;16(1).
17. Ancona-Lezama D, Bastán-Fabián D, **Ortiz-Morales G**. Conjunctival squamous cell carcinoma as a second primary malignancy in a patient with colon adenocarcinoma. *Indian Journal of Ophthalmology-Case Reports*. 2022 Jul 1;2(3):761.
18. Ruiz-Lozano RE, Alamillo-Velazquez J, **Ortiz-Morales G**, Garza-Garza LA, Quiroga-Garza ME, Alvarez-Guzman C, Rodriguez-Garcia A. Selective laser trabeculoplasty is safe and effective in patients previously treated with prostaglandin analogs: An evidence-based review. *International Ophthalmology*. 2022 Aug 13:1-9.
19. Garza Garza L, Ramos-Davila E, Ruiz-Lozano R, **Morales GO**, Alvarez-Guzman C, Rodriguez-Garcia A. Acute anterior hypopyon uveitis after non-penetrating ocular trauma in a patient with ankylosing spondylitis and HLA-B27 positivity. *Klinika Oczna / Acta Ophthalmologica Polonica*. 2022;124(2). doi:10.5114/ko.2022.119013.
20. Valdez-Garcia JE, **Ortiz-Morales G**, Morales-Mancillas N, Loya-Garcia D, Nava J, Hernández-Camarena J. Visual outcome after trifocal IOL implant in a patient with cornea guttata. A case report. *Rev Mex Oftalmol*. In Press.
21. **Ortiz-Morales G**, Loya-Garcia D, Herrera-Rodriguez M, Hernández-Camarena J, Valdez-Garcia JE. Intrastromal Corneal Ring Segments for the management of late-onset corneal Ectasia after Radial Keratotomy. *Rev Mex Oftalmol*. In Press.
22. **Ortiz-Morales G**, Dominguez-Varela IA, Gomez-Elizondo D, Perez-Ramos E, Gonzalez-Godinez S, Aguilar y Mendez D, Estrada-Hernandez C, Zamorano-Gomez O, Shields CL, Dalvin LA, Gonzalez-Monroy E, Ancona-Lezama D. CyberKnife Robotic-Assisted Stereotactic Radiosurgery for Advanced Stages of Ciliochoroidal Uveal Melanoma.

Protocolo: "FCLSiK" (ID) Titulado: "Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK".

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.

Preliminary results in Mexico. Rev Mex Oftalmol. 2022 Nov. doi:
10.24875/RMO.M22000236

23. **Ortiz-Morales, Gustavo**, Morales-Mancillas, Nallely R, Paez-Garza, Juan Homar, Rodriguez-Garcia, Alejandro. Regarding Clinical Characteristics and Therapeutic Outcomes of Pediatric Blepharokeratoconjunctivitis. Cornea. February 16, 2023. doi:
10.1097/ICO.0000000000003259.

ACTIVIDADES EN REVISTAS

- Ophthalmology Glaucoma – Revisor 2022
- The Ocular Surface – Revisor 2022

Protocolo: “FCLSiK” (ID) Titulado: “Desarrollo temprano de catarata asociado al antecedente de LASIK”.

Versión 2.1, fechado 20 de Junio del 2022, Monterrey, N.L., México.