

2024
EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA DEL ÁNGULO IRIDOCORNEAL MEDIANTE
TOMOGRFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA EN PACIENTES POSTOPERADOS

JAVIER GUARDADO VALDEZ



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA DEL ÁNGULO IRIDOCORNEAL MEDIANTE
TOMOGRFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA EN PACIENTES POSTOPERADOS DE
QUERATOPLASTÍA PENETRANTE

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de

ESPECIALIDAD EN OFTALMOLOGIA

Presenta:

JAVIER GUARDADO VALDEZ

Dirigido por:

Dra. Gwendolyne Montoya Guardiola

Co-Director

Dra. Blanca Esmeralda Hurtado Noriega

Querétaro, Qro. a 11 diciembre 2024

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina

“EVALUACIÓN MORFOMÉTRICA DEL ÁNGULO IRIDOCORNEAL MEDIANTE
TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA EN PACIENTES POSTOPERADOS DE
QUERATOPLASTÍA PENETRANTE ”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la

PONER LA ESPECIALIDAD EN OFTALMOLOGÍA

Presenta:

JAVIER GUARDADO VALDEZ

Dirigido por:

Dra. Gwendolyne Montoya Guardiola

Co-dirigido por:

Dra. Blanca Esmeralda Hurtado Noriega

Med. Esp Gwendolyne Montoya Guardiola

Presidente

Med. Esp Blanca Esmeralda Hurtado Noriega

Secretario

Med. Esp Javier Alegría Martínez

Vocal

Mtro. Luis Rivas Iniesta

Suplente

Dr. Nicolás Camacho Calderón

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (mes y año).

México

Resumen

Introducción: Este estudio se centra en la evaluación morfométrica del ángulo iridocorneal en pacientes postoperados de queratoplastia penetrante mediante tomografía de coherencia óptica. Se trata de un estudio observacional descriptivo y transversal que aborda uno de los principales desafíos en el trasplante de córnea: el rechazo de injertos. En México, más del 30% de los trasplantes sufren episodios de rechazo, lo que subraya la necesidad de estandarizar los procedimientos quirúrgicos para mejorar los resultados. **Metodología:** Se realizó un muestreo no probabilístico de pacientes operados entre el 1 de enero de 2021 y febrero 2024. Los datos fueron registrados y analizados utilizando Rstudio para determinar las relaciones entre las variables, específicamente la clasificación del ángulo iridocorneal mediante AOD 500 y la profundidad de la cámara anterior (ACD). **Resultados:** Clasificados por AOD 500, el 89.1% de los pacientes tenían un ángulo abierto, mientras que, según ACD, el 65.2% presentaba una profundidad normal. Los análisis descriptivos mostraron que el grupo con ángulo cerrado tenía una presión intraocular (PIO) más alta y un recuento de células endoteliales significativamente más bajo en comparación con el grupo de ángulo abierto. Además, se observó una correlación negativa moderada entre la agudeza visual posoperatoria y el recuento de células endoteliales, sugiriendo que una mayor pérdida de células puede asociarse con resultados visuales más pobres. **Conclusión:** Este estudio resalta la importancia de evaluar el ángulo iridocorneal y el recuento de células endoteliales en pacientes de queratoplastia penetrante. Se recomienda realizar investigaciones adicionales con muestras más grandes para validar estos hallazgos.

Palabras clave: Queratoplastia penetrante, ángulo iridocorneal, células endoteliales, presión intraocular.

Summary

Introduction: This study focuses on the morphometric evaluation of the iridocorneal angle in patients who have undergone penetrating keratoplasty using optical coherence tomography. It is an observational, descriptive, and cross-sectional study addressing one of the main challenges in corneal transplantation: graft rejection. In Mexico, over 30% of transplants experience rejection episodes, highlighting the need to standardize surgical procedures to improve outcomes. **Methodology:** A non-probabilistic sampling of patients operated on between January 1, 2021, and February 2024, was conducted. Data were recorded and analyzed using Rstudio to determine the relationships between the variables, specifically classifying the iridocorneal angle using AOD 500 and anterior chamber depth (ACD).

Results: Classified by AOD 500, 89.1% of patients had an open angle, whereas, according to ACD, 65.2% presented a normal depth. Descriptive analyses showed that the closed angle group had a higher intraocular pressure (IOP) and a significantly lower endothelial cell count compared to the open angle group. Additionally, a moderate negative correlation was observed between postoperative visual acuity and endothelial cell count, suggesting that greater cell loss may be associated with poorer visual outcomes. **Conclusion:** This study highlights the importance of evaluating both the iridocorneal angle and the endothelial cell count in patients undergoing penetrating keratoplasty. Further research with larger samples is recommended to validate these findings.

Keywords: Penetrating keratoplasty, iridocorneal angle, endothelial cells, intraocular pressure.

Dedicatoria

Con profundo orgullo, amor y eterna gratitud, dedico este trabajo a las personas más importantes en mi vida: mis padres.

Gracias, Ramón Guardado, por enseñarme el valor del trabajo y por mostrarme cómo encontrarle sentido a cada tarea. Aprecio profundamente todas las enseñanzas de vida que me has brindado y todo lo que has hecho para que esté donde estoy ahora.

Socorro Valdez, tu pureza, dedicación y paciencia han sido el pilar fundamental de mi vida. Te agradezco infinitamente por tu comprensión y por el amor incondicional que siempre me ofreces.

Cada página de este logro está dedicada a ustedes, porque solo ustedes saben lo que significa estar en casa, esperando y deseando que uno de sus hijos logre superarse.

Con todo mi amor y cariño, papás.

Agradecimientos

Me siento increíblemente afortunado al escribir estas palabras y estoy sumamente orgulloso y feliz de poder agradecer por todas las enseñanzas, el apoyo económico y, sobre todo, emocional que he recibido a lo largo de este camino.

A mis hermanos, Araceli, Abel, Gerardo y Rosalba, gracias. Sin su ayuda, nunca podría haber alcanzado el lugar en el que me encuentro hoy. Ustedes son un verdadero ejemplo de superación, resiliencia y admirable dedicación para mí.

A mi segunda familia, los Vargas Silva, gracias por acompañarme en este arduo proceso. Aprecio sinceramente que siempre me tendieron la mano cuando más lo necesitaba y por estar allí para recordarme que el esfuerzo siempre da sus frutos.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis queridos profesores, Dra. Montoya, Dr. Alegría, Dra. Hurtado y Dr. Alcántara, por su motivación, enseñanzas y valiosos consejos. Este trabajo marca el inicio de mi camino en la oftalmología y siempre predicaré con las herramientas y conocimientos que me han compartido.

Al Hospital General de Querétaro, donde se transforma vidas, agradezco la oportunidad de aprender de la medicina y de cada paciente que he conocido. Estoy profundamente agradecido por abrirme las puertas de su gran institución y llevaré ese agradecimiento conmigo a lo largo de mi vida profesional.

Por último, pero no menos importante, a mis valiosos amigos, gracias por guiarme y acompañarme en este proceso. Su apoyo moral ha sido fundamental para mí, y los llevaré siempre en mi corazón, habiendo ganado una amistad para toda la vida.

Contenido	
Resumen.....	I
Summary	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos.....	IV
Índice	V
Índice de tablas.....	VI
Índice de figuras	VII
Abreviaturas y siglas.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. ANTECEDENTES.....	14
III. FUNDAMENTACION TEÓRICA	16
IV. HIPÓTESIS O SUPUESTOS.....	21
V. OBJETIVOS.....	21
V.I. GENERAL.....	21
V.II ESPECIFICOS.....	21
VI. MATERIAL Y METODOS	22
VI. 1 TIPO DE INVESTIGACION.....	22
VI. 2 POBLACION O UNIDAD DE ANALISIS.....	22
VI.3 MUESTRA Y TIPO DE MUESTRA.....	22
VI. 4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	23
VI. 5 PROCEDIMIENTOS.....	23
VII. RESULTADOS	25
VIII. DISCUSIÓN.....	29
IX. CONCLUSIONES.....	31
X, PROPUESTA	32
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	33
XII. ANEXOS.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de estadísticas del recuento de células endoteliales postoperatorias basado en las clasificaciones AOD 500 y PCA.....

Índice de figuras

Figura . Gráfica de caja de la comparación del recuento de células endoteliales postoperatorias basado en las clasificaciones AOD 500 y ACD.....

Abreviaturas y siglas

- PIO - Presión Intraocular
- GPAA - Glaucoma Primario de Ángulo Abierto
- GPAC - Glaucoma Primario de Ángulo Cerrado
- OCT - Tomografía de Cohesión Óptica
- SLT - Tratamiento con Láser Selectivo de Trabeculoplastia
- GONIO - Gonioscopia
- ACD - Profundidad de la Cámara Anterior
- K – Queratometría
- QPP: Queratoplastía penetrante
- AOD: Distancia de Apertura del Ángulo 500
- TISA 500 mm² (área del espacio trabecular del iris)
- CCE: Conteo de Células Endoteliales

I. INTRODUCCIÓN

El trasplante de córnea es el procedimiento de mayor éxito dentro de todos los trasplantes de órganos realizados en humanos. En México, uno de los principales desafíos es aumentar la disponibilidad de tejido corneal y estandarizar los procesos quirúrgicos para reducir el rechazo de injertos. Más del 30% de los trasplantes de córnea experimentan episodios de rechazo, y entre un 5% y un 7% de estos rechazos resultan en el fracaso del injerto. Repetir un trasplante corneal en el mismo ojo disminuye significativamente el pronóstico, con una supervivencia a cinco años del injerto más baja en comparación con el trasplante primario (45.6% vs 64.6%). La vitrectomía, pseudoafaquia, afaquia y antecedentes de glaucoma, con o sin cirugía, aumentan notablemente las posibilidades de rechazo del injerto corneal. Estandarizar procesos y reducir el rechazo de injertos son prioridades esenciales para mejorar los resultados de la queratoplastia penetrante en el país.

Actualmente, no se encuentran datos específicos sobre las características morfológicas del ángulo camerular en ojos con injerto corneal penetrante. Los estudios existentes se enfocan en la población sana o con otras patologías corneales, pero no en pacientes post-queratoplastia penetrante. No se dispone de información sobre la frecuencia de visualización y medición del ángulo camerular en estos pacientes utilizando técnicas como la tomografía de coherencia óptica (OCT). Tampoco se sabe si existen diferencias en la morfometría del ángulo camerular entre ojos con injerto corneal transparente y ojos con rechazo o pérdida de transparencia del injerto. Además, hay una falta de información sobre la correlación entre la morfometría del ángulo camerular y variables como la presión intraocular, la agudeza visual o la estabilidad del injerto en estos pacientes.

El glaucoma es una de las principales causas de rechazo y falla de los injertos corneales en pacientes post-queratoplastia penetrante. Se estima que el glaucoma afecta al 7.2% de los pacientes en lista de espera para trasplante corneal, convirtiéndose en una complicación significativa en estos casos. En México, los principales estados que realizan trasplantes de córnea incluyen Ciudad de México, Nuevo León, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Estado de México y Querétaro, entre otros. Sin embargo, no existen datos específicos sobre la distribución geográfica de pacientes post-queratoplastia que hayan presentado rechazo por glaucoma o

hipertensión ocular, ni sobre los grupos etarios o socioeconómicos más afectados por esta complicación.

El conocimiento actual sobre el rechazo corneal relacionado con el glaucoma o hipertensión ocular sugiere dos mecanismos principales:

1. Aumento de la presión intraocular: Este provoca daño en el injerto corneal.
2. Inflamación crónica: Esta inflamación deteriora el endotelio corneal.

El glaucoma no controlado, ya sea debido al aumento de la presión intraocular o la inflamación, es una de las causas principales de rechazo en pacientes post-queratoplastia penetrante. Otros factores de riesgo incluyen la vascularización corneal previa y el uso prolongado de esteroides. Existe un consenso en la comunidad médica sobre la necesidad de un diagnóstico y tratamiento oportuno del glaucoma para prevenir el rechazo del injerto corneal, aunque las estrategias específicas pueden variar entre regiones y profesionales.

La evaluación del ángulo iridocorneal y el recuento de células endoteliales es fundamental para optimizar los resultados en la queratoplastia penetrante y otras cirugías oculares. Estos parámetros proporcionan información esencial para la planificación preoperatoria, la gestión de riesgos quirúrgicos y el pronóstico visual a largo plazo. A pesar de su importancia individual, la relación entre la morfología del ángulo iridocorneal y el comportamiento de las células endoteliales tras la queratoplastia penetrante sigue siendo poco explorada.

El ángulo iridocorneal desempeña un papel clave en el diagnóstico y manejo de condiciones como el glaucoma de ángulo cerrado, un importante contribuyente a la pérdida irreversible de visión. La evaluación preoperatoria del ángulo informa la planificación quirúrgica, especialmente en la predicción y mitigación de riesgos de elevación de presión intraocular postoperatoria y glaucoma secundario, factores que podrían poner en peligro la supervivencia del injerto corneal.

Simultáneamente, la salud del endotelio corneal es fundamental para mantener la claridad corneal y prevenir el edema. Una reducción en la densidad de células

endoteliales post-cirugía puede comprometer los resultados visuales, siendo las mediciones del conteo endotelial preoperatorias indicadores críticos del pronóstico y la longevidad del injerto.

Este estudio tiene como objetivo cerrar la brecha de conocimiento analizando la interacción entre las configuraciones del ángulo iridocorneal clasificadas a través de la Distancia de Apertura del Ángulo a 500 micrones (AOD 500) y la Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) siendo estas las variables más confiables y más utilizadas, y los cambios en la densidad de células endoteliales antes y después de la queratoplastia penetrante. Al comprender estas asociaciones, buscamos refinar las evaluaciones preoperatorias, mejorar la toma de decisiones quirúrgicas y mejorar los resultados del paciente en la queratoplastia penetrante.

II. ANTECEDENTES

La anatomía y fisiología de la córnea son fundamentales para entender no solo cómo vemos el mundo a nuestro alrededor, sino también cómo interactúan diversos factores para mantener la salud ocular. La córnea, esa parte transparente del ojo que cubre el iris y la pupila, es más que una simple ventana al alma; es un componente crítico en el sistema óptico del ojo, desempeñando una función clave en la focalización de la visión. (Fernández-Vigo et al., 2015) [6].

La córnea es una estructura única en muchos aspectos. De aproximadamente 11 a 12 milímetros en diámetro horizontal y cerca de 9 a 11 milímetros en el vertical, su forma y dimensiones ayudan a proteger al ojo de agentes externos, al tiempo que permiten el paso de luz. A diferencia de la mayoría de los tejidos en el cuerpo, la córnea es avascular, dependiendo del humor acuoso, el líquido lacrimal, y el humor vítreo para su nutrición y oxigenación. (Fernández-Vigo et al., 2015) [6].

La córnea se compone de seis capas distintas, cada una con funciones específicas:

1. Epitelio corneal: Es la capa más externa y actúa como una barrera contra la entrada de material extraño, además de ser la capa que se regenera más rápidamente.
2. Membrana de Bowman: Una delgada capa de fibras de colágeno que sirve de soporte al epitelio.
3. Estroma corneal: Constituye aproximadamente el 90% del grosor corneal, compuesto principalmente por fibras de colágeno que proporcionan transparencia y fuerza.
4. Membrana de Descemet: Separa el estroma del endotelio y actúa como una barrera protectora.
5. Capa de Dua: capa que separa a la membrana de Descemet con el endotelio corneal. Mide aproximadamente 8 a 10 micras.
6. Endotelio corneal: La capa más interna, responsable de mantener el equilibrio de fluidos dentro de la córnea, asegurando así su grosor y transparencia adecuados.

Como sabemos la función principal de la córnea es refractar la luz que entra al ojo hacia el cristalino, lo que permite la formación de imágenes claras en la retina. Esta capacidad refractiva se debe en gran parte a su forma curva y a la organización

regular de sus fibras de colágeno, que debe mantenerse transparente para preservar la capacidad visual.

El epitelio corneal juega un rol vital en la cicatrización rápida ante lesiones. Asimismo, produce factores que influyen en la salud de toda la superficie ocular pues posee un privilegio inmunológico. La membrana de Bowman, aunque no esencial para la visión, proporciona una capa adicional de protección física.

El equilibrio hídrico es crítico para mantener la transparencia corneal. El endotelio corneal bombea activamente agua fuera de la córnea hacia la cámara anterior del ojo, mientras que el líquido lacrimal y el humor acuoso la hidratan. Este equilibrio evita que la córnea se edematice o por el contrario evitar generar un ojo seco, cualquiera de los dos extremos podría provocar opacidad y pérdida de la visión. Las células endoteliales son cruciales en este proceso, la medición normal en pacientes adultos sin patología ocular o corneal están rondando entre los 2000-2500 células por milímetro cuadrado, mientras que para pacientes con un procedimiento oftalmológico como lo es el trasplante de córnea rondan entre los 700 a 1500 células por milímetro cúbico, las cuales son capaces de mantener un equilibrio entre el hombre de solutos y humor acuoso. (Baydoun, et al. 2015) [1].

III. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

El ángulo camerular o iridocorneal es una estructura fundamental para el bienestar ocular.

El ángulo iridocorneal está formado por diferentes estructuras, como la línea de Schwalbe, la malla trabecular, el espolón escleral, la raíz del iris y el canal de Schlemm. El trabéculo es una red de tejido conectivo dentro del ojo que ayuda a drenar el líquido intraocular constituido y dividido en 3 estructuras dependiendo del diámetro de filtración del mismo, malla trabecular uveal, malla corneoescleral y malla yuxtacanalicular, mientras que el canal de Schlemm es el conducto que transporta ese líquido fuera del ojo.

En cuanto a la fisiología, el ángulo iridocorneal desempeña un papel crucial en la regulación de la presión intraocular. Cuando el flujo de líquido dentro del ojo se ve obstaculizado en el ángulo iridocorneal, puede provocar un aumento de la presión intraocular, lo que a su vez puede llevar a problemas de visión como el glaucoma y como consecuencia la ceguera.

La hipertensión ocular (HTO) y el glaucoma son complicaciones frecuentes observadas en la queratoplastia penetrante, siendo el glaucoma la principal causa de ceguera y un factor de riesgo de fracaso del injerto. (Fu, H. et al. 2020) [8]

Varios estudios reportan que la prevalencia de Hipertensión intraocular y glaucoma después de QPP, oscila entre 10-50 %. (Goto et al. 2016) [10]

La presencia de sinequias anteriores periféricas, se ha relacionado a un cambio morfológico de la malla trabecular, que deja un papel importante en el aumento de la presión intraocular. (Haddadin, et al. 2015) [11]

La medición del ángulo camerular mediante gonioscopia con lente de Goldmann de 3 espejos es una técnica objetiva indirecta altamente reproducible para observadores expertos, siendo en la actualidad la prueba estándar para valorar clínicamente estructuras del ángulo como el nivel de inserción del iris, la forma periférica del iris, la anchura del ángulo, el grado de pigmentación trabecular, las áreas de sinequia periférica anterior o la aposición a 360°, además de proporcionar información cualitativa sobre el estado anatómico de las estructuras que conforman el ángulo iridocorneal.

Otra técnica objetiva es la prueba de Van Herick, que evalúa la profundidad periférica de la cámara anterior y la compara con el grosor corneal periférico mediante

la proyección de un haz de luz oblicuo. Esta técnica se correlaciona bien con la gonioscopia aunque no la sustituye porque no proporciona detalles de las estructuras antes mencionadas.

Los avances tecnológicos han propiciado un aumento de la ecografía en los últimos años para las exploraciones del segmento anterior, en particular para el estudio del glaucoma de ángulo cerrado, ya que proporciona imágenes de alta resolución utilizando sondas de entre 35 y 50 MHz. (Hao, et al. 2021) [12]

La penetración en el tejido es de aproximadamente 5 mm en resolución lateral y axial a 50 y 25, respectivamente. Por lo tanto, las estructuras del segmento anterior que comprenden el cristalino, el cuerpo ciliar y las zónulas pueden evaluarse morfológicamente y medirse cuantitativamente.

El ángulo iridocorneal se estima por diferentes técnicas siendo una de ellas la medición por ondas ultrasónicas o de tomografía de coherencia óptica como lo hace el equipo Anterior: con arreglo a la siguiente escala: AOD: menor a 0.25: ángulo ocluable, mayor a esto ángulo abierto, PCA 3.11 o mayor, normalidad, menos a 3.11 cámara estrecha riesgo de cierre angular. (Kumejima, 2012) [3]

Después de haber discutido la importancia del ángulo iridocorneal en la salud ocular y su relación con el glaucoma postoperatorio en pacientes de queratoplastia penetrante, es relevante considerar las herramientas de evaluación disponibles. Entre estas herramientas, la tomografía de coherencia óptica (OCT) emerge como una técnica no invasiva y de alta resolución que ha demostrado ser valiosa en la evaluación morfométrica del ángulo iridocorneal.

Las ventajas de la OCT incluyen su naturaleza no invasiva, la capacidad de obtener imágenes detalladas con una alta resolución, la reproducibilidad de las mediciones cuantitativas y el tiempo eficiente de adquisición de imágenes. Estas características hacen de la OCT una herramienta atractiva para evaluar de manera precisa y efectiva la morfología del ángulo iridocorneal en pacientes postoperados de queratoplastia penetrante.

Sin embargo, es importante tener en cuenta ciertas limitaciones de la OCT, como el costo de los equipos, la necesidad de operadores con experiencia para la interpretación de imágenes, la complejidad en la interpretación de algunas imágenes y las posibles restricciones en casos específicos donde la calidad de las imágenes puede estar comprometida. Estas limitaciones deben ser consideradas al utilizar la OCT como técnica de evaluación en estudios clínicos y de investigación.

Los elementos que se pueden medir mediante una OCT- Segmento Anterior son:

1. La TIA se mide con su vértice en el receso del iris y los brazos del ángulo pasando por un punto de la malla trabecular a 500 mm del espolón escleral y el punto del iris perpendicularmente opuesto.
2. La AOD 250/500 es la distancia entre la superficie posterior de la córnea y la superficie anterior del iris medida en una línea perpendicular a la malla trabecular, a 250/500 mm del espolón escleral.
3. La distancia entre la apófisis trabecular y la apófisis ciliar (TCPD) se mide en una línea que se extiende desde el endotelio corneal a 500 mm del espolón escleral, perpendicularmente a través del iris, hasta las apófisis ciliares.
4. El grosor del iris 1 (ID1), es el grosor del iris medido a lo largo de la misma línea que el TCPD. ID2 es el grosor del iris a 2 mm de la raíz del iris e ID3 es el grosor máximo del iris cerca del margen pupilar.
5. La distancia iris-proceso ciliar (ICPD) es la distancia medida desde la superficie posterior del iris (epitelio pigmentado del iris) hasta el proceso ciliar siguiendo la misma línea que la TCPD.
6. La distancia de contacto iris-cristalino (ILCD) se mide a lo largo del epitelio pigmentado del iris, desde el borde pupilar hasta el punto en que la superficie anterior de la lente sale del iris.
7. La distancia iris-zonular es la distancia entre el iris y la zónula a lo largo de la línea de TCPD.
8. El ángulo de la cámara anterior es el ángulo del iris trabecular medido con el vértice en el receso del iris y los brazos del ángulo pasando por un punto de la malla trabecular a 500 mm del espolón escleral y el punto del iris perpendicularmente opuesto.
9. El ángulo iris-lente es el ángulo entre el iris y la lente cerca del borde pupilar.
10. La profundidad de la cámara anterior es la distancia medida desde el endotelio corneal hasta la superficie anterior del cristalino.

Un estudio sobre ojos indios asiáticos realizado por Kaushik et al expuso las mediciones objetivas del ángulo en ángulos abiertos y cerrados, y su correlación con la graduación clínica. Encontraron que la media de AOD 250/500 y TCPD en ángulos estrechos era de 58 ± 49 micras, 102 ± 84 micras y 653 ± 124 micras, respectivamente, y era de 176 ± 47 micras, 291 ± 62 micras y 883 ± 94 micras en ojos

con ángulos abiertos ($p < 0,001$), respectivamente. La anchura del ángulo estimada mediante gonioscopia se correlacionó significativamente con las dimensiones del ángulo medidas mediante UBM, pero las mediciones con UBM son definitivamente más reproducibles.

La tasa de supervivencia del injerto claro a los 3 años es del 71% en pacientes con historial de glaucoma, en contraste con el 89% en aquellos sin dicho historial. (L.M. González-Pérez et al., 2021) [17]. La descompensación de glaucoma, la principal complicación postoperatoria, fue responsable de edema persistente del injerto y por tanto su sobrevida. (L.M. González-Pérez et al., 2021) [17]

El glaucoma de ángulo cerrado primario (PACG) es una condición ocular que puede llevar a una pérdida visual significativa y, en casos severos, a la ceguera. Esta patología se caracteriza por el cierre del ángulo, término que se refiere al bloqueo mecánico de la red trabecular en el ángulo de drenaje de la cámara anterior por parte del iris periférico. La comprensión de esta enfermedad y su clasificación es crucial para la correcta identificación y tratamiento de los pacientes en riesgo.

La enfermedad primaria de ángulo cerrado (PACD) generalmente se divide según el siguiente sistema de clasificación gonioscópica:

- Sospecha de cierre de ángulo primario (PACS): En esta etapa, el ojo tiene un mayor riesgo de cierre de ángulo. PACS se define por la presencia de uno o menos cuadrantes del ángulo abiertos hacia la malla trabecular pigmentada, sin evidencia de disfunción de la malla trabecular o neuropatía óptica glaucomatosa.

- Cierre de ángulo primario (PAC): En esta etapa, los hallazgos del examen confirman la sospecha de cierre de ángulo. PAC se define por la presencia de características propias de PACS junto con sinequias anteriores periféricas, depósito excesivo de pigmento en la red trabecular o una presión intraocular elevada.

- Glaucoma primario de ángulo cerrado (PACG): En esta etapa, el ojo ha sufrido daño del nervio óptico. PACG se define por la presencia de PAC junto con neuropatía óptica glaucomatosa.

El glaucoma es una causa común de fracaso del injerto post queratoplastia penetrante y se ha identificado como una de las tres principales causas junto con el rechazo y la infección. Los pacientes con glaucoma preexistente tienen tasas de supervivencia del injerto más bajas en comparación con aquellos sin glaucoma, lo que indica la importancia de controlar la presión intraocular (PIO) para preservar los injertos. (Reinhard, et al., 1997) [23]

IV. HIPOTESIS O SUPUESTOS

HN: El ángulo camerular de pacientes post-queratoplastia penetrante evaluado mediante tomografía de coherencia óptica del segmento anterior no difiere del ángulo camerular normal.

HA: El ángulo camerular de pacientes post-queratoplastia penetrante evaluado mediante tomografía de coherencia óptica del segmento anterior difiere del ángulo camerular normal.

V. OBJETIVOS

V.I Objetivo General:

Caracterizar el ángulo iridocorneal empleando tomografía de coherencia óptica del segmento anterior en pacientes post-queratoplastia penetrante.

V.II Objetivos Específicos

- Medir los parámetros del ángulo iridocorneal en pacientes post operados de queratoplastia penetrante utilizando tomografía de coherencia óptica del segmento anterior.
- Describir el ángulo iridocorneal en pacientes post operados de trasplante corneal de acuerdo a criterios preestablecidos basados en la medición tomográfica.
- Analizar la correlación entre las medidas del ángulo iridocorneal y las variables clínicas del paciente, incluyendo edad, género, y conteo endotelial al momento del estudio.
- Describir la clasificación del ángulo, profundidad y volumen de la cámara anterior mediante la utilización de tomografía de coherencia óptica del segmento anterior en el contexto de la recuperación postoperatoria.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

VI.I Tipo de Investigación

Se trata de un estudio observacional descriptivo y transversal. Se incluye a pacientes que han recibido un trasplante de córnea en el Hospital General de Querétaro entre enero de 2021 y febrero de 2024, debido a patologías que causaban opacidad corneal, impidiendo la transmisión de luz hacia la retina. El grupo inicial está conformado por un total de 76 pacientes.

VI.II Poblacion o unidad de análisis

Las fuentes de información fueron:

1. Hospital General de Querétaro.
2. Expedientes Clínicos: expedientes clínicos de pacientes postoperados de queratoplastia penetrante entre el 1 de enero de 2021 y el febrero de 2024.
3. Departamento de Oftalmología y Trasplantes del Hospital General de Querétaro.
4. OCT-SA Anterior: Se utilizó la tomografía de coherencia óptica anterior para evaluar las estructuras oculares.
5. Microscopía especular, TOMEY 2021: Se utilizó la microscopía especular para cuantificar las células endoteliales centrales de una cornea que ha sido trasplantada.

VI.III Muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico a través de expedientes clínicos de pacientes post operados de trasplante corneal. Se seleccionaron intencionalmente los expedientes disponibles que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, considerando solo aquellos pacientes que se hayan sometido a dicho procedimiento entre el 1 de enero de 2021 y febrero de 2024.

Los sujetos de observación fueron:

- Pacientes que han sido sometidos a un trasplante de córnea.
- Pacientes de 18 años o más.
- Pacientes trasplantados de córnea debido a patologías como queratocono, catarata o cualquier otra opacidad central de la córnea.
- Pacientes con seguimiento completo en el servicio de oftalmología del Hospital General SESEQ.
- Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado.
- Pacientes con más de 3 meses de postoperatorio.

Se excluyeron a los siguientes pacientes:

- Pacientes sometidos a cirugías filtrantes o iridotomía.
- Pacientes que hayan recibido tratamiento con láser.
- Pacientes con diagnóstico previo de queratitis herpética.
- Pacientes con trasplantes de córnea de tipo tectónico.
- Pacientes con inflamación activa del segmento anterior al momento del estudio.

Criterios de Eliminación

Se eliminaron del estudio aquellos pacientes que fueron sometidos a cirugías filtrantes o iridotomía, así como aquellos que recibieron tratamiento láser.

Técnicas

- Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) Segmento anterior: Evaluación de la morfología del ángulo iridocorneal y medición de la profundidad de la cámara anterior.
- Microscopía Especular: Para la medición de las células endoteliales centrales, gracias a su luz refleja.

Procedimientos

- Se obtuvieron datos de los expedientes de los pacientes para recopilar información sobre su historia médica y tratamientos recibidos.
- Se contactó a los pacientes mediante llamadas telefónicas para agendar citas para revisiones mediante:
 - Lámpara de Hendidura.
 - Método de Van Herick.
 - Microscopía Especular
 - OCT de segmento anterior.

Análisis de Imágenes

- Se analizarán las imágenes obtenidas mediante OCT para evaluar la morfometría del ángulo iridocorneal y la profundidad de la cámara anterior.
- Recolección de Datos: Los datos se registraron en una hoja de registro previamente elaborada y se vaciaron en una hoja de cálculo de Excel.

- Preparación de Datos: Se verificaron los datos para asegurar que sean correctos y estén completos.

Análisis Estadístico

- Los datos se recopilaron de registros médicos y exámenes realizados mediante tomografía de coherencia óptica del segmento anterior, para determinar el AOD 500 y la profundidad de la cámara anterior, así como evaluaciones de la densidad de células endoteliales, edad, sexo y presión intraocular.

- Los datos registrados se exportaron a una hoja de cálculo de Excel y luego se analizaron utilizando Rstudio (R versión 4.4.2 2024-10-31 ucrt)

VII. RESULTADOS

El ángulo iridocorneal de los pacientes fue clasificado utilizando dos criterios: AOD 500 (Distancia de Apertura del Ángulo a 500 micrómetros) y Profundidad de la Cámara Anterior (ACD).

- A) Clasificación por AOD 500: Los pacientes con un ángulo de apertura ≥ 0.25 mm fueron categorizados como "Ángulo Abierto", mientras que aquellos con un ángulo menor fueron clasificados como "Ángulo Ocluíble". Según este criterio, 41 pacientes (89.1%) fueron clasificados como "Ángulo Abierto" y 5 pacientes (10.9%) como "Ángulo Ocluíble".
- B) Clasificación por ACD: Los pacientes con una profundidad ≥ 3.11 mm fueron clasificados como "normal", mientras que aquellos por debajo de este umbral fueron clasificados como "anormal". Bajo este criterio, 30 pacientes (65.2%) fueron clasificados como "normal" y 16 pacientes (34.8%) como "anormal".

- Las estadísticas descriptivas de las variables clave, estratificadas por la clasificación AOD 500, son las siguientes:

- A) Edad: El grupo de "Ángulo Abierto" tenía una edad media de 47.1 años (DE = 23.2) con una mediana de 43 años, mientras que el grupo de "Ángulo ocluíble" tenía una edad media de 52.2 años (DE = 23.5) y una mediana de 67 años.
- B) Presión Intraocular (PIO): En el grupo de "Ángulo Abierto", la PIO media fue de 17.3 mmHg (DE = 4.1), con una mediana de 17 mmHg. En el grupo de "Ángulo Ocluíble", la PIO media fue de 21.2 mmHg (DE = 5.2), con una mediana de 23 mmHg.
- C) Recuento Preoperatorio de Células Endoteliales: El recuento celular preoperatorio medio en el grupo de "Ángulo Abierto" fue de 2517.7 células/mm² (DE = 320.2), con una mediana de 2567 células/mm². En el grupo de "Ángulo Cerrado", la media fue de 2384.6 células/mm² (DE = 417.8), con una mediana de 2163 células/mm².
- D) Recuento de Células Endoteliales Postoperatorio: El recuento celular postoperatorio medio en el grupo de "Ángulo Abierto" fue de 1205.1

células/mm² (DE = 572.4), con una mediana de 983 células/mm². En el grupo de "Ángulo Ocluable", la media fue de 922.8 células/mm² (DE = 278.5), con una mediana de 922 células/mm².

- **Correlación entre la Agudeza Visual Postoperatoria y el Recuento de Células Endoteliales**

Se calculó la diferencia en el recuento de células endoteliales entre los períodos preoperatorio y postoperatorio para evaluar el impacto de la intervención quirúrgica en la densidad celular.

La relación entre la agudeza visual postoperatoria y el recuento de células endoteliales postoperatorias se evaluó utilizando la correlación de Spearman. El análisis reveló una correlación negativa moderada ($\rho = -0.48$), que fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

- **Correlación entre la Agudeza Visual Postoperatoria y el Cambio en el Recuento de Células Endoteliales**

También se analizó la asociación entre la agudeza visual postoperatoria y la diferencia en los recuentos de células endoteliales (preoperatorio - postoperatorio) utilizando la correlación de Spearman. Este análisis arrojó una correlación negativa baja ($\rho = -0.29$), con significancia estadística ($p < 0.05$).

- **Concordancia entre las Clasificaciones AOD 500 y ACD**

La concordancia entre las clasificaciones del ángulo iridocorneal basadas en AOD 500 y ACD se evaluó utilizando el coeficiente Kappa de Cohen. El análisis incluyó a 46 pacientes y resultó en un valor Kappa de 0.258 ($z = 2.25$, $p < 0.05$), lo que indica un acuerdo bajo, pero estadísticamente significativo entre los dos métodos de clasificación.

- **COMPARACIÓN DEL RECuento DE CÉLULAS ENDOTELIALES POSTOPERATORIAS BASADA EN LAS CLASIFICACIONES AOD 500 Y ACD**

Se calcularon estadísticas descriptivas (media, desviación estándar y mediana) para los recuentos de células endoteliales postoperatorias para cada combinación de las clasificaciones AOD 500 y ACD. Los datos se resumen en la Tabla 1 y se visualizan en la Figura 1.

AOD 500 Clasificación	PCA Clasificación	Promedio (cels/mm²)	Desviació n estándar(D E)	Media (cels/mm²)	n
<i>Abierto</i>	Normal	1,288	607	993	29
<i>Abierto</i>	Abnormal	1,004	437	883	12
<i>Cerrado</i>	Normal	616	-	616	1
<i>Cerrado</i>	Abnormal	1,000	253	955	4

Tabla 1 Resumen de estadísticas del recuento de células endoteliales postoperatorias basado en las clasificaciones AOD 500 y PCA

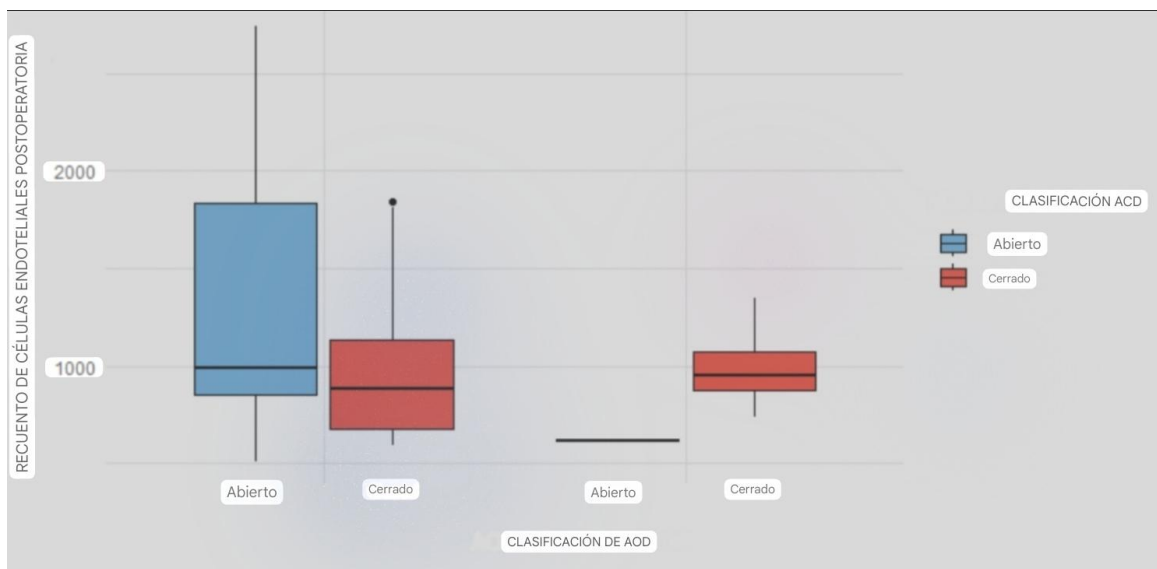


Figura 1. Gráfica de caja de la comparación del recuento de células endoteliales postoperatorias basado en las clasificaciones AOD 500 y ACD.

- Los resultados obtenidos del análisis estadístico se interpretaron para identificar patrones y conclusiones relevantes sobre la relación entre el glaucoma y el rechazo

del injerto corneal en pacientes post-queratoplastia así como el conteo de células endoteliales.

VIII. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio proporcionan una visión significativa sobre la relación entre las características del ángulo iridocorneal en pacientes sometidos a trasplante de córnea y la salud ocular en términos de presión intraocular, recuento de células endoteliales, y agudeza visual postoperatoria.

Clasificación del Ángulo Iridocorneal: A través de los criterios AOD 500 y ACD, nuestro estudio identificó diferencias marcadas en la clasificación del ángulo iridocorneal entre los pacientes, con un predominio del "Ángulo Abierto" sobre el "Ángulo Ocluíble". Este hallazgo sugiere la necesidad de considerar estos parámetros al evaluar a los pacientes, dado que la morfología del ángulo puede influir en la evolución clínica postoperatoria.

Edad y Presión Intraocular: La edad media de los pacientes se asoció con las clasificaciones del ángulo (Crowell et al., 2018) [4]. El grupo "Ángulo Ocluíble" mostró una edad media superior, así como un incremento en la presión intraocular. Esta correlación podría ser indicativa de un peor pronóstico en pacientes mayores con un ángulo más cerrado, lo que resalta la importancia de realizar evaluaciones regulares de la presión intraocular en esta población.

Recuento de Células Endoteliales: El análisis del recuento de células endoteliales reveló diferencias significativas entre los grupos "Ángulo Abierto" y "Ángulo Ocluíble", tanto en la medición preoperatoria como postoperatoria. La reducción en el recuento de células endoteliales postoperatorias en el grupo "Ángulo Ocluíble" puede señalar un impacto adverso de la morfología del ángulo en la salud del endotelio corneal. Esto es consistente con la literatura que sugiere que una menor densidad celular endotelial se asocia con peores resultados visuales. (Huber et al., 2013) [13]

La literatura existente indica que aproximadamente el 24% de los pacientes presentan un ángulo ocluíble tras la queratoplastia penetrante (Jiang et al., 2023) [15]. Este estudio proporciona evidencia adicional de que la clasificación del ángulo iridocorneal es confiable, ya que nuestros hallazgos son consistentes con estos porcentajes reportados.

En cuanto al recuento de células endoteliales, se ha documentado que después de una queratoplastia penetrante, los pacientes experimentan una pérdida significativa estimada en el 53% de las células endoteliales en los primeros 0-3 años post-trasplante, especialmente en aquellos con ángulo abierto (Wu et al., 2017) [27].

Desafortunadamente, la literatura actual aún no reporta datos específicos sobre la pérdida de células endoteliales en pacientes con ángulo ocluíble. Sin embargo, se ha señalado que el 30% de los pacientes con glaucoma podrían tener una tasa de rechazo al injerto (Borderie et al., 2016) [2]. Esto sugiere que los pacientes con ángulo ocluíble podrían estar en un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias.

IX. Conclusiones:

Este estudio proporciona valiosos conocimientos sobre la importancia de evaluar tanto el ángulo iridocorneal como el conteo de células endoteliales en pacientes que se someten a queratoplastia penetrante. Los hallazgos resaltan que clasificar el ángulo utilizando AOD 500 y PCA puede revelar variaciones significativas en los conteos de células endoteliales, las cuales son críticas para predecir los resultados visuales y la viabilidad corneal después de la cirugía.

La baja concordancia entre las clasificaciones de AOD 500 y ACD ($\kappa = 0.258$, $p < 0.05$) sugiere que estas métricas capturan diferentes aspectos de la morfología del ángulo iridocorneal. Este hallazgo subraya el potencial de que estos métodos se complementen entre sí durante las evaluaciones preoperatorias y la toma de decisiones clínicas. Una evaluación integral del ángulo podría ayudar a reducir el riesgo de complicaciones, como el glaucoma postoperatorio, particularmente en pacientes con variaciones morfológicas únicas.

Además, observamos una correlación negativa moderada entre la agudeza visual postoperatoria y el conteo de células endoteliales ($\rho = -0.48$, $p < 0.05$), así como una correlación negativa más débil entre la agudeza visual y la diferencia en los conteos de células endoteliales pre y postoperatoriamente ($\rho = -0.29$, $p < 0.05$). Estos resultados sugieren que una mayor pérdida de células endoteliales puede estar asociada con resultados visuales más pobres, aunque esta relación es compleja y puede estar influenciada por factores quirúrgicos y las condiciones preexistentes de los pacientes.

Las estadísticas descriptivas de los conteos de células endoteliales postoperatorias basadas en las clasificaciones combinadas de AOD 500 y ACD revelan diferencias en la pérdida celular dependiendo del estado del ángulo. Esto subraya la utilidad de ambas clasificaciones para evaluar el riesgo y guiar el seguimiento postoperatorio en pacientes trasplantados de córnea. Los hallazgos destacan la importancia de evaluaciones detalladas y estandarizadas en los protocolos de manejo quirúrgico.

X. PROPUESTA

Este estudio respalda la integración de las evaluaciones del ángulo iridocorneal y las mediciones de células endoteliales para mejorar la precisión diagnóstica, optimizar las estrategias quirúrgicas y potencialmente mejorar los resultados visuales en pacientes de queratoplastia penetrante. Se recomienda realizar más investigaciones con tamaños de muestra más grandes y seguimientos longitudinales para confirmar y ampliar estos hallazgos.

Aunque este trabajo se centra en la evaluación morfométrica del ángulo iridocorneal, podemos inferir que existe una clara diferenciación, tanto anatómica como funcional, entre los pacientes con ángulo abierto y aquellos con ángulo ocluíble. Esta conclusión resalta la importancia de considerar las características del ángulo en el pronóstico y manejo de los pacientes trasplantados.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Baydoun, L., Ham, L., Borderie, V., Dapena, I., Hou, J., Frank, L. E., Oellerich, S., & Melles, G. R. J. (2015). Endothelial survival after Descemet membrane endothelial keratoplasty: Effect of surgical indication and graft adherence status: Effect of surgical indication and graft adherence status. *JAMA Ophthalmology*, 133(11), 1277–1285.
- Borderie, V. M., Loriaut, P., Bouheraoua, N., & Nordmann, J.-P. (2016). Incidence of intraocular pressure elevation and glaucoma after lamellar versus full-thickness penetrating keratoplasty. *Ophthalmology*, 123(7), 1428–1434.
- Comparison of Ultrasound Biomicroscopic Configurations Among Primary Angle Closure, Its Suspects, and Nonoccludable Angles: The Kumejima Study. (s/f).
- Crowell, E. L., Baker, L., Chuang, A. Z., Feldman, R. M., Bell, N. P., Chévez-Barrios, P., & Blieden, L. S. (2018). Characterizing anterior segment OCT angle landmarks of the trabecular meshwork complex. *Ophthalmology*, 125(7), 994–1002.
- Dada, T., Gadia, R., Sharma, A., Ichhpujani, P., Bali, S. J., Bhartiya, S., & Panda, A. (2011). Ultrasound biomicroscopy in glaucoma. *Survey of Ophthalmology*, 56(5), 433–450.
- Fernández-Vigo, J. I., García-Feijóo, J., Martínez-de-la-Casa, J. M., García-Bella, J., & Fernández-Vigo, J. A. (2015). Morphometry of the trabecular meshwork in vivo in a healthy population using fourier-domain optical coherence tomography. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 56(3), 1782–1788.
- Fram, N. R., Masket, S., & Wang, L. (2015). Comparison of intraoperative aberrometry, OCT-based IOL formula, Haigis-L, and Masket formulae for IOL power calculation after laser vision correction. *Ophthalmology*, 122(6), 1096–1101.
- Fu, H., Li, F., Sun, X., Cao, X., Liao, J., Orlando, J. I., Tao, X., Li, Y., Zhang, S., Tan, M., Yuan, C., Bian, C., Xie, R., Li, J., Li, X., Wang, J., Geng, L., Li, P., Hao, H., for iChallenge-PACG study group. (2020). AGE challenge: Angle closure Glaucoma Evaluation in anterior Segment Optical Coherence Tomography. *Medical Image Analysis*, 66(101798), 101798.

- Garcia Marin, Y. F., Alonso-Caneiro, D., Vincent, S. J., & Collins, M. J. (2022). Anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) image analysis methods and applications: A systematic review. *Computers in Biology and Medicine*, 146(105471), 105471.
- Goto, S., Maeda, N., Koh, S., Ohnuma, K., Hayashi, K., Iehisa, I., Noda, T., & Nishida, K. (2016). Prediction of postoperative intraocular lens position with angle-to-angle depth using anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology*, 123(12), 2474–2480.
- Haddadin and James Chodosh, R. (2015). *Corneal Transplantation and Glaucoma*. Infotma Healthcare.
- Hao, H., Zhao, Y., Yan, Q., Higashita, R., Zhang, J., Zhao, Y., Xu, Y., Li, F., Zhang, X., & Liu, J. (2021). Angle-closure assessment in anterior segment OCT images via deep learning. *Medical Image Analysis*, 69(101956), 101956.
- Huber, K. K., Maier, A.-K. B., Klamann, M. K. J., Rottler, J., Özlügedik, S., Rosenbaum, K., Gonnermann, J., Winterhalter, S., & Jousseaume, A. M. (2013). Glaucoma in penetrating keratoplasty: risk factors, management and outcome. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 251(1), 105–116.
- Inoue, K., Amano, S., Oshika, T., Sawa, M., & Tsuru, T. (2000). A 10-year review of penetrating keratoplasty. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 44(2), 139–145.
- Jiang, W., Yan, Y., Cheng, S., Wan, S., Huang, L., Zheng, H., Tian, M., Zhu, J., Pan, Y., Li, J., Huang, L., Wu, L., Gao, Y., Mao, J., Cong, Y., Wang, Y., Deng, Q., Shi, X., Yang, Z., ... Yang, Y. (2023). Deep learning-based model for automatic assessment of anterior angle chamber in ultrasound biomicroscopy. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 49(12), 2497–2509.
- Lanza, M. (2016). Re: McNabb et al.: Optical coherence tomography accurately measures corneal power change from laser refractive surgery (*Ophthalmology* 2015; 122:677-86). *Ophthalmology*, 123(1), e5-6.
- L.M. González-Pérez, G.E. Ortiz-Arismendib, C.J. Moreno. (2021). Prevalence and risk factors to develop ocular hypertension and glaucoma after penetrating keratoplasty. *ARCHIVOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OFTALMOLOGÍA*, 96, 415–421.

- Maeda, N. (2010). Optical coherence tomography for corneal diseases. *Eye & Contact Lens*, 36(5), 254–259.
- Memarzadeh, F., Tang, M., Li, Y., Chopra, V., Francis, B. A., & Huang, D. (2007). Optical coherence tomography assessment of angle anatomy changes after cataract surgery. *American Journal of Ophthalmology*, 144(3), 464–465.
- Price, M. O., Thompson, R. W., Jr, & Price, F. W., Jr. (2003). Risk factors for various causes of failure in initial corneal grafts. *Archives of Ophthalmology*, 121(8), 1087–1092.
- Qazi, M. A., Sanderson, J. P., Mahmoud, A. M., Yoon, E. Y., Roberts, C. J., & Pepose, J. S. (2009). Postoperative changes in intraocular pressure and corneal biomechanical metrics Laser in situ keratomileusis versus laser-assisted subepithelial keratectomy: Laser in situ keratomileusis versus laser-assisted subepithelial keratectomy. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 35(10), 1774–1788.
- Randelman, J. B., Dawson, D. G., Grossniklaus, H. E., Mccarey, B. E., & Edelhauser, H. F. (2008). Depth-dependent cohesive tensile strength in human donor corneas: implications for refractive surgery. *J Re- fract Surc*, 24–85.
- Reinhard, T., Kallmann, C., Cepin, A., Godehardt, E., & Sundmacher, R. (1997). The influence of glaucoma history on graft survival after penetrating keratoplasty. *Graefe s Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 235(9), 553–557.
- Rigi, M., Blieden, L. S., & Nguyen, D. (2014). Trabecular-iris circumference volume in open angle eyes using swept-source Fourier domain anterior segment optical coherence tomogra- phy. *J Ophthalmol*.
- Touboul, D., Roberts, C., Kérautret, J., Garra, C., Maurice-Tison, S., Saubusse, E., & Colin, J. (2008). Correlations between corneal hysteresis, intraocular pressure, and corneal central pachymetry. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 34(4), 616–622.
- Wagoner, M. D., Ba-Abbad, R., Al-Mohaimed, M., Al-Swailem, S., Zimmerman, M. B., & King Khaled Eye Specialist Hospital Corneal Transplant Study Group. (2009). Postoperative complications after primary adult optical penetrating keratoplasty: prevalence and impact on graft survival. *Cornea*, 28(4), 385–394.

- Wu, S., & Xu, J. (2017). Incidence and risk factors for post-penetrating keratoplasty glaucoma: A systematic review and meta-analysis. *PloS One*, 12(4), e0176261.

XII. ANEXOS

XII.1 Flujograma

1. Revisión Bibliográfica
2. Elaboración del marco teórico
3. Elaboración de base de datos
4. Captura de datos
5. Análisis de datos
6. Redacción del borrador
7. Revisión del borrador
8. Transcripción del escrito final.

XII.2 Recurso material: Se requieren los expedientes clínicos físicos de los pacientes, equipos médicos como Anterior OCT SA, Microscopia especular Tomey 2021, además de equipos personales para captura y procesamiento de los datos.

XII.3 Autores

Tesista

Nombre: Javier Guardado Valdez

Correo electrónico: ssjavi179510@hotmail.com

Afiliación: Hospital General de Querétaro

Puesto: Médico Residente de tercer año del servicio de Oftalmología

Director de tesis e investigador principal: Dra. Gwendolyne Montoya Guardiola

Nombre: Gwendolyne Montoya Guardiola

Correo Electrónico: gwendolyne.montoya@uaq.edu.mx

Afiliación: Hospital General de Querétaro

Puesto: Médico de base del servicio de Oftalmología

Co-Directora de Tesis

Nombre: Blanca Esmeralda Hurtado Noriega

Correo Electrónico: behno29@gmail.com

Afiliación: Hospital General de Querétaro

Puesto: Médico de base del servicio de Oftalmología

Colaboradores

Nombre: Javier Alegria Martinez

Correo Electrónico: javier.alegria@outlook.com

Adscripción: Hospital General de Querétaro

Puesto: Jefe del servicio de Oftalmología HGQ

XII.4 Anexos

XII.4.1 Hoja de registro de datos de Excel

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Edad	Genero	OJO	Diagnostico	Año	Cel centrales	ACD 500	ACD 750	TISA 500	TISA 750	PIO	PCA	AV	CEL previas
2	42	F	OD	Queratocono	04/01/22	1847	0.61	0.9	0.25	0.44	15	2.97	20/40() 20/25	2567
3	60	M	OD	Trauma ocular	29.08.2019	817	0.70	0.85	0.28	0.46	18	3.38	20/400 () 20/ 150	1953
4	42	F	OI	queratocono	28/01/23	993	0.89	0.21	0.27	0.52	21	4.45	20/200	2122
5	79	F	OI	Queratopatía bullosa	2022	634	0.46	0.6	0.15	0.27	28	2.91	20/100	2509
6	61	M	OI	Queratocono	2018	679	0.44	0.51	0.21	0.29	11	3.11	20/400	2156
7	85	F	OD	Queratocono	2019	1810	0.44	0.64	0.18	0.23	17	3.1	20/50 () 20/30	2781
8	84	F	OI	Queratopatía bullosa	2019	932	0.42	0.39	0.19	0.24	18	3.5	20/200 () 20/100	2273
9	28	M	OD	Queratocono	2023	2743	1.45	1.73	0.55	0.91	22	3.4	20/400()20/40	3088
10	91	F	OD	Queratopatía bullosa	2022	857	0.41	0.68	0.23	0.38	21	3.34	20/60	2409
11	62	M	OS	Queratopatía bullosa	2021	845	0.33	0.48	0.08	0.17	11,3	3.93	20/80 () 20/40	2138
12	16	F	OD	Queratocono	2019	972	0.36	0.44	0.21	0.31	18	3.41	20/40	2661
13	23	M	OI	Queratocono	2018	1325	0.79	1	0.33	0.54	11	3.67	20/20	2698
14	23	M	OD	Queratocono	2023	1833	0.73	0.95	0.29	0.5	17	3.3	20/40	2471
15	35	M	OI	Queratocono	2022	2463	0.62	1.15	0.18	0.40	12	3.39	20/30	2990
16	31	F	OI	ulcera corneal	2022	1982	0.53	0.62	0.17	0.31	16	3.7	20/40	2951
17	28	F	OI	queratocono	2021	1344	0.65	0.86	0.2	0.39	12	3.25	20/25	2289
18	61	M	OI	ueroatocono	2019	602	0.62	0.84	0.23	0.43	18	4.20	20/80 () 20/ 40	2643
19	61	M	OD	queratocono	2018	509	0.81	0.90	0.27	0.49	22	3.21	20/50 () 20 25	2113
20	73	F	OD	Queratopatía bullosa	2019	684	0.46	0.5	0.11	0.18	24	2.73	20/200 () 20/80	2679
21	29	M	OI	Queratocono	2022	971	0.65	0.84	0.25	0.44	12	3.53	20/40()20/20	2843
22	22	F	OD	Queratocono	2019	1110	0.57	0.71	0.26	0.4	17	3.16	20/60 () 20/30	2291
23	22	F	OI	Queratocono	2022	1085	0.42	0.63	0.14	0.26	20	3.08	20/40	2221
24	21	M	OD	Queratocono	2019	1572	0.48	0.54	0.24	0.31	18	3.16	20/40 () 20/25	2970
25	86	F	OD	Queratopatía bullosa	2019	592	0.44	0.53	0.19	0.3	19	2.83	20/400 () 20/100	2654
26	55	M	OD	Queratopatía bullosa	2019	910	0.48	0.49	0.22	0.39	19	3.01	20/100	2780
27	63	F	OI	Queratopatía bullosa	2019	823	0.59	0.9	0.22	0.44	15	3.24	20/50	2245
28	16	M	OD	Queratocono	2021	992	0.58	0.86	0.24	0.43	20	3.27	20/60 () 20/30	2873
29	16	M	OI	Queratocono	2022	2100	0.69	0.79	0.28	0.48	16	3.2	20/20	3048
30	66	F	OI	Queratopatía Bullosa	2022	822	0.34	0.46	0.08	0.16	18	3.93	20/150 () NM	2301
31	70	M	OI	Queratopatía Bullosa	2020	742	0.23	0.48	0.2	0.18	23	3	20/80	2163
32	19	H	OI	Queratocono	2023	1982	0.66	0.81	0.3	0.39	12	3.32	20/50()20/25	2981
33	22	H	OD	Queratocono	2022	2010	0.59	0.72	0.3	0.38	14	3.52	20/30	2679
34	24	F	OI	Queratocono	2022	1290	0.44	0.74	0.14	0.28	19	2.54	20/400	2464
35	30	M	OI	Queratocono	2022	893	0.54	0.71	0.3	0.34	15	3.24	20/20	2099

XII.4.2 hoja para registro de datos



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO



SECRETARÍA
DE SALUD - SESEQ

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

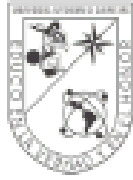
Nombre:

Fecha:

Datos clínicos	AV	Edad	Sexo	Cristalino	Trasplante #	Causa
Presión intraocular	1era medición	2da medición	Promedio			
Sinequias Anteriores Perifericas						

Firma del paciente

XII.4.3 Consentimiento informado



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO



SECRETARÍA
DE SALUD - SESEQ

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN

Título del proyecto: Evaluación morfométrica del ángulo iridocorneal mediante tomografía de coherencia óptica en pacientes postoperados de Queratoplastia penetrante

Nombre del Director de tesis: Dra. Gwendolyne Montoya Guardiola.

Nombre del Co-director de tesis: Dra. Blanca Esmeralda Hurtado Noriega.
Médica oftalmóloga adscrita en el NHGQ.

Nombre del Investigador: Dr. Javier Guardado Valdez. Residente 3er año
Departamento de oftalmología.

Apreciable Señor/Señora: Usted ha sido invitado a participar en el presente proyecto de investigación, el cual es desarrollado por el Nuevo Hospital General de Querétaro en colaboración con Universidad Autónoma de Querétaro. El estudio se realizará en esta clínica. Si Usted decide participar en el estudio, es importante que considere la siguiente información. Siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro.

-Objetivo del estudio: Este estudio tiene como objetivo evaluar la relación entre el ángulo iridocorneal y el aumento de la presión intraocular en pacientes que han sido operados de queratoplastia penetrante. Como participante, se le realizarán medidas del ángulo iridocorneal usando un equipo de Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) y medición de la presión intraocular a través de tonometría. Le pedimos participar en este estudio porque usted forma parte de la población atendida en el Departamento de oftalmología, es paciente >18 años y cuenta con antecedente de trasplante de córnea.

-Procedimientos: durante su participación en este estudio, se le solicitará acudir al Departamento de Oftalmología ubicado en el 3er piso para realización de los siguientes procedimientos en una consulta única los días sábados en base a disponibilidad del paciente: toma de agudeza visual, presión intraocular, gonioscopia y toma de OCT-SA (Anterion). Al término de sus evaluaciones (clínica y OCT-SA) se le proporcionará un informe de sus respectivas evaluaciones.

-Beneficios: los beneficios potenciales es la identificación de los pacientes en riesgo de desarrollar hipertensión ocular y glaucoma secundarios con la finalidad de que el médico tratante cuente con mejores herramientas para abordar al paciente.

-Confidencialidad: Toda la información proporcionada para el presente estudio será confidencial, utilizada únicamente para fines académicos y de investigación teniendo acceso a los datos solo el estudiante y asesor de proyecto. A usted se le asignará un código alfanumérico, para asegurar la privacidad de los datos. Los resultados derivados del presente estudio serán publicados con fines académicos y científicos.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO



SECRETARÍA
DE SALUD - SESEQ

-Participación Voluntaria/Retiro: La participación de usted en el presente proyecto de investigación es voluntaria, ustedes cuentan con la libertad de negarse a participar o retirar su participación en cualquier momento.

-Riesgos Potenciales/Compensación: Los riesgos potenciales que implican su en este estudio son mínimos, los cuales están asociados a la toma de presión intraocular ya que puede causar leve incomodidad al contacto del cono del tomometro con la córnea del paciente y riesgo potencial de infección, además de incomodidad a la exposición de la luz del OCT-SA. Si alguna de las preguntas le hiciera sentir un poco incómodo(a) a usted, tienen el derecho de no responder. En el remoto caso de que ocurriera algún daño como resultado de la investigación, se dará un seguimiento estrecho de su caso por el servicio de Oftalmología. Usted no recibirá ningún pago por participar en el estudio, y tampoco implica algún costo para usted.

-Confidencialidad: Toda la información que usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificado(a).

-Aviso de Privacidad Simplificado: El investigador principal de este estudio, **Dr. Javier Guardado Valdez**, es responsable del tratamiento y resguardo de los datos personales que nos proporcione, los cuales serán protegidos conforme a lo dispuesto por la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados. Los datos personales que le solicitaremos serán utilizados exclusivamente para las finalidades expuestas en este documento. Usted puede solicitar la corrección de sus datos o que sus datos se eliminen de nuestras bases o retirar su consentimiento para su uso. En cualquiera de estos casos le pedimos dirigirse al investigador responsable del proyecto.

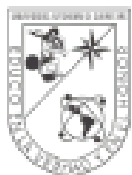
-Números a Contactar: Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con el investigador responsable del proyecto: **Dr. Javier Guardado Valdez** al siguiente número de teléfono **3461111385** o al correo electrónico **ssjavi1795@hotmail.com**

Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Declaración de la persona que da el consentimiento

- Se me ha leído esta carta de consentimiento.
- Me han explicado el estudio de investigación incluyendo el objetivo, los posibles riesgos y beneficios, y otros aspectos sobre mi participación en el estudio.
- He podido hacer preguntas relacionadas a mi participación en el estudio, y me han respondido satisfactoriamente mis dudas.

Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato, está de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también está de acuerdo en permitir que su información de salud sea usada como se describió antes, entonces le pedimos que



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO



SECRETARÍA
DE SALUD - SESEQ

Indique su consentimiento para participar en este estudio. Registre su nombre y firma en este documento del cual le entregaremos una copia.

PARTICIPANTE:

Nombre: _____

Firma: _____ Fecha/hora: _____

TESTIGO 1

Nombre: _____

Dirección: _____

Firma: _____ Fecha/hora: _____

Relación con la participante: _____

TESTIGO 2

Nombre: _____

Dirección: _____

Firma: _____ Fecha/hora: _____

Relación con la participante: _____

Nombre y firma del investigador o persona que obtiene el consentimiento:

Nombre: _____

Firma: _____

XII.4.4 Formato de confidencialidad



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO



SECRETARÍA
DE SALUD - SESEQ

FORMATO DE CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

FOLIO: _____

Querétaro, Querétaro a _____ de _____ del 20_____.

PRESENTE:

El que suscribe **Dr. Javier Guardado Valdez** en calidad de **Residente de 3er año del Departamento de Oftalmología** adscrito a la Universidad Autónoma de Querétaro manifiesto que participo como **Investigador Responsable** del **Proyecto de Tesis** titulado **Evaluación morfolométrica del ángulo iridocorneal mediante tomografía de coherencia óptica en pacientes postoperados de Queratoplastia penetrante** ejecutado en **Nuevo Hospital General de Querétaro**.

Asimismo, expreso mi compromiso de mantener la más estricta reserva y confidencialidad de la información resultante del **Proyecto de Tesis** objeto de este acuerdo e impedir que las personas vinculadas a él, tengan acceso a la misma, la revelen o distribuyan por algún medio, salvo previa autorización por escrito del (los) responsable (s) del presente acuerdo. También hago de su conocimiento que toda publicación con fines académicos, solo podrá realizarse mediante mi autorización escrita, la cual podrá ser consensada por las partes involucradas.

Por último, asumo la responsabilidad de hacer del conocimiento de los colaboradores los compromisos, responsabilidades y alcances contenidos en esta carta, a fin de garantizar la confidencialidad aquí comprometida.

Mediante este acuerdo reconozco y acepto que tengo pleno conocimiento de las responsabilidades civiles y penales aplicables en la legislación vigente y que en caso de conflicto o discrepancia en relación a su cumplimiento será mi deber someterme a las instancias judiciales correspondientes.

Este acuerdo entra en vigor al momento de su firma.

Dr. Javier Guardado Valdez
Residente 3er año Departamento Oftalmología NHGQ
Datos de Contacto (3461111385, ssjavil795@hotmail.com)