UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI
"DR. BERNARDO SEPULVEDA"

TÍTULO

TERMOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE OCULAR CORNEAL EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

TESIS
PARA OBTENER EL DIPLOMA
EN LA ESPECIALIDAD DE OFTALMOLOGÍA

PRESENTA
MÉDICO JOSUÉ ERNESTO SÁNCHEZ GÓMEZ

TUTOR PRINCIPAL
DR. ARTURO CARRASCO QUIROZ

CIUDAD DE MEXICO AGOSTO 2023

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TÍTULO

TERMOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE OCULAR CORNEAL EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

DOCTORA
VICTORIA MENDOZA ZUBIETA
JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION EN SALUD UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

DOCTOR
NOMBRE DEL PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD

DR. ARTURO CARRASCO QUIROZ
JEFE DE SEGMENTO ANTERIOR OFTALMOLOGÍA CMN SIGLO XXI

ACTA DEL COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACION CON DICTAMEN DE APROBADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS

Coordinación de Investigación en Salud

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3601**.
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES Dr. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS **17 CI 09 015 034**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 023 2017082**

FECHA **Jueves, 22 de junio de 2023**

Doctor (a) Arturo Carrasco Quiroz

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **TERMOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE OCULAR CORNEAL EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional
R-2023-3601-152

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Maestro (a) GUADALUPE VARGAS ORTEGA
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

AGRADECIMIENTOS

“Imposible es solo una gran palabra lanzada por hombres pequeños que les resulta más fácil vivir en el mundo que se les ha dado que explorar el poder que tienen para cambiarlo. Imposible no es un hecho. Es una opinión. Imposible no es una declaración. Es un desafío. Imposible es potencial. Imposible es temporal. Nada es imposible.”

Muhammad Ali

DEDICATORIAS

Por y para… mi familia

ÍNDICE

	TEMA	PÁGINA
1	Resumen	6
2	Marco teórico	10
3	Planteamiento del problema	20
4	Justificación	20
5	Pregunta de investigación	21
6	Hipótesis	21
7	Objetivos	21
8	Pacientes y métodos	22
9	Diseño del estudio	23
10	Criterios de selección	23
11	Tamaño de la muestra y análisis estadístico	24
12	Definición de variables	25
13	Aspectos éticos	27
14	Resultados	29
15	Discusión	33
16	Conclusión	35
18	Bibliografía	36
19	Anexos	39

RESUMEN: TERMOGRAFÍA DE SUPERFICIE OCULAR CORNEAL EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Introducción: La córnea es un tejido transparente y avascular, que consiste en 5 capas: epitelio, Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio, para su nutrición, la córnea depende de la difusión de glucosa desde el humor acuoso y del oxígeno a través de la película lagrimal. Además, la córnea periférica suministra con oxígeno de la circulación límbica. El humor acuoso en la cámara anterior del ojo humano es esencial para el mantenimiento de una presión intraocular positiva, para mantener la forma y estabilidad del sistema visual, para el transporte de nutrientes, para nutrir los tejidos avasculares, como la córnea, para la eliminación de desechos metabólicos, y para proporcionar un medio transparente, necesario para la función óptica del ojo. Se han realizado varios estudios para investigar este conocido fenómeno de la convección por gradientes de temperatura y su papel en el desarrollo de varias condiciones patológicas del ojo. El trasplante de córnea o queratoplastia es el trasplante alogénico que se realiza con mayor frecuencia y también el más exitoso en todo el mundo. Nos referimos a trasplante corneal al reemplazo quirúrgico de espesor completo a lo cual llamamos queratoplastia penetrante. La temperatura corneal posterior a la realización de estos procedimientos no se ha documentado, siendo de importancia el valor cuantitativo respecto a la determinación de la recuperación de los gradientes de temperatura en las cámaras anterior y posterior del ojo, y con ello un restablecimiento del sistema de termorregulación corneal, así como la recuperación anatomofuncional ocular posterior al tratamiento.

Objetivo: Determinar la diferencia entre el comportamiento de la temperatura de la superficie ocular corneal en pacientes con queratoplastia penetrante, comparada contra la temperatura de la superficie ocular corneal en un grupo control.

Metodología: Se realizará un estudio prospectivo, longitudinal, observacional, comparativo y analítico de la temperatura de la superficie corneal de pacientes trasplantados de córnea antes y después de su cirugía, comparándolos con la temperatura de la superficie corneal de una población control (sin patología ocular), se tomarán los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión en el periodo de Junio de 2023 a Agosto de 2023.

Resultados: En este estudio, se examinaron 30 ojos sanos y 17 ojos sometidos a queratoplastia penetrante. El grupo de control, con una mediana de edad de 26 años, y el grupo de pacientes trasplantados, con una mediana de edad de 71 años, presentaron predominantemente mujeres en ambos casos (60% y 59%, respectivamente). Se utilizó el test de OSDI para evaluar a los grupos, obteniéndose puntuaciones medianas de 2 y 19, respectivamente. Se registraron temperaturas corneales en las zonas central, paracentral y periférica, junto con las curvas de temperatura. La mediana de temperatura central en pacientes sanos fue de 32.2 grados, mientras que en pacientes trasplantados fue de 29 grados (p=0.0007*). La temperatura corneal se recuperó a 31 grados un día después de la queratoplastia penetrante. Las pruebas de comparación múltiple revelaron diferencias significativas de temperatura entre el grupo de control y los pacientes con queratoplastia penetrante (p=0.0074* y p=0.0174*, respectivamente). Estos hallazgos indican una disminución de temperatura corneal en pacientes sometidos a trasplante de córnea.

Conclusiones: En resumen, el estudio investigó 30 ojos sanos y 17 ojos sometidos a queratoplastia penetrante, analizando variables como la edad, el género y las puntuaciones en el test de OSDI. Se observó una disminución significativa de la temperatura corneal en los pacientes trasplantados en comparación con el grupo de control, tanto en la zona central como en las regiones paracentral y periférica. Estos resultados sugieren que la queratoplastia penetrante podría tener un impacto en las propiedades térmicas de la córnea. Las pruebas de comparación múltiple respaldaron estas diferencias de temperatura entre los grupos. Estos hallazgos contribuyen a una mejor comprensión de los cambios corneales después de la queratoplastia y pueden tener implicaciones importantes en la salud ocular y la recuperación postoperatoria de los pacientes sometidos a este procedimiento.

1. DATOS DEL ALUMNO	
APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRE TELEFONO UNIVERSIDAD FACULTAD O ESCUELA CARRERA/ESPECIALIDAD No. DE CUENTA CORREO ELECTRÓNICO	SÁNCHEZ GÓMEZ JOSUÉ ERNESTO 222 851 9659 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE MEDICINA OFTALMOLOGIA 521212845 Josue.sanchez.gomez@icloud.com
2. DATOS DE LOS TUTORES	
TUTOR PRINCIPAL:	DR. ARTURO CARRASCO QUIROZ ESPECIALISTA EN OFTALMOLOGIA, SUBESPECIALIDAD CÓRNEA Y CIRUGÍA REFRACTIVA. MAESTRO EN CIENCIAS MÉDICAS HOSPITAL DE ESPECIALIDADES. CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI Teléfono: 55 43547626 E-mail: arturocarrascoquiroz@yahoo.com
3. DATOS DE LA TESIS	
TITULO No. DE PAGINAS AÑO NUMERO DE REGISTRO	TERMOGRAFÍA DE SUPERFICIE OCULAR CORNEAL COMO MARCADOR DE EVOLUCIÓN POSOPERATORIA EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI 2023 R

TERMOGRAFÍA DE SUPERFICIE OCULAR CORNEAL EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

1. MARCO TEÓRICO

La córnea es un tejido transparente y avascular, que consiste en 5 capas: epitelio, Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio. En los adultos, la córnea mide 11-12 mm horizontalmente y 10-11 verticalmente. Tiene un espesor de aproximadamente 500-600 micras en el centro y gradualmente incrementa el grosor hacia la periferia. La córnea es asférica, aunque la porción central de la superficie anterior de la córnea a menudo se describe como un espejo convexo esferocilíndrico. La córnea tiene un índice refractivo general de 1.376. El radio promedio de la córnea anterior central es de 7.8 mm, teniendo un poder dióptrico de 43.25 D, contribuyendo con ello en el 74% del poder dióptrico total. Por ello la córnea es la principal fuente de astigmatismo en el sistema óptico (1).

Para su nutrición, la córnea depende de la difusión de glucosa desde el humor acuoso y del oxígeno a través de la película lagrimal. Además, la córnea periférica suministra con oxígeno de la circulación límbica (2). La densidad de terminaciones nerviosas en la córnea se encuentra entre las más altas del cuerpo, y la sensibilidad de la córnea es 100 veces mayor

que la de la conjuntiva. Las fibras nerviosas sensoriales se extienden desde los nervios ciliares largos y forman un plexo subepitelial (3).

Epitelio corneal.

El epitelio corneal se compone de 4 a 6 capas, que incluyen 1 a 2 capas de células escamosas superficiales, 2 a 3 capas de células alares y una capa más interna de células basales columnares. Tiene un grosor de 40 a 50 µm (4).

El epitelio y la película lagrimal forman una superficie ópticamente lisa. Las uniones estrechas entre las células epiteliales superficiales impiden la penetración del líquido lagrimal en el estroma. La proliferación continua de células madre limbares da lugar a las otras capas, que posteriormente se diferencian en células superficiales. Con la maduración, estas células diferenciadas se recubren con microvellosidades en su superficie más externa y luego se descaman y se convierten en lágrimas (5). El proceso de diferenciación dura aproximadamente de 7 a 14 días. Las células epiteliales basales secretan una membrana basal continua de 50 nm de espesor, que se compone de colágeno tipo IV, laminina y otras proteínas (6). La claridad de la córnea depende del apretado empaquetamiento de las células epiteliales, lo que da como resultado una capa con un índice de refracción casi uniforme y una mínima dispersión de la luz (7).

Capa de Bowman.

La capa de Bowman se encuentra anterior al estroma corneal. Anteriormente considerada una membrana, la capa de Bowman es más bien el condensado acelular de la porción más

anterior del estroma. Esta capa tiene un grosor de 15 µm y ayuda a mantener la forma de la córnea. Cuando esta capa se daña, no se regenerará (8).

Estroma corneal

El estroma corneal constituye aproximadamente el 90% del espesor total de la córnea (9). Es necesaria la disposición regular de las células estromales (queratocitos), las fibras y la matriz extracelular, para una córnea clara. Los queratocitos varían en tamaño y densidad a lo largo del estroma y forman una red tridimensional a lo largo de la córnea. Son fibroblastos aplanados, ubicados entre las láminas de colágeno del estroma, y continuamente digieren y fabrican moléculas del estroma. La densidad de queratocitos disminuye con la edad, en un 0,9% anual para la densidad anterior y en un 0,3% anual para la densidad posterior(10).

El estroma corneal está compuesto por una matriz extracelular formada por colágenos y proteoglicanos. Los colágenos fibrilares tipo I y tipo V se entrelazan con filamentos de colágeno tipo VI. Los principales proteoglicanos corneales son decorina (asociado con sulfato de dermatán) y lumicano (asociado con queratán sulfato) (11).

La transparencia de la córnea depende de mantener el contenido de agua del tallo corneal en un 78%. La hidratación de la córnea está controlada en gran medida por las barreras epiteliales y endoteliales intactas y el funcionamiento de la bomba endotelial, que está vinculada a un sistema de transporte de iones controlado por enzimas dependientes de la temperatura, como la Na+K+-ATPasa (12). Además, negativamente los glicosaminoglicanos estromales cargados tienden a repelerse entre sí, produciendo una presión de hinchazón (SP). Debido a que la presión intraocular (PIO) tiende a comprimir la córnea, la presión

global del estroma corneal se da como PIO – SP, transendotelial total (13). La fuerza osmótica se calcula sumando la presión de imbibición y los diversos gradientes electrolíticos producidos por los canales de transporte endoteliales. La hidratación corneal varía de anterior a posterior y aumenta más cerca del endotelio (14).

Membrana de Descemet

La membrana de Descemet es la membrana basal del endotelio corneal. Tiene 3 µm al nacer y aumenta de tamaño, a 10-12 µm en la edad adulta, a medida que el endotelio establece gradualmente una zona posterior amorfa, sin bandas. Aunque controvertido, una nueva capa en la parte posterior de la córnea (capa anterior a Descemet o capa de Dua) ha sido reportado. Esta capa puede ser importante durante la queratoplastia lamelar anterior profunda. La línea de Schwalbe es un hallazgo gonioscópico que define el final de la membrana de Descemet y el comienzo de la malla trabecular (15).

Endotelio corneal.

Las células endoteliales de la córnea se encuentran en la superficie posterior de la córnea, formando una monocapa de células estrechamente interdigitadas dispuestas en un patrón de mosaico de formas en su mayoría hexagonales (16). Las células endoteliales humanas no proliferan in vivo, pero pueden dividirse en cultivo celular (17). Si se produce una pérdida de células, especialmente como resultado de un traumatismo o una cirugía, la célula defectuosa, el área se cubre a través de la ampliación y la propagación de células residuales o quizás células madre periféricas (18). Estos hallazgos celulares se pueden observar mediante microscopía especular como polimegatismo (variabilidad en el tamaño celular) y

polimorfismo (variabilidad en la forma celular) (19). La densidad celular varía sobre la superficie endotelial; normalmente, la concentración es más alta en la periferia. La densidad de células endoteliales centrales disminuye con la edad a una tasa promedio de aproximadamente 0,6% por año, disminuyendo desde un recuento de aproximadamente 3400 células por mm2 a la edad de 15 años hasta aproximadamente 2300 células por mm2 a la edad de 85 años. El recuento normal de células endoteliales centrales está entre 2000 y 3000 células por mm2. Se ha observado que los ojos con un recuento de células endoteliales por debajo de 500 células por mm2 pueden tener riesgo de desarrollar edema corneal. el endotelio mantiene la transparencia de la córnea controlando la hidratación de la córnea y manteniendo la transparencia del estroma a través de sus funciones como barrera para el humor acuoso y como bomba metabólica que moviliza iones y extrae agua osmóticamente desde el estroma hacia el humor acuoso (20). Las funciones de barrera y de bomba del endotelio se pueden medir clínicamente mediante fluorofotometría y paquimetría (21). El endotelio también debe ser permeable a nutrientes y otras moléculas del humor acuoso. La permeabilidad aumentada y los sitios de bombeo insuficientes ocurren con una densidad celular endotelial reducida, aunque la densidad celular en la que se produce el edema clínicamente evidente no es absoluta (22).

Limbo

El limbo es la zona de transición entre la córnea transparente y la esclerótica opaca . Esta área alberga células madre del epitelio corneal, que son responsables de la homeostasis normal y la reparación de heridas del epitelio corneal. Se cree que las empalizadas de Vogt, que se concentran en el limbo superior e inferior, son el sitio del nicho de las células madre

limbares y pueden observarse biomicroscópicamente como crestas fibrovasculares orientadas radialmente concentradas a lo largo del limbo corneoescleral (23). El limbo posterior parece ser responsable del mantenimiento de las células madre, mientras que la función del limbo anterior puede ser impulsar la regeneración del epitelio corneal (24). La renovación se produce a partir de las células basales, con migración centrípeta de las células madre desde la periferia. Esto se conoce como la hipótesis XYZ, donde X representa la proliferación y estratificación de las células basales del limbo; Y, migración centrípeta de células basales; y Z, descamación de células superficiales. La salud de la córnea depende de que la suma de X e Y sea igual a Z (25). El daño a las células madre epiteliales perjudica la regeneración a largo plazo de las células epiteliales de la córnea. El daño al limbo conduce a la pérdida de la barrera que previene la invasión de la conjuntiva y la neovascularización de la superficie ocular (26).

Humor acuoso.

El humor acuoso en la cámara anterior del ojo humano es esencial para el mantenimiento de una presión intraocular positiva, para mantener la forma y estabilidad del sistema visual, para el transporte de nutrientes, para nutrir los tejidos avasculares, como la córnea, para la eliminación de desechos metabólicos, y para proporcionar un medio transparente, necesario para la función óptica del ojo (27).

Los procesos ciliares producen humor acuoso a una tasa promedio de 2 a 3 µL/min (28). El cuerpo ciliar contiene alrededor de 80 procesos ciliares, cada uno de los cuales se compone de una doble capa de epitelio sobre un núcleo de estroma y un rico suministro de capilares fenestrados. Estos capilares están irrigados principalmente por ramas del círculo arterial

principal del iris. Las superficies apicales de las capas de células epiteliales externas pigmentadas y no pigmentadas internas se enfrentan entre sí. Las células epiteliales no pigmentadas están unidas por uniones estrechas, que son un componente importante de la barrera hematoacuosa. El interior no pigmentado las células epiteliales, que sobresalen en la cámara posterior, contienen numerosas mitocondrias y microvellosidades; se cree que estas células son el sitio real de producción acuosa. Los procesos ciliares proporcionan una gran superficie para la secreción (29).

Varios mecanismos: la secreción del humor acuoso, la flotabilidad, la facodonesis, la interacción entre la flotabilidad y la gravedad, y el movimiento ocular rápido son responsables del movimiento del humor acuoso en la cámara anterior. Los gradientes de temperatura que existen entre las superficies posterior y anterior de la cámara anterior inducen la flotabilidad. Esta flotabilidad es el mecanismo impulsor más predominante para el flujo de la cámara anterior. El flujo impulsado por la flotabilidad juega un papel dominante al influir en la formación de hipemas, hipopion así como los husos de Krukenberg. Así, la circulación del humor acuoso en la cámara anterior bajo la acción de corrientes impulsadas por la flotabilidad provocadas por la diferencia de temperatura entre la superficie anterior de la córnea y el iris (30).

Se han realizado varios estudios para investigar este conocido fenómeno y su papel en el desarrollo de varias condiciones patológicas del ojo. Fue Ehrlich (31) quien primero observó el flujo por convección del humor acuoso en la cámara anterior. Wyatt (32) observó experimentalmente la ejecución del flujo impulsado por flotabilidad en la cámara anterior.

Además, se han desarrollado y analizado algunos modelos matemáticos para la convección de la cámara anterior. Canning et al. (32) desarrolló un modelo matemático para investigar teóricamente la mecánica de fluidos de la convección de la cámara anterior y predijo la inevitable circulación del humor acuoso impulsada por la flotabilidad en la cámara anterior causada por gradientes de temperatura muy pequeños. Shahed y Elmaboud (33) desarrollaron un modelo matemático para el flujo del humor acuoso al incorporar la condición de flujo deslizante en la superficie de la córnea. Avtar y Srivastava (33) modificaron el modelo matemático para el flujo del humor acuoso en la cámara anterior al incorporar la condición de flujo deslizante y la pérdida de calor debido a la convección a través de la superficie corneal. Puede asumir una mayor importancia y recibir más atención cuando se requiere el diagnóstico y tratamiento de ciertos síntomas y problemas médicos distintos debido a la presencia de partículas (eritrocitos, leucocitos, partículas de pigmento) y cuando se desea el uso de flujo acuoso para propósito clínico (34).

Trasplante Corneal

El trasplante de córnea o queratoplastia es el trasplante alogénico que se realiza con mayor frecuencia y también el más exitoso en todo el mundo (35). Nos referimos a trasplante corneal al reemplazo quirúrgico de espesor completo a lo cual llamamos queratoplastia penetrante (QPP), o una lámina de espesor total de la córnea huésped con la córnea donante; queratoplastia lamelar. El retirar la córnea de espesor total o retirar capas de manera selectiva se ha ido modificando gracias al entendimiento de la anatomía corneal, la evolución de las técnicas quirúrgicas, así como la mejora de los instrumentos a utilizar y los microscopios (36).

En 1813 Himly (37)fue el primero en mencionar el concepto de trasplante de córnea, pero Von Hippel (38) realizó el primer trasplante en 1886 haciendo el reemplazo de una córnea humana enferma con una córnea de conejo. Fuchs hizo la primera queratoplastia lamelar, la cual no fue aceptada correctamente porque tuvo pobres resultados en cuestiones de calidad visual. El primer trasplante corneal exitoso fue realizado por Zirm en 1905 (39).

La queratoplastia se puede clasificar por el motivo de realización como; terapéutica, tectónica y óptica. Por ejemplo, la queratoplastia terapéutica se realiza para eliminar infecciones de la córnea, principalmente en casos de queratitis infecciosa recalcitrante o perforada. La queratoplastia tectónica se realza para proveer soporte y mantener la integridad del globo ocular. La queratoplastia por fines ópticos tiene como objetivo el restaurar la visión y se han hecho varios avances tecnológicos para el refinamiento en la calidad visual posoperatoria y los resultados de la misma (40).

En el siglo XIX, la queratoplastia lamelar involucró la remoción selectiva de capas de la córnea, inicialmente se usó para tratar opacidades corneales superficiales. Esto se empezó a utilizar para tratar cicatrices corneales y queratocono, pero se interrumpió esta práctica debido a la poca ganancia visual, que podría atribuirse a una interfase irregular u opacidades residuales, fue por ello que la queratoplastia penetrante de espesor total cobró popularidad, debido a que proveía de mejores resultados en calidad visual en ese tiempo(36).

Sin embargo, la queratoplastia penetrante de espesor total, se asoció a un mayor riesgo de rechazo inmunológico, la unión débil de injerto-huésped, complicaciones relacionadas con las suturas, como suturas sueltas, infiltrados relacionados con las suturas, astigmatismo y

un tiempo de recuperación más largo, fue por ello que se ha reintroducido la queratoplastia lamelar, la cual ayudó a resolver muchos de estos problemas provocados por la queratoplastia penetrante de espesor total (35).

Debemos tener en cuenta que el éxito de esta cirugía depende significativamente de un adecuado manejo posoperatorio. Se debe ser capaz de reconocer y manejar una variedad de complicaciones posibles, la mayoría de las cuales pueden ser evitadas al seleccionar cuidadosamente al paciente. En el seguimiento posoperatorio del paciente trasplantado se debe tener en cuenta la prevención, el diagnóstico precoz y el tratamiento del rechazo inmunológico, que constituye la principal causa de falla del injerto.

De manera inicial en el posquirúrgico inmediato, solo se tienen datos clínicos como la transparencia del tejido, el adecuado afrontamiento de los bordes del botón corneal y el lecho del receptor, la apariencia de la cámara anterior, siendo todos ellos valores subjetivos de una adecuada técnica quirúrgica.

Actualmente no se cuentan con parámetros cuantitativos que nos ayuden a establecer que el restablecimiento de las estructuras oculares con un tejido sin patología previa sea objetivamente bien aceptado, siento la superficie ocular corneal de sujetos sanos y de pacientes que requieran la realización de la queratoplastia penetrante, así como de su seguimiento posquirúrgico.

La temperatura corneal posterior a la realización de estos procedimientos no se ha documentado, siendo de importancia el valor cuantitativo respecto a la determinación de la recuperación de los gradientes de temperatura en las cámaras anterior y posterior del

ojo, y con ello un restablecimiento del sistema de termorregulación corneal, por los antecedentes de la función de la dinámica de fluidos dentro de las cámaras anterior y posterior.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No hay estudios realizados con seguimientos termográficos de la temperatura de la superficie ocular corneal en pacientes operados de queratoplastia penetrante, así como la realización que existe en el mecanismo de termorregulación de la córnea posterior al reemplazo del tejido corneal, con ello el restablecimiento anatomo-funcional ocular de los pacientes que requieren un trasplante corneal.

3. JUSTIFICACIÓN

No existen estudios que establezcan la normalidad de la temperatura corneal, en personas sanas ni en personas con padecimientos oculares, se propone como un estudio que inicie la normalización de este parámetro como valor cuantitativo de la función ocular.

No se conoce cuál es el comportamiento de la temperatura de la superficie ocular corneal en pacientes operados de queratoplastia penetrante, así como la relación que existe entre ellos y la temperatura de la superficie corneal en pacientes que no cuentan con patología ocular, debido a que la regulación de la temperatura corneal podría ser evaluada como un parámetro para establecer el restablecimiento anatomo-funcional de la córnea posterior a la queratoplastia penetrante en el servicio de oftalmología en un hospital de tercer nivel.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la temperatura de la superficie ocular corneal de los pacientes con queratoplastia penetrante, comparados con la temperatura de la superficie corneal del grupo control en el servicio de oftalmología de un hospital de tercer nivel de atención?

5. HIPÓTESIS

La regulación de la temperatura de la superficie ocular corneal, se modifica en aquellos pacientes candidatos a queratoplastia penetrante comparada previo a la cirugía, así como comparándolo con la temperatura de la superficie ocular corneal del grupo control. Se puede inferir que exista un gradiente de temperatura descendente en personas sanas, y una temperatura basal más baja en pacientes que requieren una queratoplastia penetrante. Posterior a la cirugía de trasplante de córnea, se esperaría un restablecimiento de la temperatura basal, tanto del gradiente de temperatura en los pacientes operados.

6. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la temperatura de la superficie ocular corneal en pacientes operados de queratoplastia penetrante.

Objetivos específicos

Analizar la diferencia entre el comportamiento de la temperatura de la superficie ocular corneal previo y posterior a la cirugía de queratoplastia penetrante

Analizar la diferencia entre el comportamiento de la temperatura de la superficie ocular corneal en pacientes sometidos a queratoplastia penetrante, contra la temperatura de la superficie corneal ocular del grupo control.

7. PACIENTES, Y MÉTODOS: POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO, PERIODO, LUGAR.

Se realizará el test de OSDI (Ocular Disease Surface Index) tomando como grupo control a los puntajes globales menores a 13 y dolor ocular menor o igual a 1. Se utilizará la cámara termográfica sin contacto (FLIRONE PRO para iOS) para tomar fotografías térmicas frontales y laterales de ambos ojos a una misma distancia y magnificación, esperando 5 minutos en una habitación a temperatura atmosférica y flujo de aire estable, las fotografías se tomarán con ojos cerrados y a los 0, 1, 5 y 10 segundos posterior a la apertura palpebral, se realizarán mediciones en enfoques centrales y periféricos de la superficie ocular. Los pacientes no utilizarán colirios o medicamentos en la superficie ocular y se retirarán barreras térmicas como anteojos o lentes de contacto antes de la fotografía. Todas las imágenes serán transferidas a una computadora y se tomará la temperatura de enfoque como medición en la aplicación de FLIR ONE de FLIR Systems INC versión 4.2.0 para iOS, las fotos y medidas serán tomadas por la misma persona.

Se tomarán como datos la temperatura de la superficie ocular corneal con la cámara térmica FLIRONE®PRO for iOS de los pacientes sometidos a queratoplastia penetrante, previo y al día siguiente de la cirugía a las entre las 9 y 10 am, así como se tomará la temperatura de la superficie ocular corneal de sujetos sin patología ocular, este grupo de estudio serán

pacientes sin antecedentes personales patológicos oftalmológicos y test de OSDI <13, en el servicio de oftalmología en el hospital de tercer nivel (Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI), durante el periodo de Junio a Agosto de 2023.

Por conveniencia de casos consecutivos se ingresarán al protocolo pacientes ingresados para realizarles queratoplastia penetrante en los quirófanos del hospital y que cumplieron con los criterios de selección durante el periodo de Junio a Agosto de 2023.

8. DISEÑO DEL ESTUDIO.

Se realizará un estudio prospectivo, longitudinal, observacional, comparativo y analítico de la temperatura de la superficie ocular corneal en un grupo control (pacientes sin antecedentes personales patológicos oftalmológicos, enfermedades sistémicas, con test de OSDI <13, así como de pacientes sometidos a queratoplastia penetrante durante el periodo de Junio a Agosto de 2023.

9. CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Personas mayores de 18 años de cualquier género
- Nacionalidad Mexicana
- Personas afiliadas al Instituto Mexicano del Seguro Social
- Personas que estén ingresadas en lista para trasplante corneal
- Personas con protocolo quirúrgico completo para trasplante de cornea

- Pacientes operados de queratoplastia penetrante

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Personas con comorbilidades oftalmológicas previas exceptuando catarata, glaucoma, retinopatía diabética no proliferativa
- Personas con antecedentes de cirugías corneales previas.
- Personas con antecedente de aplicación de laser o inyecciones de medicamentos intravítreos previos.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Personas que decidan no ser parte del estudio
- Personas con revisión oftalmológica incompleta
- Personas con complicaciones durante la cirugía de queratoplastia penetrante

10. TAMAÑO DE MUESTRA Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo, analítico y comparativo en el estudio. Se realizó un primer análisis de los datos de distribución de la temperatura de la superficie ocular corneal tanto en el grupo control como en los pacientes sometidos a queratoplastia penetrante. Se utilizaron pruebas de normalidad (Shapiro y Bertlett) para evaluar la distribución de los datos, lo que reveló que los grupos no eran normales y tampoco homocedásticos ($p<0.5$). Se analizaron grupos de variables dependientes relacionadas, que representaban diferentes mediciones del mismo atributo, utilizando la prueba de ANOVA

de medidas repetidas o la prueba de Friedman, dependiendo de la normalidad de los datos obtenidos. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas post hoc utilizando la prueba de comparaciones múltiples Tukey. Además, se realizaron pruebas para la comparación de datos no paramétricos no pareados utilizando la prueba de Mann-Whitney.

La recolección de la base de datos se realizó utilizando el software Microsoft® Excel Office 2016, y el análisis de datos se llevó a cabo utilizando el software estadístico GraphPad Prism 9.4.0. Se consideró significancia estadística cuando el valor de p fue menor a 0.05, con un intervalo de confianza (IC) del 95%.

11. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición operacional	Definición Conceptual	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Años cumplidos del paciente estudiado incluido en el protocolo	Tiempo de vida vivido de una persona contando desde su nacimiento	Cuantitativa Continua Numérica	Años
Genero	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer	Nominal Dicotómico	Masculino Femenino
Hipertensión arterial	Presión arterial mayor o igual a 140/90 mmhg en dos tomas separadas mediante el uso	Enfermedad crónica caracterizada por un incremento continuo de las cifras de la	Categórica	Sano Hipertenso

	de un baumanómetro.	presión sanguínea por arriba de los límites sobre los cuales aumenta el riesgo cardiovascular.		
Diabetes mellitus	Glicemia en ayuno mayor o igual a 126 mg/dl, hemoglobina glucosilada mayor o igual a 6.5%, glucemia al azar mayor o igual 200 mg/dl. Muestras sanguíneas procesadas en laboratorios clínico	Conjunto de trastornos metabólicos cuya característica común principal es la presencia de concentraciones elevadas de glucosa en la sangre de manera persistente o crónica	Categórica	Sano Diabético

Exploración oftalmológica:

Variable	Definición operacional	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de medición
Grado de ojo seco (test de OSDI)	Sintomatología evaluada por cuestionario para índice en enfermedad de superficie ocular.	Valoración puntual de la sintomatología ocasionada por enfermedad de la superficie ocular	Cuantitativa Continua	Test de OSDI
Temperatura	Temperatura obtenida con cámara térmica FLIRONE®PRO	Magnitud referida a la noción de calor medida	Cuantitativa Continua	Grados Celcius

		mediante termografía		
Queratoplastia penetrante	Cirugía realizada que consiste en colocar un botón corneal en el paciente receptor	Injerto o trasplante de córnea es la sustitución total de la córnea por la obtenida de un donante generalmente cadavérico o del propio receptor	Categórica	Normal Trasplantado

12. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio se fundamenta en las pautas actuales de las guías de ética internacionales vigentes para la realización de protocolos de investigación, respecto a la Declaración de Helsinki cumple los principios ya que la realización del protocolo supera los beneficios a los riesgos, y solo está involucrado personal calificado para la realización de dicho protocolo, así como se proteger la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en el estudio de investigación. Respecto al Informe Belmont protegiendo su autonomía, es decir la capacidad que tienen de decidir con toda libertad si desean o no participar en el estudio una vez explicados todos los riesgos, beneficios. En México, el protocolo cumple con lo establecido por la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y Protección de Datos Personales, ya que se cuenta con profesionales de la salud a que se refiere el artículo 114 de este Reglamento, con conocimiento y experiencia para cuidar la

integridad del ser humano, bajo la responsabilidad de una institución de atención a la salud que actúe bajo la supervisión de las autoridades sanitarias competentes y que cuente con los recursos humanos y materiales necesarios, que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.

Riesgo de la investigación: De acuerdo a la Ley General de Salud en materia de investigación el estudio, al artículo 17 II, este estudio cuenta con un riesgo mínimo, ya que se trata de un estudio ambispectivo en el que se realizara un estudio paraclínico mediante la utilización de termografía sin contacto de la superficie corneal, no requiere de métodos invasivos ya que es un estudio de no contacto, no expone en ningún momento la integridad ni la salud del paciente participante.

Beneficios del estudio para los participantes y la sociedad: El presente estudio tiene beneficios para los participantes por que se establecería un valor numérico real para evaluar el restablecimiento anatomofuncional de los pacientes operados de queratoplastia penetrante, además del valor científico y social, al contribuir con la creación de conocimiento que ayudará en la mejora de la tasa de éxito de los trasplantes corneales, encontrando posibles factores de riesgo que puedan identificarse a tiempo y tratarse de manera oportuna, previniendo de esta manera futuras complicaciones y mejorando la calidad de vida del paciente.

Riesgos del estudio para los participantes: No existe riesgos a la salud inherentes ya que el método de estudio se basa en la utilización de un aparato termográfico no invasivo sin contacto, así como la revisión de expedientes, por lo tanto, en ningún momento se pone en riesgo la integridad del paciente.

Balance riesgo/beneficio: El balance es positivo al generar conocimiento científico, que permita mejorar la historia natural del trasplante corneal, prevenir complicaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes sometidos a dicha cirugía.

Forma en que se solicitará consentimiento informado: Se solicita consentimiento informado por escrito para la realización fotos con la cámara térmica sin contacto FLIRONE® PRO for iOS, previo a realizar dicho estudio, será solicitado por ambos investigadores: Josué Ernesto Sánchez Gómez y Arturo Carrasco Quiroz.

Confidencialidad: La confidencialidad de la información de los participantes se garantizó mediante el resguardo de la información de los pacientes que únicamente será del conocimiento de los investigadores, mediante el uso de un código alfanumérico que representará cada sujeto de investigación, protegiendo de esta manera los datos personales de cada participante.

13. RESULTADOS

Se analizaron un total de 30 ojos sanos, así como de 17 ojos sometidos a queratoplastia penetrante. La mediana de edad del grupo control fue de 26 (21-38) y de los pacientes operados de trasplantes trasplantados fue de 71 (31-86), en los dos grupos la mayoría fueron mujeres del 60% y del 59%, respectivamente. Ambos grupos se les evaluó con el test de OSDI teniendo una mediana del puntaje de 2 (0-13) en el grupo control y de 19 (8-34) en el grupo trasplantado de córnea.

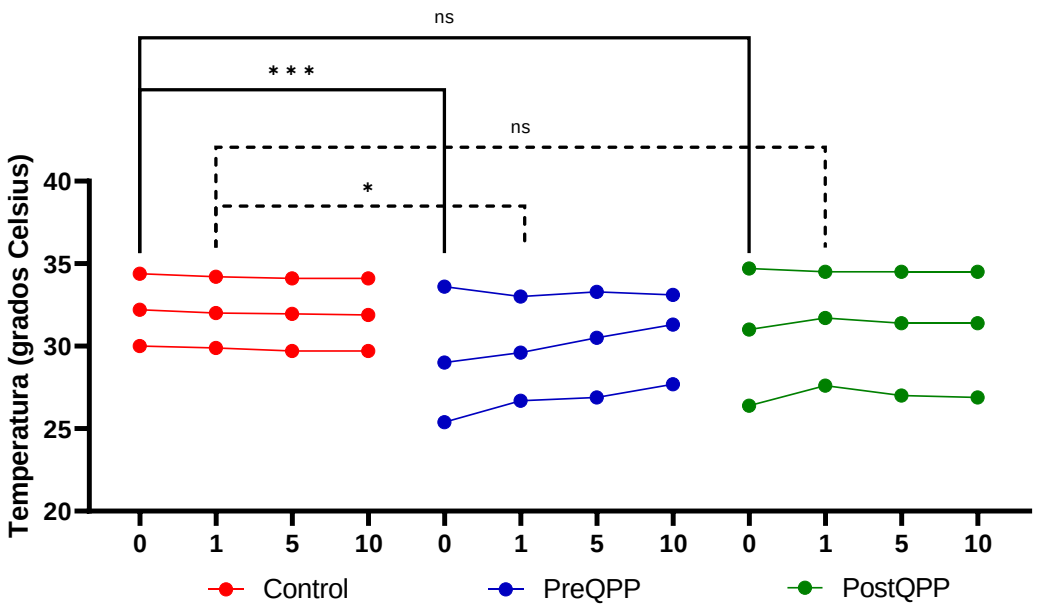
Se obtuvo la temperatura media de la córnea central, paracentral y periférica, así como las curvas de temperatura en ambos grupos estudiados. Las medianas de las temperaturas centrales de los pacientes sanos de 32.2 grados y los pacientes trasplantados con una

mediana de 29 grados (p=0.0007*), la misma temperatura se midió un día posterior a la queratoplastia penetrante donde la temperatura media corneal recuperó a 31 grados (p=0.1820) (Gráfica 1), se muestra una diminución de la temperatura corneal, este misma tendencia de un mayor diferencia en los segundos iniciales se presentó en las tomas de temperatura paracentral y periférica (Gráfica 2 y 3)

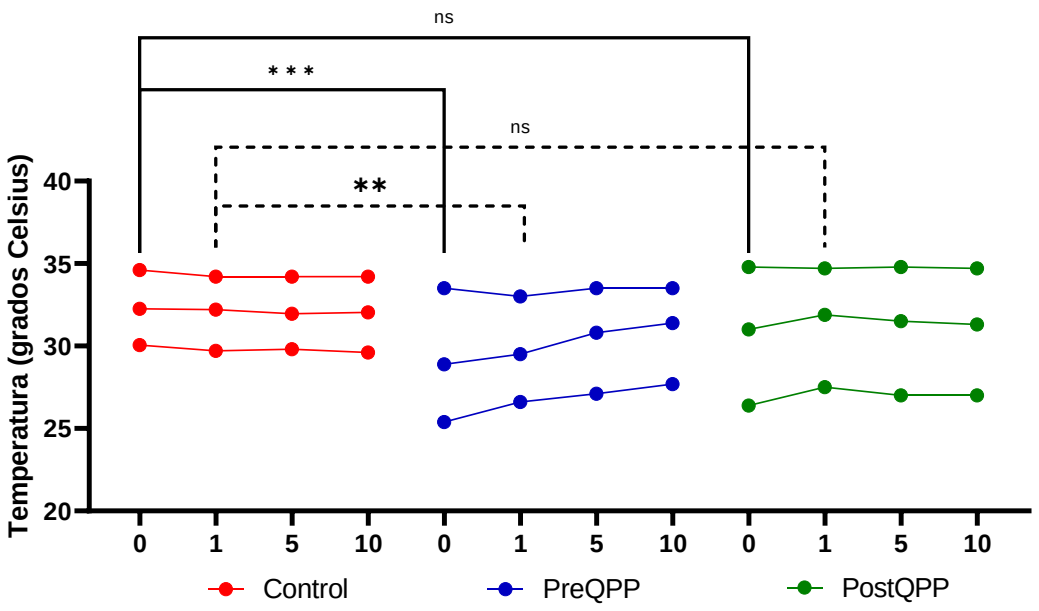
Cada uno de los grupos evaluados se le realizaron pruebas de comparación múltiples para con ello demostrar el grado de variación de la temperatura entre cada una de las capturas realizadas, encontrando que del grupo control y los pacientes con queratoplastia penetrante fue significativa de p=0.0074* y p=0.0174* respectivamente.

	Control n=30	Trasplante de córnea n=17	p=value
Edad en años (RNG)	26 (21-38)	71 (31-86)	<0.0001****
Género (Mujer %)	18 (60%)	10 (59%)	>0.9999
OSDI (RNG)	2 (0-13)	19 (8-34)	<0.0001****

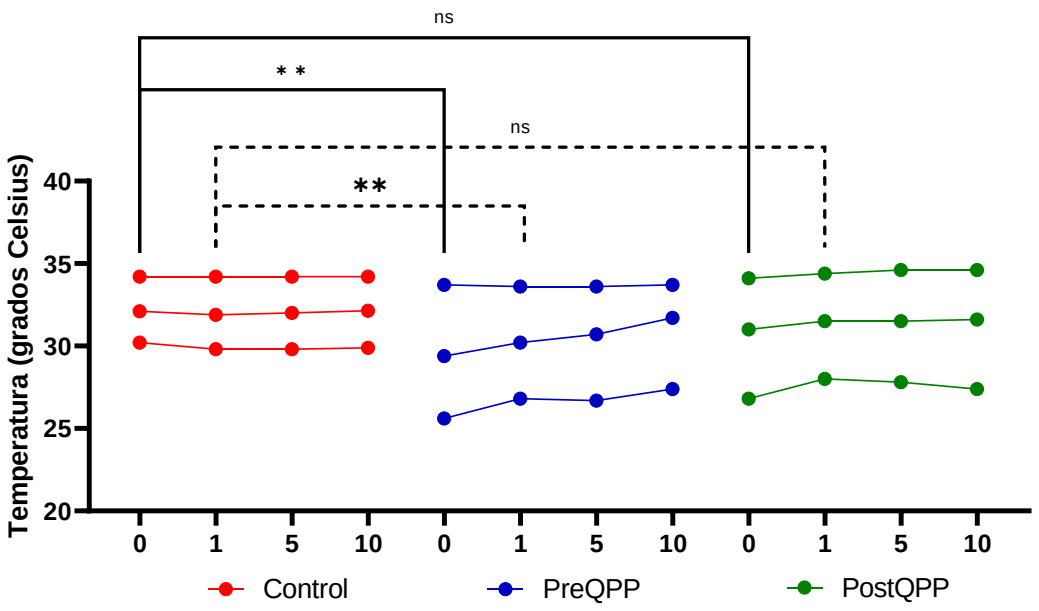
Tabla 1. Datos demográficos del grupo control y del grupo que se le practicó queratoplastia penetrante. (RNG=rango)



Gráfica 1. Curvas de temperatura corneal central de la temperatura medida en cada grupo estudiado. *** p=0.0007, * p=0.0110 Líneas centrales mediana de temperatura, línea superior e inferior, rangos inferiores y superiores, respectivamente. Rojo. Grupo control



Gráfica 2. Curvas de temperatura corneal paracentral de la temperatura medida en cada grupo estudiado. *** p=0.0004, ** p=0.0059 Líneas centrales mediana de temperatura, línea superior e inferior, rangos inferiores y superiores, respectivamente. Rojo. Grupo control



Gráfica 2. Curvas de temperatura corneal periférica de la temperatura medida en cada grupo estudiado. ** p=0.0013, ** p=0.0041 Líneas centrales mediana de temperatura, línea superior e inferior, rangos inferiores y superiores, respectivamente. Rojo. Grupo control

14. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos, se puede observar que la temperatura de la superficie corneal, depende de varios factores, anatómicos, funcionales e inclusive ambientales. La temperatura del grupo control muestra una pendiente negativa de la temperatura conforme pasa el tiempo posterior a la apertura palpebral, además de una disminución si se va midiendo más hacia la periferia corneal (41).

Bajo estás condiciones no existen registros previos del comportamiento de la temperatura corneal de los pacientes que requieren queratoplastia penetrante, sin embargo, por los mismos mecanismos de convección del humor acuoso dirigido mediante gradientes de temperatura entre la cámara posterior (iris) y la cámara anterior (cornea), se observa una disminución de la temperatura corneal, es influenciada por las condiciones fisiológicas de los tejidos y con ello presentar una temperatura menor comparada con los ojos sanos, además de perder la pendiente de temperatura negativa posterior a la apertura corneal.

Resulta especialmente significativo, en la evaluación de la temperatura en pacientes sometidos a queratoplastia penetrante, que la temperatura medida en la córnea central inmediatamente después de la apertura palpebral es comparable a la del grupo control. Además, se recupera la tendencia negativa en la temperatura, lo que sugiere que la integridad de las estructuras de la cámara anterior (córnea) logra restaurar la dinámica de los flujos internos. Estos flujos, a su vez, dependen de los gradientes de temperatura generados por la integridad y funcionalidad de los tejidos, lo que puede ser interpretado como un indicativo de la capacidad de adaptación y respuesta del sistema ocular.

15. CONCLUSIONES

En resumen, el estudio investigó 30 ojos sanos y 17 ojos sometidos a queratoplastia penetrante, analizando variables como la edad, el género y las puntuaciones en el test de OSDI. Se observó una disminución significativa de la temperatura corneal en los pacientes trasplantados en comparación con el grupo de control, tanto en la zona central como en las regiones paracentral y periférica. Estos resultados sugieren que la queratoplastia penetrante podría tener un impacto en las propiedades térmicas de la córnea. Las pruebas de comparación múltiple respaldaron estas diferencias de temperatura entre los grupos. Estos hallazgos contribuyen a una mejor comprensión de los cambios corneales después de la queratoplastia y pueden tener implicaciones importantes en la salud ocular y la recuperación postoperatoria de los pacientes sometidos a este procedimiento.

16. REFERENCIAS

1. Haradhan Chowdhury P, Haren Shah B, Chowdhury H. Basics of Anatomy and Physiology of Cornea. Acta Scientific Ophthalmology [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 22];4:2582–3191. Available from: www.actascientific.com/submission.php
2. DUANE TD. METABOLISM OF THE CORNEA. Archives of Ophthalmology [Internet]. 1949 Jun 1 [cited 2022 Nov 22];41(6):736–49. Available from: https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/620504
3. Al-Aqaba MA, Fares U, Suleman H, Lowe J, Dua HS. Architecture and distribution of human corneal nerves. [cited 2022 Nov 22]; Available from: http://bjo.bmj.com/
4. Wong HL, Poon SHL, Bu Y, Lo ACY, Jhanji V, Chan YK, et al. A Systematic Review on Cornea Epithelial-Stromal Homeostasis. Ophthalmic Res [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2022 Nov 22];64(2):178–91. Available from: https://www.karger.com/Article/FullText/509030
5. Collin SP, Collin HB. The corneal epithelial surface in the eyes of vertebrates: environmental and evolutionary influences on structure and function. J Morphol [Internet]. 2006 Mar [cited 2022 Nov 22];267(3):273–91. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16323209/
6. Ehlers N, Heegaard S, Hjortdal J, Ivarsen A, Nielsen K, Prause JU. Morphological evaluation of normal human corneal epithelium. Acta Ophthalmol [Internet]. 2010 Dec 1 [cited 2022 Nov 22];88(8):858–61. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1755-3768.2009.01610.x
7. Patel S, Marshall J, Fitzke FW. Refractive index of the human corneal epithelium and stroma. J Refract Surg [Internet]. 1995 [cited 2022 Nov 22];11(2):100–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7634138/
8. Wilson SE. Bowman's layer in the cornea– structure and function and regeneration. Exp Eye Res [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2022 Nov 22];195:108033. Available from: /pmc/articles/PMC7283008/
9. Hayes S, White T, Boote C, Kamma-Lorger CS, Bell J, Sorenson T, et al. The structural response of the cornea to changes in stromal hydration. J R Soc Interface [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2022 Nov 22];14(131). Available from: /pmc/articles/PMC5493790/
10. Sridhar MS. Anatomy of cornea and ocular surface. Indian J Ophthalmol [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2022 Nov 22];66(2):190. Available from: /pmc/articles/PMC5819093/
11. Tidu A, Schanne-Klein MC, Borderie VM. Development, structure, and bioengineering of the human corneal stroma: A review of collagen-based implants. Exp Eye Res [Internet]. 2020 Nov 1 [cited 2022 Nov 22];200. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32971095/
12. Hassell JR, Birk DE. The molecular basis of corneal transparency. Exp Eye Res [Internet]. 2010 Sep [cited 2022 Nov 22];91(3):326–35. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20599432/
13. DOHLMAN CH, HEDBYS BO, MISHIMA S. The Swelling Pressure of the Corneal Stroma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1962 Apr 1;1(2):158–62.
14. Xia D, Zhang S, Hjortdal JØ, Li Q, Thomsen K, Chevallier J, et al. Hydrated human corneal stroma revealed by quantitative dynamic atomic force microscopy at nanoscale. ACS Nano

[Internet]. 2014 Jul 22 [cited 2022 Nov 22];8(7):6873–82. Available from: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn5015837
15. de Oliveira RC, Wilson SE. Descemet's membrane development, structure, function and regeneration. Exp Eye Res [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2022 Nov 22];197. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32522478/
16. McCarey BE, Edelhauser HF, Lynn MJ. Review of Corneal Endothelial Specular Microscopy for FDA Clinical Trials of Refractive Procedures, Surgical Devices and New Intraocular Drugs and Solutions. Cornea [Internet]. 2008 [cited 2022 Nov 22];27(1):1. Available from: /pmc/articles/PMC3062434/
17. Wongvisavavit R, Parekh M, Ahmad S, Daniels JT. Challenges in corneal endothelial cell culture. Regenerative Med [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2022 Nov 22];16(9):871–91. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34380324/
18. Edelhauser HF. The resiliency of the corneal endothelium to refractive and intraocular surgery. Cornea [Internet]. 2000 May [cited 2022 Nov 22];19(3):263–73. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10832681/
19. van den Bogerd B, Dhubhghaill SN, Koppen C, Tassignon MJ, Zakaria N. A review of the evidence for in vivo corneal endothelial regeneration. Surv Ophthalmol. 2018 Mar 1;63(2):149–65.
20. Vaiciuliene R, Rylskyte N, Baguzyte G, Jasinskas V. Risk factors for fluctuations in corneal endothelial cell density (Review). Exp Ther Med [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2022 Nov 22];23(2):1–9. Available from: http://www.spandidos-publications.com/10.3892/etm.2021.11052/abstract
21. Schroeter J, Rieck P. Endothelial evaluation in the cornea bank. Dev Ophthalmol [Internet]. 2009 [cited 2022 Nov 22];43:47–62. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19494636/
22. Tuft SJ, Coster DJ. The Corneal Endothelium. Eye. 1990;4:389–424.
23. Ebrahimi M, Taghi-Abadi E, Baharvand H. Limbal Stem Cells in Review. J Ophthalmic Vis Res [Internet]. 2009 Jan [cited 2022 Nov 22];4(1):40. Available from: /pmc/articles/PMC3448387/
24. Dua HS, Azuara-Blanco A. Limbal stem cells of the corneal epithelium. Surv Ophthalmol. 2000;44(5):415–25.
25. JJ Y, S I, T S. Limbal stem cells: Central concepts of corneal epithelial homeostasis. World J Stem Cells [Internet]. 2014 [cited 2022 Nov 22];6(4):391. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25258661/
26. Le Q, Xu J, Deng SX. Review. The diagnosis of limbal stem cell deficiency. Ocul Surf [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2022 Nov 22];16(1):58. Available from: /pmc/articles/PMC5844504/
27. Goel M, Picciani RG, Lee RK, Bhattacharya SK. Aqueous Humor Dynamics: A Review. Open Ophthalmol J [Internet]. 2010 Sep 22 [cited 2022 Nov 22];4(1):52. Available from: /pmc/articles/PMC3032230/
28. Shoeb Ahmad S, Abdul Ghani S, Singh D, Wah LP. The Dynamics of Aqueous Humor Outflow—A Major Review. US Ophthalmic Rev. 2014;07(02):137.

29. Silva Borges-Giampani A, Giampani Junior J. Anatomy of Ciliary Body, Ciliary Processes, Anterior Chamber Angle and Collector Vessels. 2013 [cited 2022 Nov 22]; Available from: http://dx.doi.org/10.5772/52780
30. Fitt AD, Gonzalez G. Fluid mechanics of the human eye: aqueous humour flow in the anterior chamber. Bull Math Biol [Internet]. 2006 Jan [cited 2022 Nov 22];68(1):53–71. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16794921/
31. Lucia U, Grisolia G, Dolcino D, Astori MR, Massa E, Ponzetto A. Constructal approach to bio-engineering: the ocular anterior chamber temperature. Sci Rep [Internet]. 2016 Aug 5 [cited 2022 Nov 22];6. Available from: /pmc/articles/PMC4974607/
32. Fitt AD, Gonzalez G. Fluid Mechanics of the Human Eye: Aqueous Humour Flow in The Anterior Chamber. Bulletin of Mathematical Biology 2006 68:1 [Internet]. 2006 Mar 8 [cited 2022 Nov 22];68(1):53–71. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s11538-005-9015-2
33. Avtar R, Srivastava R. Modelling the flow of aqueous humor in anterior chamber of the eye. Appl Math Comput. 2006 Oct 15;181(2):1336–48.
34. Avtar R, Srivastava S. The convection flow of aqueous humor in the anterior chamber of human eye. [cited 2022 Nov 22]; Available from: www.pelagiaresearchlibrary.com
35. Singh R, Gupta N, Vanathi M, Tandon R. Corneal transplantation in the modern era. Indian J Med Res [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 Nov 22];150(1):7–22. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31571625/
36. Hos D, Matthaei M, Bock F, Maruyama K, Notara M, Clahsen T, et al. Immune reactions after modern lamellar (DALK, DSAEK, DMEK) versus conventional penetrating corneal transplantation. Prog Retin Eye Res [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2022 Nov 22];73. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31279005/
37. Dhanda R, Kalevar V. Hazards in keratoplasty. Indian J Ophthalmol [Internet]. 2022 [cited 2022 Nov 22];12(3):99. Available from: https://www.ijo.in/article.asp?issn=0301-4738;year=1964;volume=12;issue=3;spage=99;epage=106;aulast=Dhanda
38. v. Hippel A. Eine neue Methode der Hornhauttransplantation. Albrecht von Graefes Archiv für Ophthalmologie 1888 34:1 [Internet]. 1888 Mar [cited 2022 Nov 22];34(1):108–30. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/BF01695651
39. Mannis MJ, Krachmer JH. Keratoplasty: A historical perspective. Surv Ophthalmol. 1981 Mar 1;25(5):333–8.
40. Kim JG, Jong &, Jun H. Therapeutic and tectonic keratoplasty with simple cryopreserved remnants of donor corneas: an 11 year retrospective case series. 123AD [cited 2022 Nov 22]; Available from: https://doi.org/10.1038/s41598-022-10994-3
41. The role of tear physiology in ocular surface temperature. 2000;

17. ANEXOS

Hoja de recolección de datos

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD

AUTORIZACIÓN, SOLICITUD Y REGISTRO DE INTERVENCION QUIRURGICA 4-30-59/17

DATOS GENERALES Y AUTORIZACIÓN

Unidad Médica Hospitalaria: Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda"

SERVICIO DE OFTALMOLOGÍA

Nombre:	No. De Seguridad Social
Apellido paterno, materno y nombre (s)	

AUTORIZACION DEL PACIENTE

Autorizo a los médicos del Instituto Mexicano del Seguro Social para que efectuen las intervenciones quirúrgicas que sean necesarias para el alivio o curación de mi padecimiento, en la inteligencia de que no desconozco los riesgos a que quedo sujeto por el procedimiento quirúrgico y anestésico.	Paciente, familiar o persona legalmente responsable Nombre y Firma

SOLICITUD DE LA INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

Fecha de solicitud:	DD	MM	AA	cha y hora solicitac	DD	MM	AA Hora Minutos
Cama:		Cirugía ambulatoria		(X)			

Diagnóstico preoperatorio:

Operación proyectada:

Tipo de cirugía: Urgencia ( ) Reintervención ( ) Electiva ( ) Concertada Si ( ) No ( )

Sangre: Tipo		Rh_o (D)	En Quir ml	En reserva: ml.
Anestesia sugerida:	Local (X)	Regional ( )	General ( )	Tiempo estimado para la intervención: 01:00 (Horas / Minutos)

Equipo o material especial que se va a requerir para la intervención quirúrgica	Médico no Familiar cirujano Nombre, matrícula y firma

PROGRAMACIÓN DEL QUIRÓFANO

Día:	Hora:	Sala:	Turno:	Jefe de servicio Nombre, matrícula y firma

REGISTRO DE LA INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

Anestesia administrada:	Cirugía efectuada:

2E10-009-016 4-30-59/17

Carta de consentimiento

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN
Y POLITICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
(ADULTOS)

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio:	TERMOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE OCULAR CORNEAL COMO MARCADOR DE EVOLUCIÓN POSOPERATORIA EN PACIENTES CON QUERATOPLASTIA PENETRANTE EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
Patrocinador externo (si aplica):	
Lugar y fecha:	Ciudad de México, Centro Médico Nacional Siglo XXI
Número de registro:	
Justificación y objetivo del estudio:	Describir el comportamiento de la temperatura de la superficie ocular corneal como marcador posoperatorio en pacientes sometidos a queratoplastia penetrante. Lo que permitirá mejorar el pronóstico y resultado del trasplante corneal y calidad de vida del paciente.
Procedimientos:	Se realizará una toma de fotografías térmicas sin contacto, no requerirá de aplicación de gotas en sus ojos, ni causara ningún tipo de dolor, es un procedimiento no invasivo que durara aproximadamente 5 a 10 minutos.
Posibles riesgos y molestias:	Existe un riesgo mínimo en el procedimiento, debido a las molestias ocasionadas por la toma de las fotografías en la que estará sometido, como sensación de deslumbramiento, sensación de ojo seco, en ningún momento se pone en riesgo su integridad.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Seguimiento y valoración oftalmológica y atención oportuna de las condiciones oftalmológicas resultantes.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Seguimiento en consulta externa
Participación o retiro:	La participación será voluntaria y no comprometerá de ninguna manera el derecho a la atención médica que le ofrece el IMSS, así

	como no modificará el tratamiento que es llevado a cabo por médico tratante. Si lo desea, tendrá la libertad de retirar su consentimiento y suspender su participación si así lo decide en cualquier momento sin que se afecte la atención médica que recibe actualmente en el IMSS. Durante su participación nos comprometemos a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que tenga usted con respecto a la exploración oftalmológica.
Privacidad y confidencialidad:	La información obtenida durante el interrogatorio y la revisión oftalmológica, será en todo momento **confidencial** y no se le identificará en las presentaciones o publicaciones que se salgan de este estudio, se utilizará un código alfanumérico que protegerá sus datos personales. Los resultados que se obtengan de esta investigación se le harán saber (por medio de correo electrónico o por teléfono) al término del estudio si así usted lo desea.

En caso de colección de material biológico (si aplica):

☐	No autoriza que se tome la muestra.
☐	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.
☐	Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.

Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):	
Beneficios al término del estudio:	No existe beneficio a los participantes del estudio, El beneficio es de valor social y científico por la adquisición de conocimientos que podrá ayudar en un futura al mejor resultado de trasplante corneal y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigador Responsable:	Josué Ernesto Sánchez Gómez residente de tercer año del Oftalmología del HE CMN SXXI // Dr. Arturo Carrasco Quiroz Jefe del servicio de segmento anterior de Oftalmología del HE CMN SXXI
Colaboradores:	josue.s6794@gmail.com, Tel: 222 851 9659 // arturo.carrasco@imss.gob.mx, Tel: 554 354 7626

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque “B” de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: comision.etica@imss.gob.mx

_____	_____
Nombre y firma del sujeto	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
Testigo 1	Testigo 2
_____	_____
Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio

Clave