BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

COMPLEJO REGIONAL SUR
LICENCIATURA EN MEDICINA

“VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA CON RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN”

PARA OBTENER EL GRADO DE

MÉDICO CIRUJANO Y PARTERO

PRESENTA

FRANCISCO DANIEL TRUJILLO MARTÍNEZ

DIRECTORA DE TESIS

DRA. MARÍA DEL ROSIO LUISA TECHALOTZI CANO

DIRECTOR DE METODOLÓGICO

D. EN C. FRANCISCO LÁZARO BALDERAS GÓMEZ

CODIRECTOR DE TESIS

DR. ISRAEL AGUILAR COZATL

TEHUACÁN, PUEBLA A AGOSTO DE 2024

PRESENTA:

Francisco Daniel Trujillo Martínez

Matrícula: 201701987

Estudiante de Medicina de la Facultad de Medicina

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Complejo Regional Sur

DIRECTORA EXPERTA:

Dra. María del Rosío Luisa Techalotzi Cano

Coordinación Hospitalaria de Donación de Órganos y Tejidos con Fines de Trasplante - Hospital General de Zona No 20 “La Margarita”

Especialidad: Pediatría Médica CP: 3816949

Licenciatura: Médico Cirujano Partero CP: 3718755

DIRECTOR METODOLÓGICO:

D. en C. Francisco Lázaro Balderas Gómez

Profesor Investigador de la Facultad de Medicina BUAP - Complejo Regional Sur

ID: 100299966

CODIRECTOR:

Dr. Israel Aguilar Cozátl

Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud - Hospital General de Zona No 20 “La Margarita”

Especialidad: Urgencias Médico Quirúrgicas CP: 11289330

Licenciatura: Médico Cirujano Partero CP: 6073382

OFICIO DE APROBACIÓN DE TESIS

VOTO PROBATORIO CARTA AVAL DE IMPRESIÓN DE TESIS

MAE. MARIA DEYSI TAPIA ALVAREZ
COORDINADOR DE TITULACIÓN
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
COMPLEJO REGIONAL SUR

Por medio de la presente y con relación a la asignación como asesor del alumno: **Francisco Daniel Trujillo Martínez** con número de matrícula **201701987**, quien suscribe manifiesto mi VOTO PROBATORIO para avalar la presente tesis, que al respecto se titula **"VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA CON RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN"**, ya que reúne los lineamientos necesarios para tal efecto.

Sin otro particular le reitero mis consideraciones.

ATENTAMENTE. "Pensar bien para vivir mejor"

Tehuacán, Pue. a 08 de julio del 2024.

D. en C. Francisco Lázaro Balderas Gómez

ID: 100299966

OFICIO DE IMPRESIÓN DE TESIS

VOTO APROBATORIO CARTA AVAL IMPRESIÓN DE TESIS

MAE María Deysi Tapia Álvarez

Coordinador de Titulación

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Complejo Regional Sur

El que suscribe se dirige a Usted en calidad de revisor de la tesis intitulada "Variación de conto endotelial de tejido corneal procedente de donación cadavérica con relación al tiempo transcurrido entra la hora de defunción e inicio de procuración" que presenta el alumno Francisco Daniel Trujillo Martínez con número de matrícula 201701987.

Con base en la revisión minuciosa de este trabajo de investigación, manifiesto mi voto que avala dicha tesis, ya que reúne los requisitos y se apega a los lineamientos establecidos por nuestra máxima casa de estudios.

Sin otro particular, quedo de Usted.

Atentamente

Dr. Josué Karim Majluf Cruz

NSS531599

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento es a mis padres, Lucía Martinez Pérez e Hipólito Trujillo Alonso, por estar presentes incondicionalmente para alcanzar mis objetivos personales y académicos, por darme una excelente preparación académica

A mis abuelos, Ofelia Pérez Rodríguez y Francisco Martinez Ancelmo (que en paz descanse), porque me brindaron la motivación para superar todas las pruebas que la vida interpone.

A mi hermano, Salvador Trujillo Martínez, por ser un ejemplo de superación y persistencia.

A Ana Laura Castillo Ramírez, por estar presente en cada momento y ser mi compañía ante toda adversidad.

A mis Directores de Tesis, por guiarme en este último año en el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos, por su compañía y apoyo durante toda nuestra estancia en la universidad.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a todos los donantes del Hospital General de Zona 20 y a sus familias, que se tocaron el corazón en un momento de duelo y dijeron **Sí** a la donación, salvando las vidas de personas que se encuentran en listas de espera. A su vez, se la dedico a mis padres porque gracias a su crianza y dedicación me forjaron como la persona que soy actualmente, gracias a su motivación el día de hoy tengo todas las herramientas que necesito.

ÍNDICE

Lista de gráficas

Lista de cuadros

Lista de figuras

TEMARIO

Contenido

1. ANTECEDENTES 14

1.1 ANTECEDENTES GENERALES 14

1.1.1. PANORAMA DE LA DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO 14

1.1.2. ANATOMÍA DEL GLOBO OCULAR 16

1.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS 29

1.2.1 ANTECEDENTES DEL TRASPLANTE DE TEJIDO CORNEAL 29

1.2.2 BANCOS DE TEJIDOS 31

1.2.3 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA CÓRNEA 32

1.2.4 PROCURACIÓN DE TEJIDO CORNEAL 40

1.2.5 MEDIO DE PRESERVACIÓN 45

2. JUSTIFICACIÓN 49

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 50

4. HIPÓTESIS 52

4.1. HIPÓTESIS ALTERNA 52

4.2. HIPÓTESIS NULA 52

5. OBJETIVOS 53
5.1. OBJETIVO GENERAL 53
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 53
6. MATERIAL Y MÉTODOS 55
6.1. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO 55
6.2. UNIVERSO Y UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL 55
6.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA 55
6.3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN 56
6.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN 56
6.3.3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN 56
6.3.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA 56
6.4. ESTRATEGIA DE TRABAJO 57
6.6 ANÁLISIS Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS 58
6.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS 58
7. RESULTADOS 60
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 78
9. CONCLUSIONES 83
10. LIMITACIONES 84
11. PERSPECTIVAS 85
12. ANEXOS 87
13. DEFINICIÓN DE VARIABLES 92
14. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES 94
15. BIBLIOGRAFÍA 96

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfico 1: Viabilidad de córnea derecha para trasplante óptico.

Gráfico 2: Viabilidad de córnea izquierda para trasplante óptico.

Gráfico 3: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo transcurrido Grupo 1.

Gráfico 4: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo transcurrido, Grupo 2.

Gráfico 5: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo transcurrido, Grupo 3.

Gráfico 6: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo transcurrido, Grupo 4.

Gráfico 7: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo transcurrido, Grupo 5.

Gráfico 8: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, Grupo 6.

Gráfica 9: Variabilidad de los conteos corneales derecho por tiempo transcurrido, población de estudio.

Gráfica 10: Variabilidad de los conteos corneales izquierdo por tiempo transcurrido, población de estudio.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Características y contenido del botón corneal.

Cuadro 2: Conteo endotelial promedio por grupo etario.

Cuadro 3: Intervalo de tiempo entre la hora de defunción y el inicio de toma de tejidos.

Cuadro 4: Comorbilidades asociadas a los donantes.

Cuadro 5: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 1.

Cuadro 6: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 2.

Cuadro 7: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 3.

Cuadro 8: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 4.

Cuadro 9: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 5.

Cuadro 10: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 6

Cuadro 11: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, población de estudio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista anterolateral de la órbita.

Figura 2: Párpados y anatomía de la superficie del ojo.

Figura 3: Aparato lagrimal y saco conjuntival.

Figura 4: Septo orbitario y ligamentos de la órbita.

Figura 5: Segmentos y divisiones del globo ocular.

Figura 6: Ejes y relación con la órbita.

Figura 7: Capas del globo ocular.

Figura 8: Aspecto del Iris.

Figura 9: Visión oftalmoscópica de la retina.

Figura 10: Localización del cristalino y estructuras de sostén.

Figura 11: Estructura y capas de la córnea.

Figura 12: Valoración de microscopía especular de paciente donante femenino de 72 años.

Figura 13: Perilimbotomía.

Figura 14: Escarificación.

Figura 15: Marcado escleral.

Figura 16: Incisión escleral.

Figura 17: Sección escleral.

Figura 18: Liberación de las adherencias úvea-esclerales.

Figura 19: Dignificación.

Figura 20: Medio de preservación del tejido corneal, optisol.

Figura 21: Medio de preservación del tejido corneal, eusol.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

1.1.1. PANORAMA DE LA DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO

El ser humano centra su creatividad y su investigación en el desarrollo de nuevas soluciones que lo afecta; y la medicina no es la excepción, diferentes investigaciones realizadas a lo largo de los años han dado como resultado la creación de diferentes alternativas terapéuticas a pacientes con enfermedades que hace tiempo parecían ser incurables, brindando una nueva oportunidad de vida. El tema de trasplante de órganos cada vez toma más importancia en México y en el mundo; el primer trasplante de órgano exitoso realizado en un ser humano fue el trasplante renal realizado en 1954 en la ciudad de Boston. Y en México, en el año de 1963, el Doctor Quijano y su equipo de cirujanos llevaron a cabo el primer trasplante renal procedente de donador vivo en el nosocomio que actualmente conocemos como Centro Médico Nacional Siglo XXI. (Mora, 2001) Desde entonces diversos grupos de médicos han realizado procedimientos tan impresionantes, en el caso del Doctor Argüero quien en 1988 efectuó el primer trasplante de corazón en el país. (Sánchez, 2005)

Desde entonces, con el aumento de procedimientos de trasplantes y la creciente demanda de pacientes se concibe la donación de órganos, el cual cuenta con un marco normativo legal, altruista y confidencial evitando intereses personales; la donación es el consentimiento tácito o expreso de la persona para que en vida o después de su muerte, su cuerpo o cualquiera de sus componentes sean utilizados con fines de trasplante. Esto regulado por el Centro Nacional de Trasplante con el fin de estandarizar y supervisar el cumplimiento de las políticas nacionales, manuales de procedimientos para el proceso de donación y los criterios de desempeño, así como las actividades que deberán realizar los profesionales que tienen a su cargo los proceso de donación y trasplante en las instituciones públicas y privadas a lo largo del país, estas normativas son establecidas en la Ley General de Salud su Título Décimo Cuarto Donación, Trasplantes y Pérdida de la Vida, así

como en la Guía de Coordinador Hospitalario de Donación. (CENATRA, 2019) El profesional encargado del proceso de este proceso en cada hospital del país que cuente con la licencia sanitaria correspondiente es el Coordinador Hospitalario de Donación este deberá ser un médico especialista o general, que cuente con experiencia en la materia y esté capacitado por la Secretaría de Salud para desempeñar esa función, (Secretaría de Salud, 2024) así como poder afrontar todas las posibles situaciones en que presenten en el ejercicio diario de su comisión.

Podemos definir la donación en materia de órganos y tejidos como el consentimiento tácito o expreso de la persona para que, en vida o después de su muerte, su cuerpo o cualquiera de sus componentes se utilicen para trasplantes, (Secretaría de Salud, 2024) esto mencionado en el artículo 321 de la Ley general de Salud, es considerado el acto de amor más grande que se puede realizar a nuestro prójimo, es voluntario, altruista, confidencial, equitativo y legal. Existen dos tipos de donadores: los no vivos (post mortem) y los vivos (Inter vivos), en los segundos sólo es permitida si no afecta la calidad de vida del donante, en caso de órganos dobles u órganos capaces de regenerarse, esto mediante un trasplante dirigido a familiares consanguíneos de hasta cuarto grado o ser querido, en el cual pueda ser demostrada la relación con la respectiva autorización judicial, evitando así el tráfico de órganos. (Tanure, 2012) Sin embargo, para realizar un proceso de donación post mortem se necesita realizar un conjunto de acciones y procedimientos, como lo es el consentimiento familiar escrito para la procuración de órgano o en su defecto el consentimiento del individuo firmado y debidamente notariado, de la misma forma no debe de contar con alguna contraindicaciones clínicas que puedan presentar riesgos a los receptores de órganos o tejidos. (Ramos Bispo, 2016)

Las contraindicaciones médicas absolutas para la donación de órganos y tejidos se encuentran en grupos los cuales son:

- Infecciones: Infecciones diseminadas activas (puede ser de origen bacteriano, fúngico o viral), sepsis bacteriana (deberá estar acompañada de estado de choque o disfunción orgánica), infecciones localizadas en sistema nervioso central e infecciones por priones.
- Neoplasias: Todas las neoplasias malignas excepto tumoraciones primarias del Sistema Nervioso Central, el carcinoma basocelular de piel y el carcinoma in situ de útero.

- Enfermedades sistémicas con repercusión en órganos a trasplantar: colagenosis, vasculitis.
- Causa de muerte desconocida. (CENATRA, 2019)

Las contraindicaciones relativas se agrupan en 4 grupos en los que se encuentran:

- Infecciones: Para que se pueda concretar la donación de un paciente con infección activa deberá contar con tratamiento antimicrobiano específico con buena evolución clínica, se deberá continuar con la impregnación del antibiótico durante el tiempo adecuado; en donantes VIH, VHB o VHC positivos se puede considerar la donación a receptores seropositivos en algunos países, pero en México aún no se encuentra autorizado; en donantes positivos a Citomegalovirus, Epstein Barr, Treponema pallidum, Toxoplasma gondii y Micobacterias se puede proceder con la donación previa profilaxis, continuando tratamiento en el receptor.
- Edad: En México y en el mundo no existe edad para la donación ya que es un derecho de todos, sin embargo, se deberá evaluar al donante de acuerdo con los criterios de selección de cada órgano o tejido, de la misma forma valorar el daño crónico de los tejidos y órganos propios de la edad.
- Enfermedades crónico-degenerativas: Se debe evaluar el daño a órgano blanco propio de estas enfermedades.
- Parada Cardiorrespiratoria: en el caso de un potencial donante de órganos se deberá valorar el número de eventos de paro, la duración y las maniobras de reanimación brindadas (según protocolo ACLS), valorando el tiempo de isquemia de los órganos. (CENATRA, 2019)

1.1.2. ANATOMÍA DEL GLOBO OCULAR

El ojo humano es el órgano par que tiene como función la visión, también llamado glóbulo ocular, el cual envía los estímulos luminosos recibidos al nervio óptico; este se encuentra junto con las estructuras visuales accesorias en la región orbitaria, incluyendo los párpados superior, inferior y el aparato lagrimal. (Moore Keith L, 2022)

1.1.2.1 ÓRBITA

La órbita es la cavidad ósea comunicante del cráneo y la cara, se encuentra situada en un plano mediano inferior al hueso frontal, superior al seno maxilar, lateral al laberinto etmoidal y lateral a las cavidades nasales; este tiene forma de pirámide cuadrangular con cuatro paredes, cuatro bordes, una base y un vértice. (Latarjet Michel, 2019)

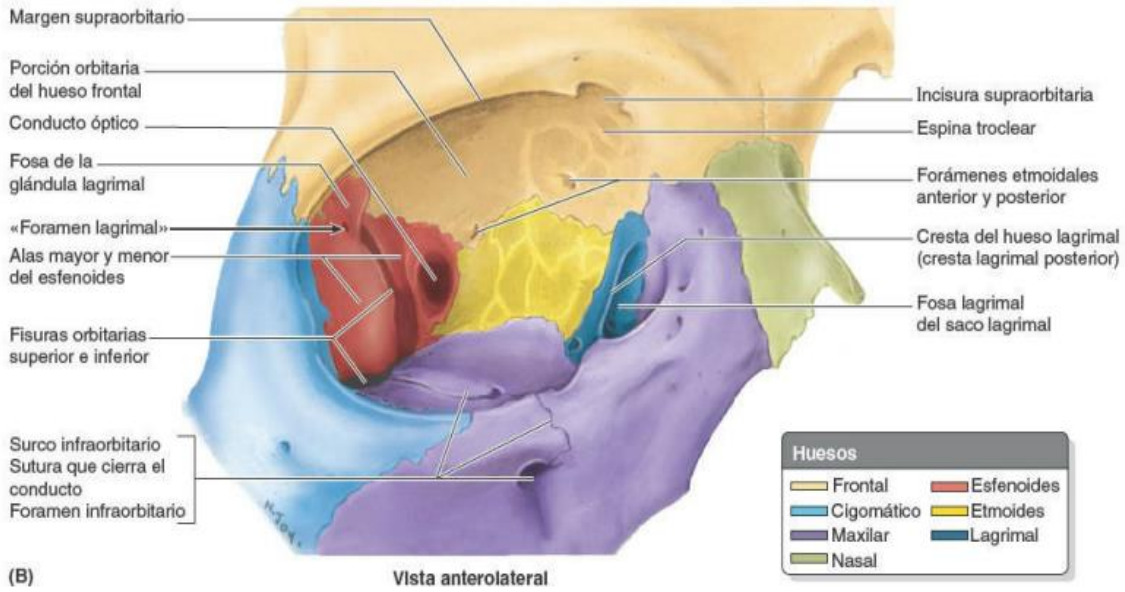


Figura 1: Vista anterolateral de la órbita (Moore Keith L, 2022)

Las paredes de la órbita se pueden observar en la **Figura 1,** la pared superior está formada por la cara orbitaria del hueso frontal y el ala menor del hueso esfenoides, en la parte anterolateral se encuentra la cavidad de la glándula lagrimal y en la parte anteromedial la fosa troclear; es delgada en la parte posterior y gruesa en la parte anterior. La pared inferior se encuentra constituida por la apófisis de la cara superior del hueso maxilar, el hueso cigomático y la carilla anterior de la apófisis del hueso palatino; es bastante plana, en esta se encuentra el conducto infraorbitario abierto, adelante en el foramen infraorbitario, en esta pared el globo ocular es relacionado con el seno maxilar. (Latarjet Michel, 2019)

La pared lateral está conformada por la cara anterior y la cara medial del ala mayor del hueso esfenoides, la porción lateral de la cara orbitaria del hueso y la apófisis frontal del hueso cigomático, sirve de separación de la fosa temporal con la órbita. La pared medial se compone por

la cara lateral del esfenoides, el hueso lagrimal, la lámina orbitaria del etmoides y la apófisis frontal del maxilar; en esta se encuentra el surco lagrimal el cual continúa hacia inferior por el conducto nasolagrimal, de forma posterior se encuentra en la órbita con la cavidad craneal, en este desemboca el nervio óptico, y la arteria oftálmica. (Latarjet Michel, 2019)

Los bordes de la órbita unen las caras entre sí, estos son el superolateral a partir de la parte lateral de la fisura orbitaria, la fosa de la glándula lagrimal y la sutura fronto esfenoidal; el borde superomedial une las suturas del hueso frontal con la apófisis frontal del hueso maxilar, el hueso lagrimal y el hueso etmoides, el borde inferomedial une el cuerpo del esfenoides con el palatino y el hueso etmoides con el maxilar; el borde inferolateral encuentra el hueso cigomático con la fisura orbitaria inferior. (Latarjet Michel, 2019)

La base de la órbita tiene ángulos redondeados con forma cuadrilátera, espesa y sólida con la función de proteger al globo ocular, constituido por el borde supraorbitario del hueso frontal en su porción superior, por el maxilar y el borde del hueso cigomático en la porción inferior, medialmente por la apófisis frontal del hueso maxilar y la porción lateral del hueso cigomático. (Latarjet Michel, 2019)

1.1.2.2 PÁRPADOS Y APARATO LAGRIMAL

Los párpados y las glándulas lagrimales tienen como función proteger el globo ocular y la córnea frente a los traumatismos y la irritación. (Moore Keith L, 2022)

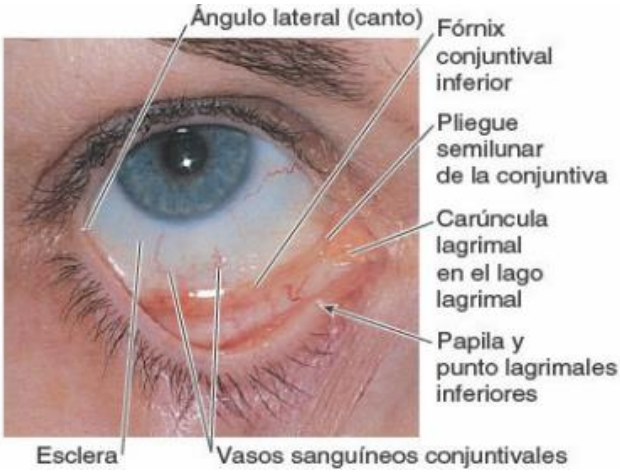


Figura 2: Párpados y anatomía de la superficie del ojo (Moore Keith L, 2022)

Los párpados son estructuras móviles que sirven para cubrir el ojo de forma anterior cuando se encuentran cerrados, también ayudan a extender el líquido producido por las glándulas lagrimales manteniendo así la córnea húmeda; en su porción externa se encuentra cubiertos por una capa de piel delgada y flexible, en su parte interna son recubiertos por una mucosa transparente la cual está unida de forma laxante a la porción escleral, en esta se encuentran pequeños vasos sanguíneos conjuntivales; los fórnix conjuntivales superior e inferior son líneas de reflexión de la conjuntiva palpebral, sobre el globo ocular formando profundos fondos de saco, (Moore Keith L, 2022) observado en la **Figura 2**.

El saco conjuntival se encuentra limitado por la conjuntiva palpebral y bulbar, este es un espacio cerrado cuando los párpados cierran el ojo y presenta una hendidura anterior cuando los párpados se encuentran separados; funciona como bolsa para que los párpados se mueven libremente sobre el globo ocular, (Moore Keith L, 2022) esto se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3: Aparato lagrimal y saco conjuntival (Moore Keith L, 2022)

Los tarsos superior e inferior forman el esqueleto de los párpados, en estas se encuentran las glándulas tarsales las cuales se encargan de la producción de secreción lipídica que lubrica a los bordes de los párpados evitando que estos se adhieran entre sí al cerrar los ojos, a su vez, esté líquido tiene función de barrera en el conducto lagrimal manteniendo el ojo adecuadamente lubricado cuando el líquido lagrimal se produce en cantidades normales, si su producción aumenta se derrama sobre esta barrera y se desborda en forma de lágrimas. Los párpados se unen en las comisuras palpebrales medial y lateral, definiendo los ángulos lateral y medial del ojo. (Moore Keith L, 2022)

Las pestañas se insertan en el borde de los párpados en las glándulas ciliares. El ligamento palpebral medial se encuentra ubicado entre el ángulo medial del ojo y la nariz, este sirve para unir los tarsos al borde medial de la órbita, y a su vez, funciona de inserción al músculo orbicular del ojo; de forma contralateral se encuentra el ligamento palpebral lateral, pero sin proporcionar inserción muscular directa. (Moore Keith L, 2022)

El septo orbitario abarca desde los bordes de la órbita hasta los tarsos, es de características fibrosas como se visualiza en la **Figura 4**, sirve como medio de contención para la grasa en la órbita, así como evitar la propagación de infecciones, esto debido a su continuación con la periórbita. (Moore Keith L, 2022)

Figura 4: Septo orbitario y ligamentos de la órbita (Moore Keith L, 2022)

El aparato lagrimal se compone de diferentes estructuras entre las cuales se encuentran la glándula lagrimal la cual tiene forma de almendra, con una longitud de 2 centímetros, está ubicada en la parte superolateral orbitaria; la glándula lagrimal produce el líquido que lubrica la córnea y la conjuntiva, de consistencia acuosa, salinizada y lisozima (bactericida), también proporciona nutrientes y oxígeno, (Moore Keith L, 2022), representado en la **Figura 3.**

Las glándulas lagrimales accesorias se encuentran en la porción media del párpado o a lo largo del fórnix superior e inferior del saco conjuntival siendo más numerosas en el párpado superior; la producción del líquido lagrimal está determinada por el nervio craneal número VII (facial) por inervación parasimpática. Los conductos excretores se encargan del transporte del líquido lagrimal de las glándulas al saco conjuntival; los conductillos lagrimales que proceden de la papila lagrimal (ubicado cerca del ángulo medial del ojo) tienen la función de drenar el líquido lagrimal desde el lago lagrimal al saco lagrimal. Y el conducto nasolagrimal transporta el líquido al meato nasal inferior (ubicado en el cornete nasal inferior). (Moore Keith L, 2022)

1.1.2.3 GLOBO OCULAR

Es un órgano esférico, par y simétrico, ligeramente aplanado de arriba hacia abajo con una saliente en la porción anterior llamada córnea, este ocupa el tercio anterior de la órbita. Se divide en un polo anterior el cual es transparente, corresponde a la porción corneal en la cual ingresan los estímulos luminosos, y un polo posterior el cual está conformado por la esclerótica, de forma lateral se encuentra el orificio de entrada del nervio óptico; el eje del ojo es una línea imaginaria que une ambos polos. De forma perpendicular al eje se encuentra el ecuador, el cuál divide el ojo en hemisferio anterior y posterior; los meridianos son círculos que pasan por los dos polos, (Latarjet Michel, 2019) como se observa en la **Figura 5**.

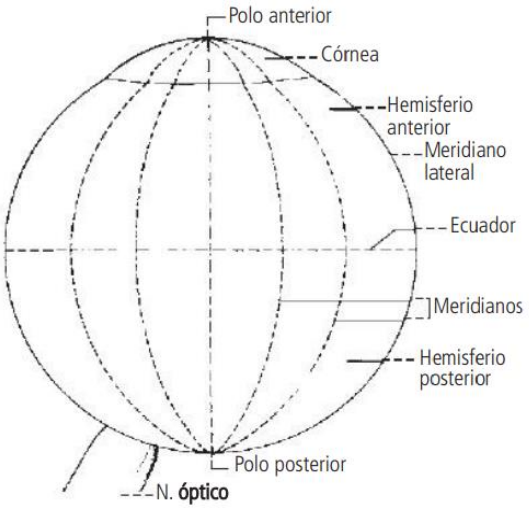


Figura 5: Segmentos y divisiones del globo ocular (Latarjet Michel, 2019)

El globo ocular se encuentra en la porción anterior de la órbita, sin embargo, los ejes no son paralelos, estos forman un ángulo de 18° ya que el eje de la órbita se halla más lateralmente, demostrado en la **Figura 6**. La situación del globo es más próxima a la pared superior, sobresale de la base de la órbita, los bordes supra e infraorbitarios son unidos por una línea imaginaria que pasa por el vértice de la córnea, la línea imaginaria que une los bordes medial y lateral pasa por detrás de la córnea; las relaciones pueden variar en algunos pacientes, se relaciona con la cantidad de grasa intraorbitaria o por las envolturas del globo ocular, se conoce como exoftalmía a la protrusión del globo ocular por fuera de los bordes orbitarios y endoftalmía al hundimiento. (Latarjet Michel, 2019)

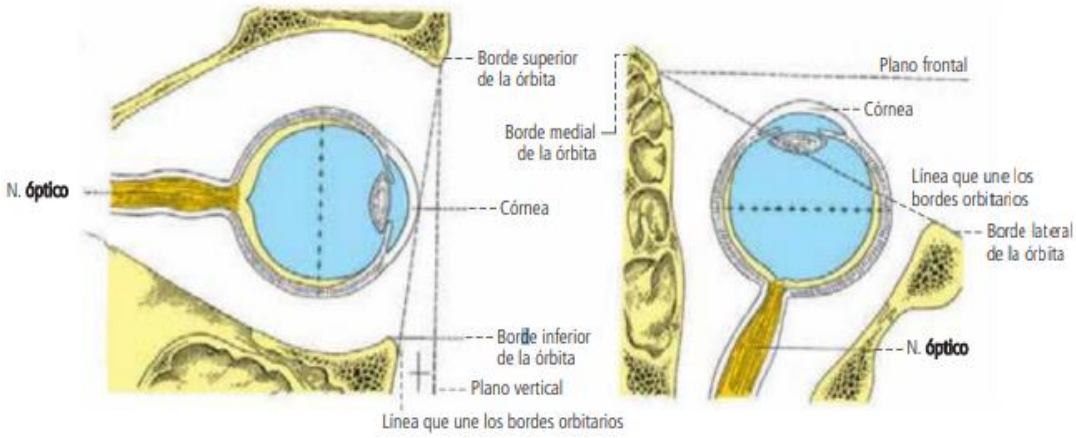


Figura 6: Ejes y relación con la órbita (Latarjet Michel, 2019)

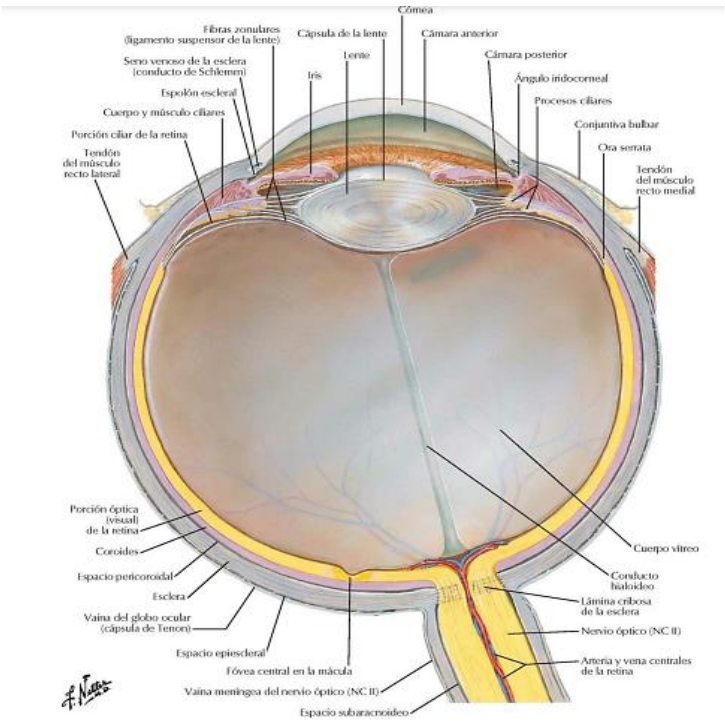


Figura 7: Capas del globo ocular (Latarjet Michel, 2019)

El globo ocular está constituido por paredes con funciones diferentes, en las cuales se encuentran la esclerótica y córnea que es una capa fibrosa, una capa vascular constituida por el iris, el cuerpo ciliar y la coroides, la capa más interna es de tejido nervioso formado por la retina, representado en la **Figura 7**.

1.1.2.3.1 CAPA FIBROSA

La capa fibrosa es resistente y rígida, su función es proteger las capas subyacentes, así como el contenido del globo, está constituido por dos segmentos, el posterior que es la esclerótica siendo la porción más extensa y uno anterior que es la córnea, la cuál es transparente. (Latarjet Michel, 2019)

La esclerótica cubre 5/6 de la capa exterior del ojo, opaca a la luz, de color blanco azulado, se puede observar un tono más amarillo con el avance de la edad, con superficie convexa; en la

porción posterior se ve relacionada con la vaina del nervio óptico, por el espacio epiescleral, dentro de sí contiene tejido conectivo laxo y vasos sanguíneos, en la esclera se insertan los músculos recto y oblicuo, los cuales brindan movilidad en el ojo. La superficie interior es obscura y cóncava, relacionada de forma interior con la coroides; la lámina fusca es una capa de tejido conectivo entre estas dos capas, que atraviesa la esclera al igual que algunos nervios y vasos. Cuenta con dos forámenes y numerosos orificios pequeños, el foramen anterior corresponde a la córnea, el punto de unión es denominado limbo de la córnea, en este se encuentra el conducto de Schlemm o también llamado seno venoso de la esclera, esta es una vía linfática que comunica las venas de la esclerótica de forma anterior y posterior con la cámara anterior del globo ocular; el foramen posterior corresponde a la inserción del nervio óptico, situado 3mm se forma medial y 1 mm superior al polo posterior, en este segmento está formada por una membrana fibrosa perforada múltiplemente, también se hallan numerosos orificios donde atraviesan los vasos sanguíneos y los nervios ciliares. (Latarjet Michel, 2019)

1.1.2.3.1.1 CÓRNEA

La córnea es una membrana transparente y hueca, ocupa 1/6 de la pared externa, unida a la abertura anterior de la esclera, el radio es menor al de la esclera proporcionalmente, esto tiene como consecuencia que sobresale hacia adelante, el diámetro vertical es mayor que el diámetro transversal, la cara anterior es convexa y lisa, se encuentra humedecida por el líquido lagrimal, en contacto con el medio exterior, oculta cuando los párpados permanecen cerrados; la cara posterior es cóncava, está conforma la pared interna del ojo, se encuentra encastrada con la esclera oblicua hacia atrás, estos tejidos están fusionados sin plano de separación. (Latarjet Michel, 2019)

Se encuentra irrigada por vasos provenientes de los vasos ciliares cortos, el drenaje venoso termina en las venas coroideas y en las venas ciliares anteriores, la inervación proviene de los ramos de los nervios ciliares. No posee vasos sanguíneos ni linfáticos, sin embargo, se encuentra ricamente inervada, por lo tanto, posee demasiada sensibilidad. (Latarjet Michel, 2019)

1.1.2.3.2 CAPA VASCULAR

También llamada Úvea se encuentra adherida con la cara anterior esclera, desde el polo posterior hasta el limbo corneal, en esta porción se forma el iris; la ora serrata es una línea ubicada por delante del ecuador del ojo, con la función de dividir la capa vascular en dos porciones (coroides en la parte posterior; cuerpo ciliar y el iris en la parte anterior). (Latarjet Michel, 2019)

La coroides es un tejido muy frágil constituida por vasos sanguíneos, principalmente venosos (también llamados venas vortícosas), abarca el 75% de la capa vascular posteriormente, es más gruesa en la parte anterior, se encuentra unida a la cara interna de la esclerótica por la lámina fusca, internamente se encuentra relacionada a la retina, pero sin adherirse, es oscura y de aspecto liso, es atravesada por el nervio óptico a través del foramen posterior, en la ora serrata se continua por el cuerpo ciliar. (Latarjet Michel, 2019)

El cuerpo ciliar es un anillo espeso el cual se sitúa anterior a la porción ciliar de la retina y posterior a la esclerótica, forma parte de la capa vascular del ojo, entre la coroides y el iris. Esta estructura se conforma en la porción anterior por el músculo ciliar, el cual tiene la función de controlar la curvatura del cristalino; y una porción posterior la cual es vascular, en esta se encuentran los procesos ciliares con forma de corona, los cuales se agrupan en pliegues, son aproximadamente 80, estos se encuentran entre el iris y el cristalino, son paquetes vasculares, en esta se produce el humor acuoso. (Latarjet Michel, 2019)

El iris se encuentra en la capa anterior de la capa vascular, perforado en el centro por la pupila, la porción anterior es de forma y color variable, es más oscura en el centro y más pálida en la periferia, su forma estriada corresponde a los vasos sanguíneos del iris (observado en la **Figura 8**), la porción posterior es oscura, se encuentra en contacto con el cristalino, la circunferencia mayor del iris corresponde a la unión iridocorneal lo cual marca el ángulo de la cámara anterior del ojo, la circunferencia interna está determinada por la pupila, con dimensiones que varían por la dilatación de la pupila; este se constituye por el estroma que alberga las células pigmentadas, el epitelio anterior en el cual se encuentra el músculo dilatador de la pupila y el epitelio posterior que está densamente pigmentado, las cantidad de pigmento determina el color del iris. La constricción y la dilatación son movimientos reflejos determinados por una inervación simpática para la miosis

y parasimpático para la dilatación, el cual se encuentra inervado por el nervio oculomotor. (Latarjet Michel, 2019)

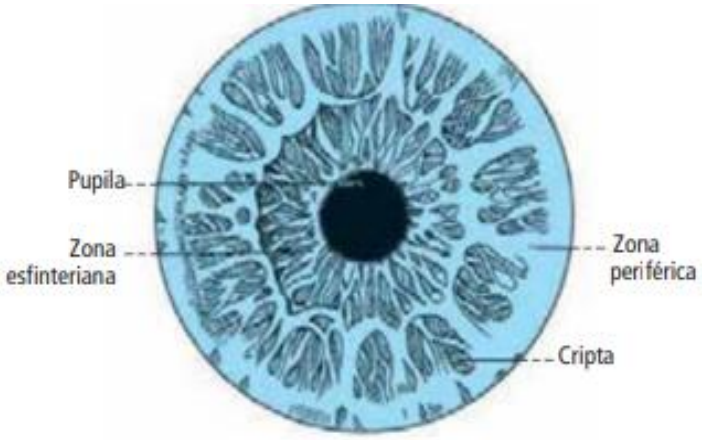


Figura 8: Aspecto del Iris (Latarjet Michel, 2019)

La irrigación de la capa media procede de las arterias ciliares posteriores, hacia la ora serrata, así como de las dos arterias ciliares anteriores (lateral y medial), todas llegan a la circunferencia del iris formando el círculo arterial mayor, ramas de estas al rodear la pupila forman el círculo arterial menor. El drenaje venoso es por el plexo venoso coroideo, a disposición de las arterias y desembocan en la vena oftálmica. La inervación está dada por el nervio nasociliar. (Latarjet Michel, 2019)

1.1.2.3.2 CAPA INTERNA

Está constituida por la retina, la cual es el tejido receptor de los estímulos luminosos exteriores, se extiende hasta la ora serrata; constituido por el cuerpo de una neurona ganglionar, en dirección a la papila óptica (disco óptico), a su vez atraviesan la capa vascular y la fibrosa del ojo formando el cordón nervioso del segundo par craneal. Esta capa cuenta con una porción óptica y una porción ciega. (Latarjet Michel, 2019)

La porción ciega se encuentra en la papila, ya que en esta zona solo se existe una capa de células pigmentarias, de forma media y superior al polo del ojo, en este convergen las fibras del

nervio óptico y a los vasos de la retina. La porción óptica abarca el mayor porcentaje de la cara interna, la capa externa está paralela con la coroides sin adherencia, la cara interna tiene su forma gracias al humor vítreo, en esta zona se encuentra la mácula, y recibe el mayor estímulo de visión, deprimida en el centro y gruesa en su periferia. Vascularizada por la arteria oftálmica, rama directa de la carótida interna, emerge al igual que las fibras del nervio óptico, se puede contemplar en la **Figura 9**, se expanden en dirección medial llamadas nasales, de forma lateral (temporales), al igual que de forma superior e inferior, el drenaje venoso se realiza por la vena central de la retina, ubicada en el disco óptico, está drena en la vena oftálmica. (Latarjet Michel, 2019)

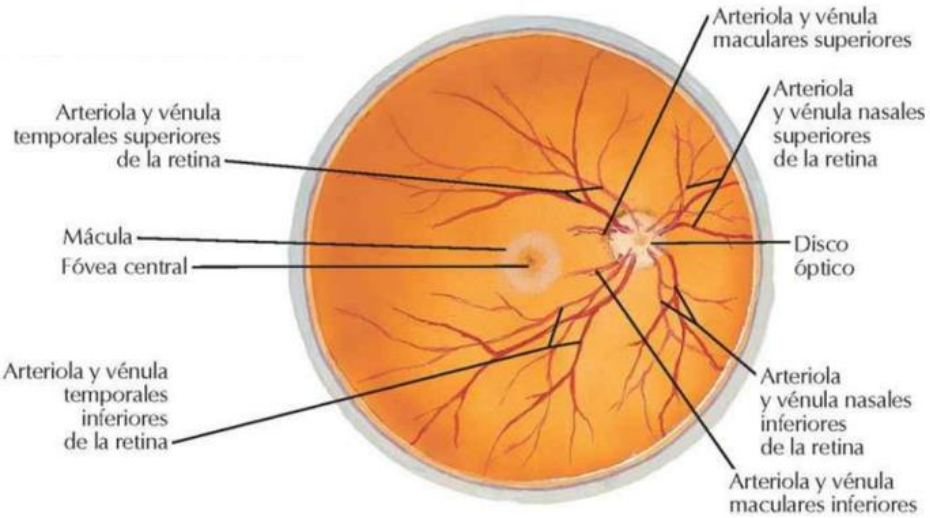


Figura 9: Visión oftalmoscópica de la retina (Netter, 2019)

1.1.2.3.2 CONTENIDO DEL GLOBO OCULAR

Dentro de la cavidad del ojo se encuentra el cristalino, funciona como un lente que es biconvexo y elástico, transparente para permitir el paso de los estímulos luminosos que serán recibidos en la retina, compuesto por una envoltura la cual alberga una sustancia espesa en la superficie; cuenta con un diámetro mayor aproximado de 1 centímetro y un menor de 5 milímetros, la cara anterior se ubica atrás de la pupila, el iris y la cámara posterior del ojo, la cara posterior está en contacto con el humor vítreo, es atravesado por una línea imaginaria en su centro, el cual es el lugar de mayor convergencia. Suspendido por la zona nodular o también llamada zona de Zinn, estas son fibras que abarcan de la periferia ecuatorial del lente al músculo ciliar, son tres, una

anterior, una medial y una posterior, (visto en la **Figura 10**); el fenómeno de acomodación es el proceso en el cual el lente se vuelve más convexo para la visión próxima y más aplanada en la visión a distancia. (Latarjet Michel, 2019)

Dentro del ojo se aprecian 2 cámaras, una anterior y una posterior las cuales son separadas por el iris y comunicadas por la pupilas; el humor acuoso, es incoloro, proviene de los procesos ciliares, se encarga de la nutrición del cristalino y es drenado por las venas de la esclerótica; por detrás del lente se observa el cuerpo vítreo, este es el hueco más grande el ojo, ocupa 2/3 posteriores, la parte anterior se deprime por el lente, es conocida como fosa hialoidea, la cámara está limitada por la membrana vítrea la cual es acelular. El humor vítreo es una sustancia de aspecto gelatinoso, ubicado dentro de la membrana vítrea, es atravesada del lente al disco óptico por el conducto hialoideo. (Latarjet Michel, 2019)

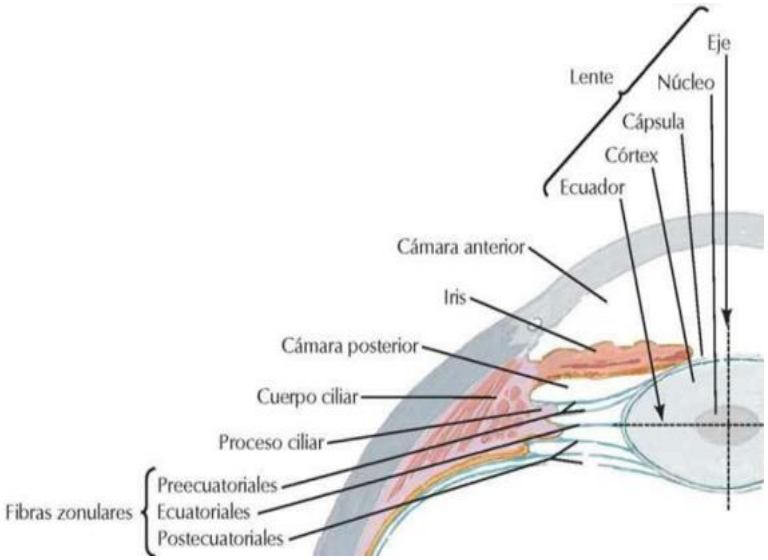


Figura 10: Localización del cristalino y estructuras de sostén. (Netter, 2019)

1.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

1.2.1 ANTECEDENTES DEL TRASPLANTE DE TEJIDO CORNEAL

Una de las principales causas de incapacidad en el ser humano es la condición de ceguera, por lo mismo el trasplante de córnea surge como medida terapéutica definitiva para patologías específicas como lo es el queratocono, ectasias corneales, la queratopatía bulosa postquirúrgica, distrofia endotelial, traumatismos, quemaduras, la queratitis herpética y otras entidades patológicas. Peltier de Quengsy en 1789 describió por primera vez la recuperación de la visión mediante la sustitución de córnea. (Gutiérrez Salina, 2005) El procedimiento de trasplante corneal fue atribuido en 1824 por F. Reisinger, nombrado como "queratoplastía", siendo una cirugía de reemplazo total o parcial de la córnea que hubiese perdido su transparencia por una traslúcida. (Gonzalez Pérez, 2012)

Veinte años después, se realiza el primer trasplante exitoso heterólogo, por Kissam, sin embargo, solo fue viable durante 6 meses. Para el año de 1853 los investigadores Nussbaum y Dimmer llevaron a cabo el primer intento de una alternativa terapéutica, la cual era reemplazar la córnea por un cristal y celuloide, este procedimiento no fue exitoso. (Zirm, 1906) Debido a la gran cantidad de fracasos al intentar realizar un trasplante de córnea las investigaciones fueron suspendidas hasta el año de 1886, año en el que Von Hippel fabrica un cuchillo circular el cual llamó trépano, instrumento que facilitó mucho el procedimiento. En 1894 se realizó la intervención de 30 pacientes consiguiendo éxito en 11 de ellos por Fuchs. No fue hasta el año de 1905, que gracias a las intervenciones realizadas por Zirm, se sientan las bases para el desarrollo del procedimiento de trasplante de córnea, atribuyendo que los trasplantes deberían realizarse de forma homóloga. (González Pérez, 2012)

Durante la primera mitad del siglo XX, se consideraba que la mejor opción para trasplante es el tejido fresco, para obtenerlos de estos donantes, los ojos se enucleaban y luego se obtenían las córneas, por la misma situación, los ojos de los recién nacidos eran los más apreciados; no fue hasta que Filatov demostró que era posible utilizar el tejido postmortem, gracias a este

descubrimiento se formó el primer banco de tejidos, para el estudio masivo de tejidos corneales; Filatov realizó el primer trasplante exitoso de córnea en 1913, para 1938 junto con su equipo de cirujanos reportaron haber realizado más de 537 procedimientos, de los cuales, 150 tuvieron éxito permanente con total transparencia de la córnea. (Torres Estrada A. E., 1942)

Ramón Castroviejo, realizó una modificación de la técnica usando un injerto rectangular, el cual mantenía su posición por medio de dos colgajos conjuntivales, estos estaban suturados sobre la córnea, en 1936 publicó sus estudios, en estos difería su técnica de los demás en la manera de disecar el trasplante, además de sustituir el trépano por un cuchillo de hojas gemelas el cual poseía doble filo, a su vez hacía uso del queratomo y tijeras diseñadas con este único fin; años posteriores modificó su técnica original usando injertos redondos con trépano y suturas de borde a borde de la córnea, ya que llegó a la conclusión que con un injerto cuadrangular no podía ofrecer suficiente presión al injerto para poder conservarlo en su lugar. (Torres Estrada A. E., 1942)

Con respecto a México, en 1933 Juan Luis Torroella retomando los trabajos realizados por Castroviejo emprendió la queratoplastia en el país, esto en conejos y humanos, a su vez determinó que si existía incompatibilidad al grupo sanguíneo donante-receptor; entre los años de 1939 a 1942 Torres Estrada practicó 22 queratoplastias con resultados alentadores, basándose en las técnicas aprendidas de Torroella y Castroviejo, transcurrido el año de 1947 publicó un reporte de caso en el cual demostró cómo un paciente con ceguera por 42 años fue curado por queratoplastia. (Torres Estrada A, 1947)

Ya en los años 50´s los Oftalmólogos Graue y Gonzalez describieron las técnicas de obtención del tejido para trasplante, tanto en el caso de un ojo con córnea normal o como de un donante cadavérico, de la misma forma describieron las características a cumplir en el receptor y la biología del trasplante. (Gutiérrez Salinas, 2005) Con los resultados obtenidos en sus procedimientos demostraron la necesidad de la habilidad quirúrgica y la dificultad para la obtención de donadores.

Diego Cuevas Cancino dedicó su vida al trasplante de córneas, durante los años 80s siendo el jefe de servicio de Córnea demostró la importancia de establecer los bancos de tejidos en México, realizó múltiples investigaciones para poder describir las características del ojo donador, así como

la descripción de la técnica quirúrgica y los cuidados postoperatorios de los pacientes receptores. (Gutiérrez Salina, 2005) El 23 de octubre de 1974 se autorizó por primera vez la creación de un banco de ojos en México por parte de la Sociedad Mexicana de Oftalmología, sin embargo el primer banco se fundó hasta el 2 de enero de 1975. (Wallentin, 1977)

1.2.2 BANCOS DE TEJIDOS

Existen establecimientos los cuales tienen la función de obtener los tejidos de los pacientes donantes, en estos establecimientos llamados bancos de tejidos o en el caso de córneas (bancos de ojos) se procesan y se garantiza que el tejido sea el óptimo, a su vez se verifica su trazabilidad (dentro de esta se incluye la disposición y la distribución del tejido), la seguridad y la viabilidad. (Fernández Lisa, 2020)

Determinado por el avance biotecnológico se ha innovado en una nueva alternativa terapéutica llamada queratoplastia lamelar o penetrante, proceso en el cual no se trasplanta el tejido corneal completo, solamente se reponen las áreas afectadas mediante parches tectónicos, preservando así áreas sanas de la córnea del receptor, por este motivo en los últimos años se han aprovechado de forma efectiva las donaciones de estos tejidos que no cuentan con los conteos celulares necesarios para un trasplante óptico. Los tejidos para este fin son valorados y seleccionados en los bancos de tejidos, en esta acción radica la necesidad de su existencia, aprovechando los recursos donados. Todos los tejidos que son recibidos son valorados mediante microscopía, evaluando con detalle cada una de las capas. (Fernández Lisa, 2020)

Los bancos de tejidos tienen un papel fundamental en la investigación para la salud, así como en la formación académica y práctica de los profesionales de la salud involucrados en el proceso de donación, preservación, transporte y trasplante de tejidos; determinando y actualizando los protocolos para tener una mayor tasa de éxito, a su vez descartando los tejidos no aptos por diferentes causas, como lo pueden ser el riesgo sanitario positivo o malformaciones macroscópicas de la córnea. Actualmente los tipos de trasplantes pueden ser con fin óptico, tectónico, terapéutico o cosmético. (Fernández Lisa, 2020) Y maximizar su utilidad.

1.2.3 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA CÓRNEA

La córnea tiene dos funciones principales, la primera es funcionar como una barrera de protección y la segunda como ventana, ya que a través de ella los haces de luz ingresan a la cavidad ocular para que sean recibidos por la retina, posee una estructura uniforme, es traslúcida y avascular; además llega a poseer un estado de deturgescencia. (Vaughan, 2012)

La córnea tiene un diámetro aproximado de 12 mm en sentido horizontal y de 11 mm en el meridiano vertical, con un espesor variado, en la porción central el grosor en promedio es de 520 micras y se va haciendo más grueso conforme se avanza a la periferia, con un diámetro de 750 micras, pero en algunos casos llegando a medir hasta 1 milímetro. Cuenta con una refracción de 43 dioptrías; en los recién nacidos la córnea es proporcionalmente más grande que los adultos, llegando a alcanzar el tamaño de las de un adulto en el primer año de vida. (Lavado Landeo, 1959), las características de la córnea se pueden apreciar en el **Cuadro 1**

Diámetro	11.7 mm (horizontal) 10.7 (transversal)
Espesor central	535 micras
Radio de la curvatura	Anterior: 7.8 mm. Posterior 6.2 a 6.8 mm
Poder refractivo de la superficie anterior	48.83 dioptrías
Poder refractivo de la superficie posterior	-5.88 dioptrías
Poder refractivo total	42 dioptrías
Índice de refracción	1.376
Contenido de agua	78%

Contenido de Colágeno	15%
Contenido de otras proteínas	5%

Cuadro 1: Características y contenido del botón corneal (Verdiguel, 2019)

1.2.3.1 CAPAS DE LA CÓRNEA

La córnea cuenta con 5 capas, compuestas principalmente por fibras de colágeno, células y sustancia fundamental, las cuales se pueden observan en la **Figura 11**, entre estas se encuentra:

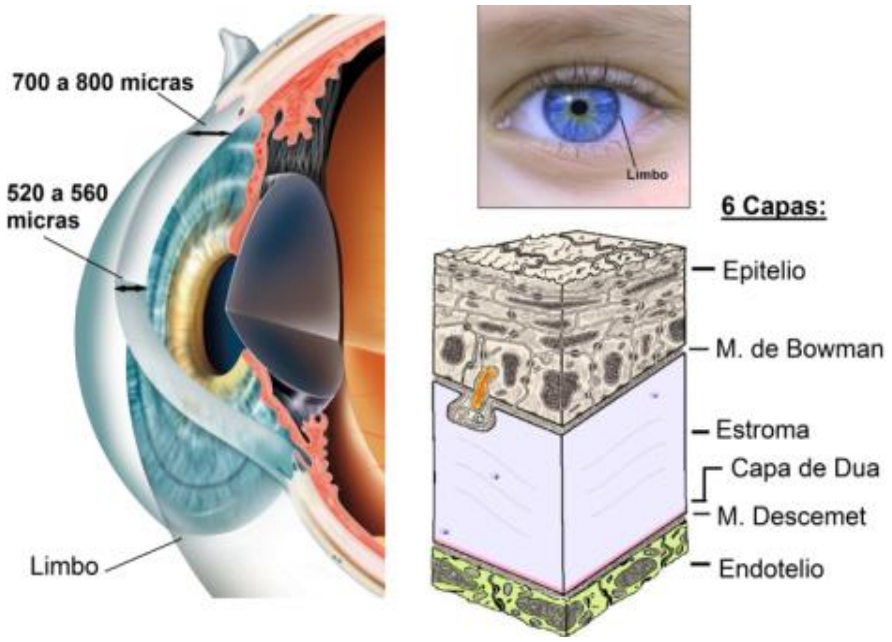


Figura 11: Estructura y capas de la córnea (Insausti García, 2015)

- Epitelial: se encuentra en la porción externa de la córnea, conformada por un grosor de 5 capas de células, estas no son queratinizadas, las células están adheridas firmemente mediante desmosomas, ya que no debe permitir el paso de fluidos externos hacia el interior del globo ocular, como ya se había mencionado anteriormente, posee una gran capacidad regenerativa. (Lavado Landeo, 1959)

- Membrana de Bowman: está por debajo de la capa epitelial, es de característica acelular, se encuentra compuesto por material fibrilar de colágeno delgado y corto, unido de forma posterior al estroma por fibras de colágeno; al igual que la primera capa funciona como barrera, protegiendo principalmente contra traumatismos, infecciones e invasión por células tumorales. (Lavado Landeo, 1959)
- Estroma: Es la porción más gruesa de la córnea, ocupando hasta el 90% del total de la córnea, posterior a la Membrana de Bowman y anterior la Membrana de Descemet, constituido al igual por fibras de colágeno, células estromales y sustancia fundamental la cual es rica en polisacáridos, el colágeno se encuentra entretejido en forma de láminas colocadas de forma paralela a la córnea, las células estromales son queratinocitos que tienen forma aplanada y prolongaciones. (Lavado Landeo, 1959)
- Membrana de Descemet; es la porción más delgada de la córnea, con un espesor de 10 micras, posterior al estroma y anterior al endotelio, posee una gran capacidad de regeneración ante un trauma y su función es la de unión de sus capas adyacentes, sin embargo, pueden ser separadas de forma fácil. (Lavado Landeo, 1959)
- Endotelio: Es la capa posterior de la córnea, constituida por células cuboidales, estás tienen actividad metabólica, con la función de mantener la transparencia evitando el edema corneal, no poseen capacidad mitótica ya que provienen del mesodermo, por lo que llegan a tener disminución de los recuentos celulares en relación con el avance de la edad. (Lavado Landeo, 1959)

La deturgescencia es un estado de deshidratación relativa del tejido, el cual es mantenido por la bomba de bicarbonato en la porción epitelial de la córnea y por la función de barrera del epitelio y el endotelio, debido a estos mecanismos se llega a producir un estado de daño en el endotelio ocasionando la pérdida de la transparencia, esto es un daño relativamente permanente, sin embargo, el daño producido en las células epiteliales, es un edema generado de forma transitoria y de localización en el estroma corneal, el cual es rápidamente reparado . En tanto al uso de fármacos, solamente los que son liposolubles e hidrosolubles logran atravesar, esto porque las sustancias liposolubles solamente pueden atravesar el epitelio intacto y las sustancias hidrosolubles podrán atravesar el estroma. (Vaughan, 2012)

1.2.3.2 DENSIDAD DE LAS CÉLULAS ENDOTELIALES

Las células que conforman el endotelio de la córnea son de forma hexagonal, con una apariencia parecida a un panal de abejas, además de encargarse de la transparencia corneal, funciona como barrera entre el estroma y el humor acuoso; el endotelio limita el paso de líquido de la cámara anterior al estroma, solo es permitido su paso mediante los gradientes osmótico y la presión hidrostática, también estas células poseen una proteína de transporte llamada NA+/K+/ATPasa, provocando un estado de deshidratación la cual es fundamental para la transparencia de la córnea. (Contreras Corona, 2014)

El endotelio corneal tiene una medida aproximada de 130 milímetros cuadrados, (Bonanno, 2012) al momento del nacimiento el conteo aproximado de células endoteliales por mm^2 varía entre 3000 a 5000 células. En niños de 3 a 6 años presenta una densidad de 3500 a 4000, por lo que se puede concluir que existen 3900 a 5200 cel/mm^2 en una córnea íntegra. (Molina Rey, 2005) Sin embargo, estos recuentos comienzan a disminuir conforme avanza la vida de una persona, durante la segunda década de la vida disminuye hasta 2900 células, detectándose una pérdida de hasta ⅔ en los pacientes de la tercera edad, los adultos mayores llegan a mantener un recuento aproximado de 2400 células; con una pérdida aproximada de 0.5% por año. (Benetez, 1999) Se necesita al menos un promedio entre 700 y 1000 células endoteliales para mantener la transparencia de la córnea. (León Domínguez, 2020)

Valorar la densidad celular es importante, ya que es inversamente proporcional a la transparencia corneal, por lo que una disminución de los recuentos celulares se ve reflejado como un aumento del pleomorfismo y el polimegatismo disminuyendo la habilidad para mantener la deshidratación de la córnea. (Contreras Corona, 2014)

La valoración de los tejidos corneales se realiza mediante microscopía especular, es una prueba cuantitativa la cual valora la densidad y la morfología del endotelio. Tiene uso diagnóstico y terapéutico, principalmente cuando un paciente va a entrar a cirugía oftalmológica, o para su seguimiento. (Manea, 2011) En el estudio realizado por Pizarro Barrera en el año 2007 con pacientes mexicanos se encontró un recuento celular endotelial promedio de 2549 células con una

desviación de hasta 407 células en pacientes de 17 a 85 años. (Pizarro-Barrera, 2007), se puede apreciar en la **Figura 12** el tejido corneal óptimo para trasplante.

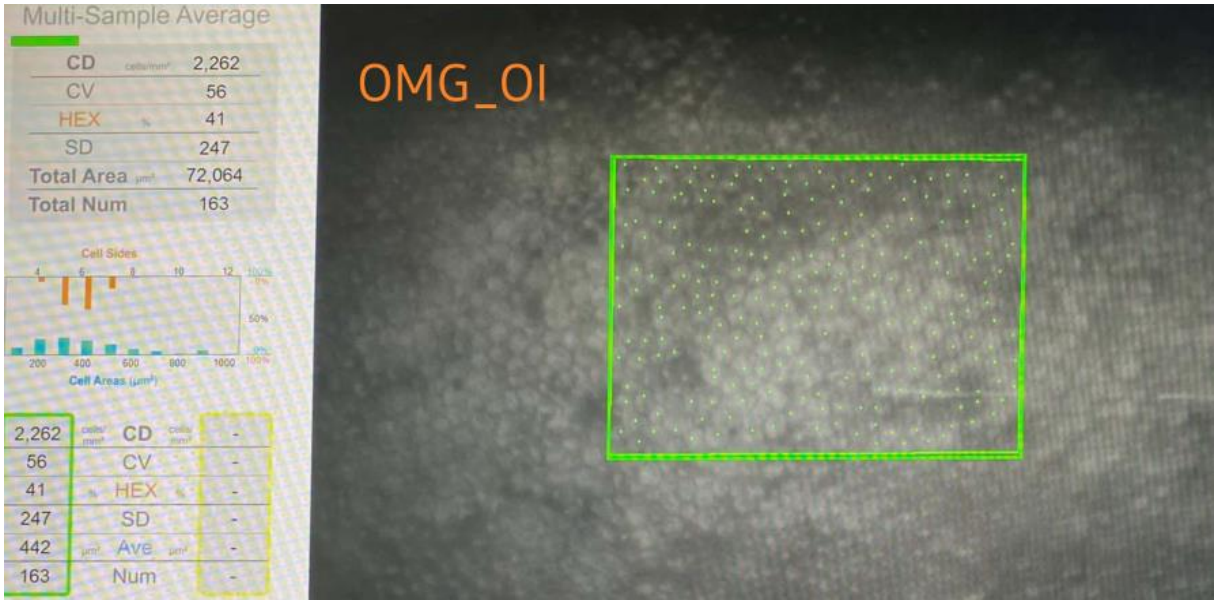


Figura 12: Valoración de microscopía especular de paciente donante femenino de 72 años, óptimo para trasplante óptico (Techalotzi Cano, 2023)

En cuanto a los tejidos corneales de origen cadavérico; el proceso de procuración es más rápido respecto a la donación y trasplante de órganos, sin embargo se deben seguir ciertos protocolos para que una queratoplastia sea exitosa, una vez extraído el tejido deberá ser valorado con lámpara de hendidura o en el caso de contar con el recurso con microscopía especular, en los resultados del estudio se deberán otorgar datos del pleomorfismo celular, hexagonalidad, la densidad celular, el polimegatismo (variaciones en el tamaño celular), y reportar el caso de córnea Guttata o Distrofia de Fuchs. (León Domínguez, 2020), en la **Cuadro 2** se aprecia la disminución de conteo celular endotelial por grupos etarios.

El éxito en un trasplante corneal depende directamente del recuento endotelial, puesto que el tejido óptimo para trasplante óptico deberá tener al menos 2000 a 2200 células/mm^2, aunque la edad es un factor determinante en el conteo celular, existen donantes de la tercera edad que presentan lecturas altas de células endoteliales. (Navarro, 2016) Fue demostrado que pacientes postoperados con tejidos con conteo menor a 1700 células endoteliales presentan un incremento significativo de falla del injerto 5 años posteriores a la colocación del tejido. (GCCDSR, 2015) En

este caso se puede definir la falla al injerto como la pérdida de la claridad corneal irreversible; (Bourne, 1994) además, el tejido corneal deberá estar liso, debe ser traslúcido, de superficie homogénea, con la curvatura natural conservada y el espesor indicado, y se valorará la morfología celular, ausencia de pleomorfismo y el coeficiente de variación. (Vázquez, 2011)

Edad	**Células /** mm^2
10 -19	2,900 – 3,500
20 – 29	2,600 – 3,400
30 – 39	2,400 – 3-200
40 – 49	2,300 – 3,100
50 – 59	2,100 – 2,900
60 – 69	2,000 – 2,800
70 – 79	1,800 – 2,600
80 – 89	1,500 – 2,300

Cuadro 2: Conteo endotelial promedio por grupo etario (Verdiguel, 2019)

1.2.3.3 FACTORES QUE DISMINUYEN LOS RECUENTOS ENDOTELIALES

Como ya se había mencionado anteriormente una determinante relacionada con la pérdida de recuentos endoteliales es el mismo avance de la edad, al morir las células endoteliales, dejan vacío el espacio que ocupaban, en ese momento las células adyacentes modifican su tamaño para cerrar la abertura, proceso fisiológico conocido como polimegatismo. (Domínguez, 2020)

Existen diversos factores que disminuyen los conteos corneales, iniciando por el proceso de procuración corneal, en el cual se ha demostrado una pérdida promedio de 10% del total de células endoteliales, a su vez en el proceso de la queratoplastia se llega a tener una pérdida hasta del 15.93%. con una pérdida de 25% en el conteo final de pacientes trasplantados, valorado en el postoperatorio 30 días después del procedimiento. (Solano, 2016)

En relación con la edad del donante al momento del fallecimiento y por ende donación de tejido corneal, aún continúa en debate la edad máxima para la ofrecer la donación a los familiares de los donantes, puesto que se ha demostrado procesos de donación en los que los tejidos corneales cuentan con los requerimientos necesarios para realizar un trasplante óptico. En algunos casos existen bancos de tejidos que establecen un límite de edad los 70 años, sin embargo, no existe evidencia que respalde establecer la edad como única determinante. El conteo de células endoteliales también puede llegar a ser afectado en el caso de presentar alguna comorbilidad (incluyendo las crónico degenerativas y otras entidades como es el accidente cerebro vascular o la esclerosis múltiple) debido a las alteraciones metabólicas que produce este tipo de padecimientos, así como una irrigación sanguínea disminuida (IMSS, 2011).

En pacientes con antecedente de facoemulsificación por cataratas se ha demostrado que sí pueden ser candidatos para donación, en el estudio realizado por Chamorro y colaboradores durante el 2018 se demostró que no existen diferencias significativas en el recuento postquirúrgico de tejido endotelial en relación con el conteo prequirúrgico, se valoraron a 198 pacientes, reportando de diferencias no significativas con relación a la edad (Machorro, 2018).

Se ha reportado que se reducen las posibilidades de obtener un conteo celular idóneo, así como, un tejido corneal traslúcido en pacientes con antecedente de vitrectomía, pseudofaquia o edema corneal, glaucoma y neovascularización (IMSS, 2011).

Basado en el objetivo de estudio de esta investigación, el proceso de procuración de tejido corneal se debe realizar dentro de las primeras 6 horas a partir de la hora del diagnóstico de asistolia, ya que durante este tiempo de isquemia las células endoteliales de la córnea se mantienen potenciales, sin embargo, se ha descrito que en casos de mantener el cuerpo de donante en refrigeración el tiempo se puede prolongar. (Dosal, 2000) En estos casos se podría llegar a

prolongar el proceso de procuración corneal hasta 12 horas post mortem solo en el caso específico de colocar el cadáver a una temperatura de 2 a 8 grados centígrados. (Ministerio de Salud, 2012)

En el año 2019 Ocha y colaboradores realización una investigación en relación con el efecto del tiempo transcurrido desde la muerte hasta la procuración del botón corneal en pacientes donadores de 50 a 59 años, divididos en tres grupos en relación con el tiempo trascurrido, el primero 109 a 232 minutos, segundo 238 a 341 minutos y terceros 353 a 515 minutos, demostrando resultados significativos. Se reportó una variación de 2327 a 1850 en relación del primer al tercer grupo (Mondragón, 2019).

1.2.3.4 CRITERIOS DE CONTRAINDICACIÓN PARA DONACIÓN DE CÓRNEA

Para la selección del potencial donante se deberán descartar las contraindicaciones absolutas que se enlistan a continuación.

1.2.3.4.1 CONTRAINDICACIONES SISTÉMICAS

- Muerte de causa desconocida (contraindica todos los procesos de donación)
- Muerte fuera de un nosocomio con licencia para la donación de órganos y tejidos con fines de trasplante
- Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (alteración de los priones)
- Encefalitis esclerosante subaguda
- Leucoencefalitis progresiva
- Rubéola congénita
- Síndrome de Reye (respuesta inflamatoria hígado-encéfalo)
- Encefalitis viral
- Sepsis acompañada de estado de choque o respuesta inflamatoria sistémica
- Rabia
- Todos los cánceres de comportamiento maligno

- Hepatitis B o C
- VIH positivo (en México aún no se autoriza el proceder con el trasplante de algún órgano o tejido con entre donante-receptor VIH reactivo)
- Homofilia (Multi Transfusión). (Castellanos, 2007)

1.2.3.4.1 CONTRAINDICACIÓN POR PATOLOGÍAS OCULARES

- Patología oncológica (retinoblastoma tumores malignos del segmento anterior del ojo)
- Proceso infeccioso del globo ocular que se encuentre activo al momento de la defunción
- Queratocono, queratoglobo y antecedente de queratoplastia
- Cirugía refractaria (queratotomía)
- Fotoablación laser
- Cirugías oftálmica (lente intraocular, etc)
- Opacidad corneal
- Pterigión (Solamente grado III y IV). (Castellanos, 2007)

Se debe tener en consideración que algunas de las contraindicaciones descritas anteriormente son relativas, principalmente en el caso de los procedimientos oftalmológicos que no comprometen la córnea, en estos casos se deberá integrar adecuadamente la historia clínica del potencial donante, valorando el tiempo transcurrido desde el proceso quirúrgico, cuál fue el procedimiento y la evolución, como bien se sabe, no todos los trasplantes son con fin óptico, se tienen más usos para estos tejidos, beneficiando a más receptores.

1.2.4 PROCURACIÓN DE TEJIDO CORNEAL

La procuración de tejido corneal es él procedimiento quirúrgico no invasivo en el cual se obtienen los tejidos corneales con fines de trasplante. Es realizado en un área con las condiciones adecuadas (iluminación, privacidad e higiene); corroborando que el material esté adecuadamente esterilizado (fecha de esterilización, que cuente con todo el instrumental necesario para realizar el

procedimiento), verificar la integridad del medio de preservación para tejido corneal (optisol o eusol) validando lote y caducidad, verificando medidas de bioseguridad (identidad del donante); el procedimiento estandarizado en México, autorizado por el Centro Nacional de Trasplantes fue descrito en 2019 en el Curso - Taller de Procuración de Tejido Corneal con fines de trasplantes. (Verdiguel, 2019) La cual es descrita a continuación.

- **Asepsia**: Es una técnica de 2 pasos, el primero se deberá realizar con alcohol al 70% o solución salina al 0.9%. Se debe comenzar la limpieza en la comisura labial, en sentido medial a lateral, iniciando en párpado y concluyendo en la ceja. El siguiente paso se realizará con Yodopovidona al 10%, la técnica utilizada consta de 3 movimientos, uno superior el cual comienza en el párpado y termina en la ceja, uno inferior abarcando el párpado inferior, el tercer movimiento inicial en la porción superior de la nariz hacia inferior a través del tabique nasal. Se deberá dejar al antiséptico actuar durante 3 minutos.
- **Antisepsia:** Es realizada con Yodopovidona al 5% el cual estará contenido en una jeringa cargada con 5 mililitros, sin tocar estructuras anatómicas (con ayuda de una gasa), se administra la solución en cada ojo y se deberá dejar actuar durante 3 minutos para lograr un efecto máximo.
- **Colocación de campos estériles:** Se colocan 2 campos estériles, superior e inferior ampliando el cambio de trabajo estéril, lo cual ayudará a tener un espacio amplio para realizar el procedimiento, estos campos deberán estar sujetos con una pinza para campo en cada lado, los campos no deben cubrir los párpados, no se deberá contaminar el área esterilizada con anterioridad.

1.2.4.1 PROCURACIÓN DE TEJIDO CORNEAL IN SITU

La técnica quirúrgica, inicia con la colocación del blefaróstato, el cual es un instrumento que permite la separación de los dos párpados, permitiendo la manipulación del globo ocular, se describe a continuación con las imágenes mostradas:

Figura 13: Perilimbotomía (Verdiguel, 2019)

Se inicia con un la perilimbotomía, este es un Corte de 360° grados en la conjuntiva en el limbo de la córnea, levantando conjuntiva con pinza con dientes y tijera curva observado en la **Figura 13**

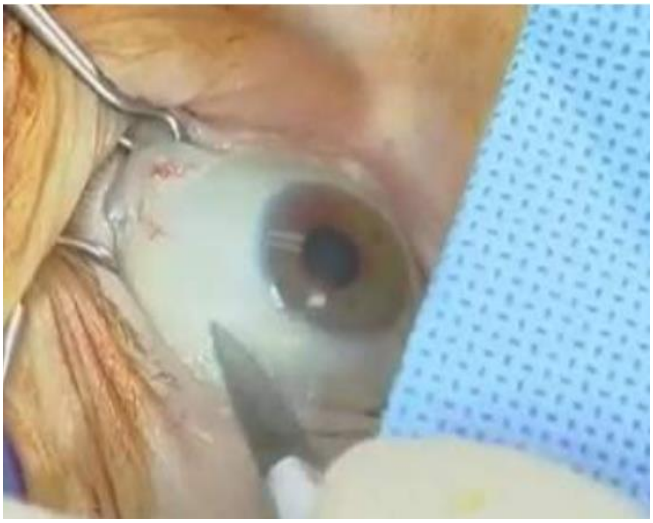


Figura 14: Escarificación (Verdiguel, 2019)

En la **Figura 14** se puede apreciar el segundo paso llamado escarificación, en este se retiran los restos de la conjuntiva en el área perilímbica mediante tracción en la superficie escleral con bisturí 15, liberando 5 mm alrededor del limbo corneal.

Figura 15: Marcado escleral (Verdiguel, 2019)

Se realiza el marcado escleral con el trépano, colocándolo en el centro, trepanar la esclera con movimientos de rotación evitando desplazamiento, técnica demostrada en la **Figura 15**

Figura 16: Incisión escleral (Verdiguel, 2019)

Se realiza la incisión escleral con bisturí a nivel del surco trazado en el paso previo, evitando comprometer la coroides, se puede apreciar en la **Figura 16.**

Figura 17: Sección escleral (Verdiguel, 2019)

Se realiza la sección escleral con tijera de 360°, como se observa en la **Figura 17** a través del surco, evitando dañar estructuras adyacentes para no comprometer el tejido corneal, el rodete escleral deberá ser mínimo de 3 mm, al terminar el tejido deberá estar unido solamente a las adherencias úvea esclerales.

Figura 18: Liberación de las adherencias úvea-esclerales (Verdiguel, 2019)

En la Figura 18 se demuestra la técnica liberar adherencias úvea esclerales con una pizza sujetando el tejido escleral con otra pizza, con movimientos gentiles hacia abajo, se debe evitar la

formación de pliegues que ocasiona la pérdida de células endoteliales. Una vez finalizado se debe colocar en el optisol con la cara endotelial hacia arriba.

Figura 19: Dignificación (Verdiguel, 2019)

Se realiza dignificación con sutura Vicryl 4-0, visto en la **Figura 19,** suturando inicialmente tejido conjuntival cerrando el globo ocular con todas las estructuras anatómicas en el interior, colocar una prótesis plástica o de otro material que preserve la forma del párpado, se procede con la sutura para unir párpados superior e inferior manteniendo la estética del donante

1.2.5 MEDIO DE PRESERVACIÓN

Para la conservación óptima de los tejidos corneal, la temperatura de la red de frío se deberá encontrar en todo momento entre 2 y 8°C, rango en el cual se preservan los tejidos en las condiciones idóneas, esta temperatura también se debe corroborar en el caso de trasladar el tejido a otra unidad donde se realizará el trasplante. Existen dos medios disponibles en México para la conservación de tejidos corneales. (Verdiguel, 2019)

El primero es el optisol-GS, **Figura 20**, este es un contenedor de 20 mililitros, el líquido tiene la función de ralentizar los procesos celulares y nutre el tejido, cuenta con una Osmolaridad de 351 a 270 mOms, un PH de 7.2 a 7.4; contiene antibióticos entre los cuales se encuentra la

Gentamicina y la Estreptomicina, también presenta colesterol como estabilizador de membrana, HEPES buffer el cual funciona como tamponador efectivo, además mantiene la función enzimática y la estructura a bajas temperaturas, Sulfato de condroitina protegiendo las células del estrés oxidativo, Dextrano previniendo el edema corneal e hidratación, Hidroxiprolina el cual brinda estabilidad al colágeno, Precursores de ATP inhibiendo la formación de lactato evitando las pérdidas celulares, Vitaminas y Hierro mejorando la sobrevida celular. El color Rojo Fenol funciona como indicador de pH. Puede permanecer el tejido en óptimas condiciones hasta 14 días; se deberán conservar una temperatura de 2 a 8° C en todo momento, aunque no contenga tejidos. (Verdiguel, 2019)

Figura 20: Medio de preservación del tejido corneal, optisol (Verdiguel, 2019)

El segundo es el Eusol-C, con la función de medio de cultivo, estéril y con la misma función de preservación de tejido corneal, contiene 20 ml, antes de usarse se pueden conservar a una temperatura de 2 a 25°, puede soportar las variaciones propias del ambiente, una vez colocado el medio de preservación se deberá conservar a una temperatura ideal de 2 a 8° C, tiene una osmolaridad de 255 a 345 mOsm, con un PH de 7.2 a 7.6° C, puede almacenar tejidos hasta por 14 días en óptimas condiciones; en su contenido podemos encontrar gentamicina como antibiótico, el

rojo fenol es el indicador de pH, HEPES buffer y bicarbonato de sodio como tamponadores para mantener estructura y función enzimática, Dextrano como agente osmótica previniendo edema, y los nutrientes entre los cuales están aminoácidos, sales minerales, vitaminas, glucosa y piruvato de sodio. (Verdiguel, 2019)

Figura 21: Medio de preservación del tejido corneal, eusol (Verdiguel, 2019)

CAPÍTULO 2

2. JUSTIFICACIÓN

La donación de órganos y tejidos se define como el consentimiento tácito o expreso de la persona para que en vida o después de su muerte, su cuerpo o cualquiera de sus componentes se utilicen para trasplante de acuerdo con el artículo 321 de la Ley general de Salud. (Secretaría de Salud, 2024) Se considera el acto de amor más grande que se puede realizar a nuestro prójimo, es altruista, voluntario, legal y confidencial.

En los últimos años la demanda de pacientes que se encuentran en lista de espera para recibir un órgano o tejido ha ido en aumento, en el reporte de resultados publicado por el Centro Nacional de Trasplantes indica que actualmente existen 20152 pacientes en espera de un trasplante, siendo el riñón el más solicitado con 16,496, seguido por tejido corneal con un total de 3409 pacientes, (CENATRA, 2024) esto hace necesario el aumentar el número de donaciones para cubrir los requerimientos de salud pública nacional.

El tejido más donado en el país es el botón corneal, esto debido a que más del 90% de la población fallece por parada cardiaca, lo cual no es compatible una donación de órganos; (CENATRA, 2016) en el Hospital General de Zona No 20 La Margarita se realizaron 263 donaciones de este tejido durante el 2023. La procuración de tejido corneal es el proceso quirúrgico mediante el cual se extraen los tejidos para queratoplastia. El trasplante de córnea o también llamado queratoplastía es un procedimiento quirúrgico que consiste en la sustitución del tejido dañado por el de un donante sano; (IMSS, 2011) y como ya se había mencionado con anterioridad es un problema nacional de salud, por el que se necesitan tomar acciones para el beneficio de las personas que se encuentran en espera de obtener el tejido para mejorar su calidad de vida.

Por esta razón la necesidad de obtener tejidos corneales de la máxima calidad (recuento endotelial mayor a 2,000 células endoteliales por MM^2) (Navarro, 2016) es vital. Ya se han realizado investigaciones que reportan los factores asociados a la disminución de tejidos corneales. (Dosal, 2000; Vázquez, 2011; Solano, 2016; Machorro, 2018), sin embargo, aún no existen estudios suficientes y confirmatorios que validen el recuento de células endoteliales que se pierden en relación con el tiempo transcurrido desde la defunción del donante hasta el inicio de la procuración corneal por lo que nos hemos dado a la tarea de…

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La donación de órganos y tejidos con fines de trasplante en México se plantea como un problema de Salud Pública; conforme avanzan los años, más y más pacientes se agregan a las listas de espera para recibir un órgano o tejido, y el número de donaciones concretadas no ha tenido el aumento esperado. Por esto es vital hacer de conocimiento a todos los profesionales de la salud y la población mexicana el formar una cultura de donación. Generando mayor aceptación a este programa y disminuir así la lista de espera.

En el país existen más de 3,000 pacientes esperando un botón corneal para mejorar su visión, pero se estima es aún más grande la demanda de pacientes si se involucra a los que necesitan de un trasplante cosmético o tectónico. El mayor problema que se presenta cuando se lleva a cabo una procuración de tejido corneal es la lectura mediante microscopía especular del tejido, puesto que recuentos muy bajos de células endoteliales (conteo endotelial menor a 2000 mm^2) repercuten directamente en que la donación no sea concretada para fin óptico. Esto agregando que no se realizan la suficiente cantidad de donaciones el problema solo crece.

Como ya se mencionó, existen diversos factores que pueden afectar negativamente el conteo final de un botón corneal, como lo es la edad del paciente, los antecedentes quirúrgicos, entre otros. Sin embargo, aunque ya se han realizado investigaciones que afirman que si repercute el tiempo de isquemia de los tejidos entre el momento del paro cardiaco y el inicio de procuración en el conteo final; aún es necesario llegar a una conclusión basada en la evidencia científica que confirme cuántas células se llegan a perder por hora transcurrida. Por lo que el presente estudio aborda la siguiente pregunta:

¿Cuál es la relación de variación de conteo celular endotelial del botón corneal que existe por el tiempo transcurrido entre la hora de defunción e inicio de procuración?

Al confirmarse se verá reflejado en la realización en protocolos de acción por parte todos los profesionales de la salud, realizando los procesos de procuración en un tiempo menor; priorizando la notificación a la familia sobre el deceso del paciente y aviso a la Coordinación Hospitalaria de Donación para un pronto abordaje y decisión familiar para aceptar o rechazar la donación. En el caso de que la familia lo acepte, movilizar rápidamente a todos los profesionales que se encuentren involucrados en el proceso (médico tratante, enfermería, camilleros y equipo procurador) para una pronta intervención y por efecto, la obtención de un tejido corneal óptimo para trasplante óptico.

4. HIPÓTESIS

La relación de horas transcurridas entre el diagnóstico de defunción y el inicio de procuración de tejido corneal es inversamente proporcional al recuento endotelial corneal.

4.1. HIPÓTESIS ALTERNA

La relación de horas transcurridas entre el diagnóstico de defunción y el inicio de procuración de tejido corneal no es significativa con relación en el conteo endotelial corneal.

4.2. HIPÓTESIS NULA

La relación de horas transcurridas entre el diagnóstico de defunción y el inicio de procuración de tejido corneal no es inversamente proporcional al recuento endotelial corneal.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar si la variable del tiempo transcurrido entre la hora de diagnóstico de defunción y la hora de inicio de procuración de tejido corneal repercute en la lectura del conteo celular en pacientes donantes del Hospital General de Zona Número 20 La Margarita en el periodo 2018-2023.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer la disminución de recuento endotelial por tiempo transcurrido desde el diagnóstico de defunción al inicio de procuración corneal.
2. Comprobar el promedio de horas que transcurren en promedio para iniciar la toma de tejidos.
3. Determinar el porcentaje de donaciones de tejido corneal con fin óptico en el Hospital General de Zona 20.
4. Analizar los factores de variabilidad endotelial en razón al grupo etario del donante.
5. Determinar la incidencia de las comorbilidades de los donantes como factor de disminución de conteo celular endotelial.

CAPÍTULO 3

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

- Tipo de estudio: Analítico descriptivo
- Direccionalidad: De corte longitudinal.
- Temporalidad: Retrolectivo y prospectivo
- Centros: Unicéntrico

6.2. UNIVERSO Y UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL

El Hospital General de Zona Número 20 La Margarita es un nosocomio de segundo nivel de atención en salud perteneciente al Instituto Mexicano del seguro social con un total de 362 camas censables y 80 camas no censables distribuidas en los diferentes servicios médicos.

La Coordinación Hospitalaria de Donación de Órganos y Tejidos con fines de Trasplante de esta Unidad Hospitalaria cuenta con la licencia sanitaria número 17-TR-21-114-0004 y RNT 648 - de acuerdo con el artículo 315 de la Ley General de Salud – para la disposición de órganos y tejidos con fines terapéuticos vigente desde el día 28 de septiembre de 2017; de la misma forma se cuenta con el Comité Interno de Donación el cual cumple la normativa conforme a lo estipulado en el artículo 316 de la Ley General de Salud, se encuentra a cargo de la Doctora María del Rosio Techalotzi Cano. Esta Coordinación ha realizado un total de 263 donaciones desde su apertura hasta el final del 2019.

6.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se seleccionarán a los donadores de tejido corneal del Hospital General de Zona 20 La Margarita en el periodo Enero 2018 a Diciembre 2023.

6.3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Donadores del Hospital General de Zona Número 20
- Donadores procurados de tejido corneal
- Edad de 2 a 85 años (rango de edad para la donación en la Unidad Hospitalaria)
- Diagnóstico de defunción compatible con la donación
- Donadores con expediente de donación completo para el estudio

6.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Donadores con riesgo sanitario positivo (VDRL, Citomegalovirus, Rubeola, Toxoplasma, Herpes, VIH, Hepatitis).
- Donadores fuera de rango de edad (2 a 85 años)
- Donadores con diagnóstico de defunción no compatible con la donación
- Donadores no aptos por contraindicación médica o de edad que soliciten familiares donar voluntariamente.

6.3.3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Donadores sin recuento Endotelial de Tejido Corneal
- Donadores con alguna patología o antecedente oftalmológico que evidencie disminución de conteo celular
- Donadores cuyo procedimiento de procuración no se haya completado

6.3.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA

En el presente estudio se encontraron un total 823 abordajes familiares para la donación de órganos y tejidos, de los cuales **263** fueron positivos para donaciones concretadas en el periodo de 2018 a 2023 en el Hospital General de Zona 20 La Margarita, se contemplarán y analizarán los

expedientes de las donaciones positivas, entre estos se encuentran **159** que cumplen con los criterios de inclusión.

6.4. ESTRATEGIA DE TRABAJO

El presente estudio se realizó con el fin de determinar el promedio de disminución del recuento celular endotelial en tejidos corneales de procuraciones realizadas en el Hospital General de Zona Número 20 La Margarita entre el año 2018 a 2023 en relación con las horas de isquemia transcurridas, el cual se llevará a cabo con los siguientes pasos:

- Acudir a la jefatura de enseñanza del hospital para obtener la autorización para la recolección de información de los expedientes de donación del periodo 2018 a 2023.
- Selección de pacientes con procuración corneal que cumplan los criterios de selección
- Descartar donaciones que no cumplan con los requisitos.
- Recopilación de datos en expedientes de pacientes seleccionados.
    - Fecha evento y hora evento
    - Edad
    - Sexo
    - Diagnóstico de defunción
    - Comorbilidades
    - Antecedentes oftalmológicos
    - Hora de defunción, corroborada por electrocardiograma
    - Hora de procuración de tejido corneal
    - Riesgo sanitario
    - Recuento celular endotelial de tejido corneal
    - Hospital de recepción
- Agrupando en grupos en base a
    - Edad
    - Diagnósticos de defunción
    - Comorbilidades

    - Tiempo transcurrido
- Realización de la base de datos para concentrar la información obtenida.
- Reporte de resultados

6.6 ANÁLISIS Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS

La información obtenida de los expedientes de donación se vació a una base de datos del programa Excel Office 365 versión para empresas 2403. Se llevó a cabo el análisis de las variables de estudio con el programa IBM SPSS Statistics Base versión 29.0.0 y el reporte de resultados con el programa Jamovi versión 2.3.28.0 y se realizó un análisis descriptivo de las variables de estudio. El análisis de las variables de estudio cuantitativas se realizó mediante la prueba T para variables independientes con una significancia de $p \leq 0.05$.

6.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los procedimientos de esta investigación se encuentran regulados de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de salud en Materia de Investigación para la salud. Título segundo, Capítulo único, Artículo 17, Sección 1, investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos, aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación mencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran, cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos, otros en los que no se identifican ni se traten aspectos sensitivos de la conducta. (Secretaría de Salud, 2014) La utilización utilizada no será alterada, verificando la veracidad de los datos de los expedientes de donación.

CAPÍTULO 4

7. RESULTADOS

Para la realización del presente estudio se consultaron 263 expedientes de las donaciones concretadas en el periodo de enero de 2018 a diciembre 2023, de estos 251 correspondían a donaciones de tejido corneal, descartando 12 donadores por criterios de eliminación al ser donador de tejido músculo esquelético y no tejido corneal; excluyendo 95 expedientes por criterios al no contar con lectura de recuento endotelial o en su caso por reportar riesgo sanitario positivo posterior a toma de tejido, siendo referidos al servicio de patología, con un total de n=159 (100%) donantes de tejido corneal compatibles por criterios de inclusión; de estos donantes el 59.11% son hombres (n=94) y el 40.89% son mujeres (n=65), se reportan 7 donaciones únicamente tejido corneal izquierdo, 4 de córnea derecha solamente y 148 donaciones de ambos tejidos corneales.

A su vez, al reportarse el intervalo de tiempo transcurrido entre la hora en la cual se diagnóstica la defunción por parada cardiaca y la hora de procuración de tejidos corneales, se determinó el dividir la población de estudio en tres grupos con relación al tiempo máximo. El Tiempo 1 (120 a 199 minutos), el Tiempo 2 (200 a 279 minutos) y el Tiempo 3 (280 a 360 minutos); se representa en el **Cuadro 3.** Se puede observar que el intervalo mínimo fue de 129 minutos y máximo de 360 minutos. Para el Tiempo 1 se reportaron 23 (14.46%) donaciones con un promedio de 171 minutos, el Tiempo 2 con 62 (38.99%) donaciones con 243 minutos de promedio y el Tiempo 3 con 73 (45.91%) donaciones con 306 minutos de promedio.

	Intervalo de tiempo (min)	N	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
Tiempo (minutos)	Tiempo 1	23	171	175	129	198
	Tiempo 2	62	243	248	200	276
	Tiempo 3	73	306	300	280	360

Cuadro 3: Intervalo de tiempo entre la hora de defunción y el inicio de toma de tejidos (N: Donantes, Media: Intervalo de tiempo en minutos, Mediana: Intervalo de tiempo central en minutos, Mínimo: tiempo en minutos, Máximo: tiempo en minutos) (Datos obtenidos por el Tesista)

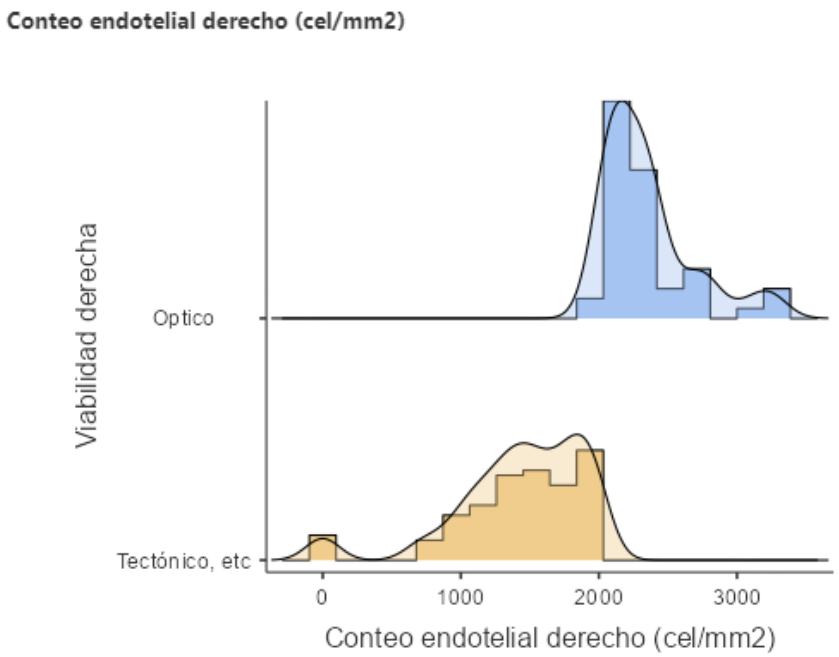


Gráfico 1: Viabilidad de córnea derecha para trasplante óptico. Los datos se expresan con $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes. (Datos obtenidos por el Tesista)

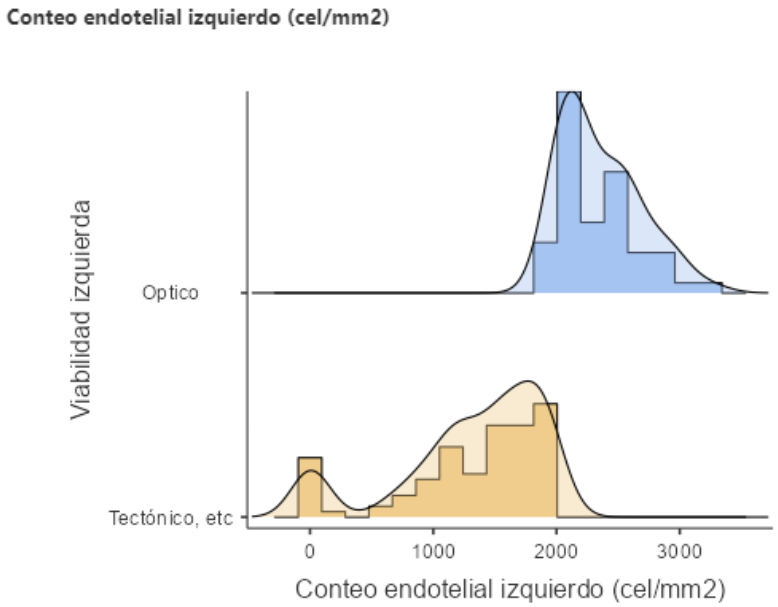


Gráfico 2: Viabilidad de córnea izquierda para trasplante óptico, los datos se expresan con $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes. (Datos obtenidos por el Tesista)

Se obtuvieron los conteos endoteliales de tejidos corneales derecho e izquierdo de las donaciones concretadas; se observó que en el tejido derecho son n= 51 (33.55%) las que presentaban un conteo endotelial adecuado para trasplante óptico con un media de 2347 cel/mm^2 y n=101 (66.44%) usadas con fines tectónicos con promedio de 1431 cel/mm^2 (véase **Gráfico 1**); con respecto al tejido izquierdo n=54 (34.93%) tuvieron fin óptico con una media de 2352 cel/mm^2 y n=101 (65.16%) se les dio uso tectónico con un promedio de 1308 cel/mm^2 (Véase **Gráfico 2**). Por lo que se infiere que solamente 1 de cada 3 tejidos corneales procurados en la unidad médica se pueden usar para trasplante óptico. Los datos se expresan con $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes.

	N	Media	p
Hipertension arterial sistemica	96	12.46	< .001
Diabetes mellitus	81	17.43	< .001
Cardiopatías	5	7.00	0.013
Nefropatia	55	4.45	< .001
Hepatopatia	13	5.38	0.006
Hipotiroidismo	3	6.00	0.102
Neumopatía	3	4.00	0.314
Neuropatía	2	19.00	0.483

Cuadro 4: Comorbilidades asociadas a los donantes (N: número de donantes con la comorbilidad, Media: promedio de años de evolución en años) (Datos obtenidos por el Tesista)

Relacionado a los antecedentes personales patológicos de los donantes al momento de la defunción, se recabaron las comorbilidades que presentaban, así como, el tiempo de evolución como factor directamente relacionado a la pérdida de la viabilidad de los tejidos para trasplante. La enfermedad más relacionada es la Hipertensión Arterial Sistémica la cual está presente en n=96 (60.37%) donantes, seguido por la Diabetes Mellitus con una prevalencia de n=81 (50.94%); agregado a esto, algunos pacientes desarrollaron Enfermedad Renal Crónica como complicaciones microvasculares asociadas a Diabetes o Hipertensión a razón de n=55 (34.9%); se consideró

igualmente a los pacientes con alguna enfermedad Hepática presentándose en n=13 (8.1%). De estos casos se observa que las dos primeras comorbilidades presentan una evolución promedio de 10 a 20 años. Para los grupos con Hipotiroidismo, Cardiopatía, Neuropatía o Neumopatía asociada no se cuenta con una población significativa (p >0.05), obsérvese **Cuadro 4**. Es importante mencionar que n=92 (57.86%), presentan más de una comorbilidad asociada, lo cual complica más la posibilidad de que el tejido tenga un conteo endotelial óptimo. Un total de n=24 (15.09%) no contaban con una comorbilidad asociada al momento de la defunción.

La población incluida fue dividida por grupo etario para su correcto análisis entre los cuales se encuentran Grupo 1 con rango de 18 a 30 años con n=10 (6.28%) donaciones concretadas, Grupo 2 en el que se involucra 31 a 40 años con n=13 (8.17%) donaciones, Grupo 3 de 41 a 50 años reportando n=17 (10.69%) donantes, Grupo 4 con edad de 51 a 60 años contemplando n=35 (22.01%) procesos de donación, Grupo 5 de 61 a 70 años abarcando n=33 (20.75%) donantes, Grupo 6 en rango de edad 71 años en adelante con n=51 (32.07%) registros de donación.

A continuación, se muestra la disminución de la celularidad endotelial en relación con los Grupos Etarios:

- **Grupo 1: 18 a 30 años**

En el primer Grupo de edad con 10 donantes fue dividido respecto al tiempo en el Tiempo 1 con n=3 (30%), el Tiempo 2 con n=4 (40%) y el Tiempo 3 con n=3 (30%) para ambos tejidos. El **Gráfico 3** y **Cuadro 5** reporta los resultados. En el tejido corneal derecho se presentó una media de 2770 cel/mm^2 en Tiempo 1, 2653 cel/mm^2 en Tiempo 2 y 1934 Tiempo 3; también se reporta un conteo máximo de 3040 cel/mm^2 y uno mínimo de 1519 cel/mm^2 y una media total de 2452 cel/mm^2. En comparación, para el tejido corneal izquierdo en Tiempo 1 se presenta un promedio de 2812 cel/mm^2, en Tiempo 2 un promedio de 2424 cel/mm^2 y 1808 cel/mm^2 en el Tiempo 3; con un conteo máximo de 2990 ce/mm^2 y un mínimo de 1550 cel/mm^2 y una media total de 2348 cel/mm^2.

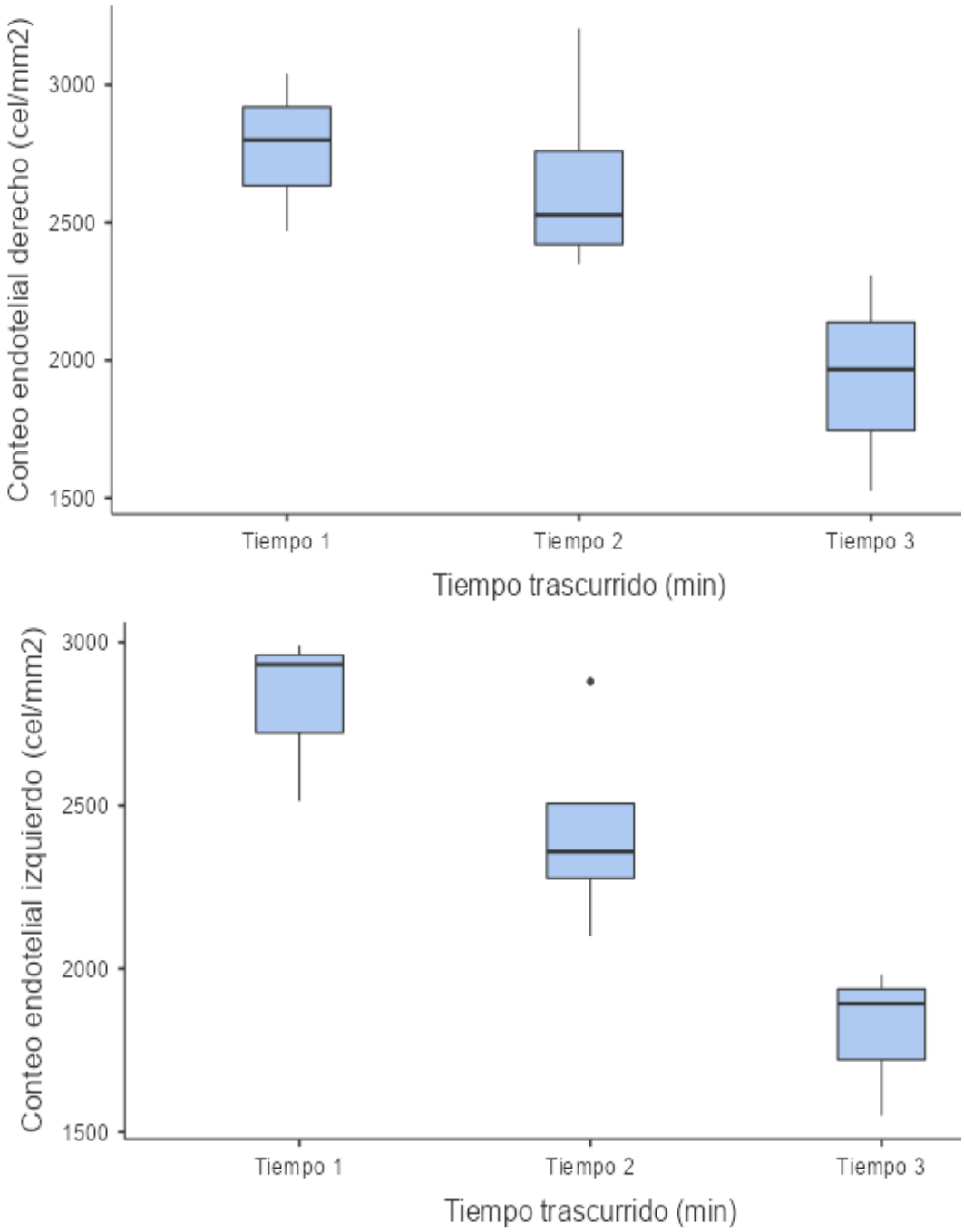


Gráfico 3: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 1, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

	Tiempo trascurrido (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	3	3
	Tiempo 2	4	4
	Tiempo 3	3	3
Media	Tiempo 1	2770	2812
	Tiempo 2	2653	2424
	Tiempo 3	1934	1808
Mínimo	Tiempo 1	2469	2513
	Tiempo 2	2350	2100
	Tiempo 3	1525	1550
Máximo	Tiempo 1	3040	2990
	Tiempo 2	3205	2880
	Tiempo 3	2309	1982

Cuadro 5: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 1 (Datos obtenidos por el Tesista)

- **31 a 40 años**

En el segundo grupo con rango de edad de 31 a 40 años, observado en el **Gráfico 4** y **Cuadro 6**, se cuenta con n=3 (23.07%) en el Tiempo 1, n=4 (30.76%) en el Tiempo 2 y Tiempo 3 con n=6 (46.15%) en ambos tejidos. Respecto al tejido corneal derecho se establece una media de 2383 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 2140 cel/mm^2 para el Tiempo 2 y 1499 cel/mm^2 en el Tiempo 3; se obtuvo un conteo máximo de 3200 cel/mm^2 y uno mínimo el cual se reporta incontable, con una media total de 2007 cel/mm^2. El tejido corneal izquierdo presenta una promedio de 2664 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 2371 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1132 cel/mm^2 en el Tiempo 3, con un conteo máximo de 2960 cel/mm^2 y un mínimo que se demuestra incontable, con una media total de 2055 cel/mm^2.

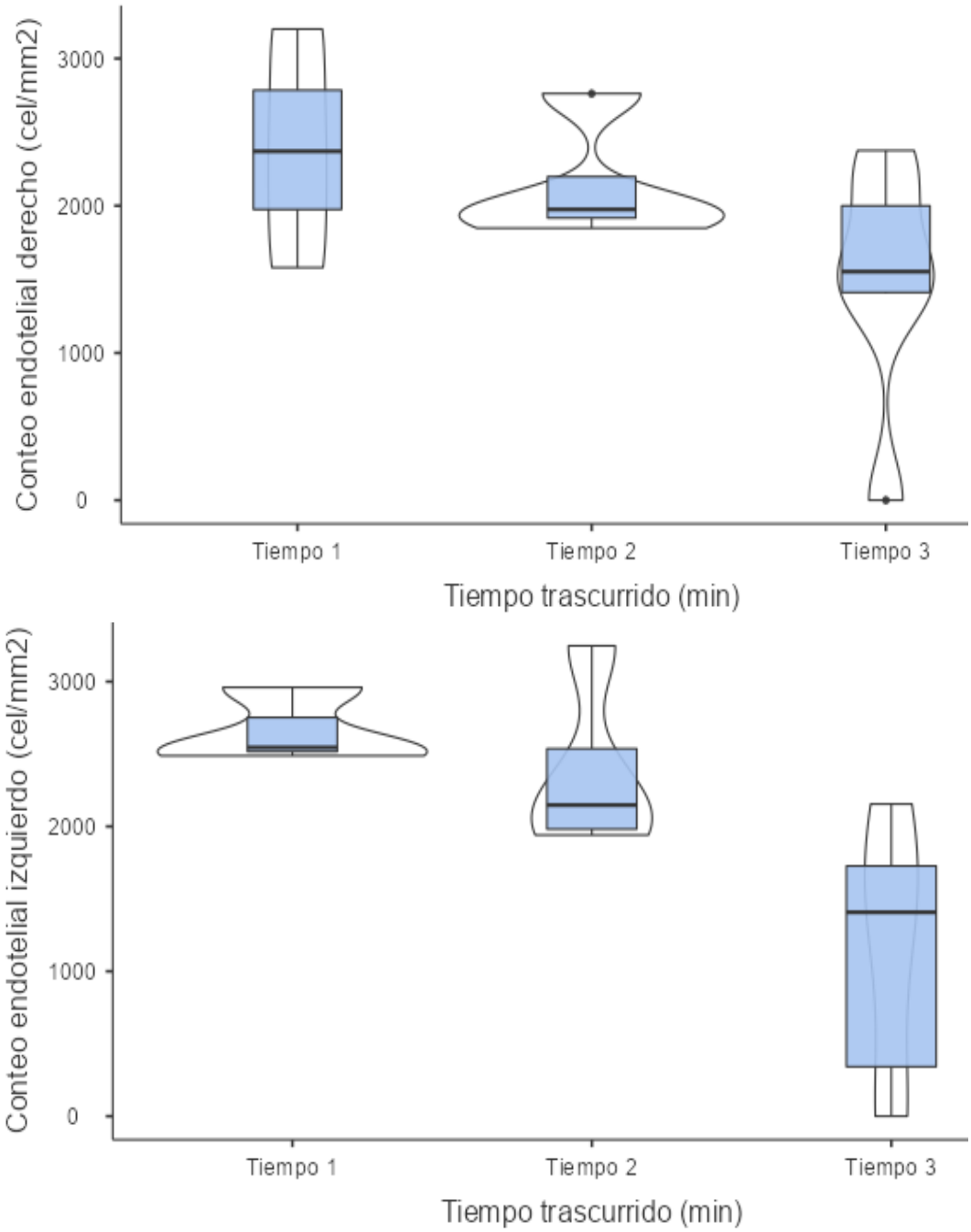


Gráfico 4: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, Grupo 2, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

	Tiempo trascurrido (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	3	3
	Tiempo 2	4	4
	Tiempo 3	6	6
Media	Tiempo 1	2383	2664
	Tiempo 2	2140	2371
	Tiempo 3	1499	1132
Mínimo	Tiempo 1	1580	2488
	Tiempo 2	1848	1941
	Tiempo 3	0	0
Máximo	Tiempo 1	3200	2960
	Tiempo 2	2762	3247
	Tiempo 3	2375	2155

Cuadro 6: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 2 (Datos obtenidos por el Tesista)

- **41 a 50 años**

En el grupo etario de 41 a 50 años, se encuentran n=2 (11.76%) del Tiempo 1, n=7 (41.17%) del Tiempo 2 y n=7 (41.17%) del Tiempo 3 para el tejido corneal derecho, se obtiene una media de 2258 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 2147 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1759 cel/mm^2 en el Tiempo 3, con un conteo máximo de 3290 cel/mm^2 y un conteo mínimo de 1190 cel/mm^2, con una media total de 2054 cel/mm^2. Relacionado al conteo corneal izquierdo se cuenta con n=2 (11.76%) en el Tiempo 1, el Tiempo 2 con n=8 (47.05%) y el Tiempo 3 con n=7 (41.17%), se describe una media de 2045 cel/mm^2 para el Tiempo 1, 1988 cel/mm^2 para el Tiempo 2 y 1485 cel/mm^2 para el Tiempo 3, con un conteo máximo de 2890 cel/mm^2 y el mínimo reportado como incontable, con una media total de 1839 cel/mm^2. Se observa en el **Gráfico 5** y **Cuadro 7.**

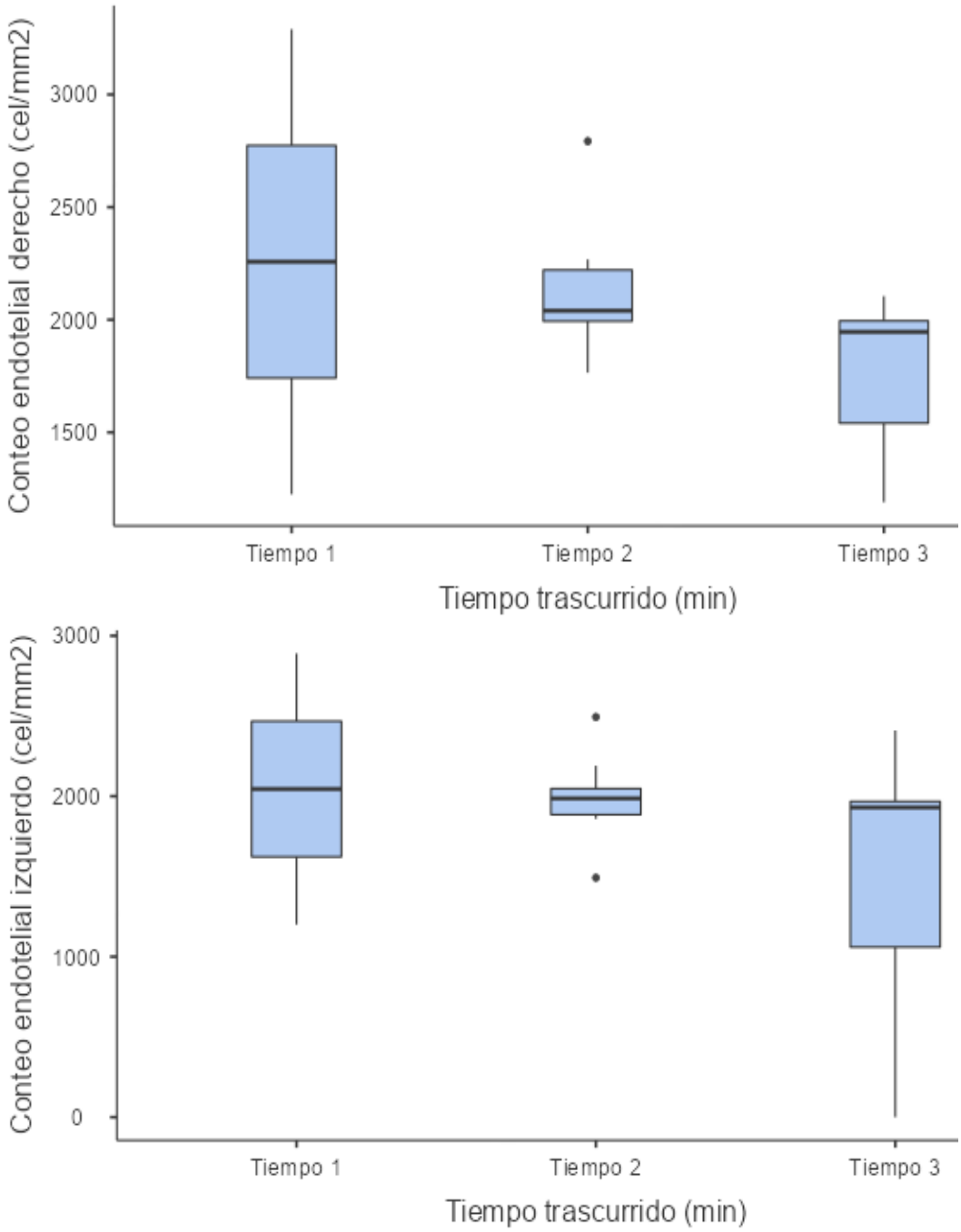


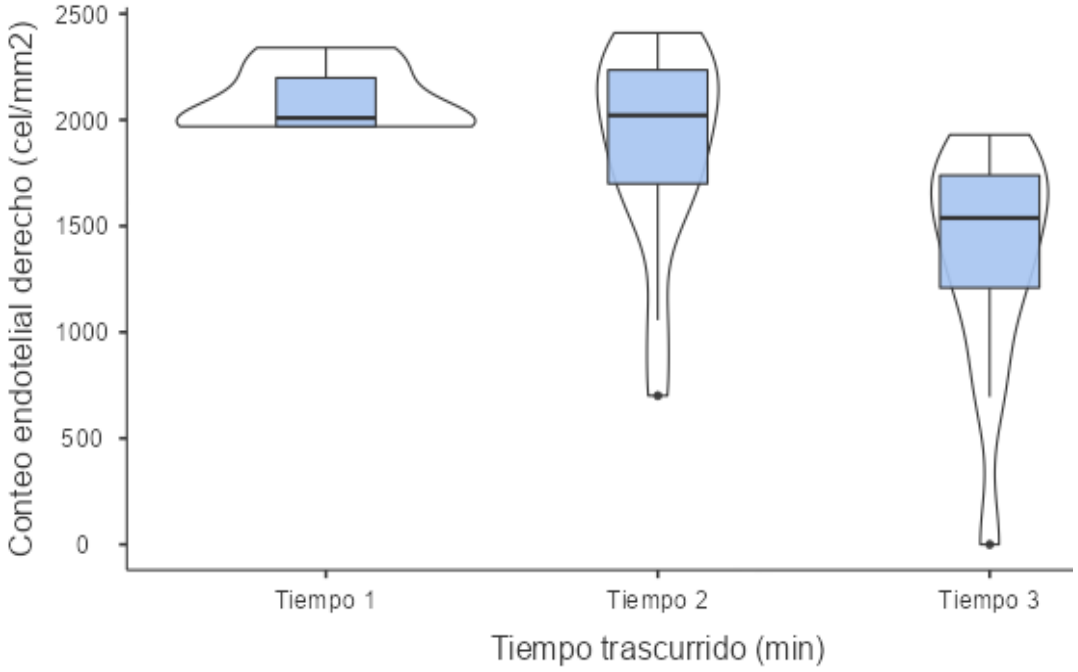
Gráfico 5: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, Grupo 3, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

	Tiempo trascurrido (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	2	2
	Tiempo 2	7	8
	Tiempo 3	7	7
Media	Tiempo 1	2258	2045
	Tiempo 2	2147	1988
	Tiempo 3	1759	1485
Mínimo	Tiempo 1	1225	1200
	Tiempo 2	1765	1492
	Tiempo 3	1190	0
Máximo	Tiempo 1	3290	2890
	Tiempo 2	2793	2494
	Tiempo 3	2105	2410

Cuadro 7: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 3 (Datos obtenidos por el Tesista)

- **51 a 60 años**

Incluido en el grupo de 51 a 60 años con n=5 (14.28%) para el Tiempo 1, n=16 (45.71%) para el Tiempo 2 y n=13 (37.14%) para el Tiempo 3 relacionado al conteo de córnea derecha, se determina una media de 2097 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 1889 cel/mm^2 como media en el Tiempo 2y 1346 cel/mm^2 de media en el Tiempo 3, se obtiene un conteo máximo de 2340 cel/mm^2 y uno mínimo el cual se reporta incontable, con una media total de 1777 cel/mm^2. En los tejidos corneales izquierdos se cuenta con n=5 (14.28%) para el Tiempo 1, n=16 (45.71%) para el Tiempo 2 y n=13 (37.14%) en el Tiempo 3, con una media de 2192 cel/MM^2 en el Tiempo 1, 1921 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1019 cel/mm^2 en el Tiempo 3, con un máximo de 2551 cel/mm^2 y un mínimo que se reporta incontable, con una media total de 1710 cel/mm^2. Representado en el **Gráfico 6** y **Cuadro 8.**



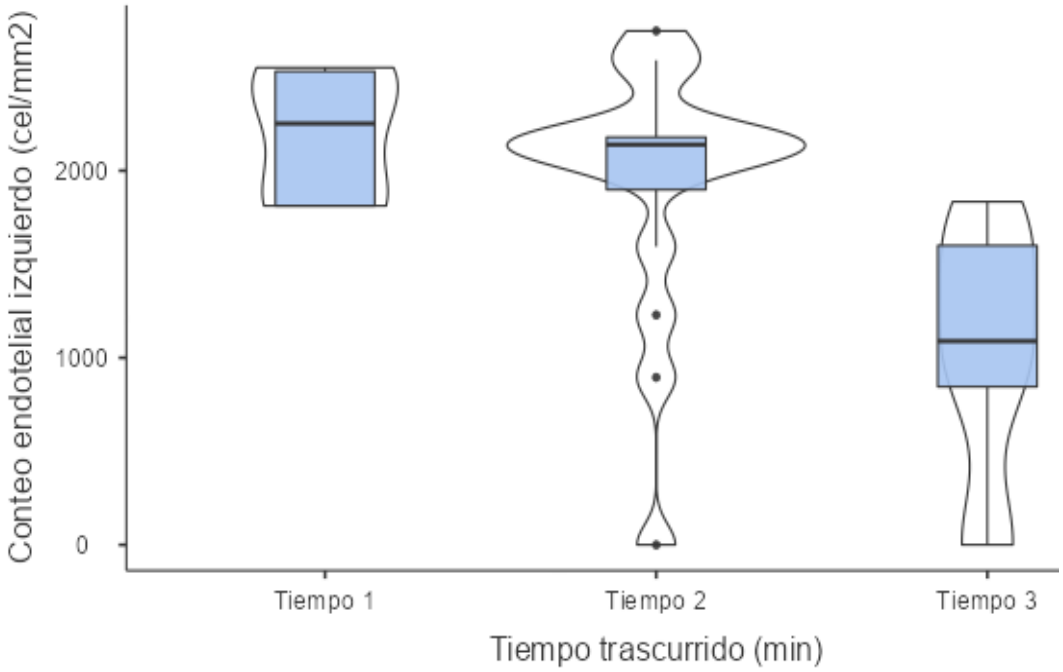


Gráfico 6: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, Grupo 4, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

	Tiempo trascurrido (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	5	5
	Tiempo 2	16	16
	Tiempo 3	13	13
Media	Tiempo 1	2097	2192
	Tiempo 2	1889	1921
	Tiempo 3	1346	1019
Mínimo	Tiempo 1	1969	1812
	Tiempo 2	701	0
	Tiempo 3	0	0
Máximo	Tiempo 1	2340	2551
	Tiempo 2	2410	2747
	Tiempo 3	1930	1834

Cuadro 8: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 4 (Datos obtenidos por el Tesista)

- **61 a 70 años**

En el **Gráfico 7** y **Cuadro 9** se reportan los donantes con rango de edad de 61 a 70 años en el que se cuenta con n=4 (12.12%) en el Tiempo 1, n=12 (36.26%) en el Tiempo 2 y n=15 (45.45%) en el Tiempo 3, con una media de 2039 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 1905 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1421 cel/mm^2 en el Tiempo 3, con un conteo máximo de 2732 cel/MM^2 y un mínimo que se demuestra incontable, con una media total de 1788 cel/mm^2. En el tejido corneal izquierdo se reportan n=3 (9.09%) donadores en el Tiempo 1, n=14 (42.42%) en el Tiempo 2 y n=13 (39.39%) en el Tiempo 3 con una media de 2232 cel/mm^2 para el Tiempo 1, 1895 cel/mm^2 para el Tiempo 2 y 1553 cel/mm^2 para el Tiempo 3, con un conteo máximo de 2732 cel/mm^2 y un mínimo incontable, con una media de 1893 cel/mm^2.

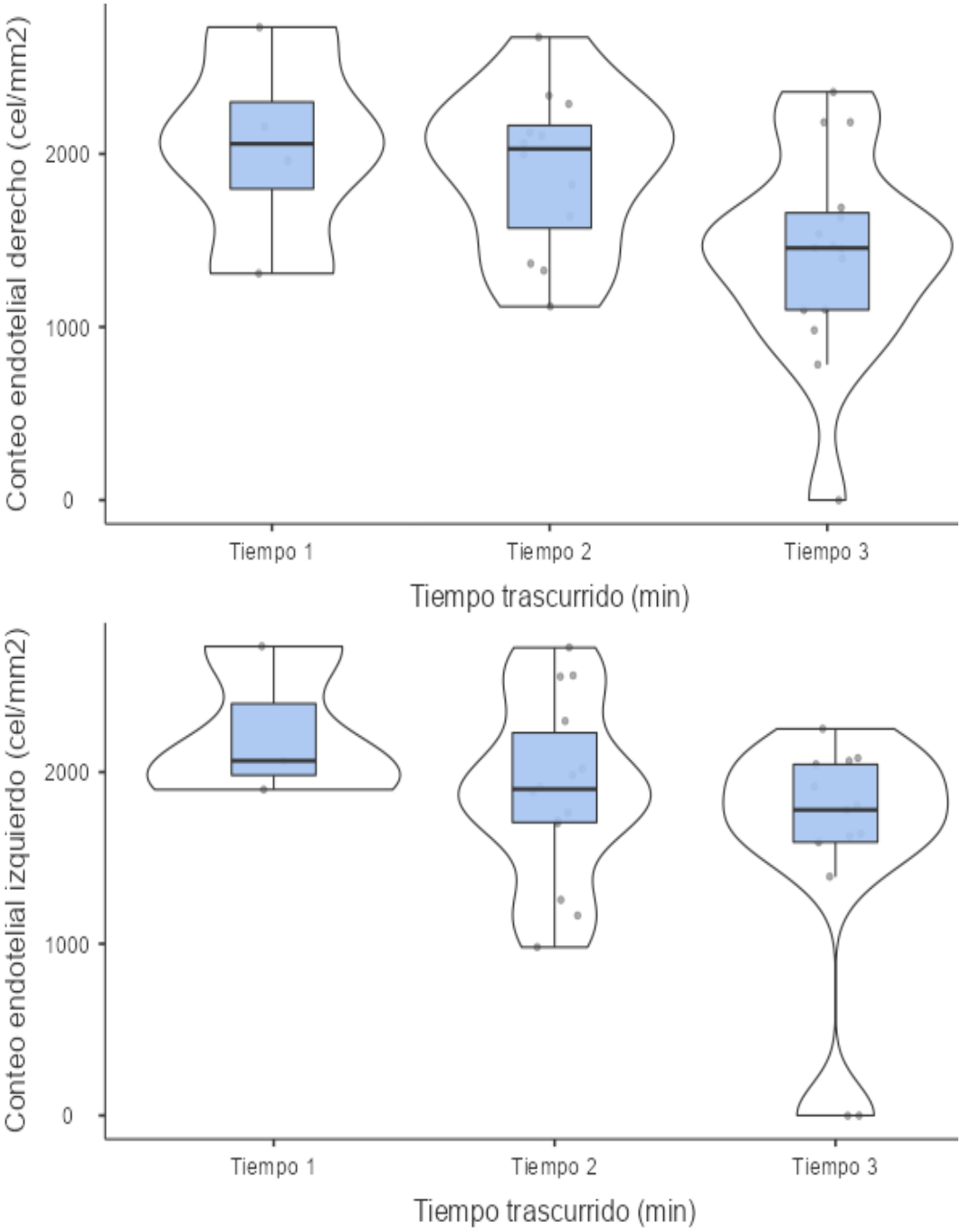


Gráfico 7: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, Grupo 5, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

	Tiempo trascurrido (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	4	3
	Tiempo 2	12	14
	Tiempo 3	15	13
Media	Tiempo 1	2039	2232
	Tiempo 2	1905	1895
	Tiempo 3	1421	1553
Mínimo	Tiempo 1	1309	1898
	Tiempo 2	1118	980
	Tiempo 3	0	0
Máximo	Tiempo 1	2732	2732
	Tiempo 2	2674	2725
	Tiempo 3	2358	2252

Cuadro 9: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 5 (Datos obtenidos por el Tesista)

- **71 años en adelante**

Se representa en el **Gráfico 8** y **Cuadro 10** los donantes con 71 años en adelante con n=7 (13.72%) en el Tiempo 1, n=14 (27.45%) en el Tiempo 2, n=27 (52.94%) en el Tiempo 3, con una media de 1910 cel/mm^2 para el Tiempo 1, 1819 cel/mm^2 para el Tiempo 2 y 1245 cel/mm^2 en el Tiempo 3, un conteo máximo de 2151 cel/mm^2 y un mínimo incontable, con una media total de 1658 cel/mm^2. Con respecto al tejido corneal izquierdo se encuentran n=7 (13.72%) en el Tiempo 1, n=15 (29.41%) en el Tiempo 2, n=29 (56.86%) en el Tiempo 3, con una media de 1949 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 1769 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1118 cel/mm^2 en el Tiempo 3. Con un máximo de 2541 y un mínimo incontable, con una media total de 1612 cel/mm^2.

- Al observar la dispersión de los conteos endoteliales por cada Grupo de edad de los donantes incluidos se aprecia una disminución inversamente proporcional relacionada con el intervalo de tiempo entre la muerte y procuración sin excepción.

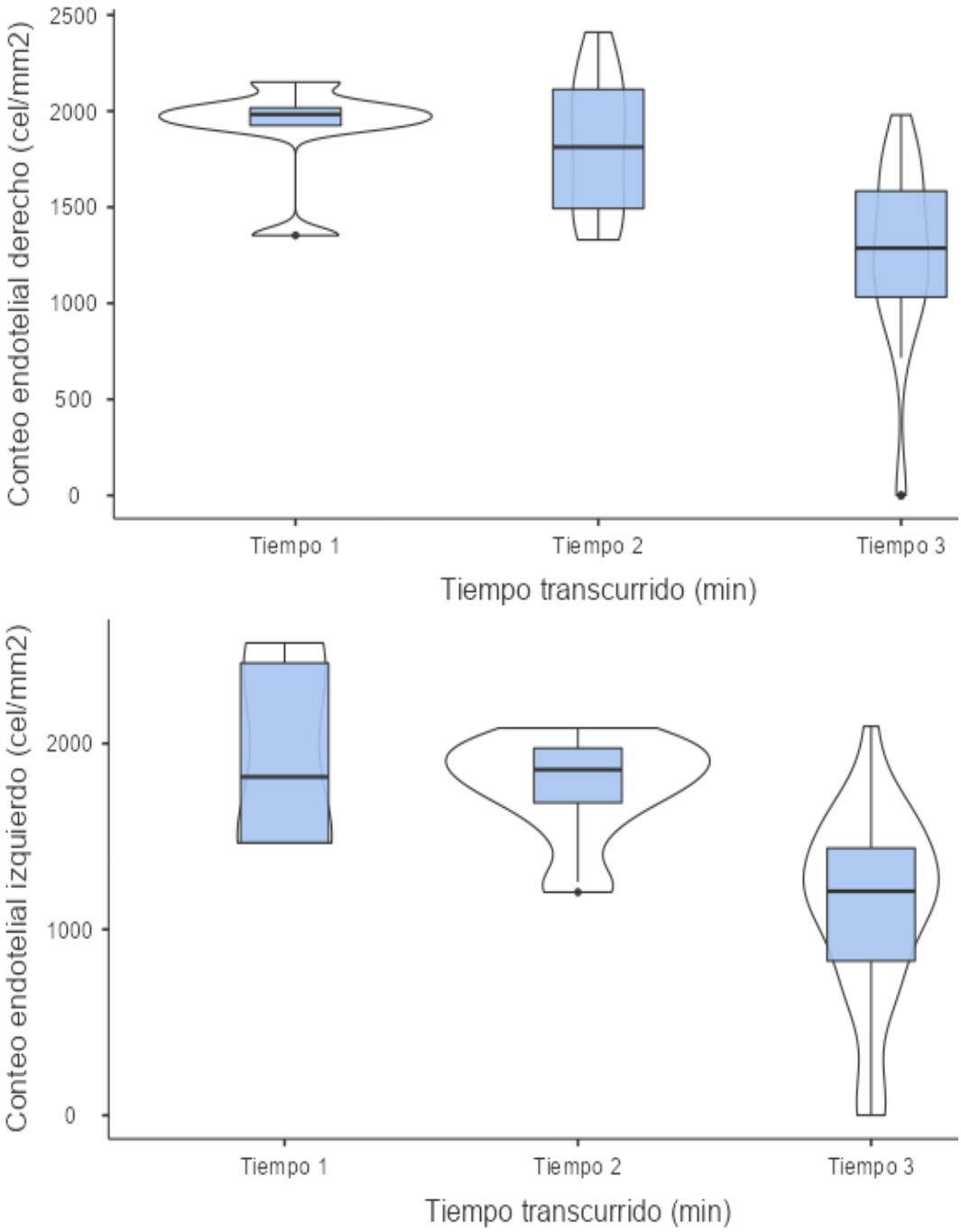


Gráfico 8: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, Grupo 6, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

	Tiempo transcurrido (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	6	6
	Tiempo 2	14	15
	Tiempo 3	27	29
Media	Tiempo 1	1898	1939
	Tiempo 2	1819	1769
	Tiempo 3	1245	1118
Mínimo	Tiempo 1	1353	1465
	Tiempo 2	1330	1200
	Tiempo 3	0	0
Máximo	Tiempo 1	2151	2541
	Tiempo 2	2410	2083
	Tiempo 3	1980	2092

Cuadro 10: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido Grupo 6 (Datos obtenidos por el Tesista)

Conteos endoteliales de la población de estudio

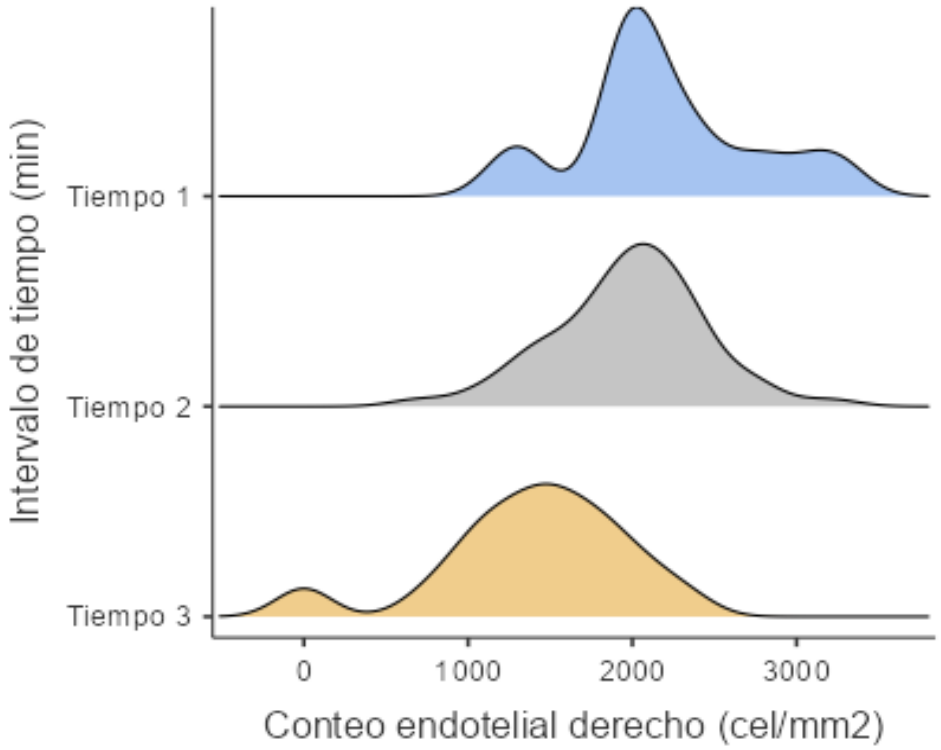
	Intervalo de tiempo (min)	Conteo endotelial derecho (cel/mm2)	Conteo endotelial izquierdo (cel/mm2)
N	Tiempo 1	23	22
	Tiempo 2	57	61
	Tiempo 3	71	71
Media	Tiempo 1	2192	2242
	Tiempo 2	1978	1949
	Tiempo 3	1402	1246
Mediana	Tiempo 1	2037	2383
	Tiempo 2	2039	1995
	Tiempo 3	1450	1390
Mínimo	Tiempo 1	1225	1200
	Tiempo 2	701	0
	Tiempo 3	0	0
Máximo	Tiempo 1	3290	2990
	Tiempo 2	3205	3247
	Tiempo 3	2375	2410

Cuadro 11: Comparación de los tejidos corneales derecho e izquierdo por tiempo trascurrido, población de estudio, $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

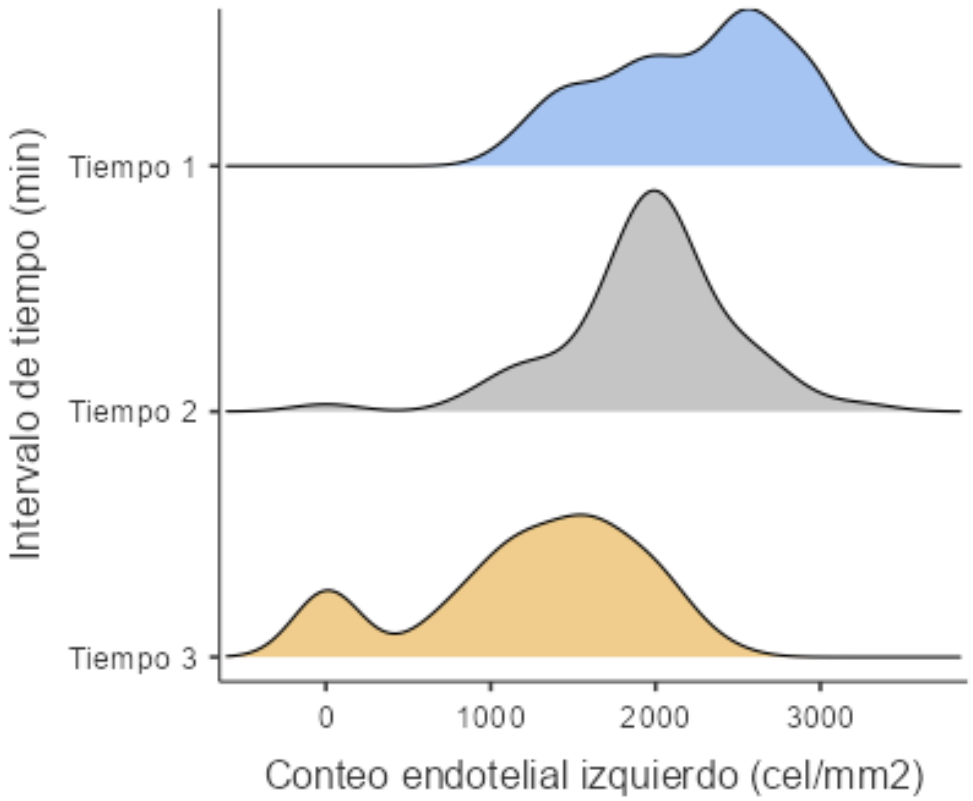
- Al agruparse todos los donantes de las diferentes edades y valorar la disminución de los conteos endoteliales (véase **Cuadro 11**) se reportó lo siguiente:

- De tejido corneal derecho se involucra n=151 (100%) procesos de donación, en el Tiempo 1 presentando n=23 (15.23%) donaciones una media de 2192 cel/mm^2, n=57 (37.74%) donaciones en el Tiempo 2 con una media de 1978 cel/mm^2 y n=71 (47.02%) en el Tiempo 3 con una media de 1402 cel/mm^2; un conteo máximo de 3290 y uno mínimo que se reporta incontable.

- Con relación al tejido corneal izquierdo se reporta un total de n=154 (100%), divididos en el Tiempo 1 n=22 (14.28%) donaciones con una media de 2242 cel/mm^2, el Tiempo 2 con n=61 (39.61%) donaciones con una media de 1949 cel/mm^2, y el Tiempo 3 n= 71 (46.10%) donaciones con una media de 1246 cel/mm^2; se reporta un conteo máximo de 2990 cel/mm^2 y uno mínimo el cual está incontable.



Gráfica 9: Variabilidad de los conteos corneales derecho por tiempo transcurrido, población de estudio. p<0.001, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)



Gráfica 10: Variabilidad de los conteos corneales izquierdo por tiempo transcurrido, población de estudio. $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes (Datos obtenidos por el Tesista)

- Para botón corneal derecho e izquierdo se reporta una franca disminución de los conteos de botón corneal conforme aumenta el tiempo transcurrido entre la hora de parada cardiaca irreversible y la procuración de tejidos (observados en la **Gráfica 9** y **Gráfica 10**), verificado por $p<0.001$, prueba de T-Student para muestras independientes. Respecto al tejido derecho se reporta una disminución de 91 cel/mm^2 del primer al segundo intervalo y 417 cel/mm^2 del segundo al tercer intervalo de tiempo. Así como una mediana de 2037 cel/mm^2 en el primer rango de tiempo, 2039 cel/mm^2 en el segundo rango de tiempo y 1450 cel/mm^2 en el tercer rango de tiempo. En el caso del botón corneal izquierdo se demuestra una reducción de 293 cel/mm^2 del primer al segundo intervalo de tiempo y 703 cel/mm^2 del segundo al tercer intervalo de tiempo; con una mediana de 2383 cel/mm^2 en el primer intervalo de tiempo, 1995 cel/mm^2 en el segundo intervalo y 1246 cel/mm^2 en el tercer intervalo.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El trasplante de córnea es la única opción terapéutica definitiva para diversas patologías como puede ser el queratocono, las ectasias corneales, la queratopatía bulosa postquirúrgica, distrofia endotelial, traumatismos, quemaduras, la queratitis herpética, entre otras, por lo que obtener de los procesos de donación cadavérica tejidos corneales de máxima calidad, es imprescindible para llevar un trasplante óptico a las personas que se encuentran en listas de espera.

La viabilidad del tejido corneal se encuentra determinada por una por una evaluación macroscópica en la cual se valora la integridad del envase (todos los tejidos corneales involucrados para la realización de este estudio fueron preservados en optisol-GS), la coloración del medio de preservación también es valorado el tamaño del anillo escleral, así como su regularidad. Posteriormente se realiza una revisión con lámpara de hendidura para descartar posibles alteraciones como es daño iatrogénico, estrías del endotelio, desepitelización, exposición al medio ambiente o cicatrices, lo cual puede influir en la disminución del conteo final del endotelio corneal (Pando Ferrer, 2020); sin embargo para este estudio solo se considera como medio de valoración, la densidad endotelial al no contar con los datos. Finalmente se realiza la evaluación del conteo de la celularidad endotelial con un criterio establecido mínimo de 2000 cel/mm^2 para realizar una queratoplastia penetrante por los diferentes equipos de trasplante a lo largo del país, sin embargo, este valor puede ser diferente en algún Banco de Tejidos. (León Domínguez, 2020)

Por esta razón, diversas investigaciones en los últimos años han realizado estudios para determinar las principales causas que se relacionan a la disminución del conteo endotelial corneal en los tejidos para trasplante, entre los cuales la principal variable de investigación es la edad del donante. En 2005, Krohn y Hovding determinaron el efecto de la edad de defunción sobre la viabilidad del tejido para trasplante, ellos encontraron una relación estadísticamente significativa entre sus tres grupos de estudio, el Grupo 1 con edad menor a 50 años con una media de 2868 (+/-309) cel/mm^2, Grupo 2 de 51 a 75 años con media de 2716 (+/-368) cel/mm^2 y el Grupo 3 con donantes mayores a 76 años presentando una media de 2670 (+/-368) cel/mm^2

(Krohn, 2005). A su vez, León Domínguez y cols. En 2020 realizaron un análisis con 98 córneas demostrando la necesidad de realizar la medición del conteo sin importar la edad del donante, reporta una disminución lineal proporcional a la década de edad, destacando una córnea con variación significativa de un donador de 38 años con una densidad de 554 cel/mm^2 (León Domínguez, 2020); en comparación con los resultados que presentamos en donde se reporta una media de 2452 cel/mm^2 para córnea derecha y 2348 cel/mm^2 para córnea izquierda en donantes de 18 a 30 años, 1777 cel/mm^2 córnea derecha y 1710 cel/mm^2 córnea izquierda en la población de 51 a 60 años, 1658 cel/mm^2 córnea derecha y 1612 cel/mm^2 en córnea izquierda.

Reportando densidades endoteliales menores a las presentadas por Krohn y Hovding, se puede afirmar que la edad es un factor determinante en la viabilidad de los tejidos; sin embargo, en algunos casos se reportan valores atípicos no acordes al grupo etarios, lo cual se puede atribuir a las comorbilidades de larga duración y diagnósticos de defunción graves al morir.

El personal involucrado en el proceso de procuración de tejido corneal, en la mayoría de los casos es el Coordinador Hospitalario de Donación que puede ser médico general o especialista no necesariamente oftalmólogo, así como médicos pasantes de servicio social debidamente capacitado para hacer la extracción, por esta razón Verdiguel-Sotelo y cols. en 2014 realizaron una investigación acerca de la calidad del tejido corneal procurado por médicos pasantes (Grupo 1), así como, residentes de la especialidad de oftalmología (Grupo 2) en el Hospital CMN La Raza, este estudio reporta una media de 2656 (+/-223) cel/mm^2 para el primer grupo y 2662 (+/-156) cel/mm^2, por lo que se concluye que todo el personal médico debidamente capacitado puede procurar tejido corneal con fin de trasplante óptico. (Verdiguel Karla, 2014). Dado este estudio, el personal que procure no representa una variación significativa para la realización de esta investigación, las procuraciones incluidas en este estudio fueron realizadas por personal debidamente capacitado en el proceso (Médico Coordinador de Donación y Médicos Pasantes)

Relacionado con la variable principal de nuestro estudio que es el intervalo de tiempo entre la defunción y procuración de botón corneal, se encontró que en el año 2019 Mondragón Ochoa y cols. realizaron una evaluación de esta variable en donantes de 50 a 59 años dividido en tercios Grupo 1 de 109 a 232 minutos con una media de 2327 cel/mm^2, Grupo 2 de 238 a 341

minutos con una media 2159 cel/mm^2, Grupo 3 de 353 a 515 con una media de 1850 cel/mm^2, demostrando una evidencia significativa de la pérdida del conteo endotelial conforme aumentaba el intervalo tiempo muerte-procuración. (Mondragón, 2019), en nuestro estudio se reporta de la misma forma una disminución significativa de la densidad endotelial conforme aumenta el intervalo de tiempo, para donantes de 51 a 60 años se presenta una media de 2097 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 1889 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1346 cel/mm^2 en el Tiempo 3 para tejido corneal derecho, en el caso del tejido corneal izquierdo 2192 cel/mm^2 en el Tiempo 1, 1921 cel/mm^2 en el Tiempo 2 y 1019 cel/mm^2 en el Tiempo 3; se reportan medias inferiores a las demostradas por Mondragón ya que se incluyó donantes sin comorbilidades en su investigación, a diferencia de la población presentada en esta investigación la cual presenta más de una comorbilidad en 57.86% (n=92) de los casos.

A su vez, en el año 2003 Grabska y cols. realizaron una revisión sobre los factores relacionados con la calidad morfológica de las córneas, involucrando el tiempo entre la muerte y la preservación de los tejidos, se reporta una viabilidad excelente en un intervalo máximo de 5 horas post mortem en comparación con los procurados entre las 8 a 12 horas de intervalo en los que se presenta tejidos no viables para trasplante óptico. (Grabska Liberek, 2003). Es importante mencionar que el máximo tiempo transcurrido para la realización de esta investigación es de 360 minutos y el mínimo de 129 minutos, esto porque la unidad médica que proporcionó la información no cuenta con red de frío para la conservación de cadáveres, disminuyendo así la ventana de tiempo para poder hacer la procuración de tejidos, la cual es un máximo de 6 horas sin red fría y 12 horas en caso de contar con esta (Ministerio de Salud, 2012), con relación en los estudios mencionados anteriormente que cuentan con procesos de donación cadavérica con un tiempo de hasta 12 horas, lo cual marca una diferencia significativa en los resultados obtenidos.

De forma contraria en los resultados publicados por Mohamed y cols. en el año 2016 al realizar un estudio retrospectivo involucrando a 65 tejidos corneales sobre la calidad de estos, fueron procurados en un intervalo de tiempo mayor a 6 horas se reportó que hasta el 67.7% de estos tienen grado óptico, concluye que no existe una relación entre el intervalo tiempo defunción y preservación con la calidad del tejido corneal. (Mohamed, 2016); sin embargo en

el estudio no se contempla la edad del donante, las comorbilidades asociadas, ni se realiza un análisis comparativo con tejidos obtenidos en un intervalo menor de 6 horas. Por esta razón la conclusión difiere de los resultados aquí presentados; en el que se reporta una disminución significativa de los conteos en un intervalo menor de 6 horas, con una pérdida de 91 cel/mm^2 del primer al segundo Tiempo y 417 cel/mm^2 del segundo al tercer Tiempo para la córnea derecha, en la córnea izquierda de 293 cel/mm^2 de primer al segundo Tiempo y 703 cel/mm^2 del segundo al tercer Tiempo.

Aún no se ha realizado un estudio que involucre diferentes grupos etarios con una disminución significativa del conteo endotelial corneal conforme aumenta el intervalo de tiempo. Puesto que, la variable del intervalo de tiempo transcurrido entre la defunción y procuración ha sido muy poco investigada en los últimos años, hasta el momento en el país solamente se ha realizado un estudio al respecto; a nivel mundial es escasa la información que se tiene al respecto para determinar cuál es el índice de disminución de celularidad corneal, agregando que algunos estudios han sido contradictorios a esta hipótesis.

Un punto de relevancia en los resultados que obtuvimos es la diferencia de conteo endotelial corneal de algunos donantes, relacionado al grupo etario e intervalo de tiempo en el que se encontraba, esto se debe a otros factores que se ha reportado puede disminuir la viabilidad del tejido corneal como lo son las comorbilidades asociadas (IMSS, 2011), es importante mencionarlo, puesto que las unidades hospitalarias del segundo nivel de atención del Instituto Mexicano del Seguro Social cuentan con una población con enfermedades crónico-degenerativas y diferentes complicaciones, lo cual dificulta encontrar donadores que no cuenten con comorbilidades. Se recalca que este estudio solo toma como medio de viabilidad el conteo endotelial corneal, sin considerar la hexagonalidad o el coeficiente de variación, estas son medidas utilizadas por los bancos de ojos para evaluar este tipo de tejidos y darles un uso adecuado, sin embargo, no se cuenta con el equipo especializado para realizar esta valoración.

Dados los resultados presentados, se debe de tomar acciones pertinentes para disminuir la edad para trasplante óptico, involucrando a todo el personal de salud vinculado al proceso de donación, realizando un aviso pronto a la coordinación de donación y poder realizar un abordaje oportuno (una petición de donación a la familia tiene una duración aproximada de 30 a 90

minutos), para reducir el intervalo de muerte-procuración maximizando la disponibilidad de tejidos corneales de calidad para trasplante.

Por último, la coordinación hospitalaria de donación cuenta con una ruta de distribución establecida por el comité interno de donación, todos los tejidos son distribuidos a las diferentes unidades de trasplante de acuerdo a la viabilidad del tejido y a los posibles receptores, sin embargo, en 104 casos de donación de tejido corneal no se reportó la celularidad del tejido en su mayoría de pacientes menores de 65 años de edad, lo cual redujo sustancialmente la población de estudio de los grupos etarios más jóvenes.

9. CONCLUSIONES

- El tiempo transcurrido desde la hora de defunción del paciente hasta el inicio de la procuración del tejido influye en relación inversamente proporcional al conteo endotelial corneal, disminuyendo su viabilidad para trasplante óptico a las personas que lo necesitan y, a los que logran ser trasplantados a un aumento de la posibilidad de rechazo al injerto.

- El intervalo entre la muerte y la procuración varía entre las 3 y 6 horas, lo que es necesario realizar acciones para realizar la entrevista familiar para la donación oportunamente y disminuir así el intervalo de tiempo para la procuración de los tejidos.

- Solamente un tercio de los tejidos corneales procurados presentan un conteo adecuado para realizar un trasplante óptico, por esta razón se debe valorar cada tejido para establecer el tipo de trasplante para darles el mejor uso, ya sea óptico, tectónico, terapéutico o cosmético.

- Conforme aumenta el intervalo de edad del donante cadavérico menor es la posibilidad de poder obtener un tejido corneal viable para un trasplante óptico

- Los donadores incluidos en el estudio presentaban una o más comorbilidades asociadas, lo cual está directamente relacionado con la disminución de los conteos endoteliales corneales.

- La cantidad de pacientes que se encuentran en lista de espera por un órgano o tejido es muy alta en el país, por eso se deben realizar todas las acciones que tengamos en nuestras manos para llevar tejidos de la máxima calidad.

10. LIMITACIONES

Las limitaciones que se presentaron para la realización del estudio son:

- 104 expedientes de donación de tejido corneal de donantes con rango de edad de 18 a 70 años en los que no se reporta conteo endotelial corneal por equipo de trasplante, lo cual disminuye la población de estudio de los grupos etarios jóvenes.
- Falta de coeficiente de variación y hexagonalidad de los tejidos corneales procurados lo cual es importante para determinar la calidad de los tejidos.
- La población de estudio de la unidad médica contaba con una o más comorbilidades asociadas, lo cual afecta directamente el estudio realizado.

11. PERSPECTIVAS

- Aumentar la disponibilidad de conteo endotelial en población de donadores jóvenes, para determinar la variabilidad del tiempo estudiado
- Caracterizar a la población donadora de acuerdo con las enfermedades que presentan al momento de la defunción para analizar la variable
- Solicitar el coeficiente de variación y la hexagonalidad de los tejidos corneales procurados valorando así la viabilidad de estos.
- Movilizar al personal de atención hospitalaria para reducir el intervalo de tiempo de donación, asegurando la viabilidad de los tejidos disponibles para trasplante corneal

CAPÍTULO 5

12.ANEXOS

12.1.Autorización para la realización de protocolo de investigación – Hospital General de Zona 20 la Margarita

GOBIERNO DE MÉXICO | IMSS

Instituto Mexicano del Seguro Social
Delegación Estatal en Puebla
Hospital General de Zona No. 20
Coordinación Hospitalaria de Donación

Puebla, Puebla a 22 de Febrero de 2024

DR. ISRAEL AGUILAR COZATL

COODINADOR CLÍNICO DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN

HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 20 LA MARGARITA

Por medio de la presente reciba un cordial saludo y al mismo tiempo, solicito autorización para la consulta de los expedientes de donaciones concretadas del periodo comprendido de Enero 2018 a Diciembre de 2023 del Hospital General de Zona 20 "La Margarita", con la finalidad de la realización de Tesis del médico pasante del servicio social de dicha unidad Francisco Daniel Trujillo Martinez CON MATRICULA 97229028, que se encuentra realizando protocolo de investigación " "VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA EN RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN", con la finalidad de recolección de datos pertinentes para su analisis .

Todos los procedimientos de esta investigación se encuentran regulados de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de salud en Materia de Investigación para la salud. Título segundo, capítulo 1, Artículo 17, sección 1, investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos, aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación mencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, garantizando la total proteccion de datos personales de los pacientes involucrados en el estudio de acuerdo a los principios eticos que nos rigen en el ambito profesional de salud.

Sin más por el momento y esperando una respuesta favorable, reitero mis saludos.

DELEGACIÓN ESTATAL EN PUEBLA
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No.20
IMSS
22 FEB 2024
RECIBIDO
EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

Atentamente

MPSS Francisco Daniel Trujillo Martinez

Dra Rosio Techalotzi Cano
COORD. HOSPITALARIA DE DONACIÓN
Mat. 99225403

Vo. Bo. Dra. María del Rosio Techalotzi Cano
Coordinadora Hospitalaria de Donación
Del HGZ No. 20 "La Margarita"

Dr. Israel Aguilar Cózatl
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
Mat. 11674458
IMSS

Vo. Bo. Dr. Israel Aguilar Cózatl
Jefatura De Enseñanza e Investigación
Del Hgz No. 20 "La Margarita"

Hospital General de Zona No. 20, Av. Fidel Velazquez 4211 U.H La Margarita C.P. 72560, Tel: (222) 2-33-88-77
www.imss.gob.mx

2024 Felipe Carrillo PUERTO

12.2.Oficio de aceptación de tesis

BUAP

No. Of. TCRS-052/2024

Asunto: Oficio de aceptación de tesis

C. TRUJILLO MARTÍNEZ FRANCISCO DANIEL, 201701987
ALUMNO DE LA LICENCIATURA EN MEDICINA
P R E S E N T E.

Por medio de la presente me permito informarle que con fecha: 30 de Abril del 2024, quedó registrado su tema de tesis denominado ***"VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA CON RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN",*** con número de folio: **TS-MDCRS-2024-1-MD05,** de la Licenciatura en ***MEDICINA*** del Complejo Regional Sur de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 8 y 14 y demás relativos y aplicables al Reglamento general de titulación. Así mismo hago mención que los **asesores registrados** para su proyecto de investigación son los siguientes:

Director	**Co-direcor**	**Asesor metodológico**
María del Rosío Luisa Techalotzi Cano	Israel Aguilar Cozatl	Francisco Lazaro Balderas Gomez
ID.	ID.	ID. 100299966

Se informa que el tiempo para la elaboración de su tesis será de **3 meses a 1 año,** para la conclusión a partir de esta fecha, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 32 del mismo reglamento.

Sin otro asunto particular por el momento me despido de usted.

Atentamente
"Pensar bien para vivir mejor"
Tehuacán, Pue., a 30 de Abril del 2024

Dra. Mariana Vaquero Martínez
Directora del Complejo Regional Sur

CUD/1yHJQ53|=&+2bFMVu8IBF+8g&dJ

mdt
C.c.p. Archivo

Complejo Regional Sur
Carretera libramiento Tecnológico
San Marcos Necoxtla km 7.5
Col. Lázaro Cárdenas Sur
Tehuacán, Puebla C.P. 75859
01 (222) 229 55 00 Ext. 2252

12.3. Oficio de nombramiento de director de tesis

BUAP

No. Of. TCRS-053/2024

Asunto: NOMBRAMIENTO DE DIRECTOR DE TESIS

DRA. MARÍA DEL ROSÍO LUISA TECHALOTZI CANO
ID.
LICENCIATURA MÉDICO CIRUJANO PARTERO
DR. ISRAEL AGUILAR COZATL
ID
LICENCIATURA MÉDICO CIRUJANO PARTERO
DR. FRANCISCO LAZARO BALDERAS GOMEZ
ID. 100299966

P R E S E N T E.

Por medio de la presente me permito informarle que con fecha: 30 de Abril del 2024, quedó registrado el tema de tesis denominado ***"VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA CON RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN",*** *del alumno que relaciono a continuación* con número de folio: **TS-MDCRS-2024-1-MD05,** del Complejo Regional Sur, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 8 y 14 y demás relativos y aplicables al Reglamento general de titulación.

Trujillo Martínez Francisco Daniel
201701987
Licenciatura en Medicina

Por tal motivo se realiza el nombramiento quedando de la siguiente manera:

Director de Tesis: Dra. María del Rosío Luisa Techalotzi Cano
Codirector de la tesis: Dr. Israel Aguilar Cozatl
Asesor metodológico: Dr. Francisco Lazaro Balderas Gomez

Sin otro asunto particular por el momento me despido de usted.

Atentamente
"Pensar bien para vivir mejor"
Tehuacán, Pue., a 30 de Abril del 2024

Dra. Mariana Vaquero Martínez
Directora del Complejo Regional Sur

CUD/ sQxtG3~>}K9jE}mrqT+989LE<|)

mdt
C.c.p. Archivo

Complejo Regional Sur
Carretera libramiento Tecnológico
San Marcos Necoxtla km 7.5
Col. Lázaro Cárdenas Sur
Tehuacán, Puebla C.P. 75859
01 (222) 229 55 00 Ext. 2252

12.4 Oficio voto probatorio de directores de tesis

Reclama tu futuro
Titulación BUAP Complejo Regional Sur

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
COMPLEJO REGIONAL SUR
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN
Votos probatorios de los asesores de tesis

Fecha: 10 de julio de 2024

Titulo de la Tesis: **"VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA CON RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN"**

Nombre del Estudiante: Francisco Daniel Trujillo Martínez

Número de Matrícula: 201701987

Licenciatura: Medicina

Nosotros, los abajo firmantes, actuando como comité Tutorial de la tesis del estudiante mencionado, hemos revisado detenidamente el trabajo de investigación, y emitimos nuestros votos probatorios de la siguiente manera:

DIRECTORA EXPERTA:
Dra. María del Rosío Luisa Techalotzi Cano
Coordinación Hospitalaria de Donación de Órganos y Tejidos con Fines de Trasplante - Hospital General de Zona No 20 "La Margarita"
Especialidad: Pediatría Médica CP: 3816949
Licenciatura: Médico Cirujano Partero CP: 3718755

DIRECTOR METODOLÓGICO:
D. en C. Francisco Lázaro Balderas Gómez
Profesor Investigador de la Facultad de Medicina BUAP - Complejo Regional Sur
ID: 100299966

CO-DIRECTOR:
Dr. Israel Aguilar Cozátl
Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud - Hospital General de Zona No 20 "La Margarita"
Especialidad: Urgencias Médico Quirúrgicas CP: 11289330
Licenciatura: Médico Cirujano Partero CP: 6073382Firmamos este documento como constancia de nuestra evaluación y en cumplimiento de nuestras responsabilidades como asesores de tesis.

Atentamente

DIRECTOR EXPERTO
DRA. MARÍA DEL ROSÍO LUISA TECHALOTZI CANO

DIRECTOR METODOLÓGICO
D. EN C. FRANCISCO LÁZARO BALDERAS GÓMEZ
ID: 100299966

Dr. Israel Aguilar Cózatl
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
Hgz 20
R.F. 11974458
IMSS
DR. ISRAEL AGUILAR COZÁTL

TI LATE

Mtra. María Deysi Tapia Álvarez
Coordinadora de Titulación
Complejo Regional Sur
Tel. +52 (222) 229 5500 Ext. 8261

12.5Oficio aval de impresión de tesis

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
COMPLEJO REGIONAL SUR
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

FORMATO DE AVAL DE IMPRESIÓN DE TESIS

Fecha: 19/08/2024

Por este medio, Dr. María del Rosío Luisa Techalotzi Cano, Dr. Israel Aguilar Cozátl, Dr. Francisco Lázaro Balderas Gómez, en calidad del comité Tutorial de Tesis, **avalamos la impresión de la tesis titulada ""VARIACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL DE TEJIDO CORNEAL PROCEDENTE DE DONACIÓN CADAVÉRICA CON RELACIÓN AL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE LA HORA DE DEFUNCIÓN E INICIO DE PROCURACIÓN"** presentada por Francisco Daniel Trujillo Martínez como requisito para la presentación de su **examen profesional** para obtener el Título en Médico Cirujano y Partero de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Confirmamos que hemos revisado el contenido de la tesis y consideramos que cumple con los requisitos metodológicos, citas bibliográficas, así como con el reconocimiento de los derechos de autor y propiedad industrial, conforme al **Artículo 14** del Reglamento General de Titulación de nuestra institución.

Nos comprometemos a respaldar y avalar el contenido académico de la tesis, así como a proporcionar cualquier orientación adicional que el estudiante pueda necesitar durante este proceso.

Atentamente,

Dra Rosio Techalotzi C.
COORD. HOSPITALARIA DE DONAC.
H.G.Z.30 "La Margarita" Ced. Esp. 9816946

Directora experta
Dra. María del Rosío Luisa Techalotzi Cano

Vo. Bo.
Dr. José Orlando Cuallo Cinta
Licenciatura Medicina

Dr. Israel Aguilar Cózatl
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD / H.G.Z.30
Mat. 11671158

Co-director
Dr. Israel Aguilar Cozátl

Dr. Francisco Lázaro Balderas Gómez
ID 100299966
Licenciatura Medicina

IMSS
Hospital General de Zona No. 30
"LA MARGARITA"
Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud

Mtra. María Deysi Tapia Álvarez
Coordinadora de Titulación
Complejo Regional Sur
Tel. +52 (222) 229 5500 Ext. 8261

13

13.DEFINICIÓN DE VARIABLES

Edad:

- Condición conceptual: Lapso que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.
- Condición operacional: Tiempo transcurrido entre las fechas de nacimiento de la persona y la del momento en que ocurrió la defunción

Sexo:

- Condición conceptual: Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres
- Condición operacional: Sexo al que pertenece. Hombre o mujer.

Diagnóstico de defunción:

- Condición conceptual: Proceso por el que se confirma el cese irreversible de las funciones circulatoria y respiratoria o de las funciones encefálicas, auxiliado por un estudio de gabinete.
- Condición operacional: Confirmación de la defunción del paciente por parte del médico tratante.

Hora de defunción

- Condición conceptual: Es la hora, día, mes y año en que ocurrió el cese del individuo.
- Condición operacional: Momento exacto (contemplando minutos), de la defunción del individuo confirmado por un estudio auxiliar de gabinete

Diagnósticos causales de defunción

- Condición conceptual: Enfermedad o lesión que inició la cadena de acontecimientos patológicos que condujeron directamente a la muerte
- Condición operacional: Enfermedades que desencadenan el cese irreversible de la función orgánica del paciente.

Comorbilidades

- Condición conceptual: Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona.
- Condición operacional: Diagnósticos agregados en el individuo al momento de la defunción que pueden condicionar o alterar los resultados del estudio (enfermedades crónico degenerativos)

Conteo endotelial corneal

- Condición conceptual: prueba oftalmológica en la que se analizan las células del endotelio corneal determinando la cantidad por milímetro cuadrado, analizando de igual forma la forma y el tamaño.
- Condición operacional: Conteo celular endotelial de tejido corneal por mm2.

Hora de procuración de tejido corneal

- Condición conceptual: Es el momento exacto en el que inició el proceso de procuración de tejido corneal
- Condición operacional: Es la hora, día, mes y año en que ocurrió el proceso de procuración de tejido corneal

14.CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Condición conceptual	Condición operacional	Unidad de Medida
Edad	Tiempo desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	Años de vida al momento de la defunción	Años (Agrupados por década)
Sexo	Características que definen a hombres y mujeres	Sexo al que pertenece	Hombre - Mujer
Diagnóstico de defunción	Proceso por el que se confirma el cese de las funciones, auxiliado por un estudio de gabinete.	Confirmación de la defunción del paciente por parte del médico tratante.	Encefálico o paro cardiaco
Hora de defunción	Es la hora, día, mes y año en que ocurrió el cese del individuo.	Momento exacto (contemplando minutos), de la defunción del individuo	Fecha y hora
Diagnósticos causales de defunción	Enfermedad o lesión que condujeron a la muerte	Enfermedades que desencadenan el cese irreversible de la función orgánica	Causas más comunes de defunción

Comorbilidades	Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona.	Diagnósticos agregados en el individuo al momento de la defunción	Enfermedades diagnosticadas
Conteo endotelial corneal	Prueba oftalmológica en la que se analizan las células del endotelio corneal	Conteo celular endotelial de tejido corneal por mm^2.	Células por mm^2
Hora de procuración de tejido corneal	Es el momento exacto en el que inició el proceso de procuración de tejido corneal	Hora, día, mes y año en que ocurrió el proceso de procuración de tejido corneal	Hora y fecha

15. BIBLIOGRAFÍA

Benitez, B. E. (1999). Comparison of Corneal Endothelial Image Analysis. Konan SP8000 and Bio Optics Bambi Systems, Cornea 18 (1): 67-72.

Bonanno, J. (2012). Molecular mechanisms underlying the corneal endothelial pump. Exp Eye Res, 95 (2012) 2-7.

Bourne, W. (1994). Corneal endothelium five years after transplantation. Am J Ophthalmol, 118: 85-96.

Castellanos, M. (2007). El banco de ojos y el donante idóneo. Revista Cubana de Oftalmología, Vol. 20, Núm. 2.

CENATRA. (2016). Los hospitales que conforman el SNT forman una red para la obtención de órganos y tejidos para la realización de trasplantes. CENATRA, Secretaria de Salud, 22 de julio de 2026.

CENATRA. (2019). Guía del Coordinador Hospitalario de Donación de Órganos y Tejidos con Fines de Trasplante. Secretaria de Salud, Ciudad de México.

CENATRA. (2024). Estadísticas sobre donación y trasplantes. Centro Nacional de Trasplantes, Secretaria de Salud, 11 de enero de 2024.

Contreras Corona, R. E. (2014). Density and morphology of corneal endothelial cells in young adults in Northern Mexico. Revista Mexicana de Oftalmología, Vol. 88 Núm. 3, 99-103.

Domínguez, L. (2020). Importancia del recuento de la densidad celular endotelial en el tejido corneal con fines de trasplante en Banco de Ojos del Hospital General de Cholula. Revista Mexicana de Trasplante, Núm. 2 Mayo - Agosto 64-73.

Dosal, R. (2000). Trasplante de Córnea. Revista del Hospital Juárez de México, 67 (3): 139-143.

Fernández Lisa, C. (2020). Bancos de ojos o bancos de córneas: porque son importantes. Unidad de Córnea y Cristalino, Instituto Oftalmológico Fernández - Vega España.

GCCDSR, G. C. (2015). Factors associated with corneal graft survival in the cornea donor study. JAMA Ophthalmol, 133 (3) 246-254.

Gonzales Pérez, M. E. (2012). El trasplante de córnea en México. Antecedentes Históricos. Revista Mexicana de Oftalmología, Vol. 84 Núm. 4.

Grabska Liberek, E. A. (2003). The importance of various factors relating to the morphological quality of corneas used for PKP by the Warsaw Eye Bank. Ann Trasplant, 2003, 8 (2): 26-31.

Gutiérrez Salina, J. E. (2005). Historia del trasplante de córneas y los medios para su preservación. Med Int, 21-380-5.

IMSS, I. M. (2011). Guía de Práctica Clínica. Queratoplastia penetrante. Secretaria de Salud, Publicado por IMSS.

Insausti García, A. (2015). La córnea. Oftalmología Online.

Krohn, J. E. (2005). The influence of donor age and cause of death on corneal endothelial cell density. Acta Opthalmolol Scand, Dec; 83 (6): 746 - 50.

Latarjet Michel, A. R. (2019). Anatomía Humana 5° ed Tomo 1. Médica Panamericana, Barcelona.

Lavado Landeo, L. (1959). Cirugía IV oftalmología. Universidad Nacional de San Marcos (Lima), Facultad de Medicina Escuela Académico Profesional de Medicina Humana.

León Domínguez, M. E. (2020). Importancia del recuento de la densidad celular endotelial en el tejido corneal con fines de trasplante en Bancos de Ojos. Hospital General de Cholula. Revista Mexicana de Trasplantes, Vol. 9 Núm. 2 64-73.

Machorro, F. (2018). Pérdida celular endotelial corneal asociada a facoemulsificación y experiencia del oftalmólogo: Análisis prospectivo de datos secundarios individuales. Revista Médica Revisada por Pares.

Manea, G. (2011). Specular microscopy and clinical correlations. Oftalmología, 87, 148-151.

Mohamed, A. E. (2016). Outcome of transplanted donor corneas with more than 6 of death to preservation time. Indian J Ophthalmol, Sep. 64 (9): 635-638.

Molina Rey, D. E. (2005). Evaluación por décadas de edad del comportamiento de las células endoteliales corneales en población mexicana. Revista Mexicana de Oftalmología, Vol. 79 (2), 93-100.

Mondragón, O. (2019). Efecto del tiempo transcurrido desde la muerte hasta la procuración del botón corneal sobre la densidad de las células endoteliales. Universidad Autónoma Metropolitana.

Moore Keith L, A. F. (2022). Anatomía con Orientación Clínica 9° Ed. Wolters Kluwer, Philadelphia.

Mora, F. (2001). Programa de Acción. Trasplantes, Primera Ed. Secretaría de Salud, México.

Navarro, M. (2016). Obtención de tejido corneal para queratoplastia. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 91: 491-500.

Netter, F. H. (2019). Atlas de Anatomía Humana 7° Ed. Elsevier Inc. Barcelona.

Pando Ferrer, R. E. (2020). Características de la córnea donante mediante microscopía endotelial. Revista Cubana de Oftalmología, V. 33 No 1 Ciudad de la Habana ene - mar 2020.

Pizarro-Barrera. (2007). Reproductividad de la microscopía especular de no contacto de acuerdo con el número de células evaluadas. Rev Mex Oftalmología, 87, 148-151.

Ramos Bispo, C. E. (2016). La donación de órganos: una perspectiva de los estudiantes de enfermería. Rev Bioética, 24(2) 386-94.

Salud, M. d. (2012). Criterios de Selección de donantes de tejido corneal. Centro Único Coordinador de Ablación e Implante de la Provincia de Buenos Aires.

Sánchez, A. (2005). Trasplante de Corazón. Revista de Investigación Clínica, 344-349.

Secretaria de Salud. (2024). Ley General de Salud. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación 7 de Febrero de 1984 Texto Vigente.

Solano, A. (2016). Prevención y manejo de queratopatía por exposición en pacientes de cuidado intensivo. Repertorio de Medicina y Cirugía, 25: 146-150.

Tanure, R. E. (2012). Da disposição do corpo em vida. Autonomia privada e transplante de órgãos e tecidos “inter vivos”. Rev Direito Unifacs, (142) 1-17.

Techalotzi Cano, M. (2023). Donación Cadavérica de Tejido Corneal. Hospital General de Zona 20 "La Margarita".

Torres Estrada, A. (1947). Ciego durante 42 años curado por queratoplastia. Hospital de Oftalmología Nuestra Señora Luz, 169-173.

Torres Estrada, A. E. (1942). Algunos trabajos de queratoplastia. Hospital de Oftalmología Nuestra Señora Luz, 33-46.

Vaughan, A. y. (2012). Oftalmología general 18 Ed. The McGraw-Hill.

Vázquez, A. (2011). Queratoplastia penetrante. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2-48.

Verdiguel Karla, E. A. (2014). Calidad de tejido corneal procurado por personal médico no oftalmólogo capacitado. Revista IMSS, vol. 54, núm. 6, pp. 688-695, 2016.

Verdiguel, K. (2019). Procuración de Tejido Corneal con Fines de Trasplante. *Asociación Mexicana de Banco de Tejidos Oculares, CENATRA*, 3-40.

Wallentin, R. (1977). Historia de los bancos de ojos en México. *Sociedad Mexicana de Oftalmología*, 169-173.

Zirm, E. (1906). Eine erfolgreiche totale Keratoplastik. Graefes Archiv für Ophthalmologie. *64*, 580-593.