

REAL ACADEMIA DE MEDICINA DE SALAMANCA

**EL TRASPLANTE DE CÓRNEA:
Un itinerario desde la utopía
al pragmatismo en la cirugía ocular**

DISCURSO
para la recepción del Académico Electo
ILMO. DR. D. EMILIANO HERNÁNDEZ GALILEA

y contestación del
Excmo. Dr. D. Francisco Lozano Sánchez
Presidente de la Real Academia
de Medicina de Salamanca



SALAMANCA, 2025

Printed in Spain. Impreso en España
Depósito legal: S 343-2025

NUEVA GRAFICESA
Avda. de la Aldehuela, 80
37003 Salamanca

ÍNDICE

Agradecimientos	9
Preámbulo	13
Introducción. Sistema óptico ocular: visión y luz	19
La cornea como estructura biológica transparente	25
Patología de la córnea.....	35
Recorrido histórico del trasplante corneal	43
Técnicas quirúrgicas actuales y retos futuros	75
Epílogo	83
Referencias bibliografía	85
Discurso de contestación del Excmo. Dr. D. Francisco Lozano Sánchez.....	95

AGRADECIMIENTOS

Excmo. Rector Magnífico
Excmo. Sr. Presidente;
Excmas. e Ilmas. Autoridades;
Muy Ilmas. e Ilmos. Sras. y Sres. Académicos;
Queridos compañeros y amigos;
Señoras y Señores.

Es un honor subir a este estrado para cumplir el mandato establecido en los estatutos de la Real Academia de Medicina de Salamanca y llevar a cabo la lectura del discurso para la admisión como académico, que he titulado: “El trasplante de córnea: un itinerario desde la utopía al pragmatismo en la cirugía ocular”.

La conducción del académico entrante, acompañado por dos académicos hasta el paraninfo que está prevista en el protocolo y que acabamos de ejecutar, me sirve como imagen alegórica para la reflexión inicial que quiero compartir, pues este rito solemne podría muy bien prefigurar el recorrido realizado en la vida profesional.

Soy consciente de que llegar hasta aquí no es fruto de un camino hecho en solitario, sino que es más bien, y, sobre todo, el final de una etapa que he realizado siempre acompañado. Acompañado por muchas personas que me dieron su apoyo y colaboración y a las que no es posible citar ahora individualmente, pero a las que considero también receptoras de esta distinción y que forman o han formado parte tanto del Servicio de Oftalmología del Hospital Universitario de Salamanca, como del claustro de la Facultad de Medicina, así como del Grupo de Investigación de plasticidad y regeneración del sistema visual del instituto de investigación Biomédica de Salamanca, IBSAL. A todas ellas deseo hoy representar como muestra de mi gratitud.

También a otros compañeros profesores de diferentes facultades de la Universidad, así como a colegas oftalmólogos e investigadores de hospitales e institutos españoles y extranjeros donde siempre fui bien acogido y ayudado con generosidad y a los que también quiero hacer destinatarios de este reconocimiento.

Mi agradecimiento va dirigido así mismo, a todos los académicos que forman parte de esta Real Academia entre los que se encuentran muchos admirados profesores de los que recibí un extraordinario magisterio como estudiante de medicina.

Quisiera expresar mi especial gratitud a los académicos que apadrinaron con su aval mi candidatura a esta institución, los profesores Gómez Alonso y Martín

Luengo, así como al profesor Lozano Sánchez, presidente de esta Real Academia, quien además aceptó amablemente responder a este discurso de ingreso.

Al profesor Lozano Sánchez me une una larga amistad forjada desde la estrecha colaboración que mantuvimos mientras él asumió la Dirección del Departamento de Cirugía y yo ejercí como secretario. Comprobé no solo sus dotes de buen gestor, sino también su dedicación apasionada a la cirugía vascular, sus facultades profesionales y humanas. Con su ejemplo me mostró los comportamientos y virtudes de un buen médico.

Resulta obligado referirme también en este preámbulo, aunque no pueda hacerlo con la extensión que se merecen, a los dos académicos que me precedieron en esta plaza, máxime cuando me unió a ambos una cercanía muy particular. El primero de ellos, el Doctor Emiliano Hernández Benito, oftalmólogo salmantino con una larga y prestigiosa trayectoria profesional con amplia formación quirúrgica ocular, adquirida en centros extranjeros, algo inusual para su época y pionero del trasplante de córnea, profesor adjunto de Oftalmología de la Universidad de Salamanca y jefe de servicio del Hospital Virgen de la Vega. Ingresó en esta Real Academia de Medicina en 1975 con el discurso titulado: “El oficio de oculista en España. Pasado y presente”. Junto a mi padre, aprendí no solamente los elementos fundamentales de la profesión y de la cirugía

ocular, sino que me inculcó la dedicación y el desvelo constante por los pacientes.

En esta plaza le siguió el profesor José María Barahona Hortelano, distinguido Catedrático de Oftalmología de la Universidad de Salamanca, presidente fundador de la Sociedad Española de Cirugía Ocular Implanto Refractiva. Ingresó en 2002 en esta Real Academia. Hace dos años esta corporación dedicó una sesión necrológica en su honor, y en ella tuve la ocasión participar como discípulo. Las cualidades docentes e investigadoras del profesor Barahona me hicieron descubrir la vocación a la que he dedicado mi vida profesional.

Finalmente desearía rendir un sentido homenaje al Profesor Luis Sánchez Granjel, presidente que fue de esta Real Academia y gran impulsor de la misma, a la que aportó su saber de gran médico humanista y de célebre historiador de la medicina, de quien pude recibir sus excelentes clases magistrales durante la carrera de Medicina, pero además tuve la fortuna de disfrutar de una relación casi familiar por la larga y gran amistad que me une a su hijo Gerardo.

PREÁMBULO

La pérdida de la visión ha representado en todo tiempo una de las experiencias humanas más desoladoras y limitantes, que sume al individuo en una frustración no solo física sino emocional. Esta percepción que transmiten a diario los pacientes en la consulta es para el médico oftalmólogo no solo un reto intelectual y clínico sino un compromiso ético que le lleva a implicarse en el sufrimiento y en el anhelo de curación.

La concepción de restituir la función visual mediante un trasplante, al sustituir una estructura patológica por otra sana es tan antiguo como la propia Medicina. El ojo como órgano de gran precisión y vital importancia, ha sido durante siglos objeto de gran fascinación, tanto por su capacidad de otorgar el sentido de la visión como por el temor que genera la posibilidad de perderla.

Durante generaciones se ha alimentado la creencia de que el globo ocular sería un órgano que, algún día, podría ser reemplazado mediante un procedimiento quirúrgico. Aunque esta idea continúa siendo una

ficción, el trasplante de una estructura ocular muy especializada como la córnea ha llegado a convertir este sueño inalcanzable en una realidad parcial, al punto de que el trasplante de córnea es, en la actualidad, una práctica común en la cirugía ocular.

La queratoplastia se ha consolidado como una de las intervenciones de más éxito en el ámbito del trasplante de tejidos. Se trata, de hecho, del trasplante de tejido más realizado a nivel mundial, con una estimación aproximada de 180.000 procedimientos anuales. Los avances en el diagnóstico precoz y el acceso oportuno a la atención oftalmológica han modificado de forma sustancial el abordaje terapéutico: patologías que anteriormente solo eran candidatas a trasplante en estadios terminales, hoy pueden ser tratadas en fases más tempranas, con mayores tasas de éxito funcional y menor riesgo de complicaciones.

El desarrollo de la queratoplastia, aunque relativamente reciente en términos históricos —con apenas dos siglos de evolución formal—, representa una de las trayectorias más apasionantes de la medicina moderna. Su progreso ha estado marcado por una secuencia de hipótesis audaces, experimentación en modelos animales, ensayos en humanos, logros destacados, pero también fracasos aleccionadores. Todo ello ha contribuido a transformar lo que durante mucho tiempo fue una aspiración irrealizable en una interven-

ción quirúrgica segura y eficaz, capaz de devolver la visión a miles de personas cada año.

En este contexto, el modelo español de coordinación y gestión de trasplantes merece una mención especial por su eficacia y consistencia. Bajo la dirección de la Organización Nacional de Trasplantes (ONT), España se ha mantenido como líder mundial en donación y trasplante durante más de tres décadas, superando de forma sostenida los 50 donantes por millón de población. La Organización Nacional de Trasplantes ha consolidado una red nacional integrada que conecta en tiempo real los centros de extracción y trasplante de órganos y tejidos. Este sistema no solo ha demostrado una elevada capacidad técnica y organizativa, sino que también se apoya en un fuerte respaldo social a la donación, favorecido por la confianza generalizada en el sistema sanitario público y por un trasfondo sociocultural en el que la donación es percibida como un acto solidario y éticamente positivo.

Sin embargo, esta realidad contrasta de forma drástica con el panorama global. España constituye una excepción dentro de un escenario internacional marcado por un déficit estructural crónico de tejido corneal. Se estima que, por cada 70 personas que necesitan un trasplante de córnea, solo una logra acceder a él. En términos epidemiológicos, esto representa alrededor de 10 millones de personas en el mundo afectadas por

ceguera corneal, potencialmente reversible, sin posibilidad real de recibir un injerto.

Las enfermedades corneales se consideran actualmente la segunda causa de ceguera a nivel mundial, solo por detrás del glaucoma. Cada año, más de un millón de personas presentan una indicación clara de queratoplastia, lo que genera una demanda creciente que los sistemas de salud no logran cubrir. A esta presión asistencial se añade un reto clínico adicional: la tasa no despreciable de fallo de injertos, que obliga a realizar queratoplastias de repetición — segundas e incluso terceras — en un número significativo de pacientes. Este fenómeno, si bien esperado dentro del curso natural de los injertos, incrementa de manera exponencial la demanda global de tejido corneal viable.

En consecuencia, el éxito técnico y organizativo del trasplante corneal coexiste hoy con un desafío estructural, clínico y ético de primer orden. Esta situación exige la exploración decidida de estrategias complementarias como la expansión de los programas de donación, el perfeccionamiento de los sistemas de distribución, y el desarrollo de alternativas como las córneas artificiales o las queratoprótesis, capaces de ofrecer soluciones allí donde los recursos convencionales no alcanzan.

A lo largo de este discurso, intentaré recorrer la evolución histórica de este procedimiento quirúrgico, los retos superados, pero también los desafíos que aún

enfrentamos pues el trasplante de córnea no solo constituye un éxito de la habilidad de los cirujanos o de la tecnología biomédica, sino que está incorporando cada vez con más protagonismo las sinergias y los logros de la terapia celular y de la medicina regenerativa.

La córnea ha sido desde mis primeros pasos en la oftalmología, centro de interés y objeto de estudio. Las primeras colaboraciones científicas y publicaciones, mi tesis doctoral —basada en un modelo experimental de cirugía refractiva y el estudio de los cambios ultraestructurales corneales—, hizo de esta estructura anatómica un hilo conductor de mi desarrollo académico, investigador y clínico.

Con los años, este interés se ha ampliado y enriquecido a través de proyectos de investigación colaborativos con biólogos, hematólogos y genetistas, abordando distintas patologías del segmento anterior. De esta forma se ha conformado dentro de la Universidad de Salamanca y en estrecha colaboración con el Hospital Universitario y los institutos de Investigación INCYL e IBSAL, un grupo multidisciplinar pionero en el desarrollo y aplicación de células madre mesenquimales como terapia en modelos experimentales de patologías corneales como la enfermedad injerto contra huésped, abriendo nuevas vías terapéuticas que ha consolidado el liderazgo internacional de nuestro grupo en este campo. A esta vertiente investigadora se ha unido mi actividad asistencial diaria, que me ha permitido seguir a pacientes con enfermedades

corneales y participar en su tratamiento quirúrgico en algunos de ellos mediante un trasplante de córnea.

INTRODUCCIÓN

SISTEMA ÓPTICO OCULAR: VISIÓN Y LUZ

La percepción visual es un proceso neurosensorial complejo que se compone de diversos mecanismos biológicos altamente especializados con múltiples fases funcionales dentro del sistema visual. Su objeto principal es captar, procesar e interpretar la información luminosa del entorno. Este mecanismo se inicia cuando la luz penetra en el ojo y atraviesa diversas estructuras o medios transparentes — como son la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo — para llegar a la retina. Allí gracias a la acción de millones de fotorreceptores y los pigmentos sensibles a la luz que estos presentan, se transforman en impulso nervioso al absorber los fotones que van a provocar cambios bioquímicos induciendo una despolarización celular conocida como fototransducción, que transforma la energía luminosa en potenciales de acción propios de un estímulo nervioso que inicia un recorrido por las diversas neuronas que componen el nervio óptico y su prolongación en la vía óptica hasta llegar al cerebro. Ahí ocurre la última etapa, en el córtex primario localizado en el lóbulo occipital y en las

áreas asociativas adyacentes donde tiene lugar la interpretación consciente de las imágenes. Todo el sistema visual, lejos de ser pasivo, actúa como una interfaz dinámica y exploratoria, integrando aspectos motores, sensoriales y cognitivos.

En el discurso de apertura de curso de 1980 de esta Real Academia titulado “Reflexiones en torno a las Discapacidades Visuales”, Hernández Benito realizaba una analogía del sentido visual con el sentido del tacto afirmando que:

Miles de años han tenido que transcurrir, para llegar a lo que todavía es el principio del conocimiento del acto visual, pues las imágenes no llegan y se estampan en la retina y son transmitidas desde ella al cerebro. Cabe asegurar que, al mirar un objeto, es nuestro sistema visual el que sale hacia él, y como una parte de nuestro sistema táctil a distancia, aprehende, toca, se desliza por las superficies, pone los límites, aprecia los relieves y toma conocimiento del exterior de los objetos.

Hoy en día se asume que la percepción visual no solo consiste pues en captar imágenes, sino que moldea el conocimiento a partir de la experiencia perceptiva acumulada y desempeña un papel esencial en la concepción del mundo que nos rodea, la orientación espacial, la comunicación y la interacción con el medio.

La visión, entendida como la fase inicial del proceso perceptivo, depende directamente de la integridad funcional del globo ocular y sus anejos. Este es el ám-

bito central de estudio de la oftalmología y aunque esta especialidad aborda preferentemente enfermedades del segmento anterior y posterior del ojo, participa en el diagnóstico — y en algunos casos el tratamiento — de patologías que afectan estructuras neurológicas como el nervio óptico o la vía óptica.

El ojo actúa pues como parte absolutamente esencial del sentido de la visión y en él se describen diversas estructuras entre las que destaca un complejo sistema óptico denominado dioptrio ocular compuesto por estructuras transparentes que reciben y desvían la luz y logran enfocar las imágenes en el plano de la retina. La visión humana depende fundamentalmente de la luz, ya sea la fuente la luz solar emitida o fuentes artificiales reflejada por los objetos.

El físico holandés Van Heel inicia su conocido libro titulado *¿Qué es la luz?* admitiendo que el propio enunciado parece una *pregunta bastante inocente*, y continúa admitiendo *que en verdad lo es, pero siempre que no se le haga a un físico y termina su sentencia afirmando que: después de todo cualquier profano en la materia sabe que la luz es lo que nos permite ver.*

En este caso un profano en la física como quien les habla, pero dedicado a las enfermedades de los ojos, siente colmada esta definición y me facilita introducir el concepto de sistema óptico ocular como aquel que modifica las propiedades fundamentales de la luz como es su velocidad. La luz al atravesar medios

trasparentes del ojo con una determinada curvatura y composición histológica como son la córnea y el cristalino cambia su velocidad produciéndose un efecto denominado refracción, esencial para que las imágenes se enfoquen correctamente en la retina.

El poder refractivo de un elemento óptico se cuantifica en dioptrías. La cornea es la estructura ocular con mayor poder refractivo alcanzando las 42,5 dioptrías en situación fisiológica. Esta capacidad refractiva se debe a que constituye un sistema óptico concavoconvexo con dos superficies activas: una superficie anterior altamente convergente, con un poder refractivo aproximado de 48,5 dioptrías positivas, y una superficie posterior levemente divergente, con 6,0 dioptrías negativas. Esta diferencia de poder dióptrico entre ambas superficies no solo se debe a su curvatura, sino principalmente a la relación entre los índices de refracción de los medios adyacentes. La superficie anterior de la córnea separa el aire con índice de refracción de 1 del tejido corneal con un índice de 1,33, generando una gran diferencia de densidad óptica y, por ende, una fuerte refracción. En contraste, la superficie posterior limita con el humor acuoso, cuyo índice de 1,32 muy similar al de la córnea, lo que reduce significativamente su poder refractivo. Esta configuración hace que la mayor parte del poder dióptrico del ojo humano recaiga sobre la cara anterior de la córnea.

Hoy en día disponemos de equipos de diagnóstico por imagen basado en la evaluación tridimensional del segmento anterior del ojo mediante la captura automática de múltiples cortes ópticos que genera una reconstrucción completa de la córnea, cámara anterior, iris y cristalino. Estos dispositivos permiten obtener mapas topográficos, paquimétricos y tomográficos de alta precisión, proporcionando datos esenciales de la curvatura corneal anterior y posterior. Su uso es fundamental en la planificación de cirugía refractiva, el diagnóstico precoz de ectasias corneales, la valoración pre y postoperatoria en trasplantes de córnea, y en el seguimiento de enfermedades del segmento anterior.

LA CORNEA COMO ESTRUCTURA BIOLÓGICA TRASPARENTE

Pero la cornea no solo actúa como la lente más potente del ojo, sino que también forma parte esencial del armazón estructural del globo ocular. Esta dualidad funcional —óptica y mecánica— exige una combinación singular de propiedades anatómicas y fisiológicas que aseguren un máximo de transparencia para permitir la correcta transmisión y refracción de la luz y a su vez una estructura biomecánica que permite mantener la forma esférica del ojo, de tal manera que las exigencias mecánicas y ópticas van a convivir en una sola arquitectura biológica.

Esta propiedad dual determina su estructura anatómica en forma de cúpula delgada, sin irrigación sanguínea, organizada en diferentes capas en la que cada una participa en garantizar tanto la transparencia como la integridad estructural.

La capa más externa se compone de un epitelio poliestratificado en íntimo contacto externo con la película lagrimal. Esta película precorneal resulta esencial para proteger y nutrir a la córnea pero además

consigue una superficie anterior extremadamente lisa, absolutamente determinante para una buena agudeza visual.

En esta capa epitelial más externa de la córnea de aproximadamente 50 micras de espesor, compuesta por cinco a seis estratos celulares organizados de forma diferenciada según su localización. Desde la capa basal, constituida por células cilíndricas con alta actividad mitótica, hasta la superficie, donde predominan células escamosas planas, el epitelio da muestra de la transformación morfológica progresiva y renovación continua en un ciclo aproximado de siete días y que resulta un proceso que va a depender de nichos de células progenitoras localizados en el limbo esclerocorneal.

Su arquitectura está reforzada por un entramado complejo de uniones intercelulares y la presencia de microvellosidades apicales, que no solo consolidan la función de barrera frente a agresiones físicas, químicas y microbianas, sino que también facilitan la adherencia y distribución uniforme de la película lagrimal. En la base del epitelio, complejos de adhesión aseguran la firme unión de las células a la membrana basal, proporcionando resistencia frente a la fricción generada por el parpadeo y el entorno.

La integridad de esta capa epitelial es fundamental no sólo para mantener una superficie ocular óptica-

mente funcional, sino también para reducir el riesgo de infección previniendo de la invasión de patógenos.

Inmediatamente por debajo del epitelio se distingue la membrana descrita por Bowman, una lámina acelular de colágeno densamente compactado, con un grosor que oscila entre 8 y 12 micras. Aunque su función específica aún se encuentra en discusión, se le atribuye un papel de la estabilidad biomecánica y protección estructural.

Por debajo de ella se sitúa el estroma corneal, que constituye aproximadamente el 90% del espesor total de la córnea. En la región central, alcanza un grosor de alrededor de 500 micras, y está formado por más de 200 láminas paralelas de colágeno tipo I y V, ordenadas con una regularidad nanométrica que minimiza la dispersión de la luz, permitiendo así una transparencia óptica eficiente, indispensable para la correcta refracción de la imagen hacia la retina.

Intercalada entre estas fibras colágenas se encuentra una matriz extracelular rica en glicosaminoglicanos, moléculas altamente hidrofílicas que juegan un papel esencial en el mantenimiento de la organización estructural del estroma conservando el espaciamiento regular nanométrico de las fibras de colágeno. En condiciones patológicas, el incremento del contenido hídrico en esta matriz conduce al desarrollo de un edema estromal, acompañado de engrosamiento corneal y una pérdida progresiva de su transparencia.

El estroma presenta una baja densidad celular, poblado principalmente por fibroblastos modificados denominado queratocitos y que participan activamente en los procesos de síntesis y remodelación de la matriz extracelular, especialmente en respuesta a lesiones corneales.

En las capas más profundas del estroma corneal se ha identificado, en años recientes, una estructura bien definida que ha sido denominada capa de Dua. Fue descrita por primera vez en 2013 por el profesor Har-minder Singh Dua, oftalmólogo de la Universidad de Nottingham. Este hallazgo ha sido posible gracias al perfeccionamiento de las técnicas modernas de queratoplastia lamelar, particularmente aquellas que implican la inyección de aire en el estroma profundo, procedimiento quirúrgico que va a generar un plano de clivaje y permite observar un desprendimiento nítido entre esta novedosa capa y la tradicionalmente conocida membrana de Descemet, descrita desde hace siglos en la anatomía ocular clásica.

La capa más interna de la córnea: el endotelio corneal, conformada por una monocapa de células hexagonales en contacto directo con el humor acuoso, desempeña un papel esencial en la fisiología corneal. Su función principal es regular el grado de hidratación del estroma corneal, no solo como una barrera pasiva, sino, de forma determinante, a través de un mecanismo activo de transporte de fluidos. Este proceso se

lleva a cabo mediante un complejo sistema de bombas iónicas, que permiten extraer el exceso de líquido del estroma y así mantener la transparencia de la córnea.

Cabe destacar que las células endoteliales corneales, altamente especializadas y dependientes de un metabolismo aeróbico eficiente, carecen de capacidad regenerativa. Ante la pérdida celular, el tejido compensa mediante un aumento del tamaño celular denominado polimegatismo, cubriendo así la superficie retrocorneal. Sin embargo, cuando su densidad desciende por debajo del umbral crítico —aproximadamente entre 400 y 600 células por milímetro cuadrado—, el endotelio pierde su capacidad de bombeo, lo que conduce al acúmulo de fluido en el estroma, desencadenando un edema corneal y generando lo que conocemos en patología corneal como queratopatía bullosa al propiciar la aparición de vesículas en la capa epitelial superficial y que origina visión borrosa que evoluciona a una disminución severa de la agudeza visual.

Inicialmente, la transparencia corneal se atribuyó exclusivamente a su homogeneidad estructural, la ausencia de vasos sanguíneos y su baja densidad celular.

Cuando una radiación electromagnética como la luz visible incide sobre cualquier medio, puede atravesarlo sin modificación, refractarse, reflejarse, absorberse o dispersarse. En la córnea, todos estos fenómenos coexisten en mayor o menor grado. Sin embargo, mientras que la reflexión y la refracción pueden

predecirse mediante las leyes de la óptica geométrica, el comportamiento de la luz dentro del tejido corneal desafiaba una comprensión simplista.

Esta motivación llevó a David Myer Maurice, destacado fisiólogo ocular británico a preguntarse ¿por qué la córnea es transparente, a diferencia de otros tejidos compuestos también por colágeno y en su mayoría prácticamente opacos? Y así en 1957 publica un decisivo artículo sobre de la estructura y transparencia de la córnea y formulando un modelo revolucionario que explica la transparencia corneal a través de la organización nanométrica del colágeno y el principio de interferencia destructiva de la luz dispersada. Esta contribución sigue siendo fundamental en la fisiología ocular moderna mostrando que la clave de la transparencia radica en la ordenación regular de las fibrillas de colágeno en el estroma y en la interferencia de la luz dispersada por estas estructuras, lo que minimiza la pérdida de transmisión lumínica.

Un elemento igualmente decisivo en la fisiología corneal y en la transparencia es su avascularidad. La ausencia de vasos sanguíneos en este tejido es una característica anatómica distintiva, compartida únicamente con estructuras como el cristalino. Esta condición no es el resultado de una simple carencia estructural, sino de un equilibrio activo de señales moleculares que inhiben la angiogénesis. La organización compacta del colágeno estromal y las membranas de Bowman y

Descemet proporcionan una barrera física frente a la invasión vascular, pero también el microambiente corneal mantiene un estado de *inmunoprivilegio* caracterizado por la baja expresión de antígenos HLA y la producción de mediadores antiinflamatorios como interferones y factores de crecimiento como el TGF- β .

La avascularidad corneal, además de ser un requisito indispensable para preservar la transparencia óptica, constituye uno de los fundamentos de su condición de tejido con inmunoprivilegio. La ausencia de vasos sanguíneos y linfáticos limita la llegada de células inmunocompetentes y la exposición del tejido a la vigilancia del sistema inmune sistémico, lo que reduce de manera significativa la intensidad de la respuesta aloinmune. Este microambiente se refuerza mediante otros mecanismos, como la baja expresión de antígenos del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC), la producción local de citoquinas inmunosupresoras —entre ellas el TGF- β — y la presencia de células reguladoras que modulan la inflamación.

Gracias a estas condiciones, la córnea trasplantada presenta una tasa de aceptación considerablemente superior a la de otros órganos sólidos vascularizados, y no requiere en la práctica clínica rutinaria un tipaje HLA exhaustivo ni un apareamiento estricto entre donante y receptor. El éxito de la queratoplastia se debe, en gran medida, a este entorno inmunológico singular. Sin embargo, cuando la córnea pierde su avascularidad

—como ocurre en casos de neovascularización corneal— se incrementa de forma drástica el riesgo de rechazo inmunológico, asemejándose su comportamiento al de un injerto vascularizado. Por ello, preservar la avascularidad y, con ella, el inmunoprivilegio corneal, es un objetivo crítico en la prevención y el manejo de complicaciones postrasplante.

La nutrición y oxigenación de la córnea se realizan por tanto de forma alternativa al aporte vascular, a través de la película lagrimal, el humor acuoso y, en menor medida, por difusión desde la red vascular del limbo esclerocorneal que rodea la córnea, como región de transición entre la esclerótica y la propia cornea.

La pérdida de esta condición de avascularidad, mediante procesos patológicos de neovascularización corneal, representa un estado de relevancia clínica y que puede producirse como respuesta a inflamación crónica, infecciones, traumatismos o alteraciones inmunológicas que conllevan consecuencias funcionales y terapéuticas significativas. En el contexto de trasplante corneal, la presencia de vasos en el lecho receptor incrementa de manera considerable el riesgo de rechazo inmunológico, disminuye la tasa de supervivencia del injerto y aumenta la complejidad quirúrgica.

La córnea, por su exposición directa al ambiente, requiere de un sistema de protección anatómico y fisiológico altamente especializado. La primera línea de protección es la película lagrimal, que no sólo lubrica,

sino que nutre, oxigena y protege contra infecciones. Su estructura trilaminar (lípidos, agua y mucina) garantiza una superficie óptica estable y funcional. Las alteraciones de esta película están causadas por patologías tan frecuentes como el síndrome de ojo seco, con impacto clínico muy significativo.

La inervación corneal, derivada del nervio trigémino, es una parte fundamental de este sistema protector. Esta inervación extraordinariamente densa hace que la córnea alcance una sensibilidad hasta 400 veces superior a la piel. Esta sensibilidad desencadena el reflejo lagrimal y cumple funciones neurotróficas esenciales para la reparación del epitelio.

La conjuntiva resulta otro componente vital de este sistema y complementa a la córnea aportando inmunovigilancia y contribuyendo a la película lagrimal mediante una secreción mucosa. Por su parte, los párpados y las glándulas de Meibomio colaboran con el mantenimiento de la película lipídica y la distribución uniforme de las lágrimas en cada parpadeo. Finalmente, la glándula lagrimal principal produce el componente acuoso de la película lagrimal.

Así pues esta exposición constante y directa de la córnea al entorno exige de estos mecanismos de protección que le proporcionan tanto los anejos oculares como la inervación sensitiva y que contribuyen al equilibrio de la unidad funcional que constituye un sistema plenamente reconocido y estudiado actualmente como es

la superficie ocular cuya disfunción puede comprometer no sólo la salud corneal, sino el éxito de intervenciones quirúrgicas oftalmológicas como la cirugía de la catarata o el trasplante de córnea.

La córnea pues no representa solamente una ventana transparente al mundo, sino que se conforma como un ecosistema biológico altamente especializado aunque fisiológicamente más sencillo si lo comparamos con estructuras del sistema visual como la retina pero que sin embargo explorarla y conocerla en profundidad no solo es fundamental para la práctica clínica oftalmológica, sino también para comprender como las enfermedades corneales interaccionan de forma esencial en la función visual y estar en disposición de proponer las alternativas terapéuticas que correspondan en cada caso.

PATOLOGÍA DE LA CORNEA

La patología corneal representa un campo fundamental dentro de la oftalmología, tanto por su prevalencia dentro de la patología ocular, como por su impacto directo e inmediato en la función visual. La córnea, como hemos descrito es una estructura altamente especializada y su integridad y vitalidad celular son esenciales para conseguir una visión óptima.

Sin embargo, su posición anatómica adelantada y en contacto con el entorno la hace especialmente vulnerable a partículas en suspensión en el aire, microorganismos, radiación ultravioleta, cuerpos extraños, productos químicos. Pero de igual forma cualquier enfermedad de los párpados, pestañas, alteración de la película lagrimal pueden ser origen de un daño corneal. Está misma exposición la convierte en un blanco frecuente de lesiones tanto traumáticas como infecciosas, además de ser asiento de enfermedades sistémicas o alteraciones genéticas.

Una mínima opacidad corneal, una irregularidad en su curvatura o una pérdida celular endotelial, pueden ser suficientes para comprometer severamente la

visión. Cualquier alteración en la superficie corneal es percibida de inmediato por el paciente, ya sea como pérdida de nitidez, pero también como sintomatología inmediata debido a la profusión de inervación que antes aludíamos. La patología corneal aguda cursa con síntomas muy característicos como es el dolor ocular, la fotofobia, la sensación de cuerpo extraño o el espasmo palpebral.

Existe un amplio espectro de enfermedades corneales que no podemos exponer ni de forma resumida en este discurso. Hemos hecho sucinta alusión sobre todo de aquellas patologías que podrían beneficiarse de un trasplante de córnea. La sustitución de un tejido corneal patológico por un injerto sano ofrece, en muchas patologías, la posibilidad real de restaurar la función visual. Sin embargo, no todos los trasplantes conllevan la misma complejidad quirúrgica ni comparten el mismo riesgo evolutivo. Factores como la causa subyacente de la enfermedad, el estado de la superficie ocular, la presencia de neovascularización o la existencia de procesos inflamatorios o infecciosos activos pueden condicionar de forma determinante la evolución postoperatoria e incrementar el riesgo de complicaciones, entre ellas el rechazo del injerto.

Algunas alteraciones estructurales oculares presentes desde el nacimiento pueden requerir trasplante de córnea penetrante si afectan de forma significativa la transparencia central, como en la anomalía de Peters.

Las cirugías oculares en niños suponen en casi todos los casos un reto técnico y de manejo postoperatorio. Lo es mas en el caso de un trasplante corneal donde el seguimiento es largo y donde en muchos casos la adherencia al tratamiento resulta absolutamente esencial.

En la edad adulta, pueden aparecer enfermedades corneales de origen hereditario conocidas como distrofias corneales. Estas patologías, que suelen tener un carácter familiar, se clasifican según la capa de la córnea que afectan, y cada una de ellas puede requerir un enfoque quirúrgico distinto. Así, la elección de la técnica de trasplante —ya sea lamelar o penetrante— dependerá del estrato comprometido. Entre las distrofias, destacan por su frecuencia las que afectan al endotelio corneal, como la distrofia endotelial de Fuchs. No obstante, existen otras formas que comprometen el estroma o el epitelio corneal, y que también pueden llegar a precisar tratamiento quirúrgico según su evolución clínica.

Las ectasias corneales constituyen un grupo de enfermedades en las que se produce un adelgazamiento progresivo y una deformación estructural de la córnea. Su forma más conocida es el queratocono, que puede evolucionar desde alteraciones leves hasta casos avanzados con protrusión irregular, cicatrices estromales y, en situaciones extremas, incluso perforación corneal. Cuando esta deformación compromete el eje visual o se acompaña de pérdida estructural significativa, la

función visual se ve gravemente afectada. En estos estadios avanzados, el trasplante de córnea — principalmente en forma de queratoplastia lamelar anterior profunda (DALK), o queratoplastia penetrante si hay daño endotelial — se convierte en una de las indicaciones quirúrgicas más frecuentes y efectivas para restaurar la visión.

La córnea constituye una localización frecuente de infecciones, tanto de origen vírico como bacteriano, y de forma característica, es sede de infecciones amebianas, cuya prevalencia ha aumentado en relación con el incremento de portadores de lentes de contacto. Gran parte de las infecciones a nivel corneal, independientemente de su etiología, pueden evolucionar de forma agresiva, con riesgo elevado de perforación, incluso bajo tratamiento médico intensivo. En tales situaciones, cuando la progresión de la enfermedad conduce a una amenaza estructural para el ojo, el trasplante corneal se indica con finalidad téctónica. Habitualmente, se realiza una queratoplastia penetrante de urgencia — conocida como trasplante “en caliente” — cuyo propósito fundamental es eliminar el tejido infectado y preservar la integridad del globo ocular y, secundariamente, intentar recuperar la función visual.

El ojo seco es una de las patologías corneales más frecuentes en la práctica oftalmológica. Aunque suele percibirse como un problema menor, su fisiopatología es compleja y, en sus formas graves, puede afectar de

manera significativa a la superficie ocular y a la calidad de vida del paciente. Se origina por una disfunción de la película lagrimal, lo que expone la córnea a lesiones, inflamación crónica e incluso a la formación de úlceras persistentes. Estas formas severas, a menudo asociadas a enfermedades sistémicas como el síndrome de Sjögren o el penfigoide cicatricial ocular, requieren un manejo multidisciplinario enfocado tanto a la inflamación como a la restauración de la función lagrimal. Cuando un paciente con ojo seco severo requiere un trasplante corneal por otra causa, la evolución postoperatoria suele ser mucho más compleja y, en algunos casos, el procedimiento puede estar contraindicado —como ocurre en pacientes con enfermedad de injerto contra receptor tras trasplante de médula ósea—. Nuestra experiencia clínica en estos escenarios ha demostrado que la realización de un trasplante corneal en este contexto se asocia a un alto riesgo de complicaciones y a la necesidad de múltiples trasplantes sucesivos. Por ello, actualmente, reservamos el trasplante corneal en estos pacientes para situaciones muy seleccionadas y bajo criterios estrictos.

Las causticaciones y los traumatismos perforantes representan dos de las situaciones más graves dentro de la patología traumática de la córnea. Ambos procesos suponen una amenaza directa a la integridad ocular y, a menudo, exigen intervenciones quirúrgicas de urgencia.

Las quemaduras químicas, especialmente las provocadas por álcalis, desencadenan una destrucción rápida y profunda de los tejidos oculares, incluyendo la córnea, la conjuntiva y las estructuras adyacentes. Estas lesiones alteran la transparencia corneal, provocan cicatrices, neovascularización y, en muchos casos, conducen a una insuficiencia límbica. El trasplante corneal en estos casos se plantea habitualmente en fases avanzadas, una vez controlado el proceso inflamatorio y estabilizada la superficie ocular, y suele ir asociado a otros procedimientos como trasplante de células madre límbicas o el uso de membrana amniótica.

Con frecuencia, el abordaje de estos pacientes requiere múltiples intervenciones secuenciales y la aplicación de técnicas complejas, donde el trasplante convencional puede verse limitado, siendo necesario recurrir en ocasiones al empleo de queratoprótesis o incluso a procedimientos avanzados como la odontokeratoprótesis, que describiremos más adelante.

Los traumatismos perforantes de la córnea, por su parte, son una emergencia oftalmológica. La prioridad inicial es la reparación del globo ocular para preservar su integridad. En situaciones donde la lesión es extensa o la perforación genera pérdida tisular significativa, puede ser necesario un trasplante tectónico de urgencia, generalmente mediante queratoplastia penetrante. Posteriormente, tras la estabilización, puede conside-

rarse un segundo trasplante óptico si la función visual no se ha recuperado.

Ambos tipos de traumatismo se caracterizan por un manejo complejo, con un alto riesgo de complicaciones como el rechazo del injerto o la recurrencia de neovascularización, lo que exige un abordaje multidisciplinar y un seguimiento estrecho a largo plazo.

Estas situaciones representan un verdadero desafío para el cirujano de córnea. El resultado visual que pudiera parecer modesto desde un punto de vista clínico significa en muchos casos una mejora sustancial ya que es la única alternativa visual viable para un paciente que se enfrenta a una ceguera.

RECORRIDO HISTÓRICO DEL TRASPLANTE CORNEAL

La necesidad de abordar estos casos tan complejos ha impulsado durante décadas el desarrollo de técnicas quirúrgicas cada vez más refinadas. Por ello, antes de describir los procedimientos e indicaciones actuales del trasplante corneal, resulta esencial realizar un recorrido histórico que nos ayude a comprender cómo la evolución de esta cirugía ha transformado radicalmente el pronóstico de muchas patologías corneales, pasando de ser una intervención experimental para convertirse en una herramienta clave en la práctica oftalmológica moderna.

A lo largo de más de dos siglos, la historia de la queratoplastia ha estado marcada por un itinerario en el que se entrelazan hipótesis visionarias con éxitos destacados, pero también fracasos inevitables. Esta trayectoria, donde confluyen tanto la audacia de los primeros investigadores como la rigurosidad de la ciencia clínica moderna, merece ser recordada con espíritu de reconocimiento analizando sus principales hitos que no solo permite comprender la evolución de

la cirugía corneal, sino también rendir homenaje a aquellos profesionales cuya tenacidad y esfuerzo hicieron posible que la queratoplastia se consolidara como una de las grandes conquistas médicas del siglo XX.

Dentro de la mitología griega se encuentran las primeras alusiones al trasplante de órganos y se concibe más como una recreación mitológica que como una técnica médica. Pocas criaturas representan tan claramente la noción de ensamblaje de partes dispares del cuerpo como la Quimera. Descrita por primera vez en la *Ilíada* de Homero (siglo VIII a.C.), la Quimera aparecía como un monstruo híbrido, símbolo de lo imposible. El término “quimera” ha sido adoptado por la medicina moderna para designar a los organismos compuestos por células o tejidos de diferente origen genético. Los avances en biotecnología y trasplante celular han introducido esta terminología en los trasplantes experimentales (xenotrasplantes) en Investigación genética y terapia celular y en modelos animales con células humanas, usados en investigación biomédica. También en el lenguaje común, ha llegado a significar una ilusión o fantasía inalcanzable.

En la tradición cristiana, los Santos Cosme y Damián ocupan un lugar destacado como patronos de los médicos y cirujanos. Estos hermanos gemelos, nacidos en Arabia en el siglo III d.C., fueron conocidos tanto por su pericia médica como por su compromiso religioso. Practicaban la medicina sin aceptar compen-

sación económica, lo que les valió el apelativo de (“Anárgyroi” Ἀνάργυροι) “los sin plata”, símbolo de su desinterés material y de su entrega al servicio de los enfermos.

Su fama trascendió las fronteras del Imperio Romano gracias a la combinación de curaciones milagrosas y su martirio durante las persecuciones cristianas bajo el emperador Diocleciano. La tradición les atribuye múltiples intervenciones extraordinarias, entre ellas, uno de los primeros relatos apócrifos relacionados con el trasplante de una pierna en una gangrena y cuya escena inspiró de forma recurrente el arte sacro medieval europeo, reflejando la unión entre fe, medicina y milagro.

En el caso del trasplante corneal se vincula la primera alusión a la figura de Galeno (130–200 d.C.), considerado el padre de la fisiología experimental. Aunque no hay evidencia de que hubiera realizado trasplantes, Galeno propuso la abrasión corneal — un procedimiento precursor de la queratectomía superficial — como método para devolver la transparencia a la córnea opaca.

El tránsito hacia la teoría científica del trasplante corneal comienza propiamente en el siglo XVII gracias a las investigaciones pioneras del microbiólogo holandés Antonie van Leeuwenhoek, cuyas observaciones microscópicas sobre la córnea sentaron las bases para comprender su estructura y propiedades.

Un siglo después, se registra el primer intento teórico de diseñar una queratoprótesis. El cirujano francés Guillaume Pellier de Quengsy, en el contexto revolucionario de 1789, publicó la primera monografía dedicada íntegramente a la oftalmología. En ella propuso la idea de utilizar un material transparente para sustituir una córnea opaca, con el objetivo de restaurar la visión. Sugirió fijar un disco laminar de cristal transparente a un anillo de plata suturado a la esclerótica. Esta sería la primera aproximación a una queratoprótesis marcando el inicio de la reflexión científica sobre la posibilidad de trasplantar tejido ocular.

Poco después, en 1796, Erasmus Darwin —abuelo de Charles Darwin— propuso el uso de un trépano para extirpar un fragmento pequeño de la córnea, anticipando que esta podría cicatrizar formando una “cicatriz transparente”. En su obra *Zoonomía, o las leyes de la vida orgánica*, reflexionaba:

¿No podría un pequeño trozo de córnea ser extraído mediante un trépano del tamaño de un cabello grueso o una pluma de cuervo, y sanar luego dejando una cicatriz transparente?

El estudio y tratamiento de las enfermedades corneales recibió un impulso inesperado a comienzos del siglo XIX con la propagación del tracoma —también conocido como oftalmía egipcia—, una infección ocular que causaba ceguera al afectar en su evolución final a la córnea originando una opacidad completa. Este

brote epidémico afectó principalmente a soldados británicos y franceses que participaron en las campañas napoleónicas en Egipto (1798–1801), quienes trajeron la enfermedad a Europa al regresar del frente. La gravedad de la epidemia favoreció la consolidación de la oftalmología como la primera subespecialidad quirúrgica, y motivó la fundación del histórico Moorfields Eye Hospital en Londres en 1817.

Durante el siglo XIX, la investigación en trasplante de córnea comenzó a transitar desde la especulación teórica hacia los primeros ensayos experimentales. En 1813, el médico alemán Karl Himly propuso la posibilidad de utilizar córneas animales como sustituto de las córneas humanas afectadas por opacidades. Sin embargo, fue su discípulo Franz Reisinger quien, en 1818, realizó los primeros ensayos en animales — conejos y pollos —, desarrollando técnicas que incluían incisiones controladas y fijación del injerto mediante sutura. En su publicación de 1824, Reisinger acuñó el término queratoplastia, estableciendo las bases teóricas del procedimiento, a pesar de que sus resultados prácticos fueron insatisfactorios.

A lo largo de la década siguiente, otros investigadores como Mösser y Riecke (1823) intentaron reproducir estos experimentos, sin éxito. A pesar del escepticismo generalizado, la Facultad de Medicina de Múnich convocó en 1830 un premio para fomentar la investigación sobre el trasplante de córnea. En este

contexto, Johann Dieffenbach, profesor en la Universidad de Berlín, calificó la idea de reemplazar la córnea humana por un animal como “una de las fantasías más audaces”, aunque reconocía su potencial si alguna vez se lograba el éxito. A partir de entonces, Dieffenbach y otros, como Stilling (1833) y Drosselhausen (1834), realizaron intentos experimentales en diversas especies animales, sin lograr resultados favorables.

Otros investigadores, como el autor alemán Thomé (1834-1837), propusieron modificaciones técnicas, incluyendo el uso de cuchilletos especiales para obtener injertos con mayor precisión. Las técnicas fueron diversificándose con enfoques como la esclerectomía de Stilling y las incisiones controladas de Marcus (1841), quien además reflexionó sobre los principios quirúrgicos fundamentales para el éxito del injerto.

En paralelo, surgieron propuestas para optimizar la cirugía mediante la inmovilización ocular, como las de Strauch (1841). A partir de 1840, la técnica de queratoplastia lamelar comenzó a ser promovida como una alternativa más segura frente a la penetrante, destacando los trabajos de Von Walther, Mühlbauer (1839-1840) y Königshofer (1841), quienes exploraron diferentes métodos de fijación y sección de injertos.

A mediados del siglo XIX, se ensayaron distintas queratoprótesis artificiales. En 1856, Nussbaum diseñó implantes de vidrio y otros materiales, que, aunque inicialmente prometedores, terminaron fracasando por

infección o extrusión de los materiales. Intentos similares fueron realizados por Heusser (1860), Abate (1862), y Von Hippel (1877), este último utilizando modelos de vidrio y celulosa. La mayoría de estos dispositivos fueron rechazados o provocaron complicaciones severas.

El interés por la queratoplastia penetrante se renovó en la segunda mitad del siglo XIX. Feigin (1867) introdujo mejoras técnicas, aunque sus resultados fueron limitados. A partir de 1872, Henry Power destacó la importancia del uso de material humano fresco y reconoció las diferencias anatómicas entre la córnea humana y animal. En 1877, Power efectuó un injerto con anillo escleral humano, mientras que Sellerbeck (1878) y Wolfe (1879) continuaron sus estudios en la línea del homoinjerto, obteniendo algunos resultados alentadores.

Las innovaciones instrumentales llegaron de la mano de Arthur von Hippel, quien, desde 1886, perfeccionó el diseño del trépano quirúrgico y promovió la queratoplastia lamelar. Aunque Von Hippel defendía el uso de córnea animal y prefirió técnicas lamelares, su contribución al desarrollo instrumental fue clave para el progreso quirúrgico. Así el trépano circular desplazó progresivamente a los cuchilletos y los antiguos perforadores de corcho. Su introducción supuso un avance significativo, al permitir cortes más precisos y regulares, lo que contribuyó a reducir tanto

el riesgo de infecciones postoperatorias como las fugas de humor acuoso tras las intervenciones de espesor completo.

Hacia finales del siglo, se mantenía el debate entre aloinjerto y xenoinjerto. Von Hippel y sus seguidores impulsaban el uso de córneas animales y técnicas lamelares, mientras que Power y otros favorecían el empleo de tejido humano en procedimientos penetrantes. La ausencia de conocimientos inmunológicos hacía que estos pioneros del trasplante de córnea sólo pudieran basarse en la observación clínica.

Los ensayos continuaron con autores como Fox (1888), Wagenmann (1888) y Fuchs (1894), quienes, inspirados por las ideas de Von Hippel, realizaron queratoplastias lamelares heterólogas y experimentos sobre cicatrización y transparencia corneal. Aunque los resultados fueron variables, estos estudios consolidaron el campo de la queratoplastia experimental y sentaron las bases para el desarrollo futuro de la cirugía corneal.

Aunque persisten algunas controversias acerca de quién debe considerarse el verdadero iniciador de la queratoplastia penetrante humana, la mayoría de las fuentes coinciden en atribuir este logro a Eduard Zirm.

El año 1905 realiza el primer aloinjerto corneal con éxito en humanos, en Olmütz, cerca de Praga. El receptor fue Alois Glogar, un agricultor de 45 años que

había sufrido una causticación bilateral muy grave al limpiar un gallinero con cal viva. El donante fue un niño de 11 años que había perdido la visión de un ojo por un traumatismo penetrante y su globo ocular afecto fue enucleado utilizando la córnea para extraer dos injertos de 5 mm. La intervención se realizó bajo anestesia general con éter, con medidas de antisepsia a base de yodoformo. Los dos botones corneales donantes fueron fijados mediante suturas cruzadas superpuestas y fijadas a la conjuntiva.

Aunque el injerto del ojo derecho fracasó, el del ojo izquierdo logró mejorar la visión del paciente, alcanzando una agudeza visual de contar dedos, que se mantuvo en un seguimiento de dos años después del procedimiento. Zirm estableció una serie de principios fundamentales para la queratoplastia penetrante como la selección de córneas humanas jóvenes y sanas, el uso adecuado del trépano asociado a la protección del cristalino con eserina, medidas rigurosas de asepsia durante el procedimiento, fijación del injerto con suturas cruzadas y el cuidado postoperatorio con oclusión del globo ocular del bajo gases estériles.

Sin embargo, pese a este logro inicial, la queratoplastia penetrante no obtuvo una aceptación generalizada en las primeras décadas del siglo XX. Los cirujanos de la época mostraron mayor interés en las técnicas lamelares, consideradas por muchos más seguras y con mejores perspectivas clínicas.

Es evidente que la apertura de la cámara anterior con la pérdida de humor acuoso y la alteración de las estructuras del segmento anterior del ojo como el iris y el cristalino inducían un mayor número de complicaciones como la infección intraocular o el desarrollo de una catarata.

Durante el primer cuarto del siglo XX, la actividad más destacada en el campo del trasplante corneal se concentró en la Escuela de Praga, bajo la dirección de Elschmig, quien, en 1908, tras un exhaustivo análisis de la evolución y los avances de la queratoplastia, concluyó que la técnica lamelar representaba, en ese momento, la única vía viable para alcanzar cierto grado de transparencia en el injerto.

Ese mismo año, Plange realizó la primera autoqueratoplastia, al sustituir la córnea opaca y perforada de un ojo —dañada por una quemadura cáustica— mediante un injerto lamelar obtenido del ojo contralateral ciego, pero estructuralmente sano. El injerto permaneció transparente durante cinco años, demostrando el potencial de esta técnica en casos seleccionados.

También en 1908, Calderaro reportó dos casos de queratoplastia parcial penetrante, consiguiendo en ambos una mejoría visual modesta, alcanzando una agudeza de 1/10 y 1/20 respectivamente.

En 1909, Wiener describió sus estudios experimentales en conejos, donde practicó la excisión de un seg-

mento lamelar que comprendía la mitad externa de la córnea, observando una regeneración casi completa de las capas eliminadas, lo que fortalecía la idea de la capacidad regenerativa corneal.

Por su parte, Löhlein, en 1910, desarrolló una técnica experimental de queratoplastia lamelar parcial, que posteriormente aplicó en humanos. Su método consistía en implantar un injerto rectangular de 4 mm de ancho, abarcando de limbo a limbo, y conservando colgajos conjuntivales en ambos extremos para facilitar su fijación mediante suturas a la conjuntiva del receptor.

En 1911, Bonnefon y Lacoste aportaron los primeros estudios histológicos centrados en el proceso de cicatrización del injerto. Sostenían que la absorción del tejido implantado por el receptor era el desenlace habitual y que la regeneración epitelial jugaba un papel clave en la recuperación de la transparencia. Subrayaron, además, la importancia de mantener intacta la membrana de Descemet y de asegurar una asepsia rigurosa durante la cirugía. Experimentaron en conejos con injertos en forma de trapezoidal con base en el limbo esclerocorneal, aunque todos ellos evolucionaron hacia la opacificación. Con el tiempo, estos autores se inclinaron a favor de la queratectomía lamelar mas que hacia la queratoplastia penetrante de espesor total.

Ese mismo año, Magitot realizó experimentos en animales con trasplantes lamelares considerando también con mejor pronóstico que los penetrantes. Fue

uno de los primeros en subrayar la necesidad de emplear tejido homólogo para preservar la transparencia, estableciendo un paralelismo con la transfusión sanguínea e indicando que, así como un ser humano no puede recibir sangre de un animal, tampoco la córnea humana tolera tejidos de otras especies. Magitot atribuyó el rechazo al efecto de las citolisinas, que actuarían eliminando cualquier elemento extraño, aunque reconocía que las citolisinas derivadas de tejidos homólogos tendrían una acción más limitada, lo que explicaba la viabilidad del homoinjerto.

El hallazgo más significativo de Magitot se produjo en 1912, cuando propuso, por primera vez, la utilización de córneas cadavéricas preservadas, tras demostrar que podían mantenerse viables hasta dos semanas sumergidas en suero homólogo hemolizado a 5-6° C.

En 1912, Schimanowski describió cinco casos de queratoplastia total penetrante, extendiendo el injerto hasta la esclera e incluso recomendando la inclusión del iris en la incisión. Pero el resultado no fue bueno, cuatro de los ojos tratados evolucionaron hacia la atrofia ocular, aunque uno de ellos mantuvo la percepción de movimiento de mano. Un año después, Schimanowski obtuvo éxito al realizar un trasplante lamelar empleando un ojo humano enucleado, conservado durante diez días a baja temperatura.

Sin embargo, en 1914, es el propio Elschnig quien realiza la segunda queratoplastia parcial penetrante

con éxito en una joven de 16 años afectada por queratitis intersticial luética. Su discípulo Ascher, en 1919, publicó el seguimiento de este caso, informando que a los cinco años el injerto mantenía una transparencia aceptable y la paciente había conservado una visión superior al 50%. Este resultado alentador impulsó a la Clínica de Praga a ampliar su experiencia quirúrgica: entre 1908 y 1923, se llevaron a cabo 174 queratoplastias, tanto lamelares como penetrantes, utilizando mayoritariamente córneas de cadáver. Para estas intervenciones empleaban el trépano de Von Hippel, y distintas técnicas de fijación del injerto y tipos de anestias —incluyendo la tópica con cocaína, la retrobulbar y la aquinesia de Van Lint—, alcanzando una tasa de éxito global de un 22% de los casos.

Entre 1916 y 1931, el oftalmólogo e investigador español don Fermín Leoz Ortín (1888-1951), antepasado de una saga de oftalmólogos de los que hemos sido coetáneos, fue pionero en la investigación experimental sobre trasplante corneal. Realizó quereatectomías y trasplantes experimentales homólogos y heterólogos en ojos de animales y estudió histopatológicamente la regeneración nerviosa tras la queratoplastia, un aspecto poco explorado hasta entonces. Su interés se enfocó en comprender cómo las fibras nerviosas se comportaban después del injerto, empleando técnicas histopatológicas para analizar el crecimiento y la reinnervación corneal. Estas investigaciones ofrecieron un enfoque novedoso al considerar no solo la integración

anat6mica del injerto sino tambi6n su funcionalidad sensorial. Leoz establece la importancia de la reiner-vaci6n y de la buena coaptaci6n de los bordes del injerto con el lecho del receptor para el mantenimiento de la transparencia, as6 como de la estructura y la funci6n del tejido implantado. Concluye que los mejores resultados se obtienen en autotrasplantes, seguidos de los homotrasplantes y constata el fracaso sistem6tico de los heterotrasplantes.

En 1917, Walker llev6 a cabo trasplantes empleando las capas m6s superficiales de la c6rnea en animal de experimentaci6n, destacando la necesidad de preservar intacta la membrana de Descemet durante el procedimiento. Adem6s, propuso cubrir el injerto con un colgajo conjuntival durante las primeras 48 horas del postoperatorio, con el fin de favorecer su integraci6n y protecci6n. Seg6n sus observaciones, consideraba que la contaminaci6n del fondo de saco conjuntival constitu6a el principal factor responsable de los fracasos registrados en intentos anteriores de trasplante corneal.

Tambi6n en 1917, Lieto Vollaro, oftalm6logo italiano recordado por su visi6n innovadora respecto al abastecimiento de tejido corneal para trasplante proponiendo por primera vez la utilizaci6n de c6rneas provenientes de cad6veres adultos y anticip6ndose a la necesidad de resolver la escasez de tejido donante viable, un problema que limitaba y limita aun hoy en

día las posibilidades de la queratoplastia en la práctica clínica. Vollaró presentó en 1919 resultados preliminares de sus experiencias en trasplantes realizados con tejido cadavérico, subrayando la viabilidad del uso de córneas conservadas post-mortem y su potencial aplicación clínica.

Hasta ese momento, la mayoría de los intentos se realizaban con tejido de donantes vivos, generalmente ojos enucleados por razones médicas, lo que restringía enormemente la disponibilidad de corneas.

Aunque las técnicas de preservación y la comprensión inmunológica aún eran rudimentarias, sus trabajos abrieron la puerta al concepto moderno de bancos de ojos y conservación del tejido donante, una idea que décadas después sería perfeccionada por autores como Filatov y Richard Paton como expondremos más adelante.

En 1921, Burke presentó una técnica de queratoplastia penetrante total que consistía en preparar un injerto mediante la disección de un colgajo circular de 3 mm de conjuntiva en el ojo donante, seguida de una incisión con cuchillete en el limbo y la resección del resto de la córnea con tijeras. Aplicaba un procedimiento análogo en el ojo receptor, para luego fijar el injerto mediante suturas a la conjuntiva adyacente.

Los resultados de su técnica fueron variables: en un caso, el ojo mantuvo cierta capacidad visual y una

presión intraocular normal durante seis años, aunque finalmente evolucionó hacia la *ptisis bulbi*; en otro, a los cinco años, se observó percepción de luz, pero acompañado de un incremento tensional ocular.

Posteriormente, en 1925, Majewski propuso una modificación técnica consistente en la creación de un borde escalonado para el injerto, utilizando dos trépanos de diferente diámetro: uno mayor, de 4 mm, para cortar las capas más superficiales, y otro menor, de 3,5 mm, destinado a seccionar las capas profundas, con el objetivo de mejorar el ajuste del injerto y la congruencia de los bordes.

En 1930, Key comunicó los resultados obtenidos con la queratoplastia penetrante total, destacando que, tras 19 meses, los injertos mostraban una cicatrización adecuada y áreas considerables de la córnea mantenían una transparencia parcial, aunque la recuperación visual fue limitada.

El periodo comprendido entre 1930 y 1960 representó una fase de transición hacia la queratoplastia moderna. Durante estos años, los esfuerzos quirúrgicos se centraron en perfeccionar la coincidencia exacta entre las incisiones del donante y del receptor, lo que llevó al diseño de nuevos instrumentos y sistemas de trepanación. Al mismo tiempo, se enfatizó la necesidad de preservar las estructuras intraoculares durante la cirugía y se puso especial atención en la mejora de las técnicas de fijación del injerto, aspectos que resul-

tarían esenciales para el éxito de las intervenciones en la segunda mitad del siglo XX.

Aunque ya desde 1912, Vladimir Petrovich Filatov (1875–1956), había iniciado sus experiencias en el trasplante de córnea, su aportación decisiva a la historia de la queratoplastia se consolidó a partir de la década de 1930.

Filatov, junto a su equipo de la Clínica Oftalmológica de Odessa, sistematizó una amplia serie de queratoplastias penetrantes subtotales o parciales, desarrollando técnicas quirúrgicas innovadoras para su época. Estas intervenciones, aunque aún rudimentarias desde la perspectiva actual, marcaron un avance significativo frente a los intentos del siglo XIX.

Uno de los aspectos destacables de su enfoque fue la búsqueda constante de métodos que protegieran las delicadas estructuras intraoculares durante la intervención quirúrgica. Así, en 1928, Filatov propuso la inserción de una tira de celuloide a través de la cámara anterior del ojo receptor como barrera protectora durante la trepanación corneal, reduciendo el riesgo de daño al iris o al cristalino.

Su ingenio se reflejó también en las técnicas de fijación del injerto, donde combinaba métodos poco convencionales como los colgajos conjuntivales y esclerales el anclaje mediante suturas en los músculos rectos y la utilización de suturas corneales directas.

Para proteger el epitelio corneal del roce con las suturas, Filatov empleaba, en algunos casos, una pequeña membrana de huevo aplicada sobre la superficie ocular, demostrando una atención meticulosa a los detalles quirúrgicos y postoperatorios. Su interés en la prevención del trauma quirúrgico le llevó a diseñar una placa protectora de marfil que se interponía durante la perforación corneal. Además, perfeccionó un modelo propio de trépano, conocido como el Filatov-Marzinkowski, dotado de un sistema combinado con placa de protección.

En 1931 Filiatov, marcó un nuevo hito en su trayectoria cuando realizó por primera vez una queratoplastia penetrante en humanos utilizando córnea de un globo ocular cadavérico, conservado en hielo a 4° C. Esta práctica, precursora del moderno concepto de banco de ojos, representó un avance significativo en la disponibilidad y conservación del tejido donante, anticipando las prácticas contemporáneas de preservación corneal.

Más allá de la cirugía, Filatov es célebre por su trabajo en la teoría de los bioestimuladores y la terapia tisular, donde postuló que los tejidos sometidos a condiciones extremas generaban sustancias capaces de estimular la regeneración. Aunque sus ideas fueron recibidas con escepticismo en algunos círculos científicos, su influencia ha sido notablemente en la medicina regenerativa y la terapéutica del siglo XX.

En 1930, el oftalmólogo galés Tudor Thomas presentó los resultados de sus investigaciones experimentales en queratoplastia, llevadas a cabo en un total de 78 ojos de conejo. En sus estudios, evaluó diversas técnicas quirúrgicas y configuraciones del injerto, destacando que en 50 de las intervenciones se obtuvieron resultados satisfactorios. Basado en su experiencia experimental, recomendó el uso de injertos circulares con un ligero biselado en sus bordes, junto con la aplicación de suturas cruzadas, al considerar que esta combinación ofrecía una mejor adaptación y fijación del injerto en el lecho receptor.

A pesar de su enfoque cauteloso y su postura conservadora respecto a la aplicación clínica en humanos, Thomas dio un paso importante al publicar en 1935 una descripción detallada de su técnica quirúrgica. Poco después, presentó sus primeros 36 casos clínicos realizados en pacientes, reportando un porcentaje elevado de resultados favorables, especialmente en aquellos casos seleccionados con indicaciones consideradas óptimas para el éxito del procedimiento.

Un momento decisivo en la historia del trasplante corneal lo marca, sin duda, la figura del oftalmólogo español Ramón Castroviejo (1904–1987), cuya labor a partir de 1931 transformó profundamente la queratoplastia penetrante, sentando las bases de la cirugía corneal moderna. Su legado técnico, clínico y formativo

ha tenido un impacto duradero en la oftalmología del siglo XX.

Dada la relevancia de su obra y personalidad en el contexto de la oftalmología, quiero dedicar una atención particular a su trayectoria vital y profesional. Esta decisión tiene además un componente personal ya que pude conocerle a través de mi padre, quien había sido becario en su clínica de Nueva York en 1957. Esta cercanía me permite apreciar de primera mano el alcance humano y científico de su vida profesional.

Ramon Castroviejo nació en Logroño 1904, en el seno de una familia con tradición médica. Su padre, Ramón Castroviejo Novajas, fue oftalmólogo, y ejerció una notable influencia en la vocación y formación de su hijo, a quien inculcó valores de ética médica y pasión por la oftalmología. Castroviejo consideró a su padre como su primer maestro, tal como lo expresó en su discurso de ingreso a la Real Academia Nacional de Medicina en 1975.

Inició estudios de Medicina en la Universidad Central de Madrid En 1920, motivado por figuras como Santiago Ramón y Cajal y Manuel Márquez, quienes marcaron profundamente su trayectoria científica. Se licenció en 1927 y, ese mismo año, comenzó su formación en oftalmología bajo la tutela del doctor Francisco Poyales en Madrid, colaborando en el Hospital de la Cruz Roja, donde ya mostraba una clara vocación quirúrgica.

Gracias a las recomendaciones de sus mentores y a su propia iniciativa, emprendió un periodo de formación internacional. Entre 1928 y 1930, trabajó con William Fisher en Chicago y, posteriormente, con William Benedict en la Clínica Mayo, donde se centró en la investigación experimental. Antes de su establecimiento definitivo en Estados Unidos, realizó un viaje por los centros oftalmológicos más prestigiosos de Europa, destacando su paso por la Clínica del doctor Elsch-nig en Praga, donde fue testigo de queratoplastias penetrantes con éxito, experiencia que marcará su futuro profesional.

Castroviejo desarrolla en la clínica Mayo la noción de microcirugía ocular, rediseñando instrumentos como cuchilletes, pinzas, tijeras, espátulas, porta agujas, con el objetivo de reducir el daño tisular y aumentar la precisión quirúrgica. Dotado de una extraordinaria habilidad, enfoque meticuloso y gran creatividad incorpora importantes innovaciones técnicas a la cirugía de la queratoplastia que dieron lugar al cuchillote doble, uno de los dispositivos más influyentes en cirugía corneal de aquella época. En 1932, publicó sus primeros estudios experimentales en el *American Journal of Ophthalmology*, lo que consolidó su reputación en el ámbito internacional.

Establecido en el Eye Institute de la Universidad de Columbia en Nueva York desde 1933, Castroviejo realizó sus primeros trasplantes en humanos, obteniendo

resultados que superaban ampliamente a los de sus predecesores. En 1934, presentó sus hallazgos en el XV Congreso Internacional de Oftalmología en Madrid, consolidando su liderazgo en este campo. Un hito memorable de su trayectoria tuvo lugar en un congreso de la Academia Americana de Oftalmología, donde llevó a sesenta pacientes trasplantados en tren hasta Chicago para demostrar en vivo los resultados de su técnica, ante las reticencias de sus colegas norteamericanos convenciendo definitivamente a la comunidad médica de la viabilidad del procedimiento.

En 1948, abrió su propia clínica en Manhattan en la calle 91, dotada con la tecnología más avanzada de la época y con una planta para hospitalización. Allí, además de ejercer la medicina privada, fomentó la docencia mediante grabaciones quirúrgicas y promovió la investigación. Su Atlas de Queratectomías y Queratoplastias, publicado en 1964, es considerado aun hoy en día una obra fundamental, ampliamente traducida y utilizada en todo el mundo.

Castroviejo mantuvo una estrecha relación con España. Entre 1955 y 1971, promovió un programa de becas. Más de 120 médicos oftalmólogos españoles y latinoamericanos pudieron adquirir formación avanzada en Nueva York. Así en 1971 fue formalmente constituida la Asociación de Becarios del Dr. Ramón Castroviejo, bajo el liderazgo de Luis Fernández Vega Diego, uno de los primeros becarios directos. El com-

promiso de Castroviejo culminó con la promoción del Instituto de Investigaciones Oftalmológicas Ramón Castroviejo, al principio adscrito a la Universidad Autónoma y posteriormente a la Universidad Complutense de Madrid donde continua hoy liderando la investigación biomédica en el campo de la oftalmología.

A lo largo de su carrera, Ramón Castroviejo fue distinguido con numerosos reconocimientos internacionales que avalan su extraordinaria contribución a la oftalmología. Entre estos destacan la Medalla de Honor de la Academia Americana de Oftalmología, el prestigioso Premio Gonin otorgado por la Sociedad Internacional de Oftalmología, y varios doctorados honoris causa concedidos por universidades tanto europeas como norteamericanas. En 1964, la Universidad de Salamanca le confirió dicho título honorífico en reconocimiento a su trayectoria científica.

Sin embargo, más allá de sus reconocimientos, quienes le trataron personalmente coinciden en subrayar su carácter afable, sencillo y accesible, alejado de toda vanidad profesional. En una de sus conferencias magistrales ante la Academia Americana de Oftalmología afirmaba que:

El trasplante de córnea no debe considerarse como una intervención heroica, sino como un procedimiento metódico, que exige paciencia, precisión y respeto absoluto por los tejidos vivos.

Estas palabras condensan su percepción ante los logros conseguidos y demuestran la actitud de un cirujano que no solo transformó una técnica, sino que elevó su ejercicio a una forma de compromiso con el paciente y con la ciencia médica.

Su legado incluye no solo avances técnicos sino una profunda vocación docente y científica. Falleció el dos de enero de 1987, pero su nombre permanece ligado de forma indeleble a la historia del trasplante de cornea y la microcirugía ocular moderna.

La técnica del trasplante de córnea avanzó notablemente tanto en Europa como en América durante las décadas centrales del siglo XX, y mientras Ramón Castroviejo consolidaba en Estados Unidos la queratoplastia penetrante como procedimiento de referencia, en España, el profesor Ignacio Barraquer (1884-1965) realizaba en Barcelona el primer trasplante corneal documentado en el país en 1940, sumándose así al desarrollo internacional de esta técnica.

En paralelo, en Estados Unidos, Richard Townley Paton (1901-1984) —colaborador cercano de Castroviejo— impulsó un cambio fundamental al fundar en 1959 el primer banco de ojos. Esta iniciativa no solo facilitó la disponibilidad de tejidos, sino que también permitió sistematizar los procesos de reclutamiento, conservación y distribución de córneas, estableciendo estándares que posteriormente serían adoptados a nivel mundial.

Numerosos cirujanos contribuyeron con mejoras instrumentales y metodológicas durante estos años. En 1933, Friede empleó el trépano de von Hippel y suturas cruzadas, utilizando además membranas de huevo y discos de celulosa para proteger el injerto. Sus observaciones subrayaron la importancia de seleccionar adecuadamente al donante, destacando el peor pronóstico cuando el tejido provenía de ojos con patologías como uveítis o glaucoma.

Nizetić, en 1938, reportó haber realizado 90 queratoplastias en Yugoslavia, incluyendo indicaciones ópticas, tectónicas y cosméticas. Introdujo por primera vez un trépano eléctrico, inspirado en la técnica de Filatov. A mediados de la década de 1930, Imre en Hungría utilizó colgajos conjuntivales para anclar los injertos, argumentando que estos proporcionaban soporte nutricional al tejido trasplantado.

A partir de 1934, el suizo Franceschetti contribuyó significativamente al progreso técnico con el diseño de un trépano convencional de alto rendimiento, así como de un prototipo rotatorio no motorizado que anticipó los modelos posteriores. Fue pionero en proponer la técnica de trepanación en doble plano conocida como “trasplante en champiñón”, optimizando la integración del injerto.

En España, José Arruga desarrolló instrumental específico, incluyendo pinzas de fijación, un trépano manual ligero con tope regulable, y promovió técnicas de

sutura cruzada y directa. Consideraba que el estado de la córnea receptora tenía un mayor peso en el éxito quirúrgico que la calidad del injerto.

Entre 1934 y 1944, Löhlein, desde Berlín, realizó queratoplastias parciales penetrantes para múltiples indicaciones, diseñando un trépano eléctrico y un anillo estabilizador para prevenir el prolapso del vítreo tras la perforación.

En 1939, el finlandés Vannas introdujo múltiples avances técnicos que anticiparon los procedimientos actuales: desarrolló moldes para injertos no circulares, promovió la trepanación desde la cara endotelial y diseñó instrumentos como las aún vigentes “tijeras de Vannas”. Además, fue pionero en el uso de gelatina al 10% para mantener la cámara anterior, prefigurando el empleo moderno de los viscoelásticos.

Paton también desarrolló su propio instrumental y en 1955, casi simultáneamente a Rycroft, publicó su obra *Keratoplasty*, considerada una referencia en la literatura oftalmológica.

Estas contribuciones internacionales reflejan la maduración de la cirugía corneal en el siglo XX, con avances coordinados entre innovación tecnológica, experimentación clínica y organización sanitaria, que culminaron en el establecimiento de una práctica quirúrgica segura, eficaz y universal.

A partir de los años cincuenta, la queratoplastia se consolidó como una práctica quirúrgica estable y el procedimiento comenzó a generalizarse de forma sistemática. En Europa, figuras como Sir Benjamin W. Rycroft en el Reino Unido, Paufigue, Sourdille y Offret en Francia y Franceschetti en Suiza lideraron esta etapa, mientras que, en Estados Unidos, Castroviejo, Paton y Fine promovían su desarrollo técnico y clínico. El advenimiento de los antibióticos, y posteriormente de los corticoides, impulsó significativamente el éxito de los trasplantes corneales.

En el Reino Unido, Rycroft intensificó las intervenciones corneales tras la Segunda Guerra Mundial, diseñó instrumentos como su célebre cánula de irrigación y, en 1948, organizó un banco de ojos en el Queen Victoria hospital. En 1955, publicó (*Corneal Grafts*) el primer tratado integral sobre queratoplastia, en un contexto en el que todavía no se comprendían plenamente las causas de las frecuentes pérdidas tempranas del injerto.

En Francia, Paufigue, junto con Sourdille y Offret, publicaron en 1948 *Les greffes de la cornée*, un libro que relanzó la queratoplastia lamelar y detalló técnicas como el trasplante limbar y excéntrico. Además, introdujeron el concepto de trasplante como solución estructural (tectónica) y estudiaron el rechazo corneal, denominando el fenómeno como la *maladie du greffon*.

En términos de inmunología quirúrgica, fue el oftalmólogo Edward Maumenee quien, desde 1948 y sobre todo después de 1955 con los estudios experimentales de Kodadoust y Silverstein, definió el rechazo corneal como una reacción inmunológica, abriendo la puerta a la moderna inmunoterapia en el trasplante.

Simultáneamente, en Barcelona, José Ignacio Barraquer introdujo sofisticaciones técnicas como el uso de agujas ultrafinas y suturas de seda 8/0 con injertos de 6,5 mm, así como la innovación para construir un microqueratomo eléctrico, precursor de la cirugía refractiva y de su original técnica que denominó como *queratomileusis*.

En los años sesenta, en Alemania, Mackensen y Harms popularizaron las suturas monofilamento de nylon de 10/0, perfeccionando aún más la fijación corneal y evitando la reacción inflamatoria propia de las suturas de seda.

El uso rutinario del microscopio quirúrgico supuso un avance decisivo para la precisión de la sutura corneal. Joaquín Barraquer en España, y Richard Troutman en Estados Unidos, fueron los pioneros en implantarlo para la microcirugía corneal y desarrollar trepanos y sistemas de sutura específicos para utilizar junto al microscopio.

El conocimiento del comportamiento estructural y fisiopatológico de la córnea trasplantada cobró un

nuevo impulso gracias a los trabajos de Stocker (1952), Maurice (1954) y Davson (1955), que describieron la importancia del endotelio en la viabilidad del injerto y su papel absolutamente trascendental en el equilibrio osmótico de la córnea.

Durante la década de 1950 y 1960, frente a la escasez de tejido al aumentar de forma radical el número de intervenciones, se exploraron métodos alternativos de conservación. Katzin (1947) utilizó nitrógeno líquido; Rycroft y Romanes (1952) introdujeron la conservación en glicerina con vacío y otros autores como King en 1955, la liofilización. Aunque estos métodos disminuían la inmunogenicidad, no preservaban la función endotelial siendo su aplicación principal en queratoplastias lamelares.

A mediados de la década de 1970, los avances logrados por Kaufman y McCarey supusieron un verdadero punto de inflexión en el ámbito de la preservación corneal. En 1974, introdujeron el medio de conservación McCarey-Kaufman (MK), el primer sistema capaz de mantener la viabilidad del tejido corneal ex vivo durante varios días sin comprometer significativamente la integridad del endotelio. Este hallazgo marcó el inicio de una nueva era en la programación y planificación del trasplante de córnea.

Hasta ese momento, el modelo estándar en los bancos de ojos, establecido en 1944 por Richard Paton en los Estados Unidos, se basaba en la conservación

en cámara húmeda refrigerada a 4° C, manteniendo el globo ocular íntegro desde la enucleación del donante hasta el momento del trasplante. El tallado corneal del injerto donante se realizaba inmediatamente antes de realizar el procedimiento quirúrgico en el receptor. Si bien esto resultaba un avance significativo, presentaba limitaciones importantes en cuanto a lo apremiante de la programación de la cirugía ya que las recomendaciones clínicas establecían un plazo máximo de implantación de 24 horas una vez extraídos los globos oculares del donante. Ciertos protocolos admitían márgenes de hasta 48 horas, pero estudios posteriores revelaron que la pérdida celular endotelial en ese rango se aproximaba al 27%, comprometiendo de forma significativa la transparencia corneal y la viabilidad del injerto cuando se superaba este plazo.

Desde su introducción, el medio de preservación McCarey-Kaufman supuso un hito al extender la viabilidad del tejido corneal hasta cuatro días, proporcionando un margen temporal clave no sólo para optimizar la logística del trasplante, sino también para permitir una evaluación morfofuncional más precisa del injerto. Este avance abrió la puerta al desarrollo de soluciones de conservación de mayor duración, como Optisol-GS y Likorol, actualmente en uso y que posibilitan la preservación del tejido corneal hasta diez días manteniendo en condiciones aceptables la función endotelial.

La incorporación del medio McCarey-Kaufman no solo significó un avance técnico crucial en la preservación del tejido corneal, sino que transformó profundamente el modelo organizativo del trasplante de córnea. Al proporcionar una ventana temporal más amplia y segura, permitió establecer procedimientos más predecibles y eficaces, facilitando la planificación quirúrgica y el desarrollo de redes estructuradas de donación y distribución de tejido. Sus beneficios, tanto clínicos como logísticos, continúan plenamente actuales.

No obstante, hoy en día se mantiene vigente la recomendación de realizar la queratoplastia en el menor intervalo posible tras la obtención del tejido. La experiencia clínica acumulada respalda que las córneas con menos tiempo en medio de cultivo tienden a ofrecer mejores resultados postoperatorios, especialmente en lo que respecta a la transparencia, función endotelial y tasa de rechazo.

Actualmente los criterios de selección de las corneas donantes se centran en la calidad del tejido, particularmente en la transparencia estromal y la viabilidad endotelial, aceptándose como adecuada una densidad de células endoteliales mayor a 2000 células/mm² para trasplantes ópticos.

Por otro lado, existen criterios estrictos de exclusión que buscan garantizar la seguridad del receptor y la funcionalidad del injerto. Se descartan córneas provenientes de donantes con infecciones transmisibles

(VIH, hepatitis, sífilis, virus linfotrópico de células T humanas o sepsis sistémica), enfermedades priónicas, tumores hematológicos malignos, así como aquellas con patología ocular previa, opacidades o endotelio insuficiente. Por ello la selección de la córnea donante se fundamenta más en la calidad biológica y óptica del tejido corneal que en la compatibilidad inmunológica entre donante y receptor.

Complementariamente, en 1976, los trabajos de Bourne introdujeron el uso de la microscopía especular para la evaluación in vivo del endotelio corneal, consolidando criterios objetivos de calidad del injerto. Esta herramienta permite establecer parámetros fiables para valorar la viabilidad del tejido antes del trasplante, elevando significativamente los estándares de seguridad y eficacia en la cirugía corneal moderna.

Desde la década de 1970 hasta finales del siglo XX, la queratoplastia penetrante se mantuvo como el estándar quirúrgico en el tratamiento de las enfermedades corneales susceptibles de trasplante. Esta técnica, que implica el reemplazo completo de todas las capas de la córnea, ofrecía buenos resultados funcionales, pero no estaba exenta de limitaciones como el riesgo elevado de rechazo inmunológico, complicaciones intraoperatorias, astigmatismo posquirúrgico significativo y largos periodos de recuperación visual.

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS ACTUALES Y RETOS FUTUROS

Por ello a partir de los últimos años del siglo XX y, con especial intensidad durante las dos primeras décadas del XXI, se inició una evolución progresiva nuevamente hacia técnicas lamelares, que permiten sustituir selectivamente las capas afectadas de la córnea, preservando aquellas funcionalmente íntegras, resultando una intervención menos agresiva. Dentro de este grupo destaca la queratoplastia lamelar anterior profunda (DALK: *Deep anterior lamellar Keratoplasty*), procedimiento que sustituye el estroma corneal dañado mientras se conserva el endotelio del receptor. Esta preservación endotelial representa un avance clave, al reducir de forma notable el riesgo de rechazo y salvaguardar un componente esencial de la fisiología corneal.

Aunque el concepto de reemplazo lamelar tiene, como hemos visto, antecedentes en el siglo XIX, no fue hasta los años 1980 y 1990 cuando el perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas y la disponibilidad de instrumental especializado permitieron su sistematización clínica. En 1999, Archila introdujo el uso de

aire inyectado en el estroma profundo como procedimiento para facilitar la disección, técnica que fue perfeccionada en 2002 por Anwar y Teichmann, mediante la denominada *Big Bubble* o técnica de la gran burbuja. Este método permite una separación controlada de la membrana de Descemet respecto al estroma profundo, garantizando una interfase óptica clara sin dañar el endotelio.

Las principales indicaciones de esta técnica lamelar (DALK) incluyen patologías con estroma alterado y endotelio conservado, como el queratocono, distrofias estromales hereditarias, y cicatrices corneales postinfecciosas o traumáticas sin compromiso endotelial.

En paralelo, el oftalmólogo neerlandés Gerrit Melles introdujo en 1998 una revolución en el tratamiento de las patologías del endotelio corneal al describir la queratoplastia endotelial posterior, técnica que consiste en el reemplazo exclusivo del endotelio y la membrana de Descemet. Este procedimiento, mucho menos invasivo que la queratoplastia penetrante, ha demostrado ser especialmente eficaz en casos de distrofias endoteliales como la de Fuchs o en queratopatía bullosa secundaria a cirugía intraocular previa.

Posteriormente, entre 2006 y 2008, se consolida una evolución aún más refinada denominada con el acrónimo DMEK (DMEK: *Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty*), donde se trasplanta únicamente el complejo membrana de Descemet–endotelio, sin estroma

adherido. Esta técnica ofrece ventajas notables frente a su predecesora, como una recuperación visual más rápida y tasas de rechazo aún más bajas.

Desde 2015 hasta la actualidad, se ha registrado un incremento gradual en las indicaciones de la queratoplastia lamelar frente a la queratoplastia penetrante. En particular, DSAEK (Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty) se ha consolidado como técnica de elección en queratopatía bullosa pseudofáquica, mientras que DMEK predomina en el tratamiento de la distrofia endotelial de Fuchs.

La DSAEK implica la preparación de un lentículo en la córnea donante, compuesto por endotelio, membrana de Descemet y una delgada capa de estroma posterior, mediante el uso de un microquerátomo. En el receptor, se realiza el despegamiento de la membrana de Descemet, la descemetorhexis, seguida de la inserción y correcta orientación del lentículo en la cámara anterior, asegurando su adhesión mediante una burbuja de aire.

Estas técnicas, al preservar el resto de las capas corneales, permite mantener la integridad estructural del ojo, reduce el astigmatismo inducido, acorta significativamente el tiempo de recuperación visual y disminuye las tasas de rechazo inmunológico y de complicaciones infecciosas como la endoftalmitis.

La introducción del láser de femtosegundo tanto en la cirugía corneal refractiva pero también en el trasplante de córnea como trépanos de alta precisión ha optimizado la congruencia entre el injerto donante y receptor, y con ello, la estabilidad biomecánica del trasplante. En las técnicas lamelares ha permitido una disección estromal más uniforme y cercana a la membrana de Descemet, reduciendo el riesgo de perforaciones intraoperatorias. De igual modo, en la queratoplastia endotelial (DSAEK, DMEK), su uso en la preparación de lentículos donantes ha incrementado la seguridad y la consistencia en el grosor de los injertos, lo que redundará en resultados visuales más predecibles.

En conjunto, estos avances han modificado profundamente el abordaje quirúrgico del trasplante corneal, ofreciendo a los pacientes una alternativa más segura, predecible y con mejores resultados funcionales. El tránsito desde la queratoplastia penetrante hacia las técnicas lamelares constituye, sin duda, uno de los logros más significativos en la reciente cirugía oftalmológica.

A pesar del perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas lamelares, el principal obstáculo en la queratoplastia continúa siendo la escasez de donantes de córnea. En España, país líder en donación de órganos, en 2024 se superaron los 6.464 trasplantes de órganos, con una tasa de donantes de 52,6 por millón de pobla-

ción, duplicando la media europea. Se alcanzó un récord histórico en donación de córnea y esclera con 4.251 donantes, lo que permitió realizar 6.291 trasplantes corneales de los cuales 2.565 fueron queratoplastias lamelares y 2.524 fueron procedimientos penetrantes

Aunque estas cifras reflejan un sistema sólido y en expansión — más de 60.000 queratoplastias realizadas en España en los últimos diez años —, persiste un déficit estructural que obliga a explorar soluciones complementarias a la córnea humana proveniente de una donación.

Las queratoprótesis sintéticas o la osteodonto-queratoprótesis que utiliza un diente del propio paciente como soporte para la lente óptica, han emergido como una alternativa crucial en los casos donde el trasplante corneal convencional biológico no es viable o ha fracasado repetidamente. Estas prótesis sustituyen la córnea opaca o dañada con un dispositivo artificial diseñado para restaurar la transparencia y mejorar la función visual en casos de neovascularización corneal muy extensa, inflamación crónica o gran afectación de la superficie ocular que contraindica el uso de tejido donado como son los casos de causticaciones químicas extensas o el penfigoide ocular cicatricial. A pesar de su utilidad, la queratoprótesis conlleva riesgos y complicaciones importantes como el glaucoma secundario frecuente y de difícil control, infecciones persistentes y necrosis del tejido corneal receptor.

Diferentes grupos de investigación se encuentran explorando las posibilidades de utilizar materiales biomiméticos y biocompatibles que buscan replicar la córnea humana, con implantes sintéticos en fases avanzadas de desarrollo, así como estructuras impresas en 3D con potencial de integración que no requieren de tejido humano o animal, lo que podría revolucionar el acceso a tratamiento en regiones con baja tasa de donación. Igualmente se encuentran en pleno desarrollo córneas artificiales y terapias regenerativas celulares con el fin de ofrecer soluciones complementarias. Estas innovaciones no solo atenuarían la presión sobre los bancos de córnea, sino que también amplían las posibilidades terapéuticas en pacientes no candidatos al trasplante convencional.

Aunque la donación sigue siendo la base del trasplante corneal, el futuro se vislumbra plural, configurando un sistema mixto que combine tejido cadavérico, implantes sintéticos, córneas procedentes de bioingeniería, y terapias celulares que permitirán ampliar los estándares de atención y ofrecer esperanza a más pacientes.

No quisiera terminar este discurso sin rendir homenaje a quienes con un gesto altruista hacen posible el trasplante de cornea: los donantes y sus familias. Cada cornea trasplantada lleva consigo un acto de generosidad como es la donación que trasciende al propio procedimiento quirúrgico.

Como profesionales dedicados al trasplante y a la extracción tenemos el compromiso de transmitir a nuestros residentes y futuros colaboradores no solo el de una depurada técnica quirúrgica del trasplante sino también la excelencia en la manipulación de los tejidos durante la extracción y su preservación. Debemos inculcar de igual forma la dignificación del cadáver donante minimizando el impacto de la extracción y garantizando una reconstrucción cuidadosa. Una concienciación constante del origen altruista nos va a exigir como compromiso de gratitud la búsqueda de una mayor equidad en el acceso de los pacientes al trasplante, pero al mismo tiempo hacerles conscientes de la responsabilidad que adquieren ante un procedimiento basado en la donación de un semejante.

La dimensión humana de donar debe ser reconocida con agradecimiento y asumida por los profesionales como compromiso de excelencia. Difundir la importancia de la donación de órganos y tejidos como la córnea es un objetivo esencial que garantiza no solo el desarrollo de la cirugía de los trasplantes, sino que estimula los sentimientos solidarios de una sociedad.

EPÍLOGO

Para concluir permítanme compartir con ustedes una de las preguntas que, de forma recurrente, me he planteado a lo largo de mi vida profesional: ¿cuál es el verdadero motor que impulsa al médico, pero también al investigador, a entregarse con ahínco a la búsqueda de nuevos métodos, a la exploración incesante de hallazgos que alivien o curen el sufrimiento humano?

Las respuestas, sin duda, son múltiples y legítimas las distintas motivaciones, desde la ambición personal, el deseo de superación, la conquista del éxito o la satisfacción íntima que proviene de vencer dificultades y retos. No es menor el valor del ejercicio filantrópico o altruista, el noble impulso de contribuir al bien común. Para quienes compartimos una visión trascendente de la vida, la medicina ofrece, además, un camino concreto y luminoso para encarnar el mandato evangélico de amor al prójimo.

De igual manera la medicina es, a la vez, medio de sustento y dignificación personal. Pero es una profesión que exige un alto precio en tiempo y en entrega. Muchas veces esto solo es posible gracias a la generosa

comprensión de nuestras familias. Desde aquí quiero aprovechar para reconocer a mi mujer y a mis hijos su respaldo incondicional ante esta absorbente vocación.

Pero si existe un auténtico *tónico de la voluntad*, en palabras de la célebre obra de Don Santiago Ramón y Cajal — que otorga sentido y continuidad a nuestra labor, es el deseo de transmitir el conocimiento y la experiencia que hemos recibido de quienes nos precedieron. Enseñar, formar y sembrar en otros la inquietud por el saber y la responsabilidad por el paciente constituye la esencia de la vocación docente, que seguro comparto con muchos de los Académicos, ese trabajo cercano con estudiantes, médicos residentes y ha inspirado de forma notable mi trayectoria profesional y vital.

Ahora desde esta institución aspiro a dar continuidad a esos anhelos con una nueva perspectiva que otorga la edad, pero con renovado compromiso de seguir sirviendo al conocimiento, a la medicina y a quienes la ejercen.

Es desde esa convicción, y con esa gratitud, que hoy recibo el honor de incorporarme a esta ilustre Real Academia de Medicina de Salamanca.

He dicho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaminos M, Crespo PV, García JM, Sánchez-Quevedo MC, Campos A. Bioartificial human corneas generated by tissue engineering. A historical and technical review. *Histol Histopathol*. 2025 Jun 23;18956. doi: 10.14670/HH-18-956. Epub ahead of print. PMID: 40635610.
- Alió JL, Niazi S, Doroodgar F, Alió del Barrio JL, Hashemi H, Javadi MA. Main issues in penetrating keratoplasty. *Taiwan J Ophthalmol*. 2024;14(1):50-58.
- Anastas CN, McGhee CN, Webber SK, Bryce IG. Corneal tattooing revisited: Excimer laser in the treatment of unsightly leucomata. *Aust N Z J Ophthalmol*. 1995;23(3):227-30.
- Ascher K. Über eine nach fünf Jahren noch durchsichtige Hornhautplastik. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 1919;62:122-7.
- Balyen L. The physiology of cornea. *JOJ Ophthalmol*. 2022;9(3)
- Belmonte J. Recuerdo histórico de la queratoplastia. *Arch Inform Oftalmol SECOIR*. 2005;Cap 1.

- Billingham RE, Brent L, Medawar PB. The antigenic stimulus in transplantation immunity. *Nature*. 1956;178:514-9.
- Bigger S. An inquiry into the possibility of transplanting the cornea with a view to relieving blindness. *Dublin J Med Sci*. 1837;11:408-17.
- Bonnefon G, Lacoste A. A propos de la kératoplastie expérimentale. *Arch Ophtal*. 1911;31:489.
- Bonnefon G, Lacoste A. De la régénération transparente du tissu cornéen. *Arch Ophtal*. 1912;32:65-85, 210-228.
- Calderaro. Contributo alla cheratoplastia. *Clin. Ocul*. 1908;9:3293-3300.
- Calne R. The history and development of organ transplantation: Biology and rejection. *Baillieres Clin Gastroenterol*. 1994;8(2):389-97.
- Castroviejo R. A new method for corneal transplantation. *Am J Ophthalmol*. 1937;20(11):825-30.
- Castroviejo R. Historia de la queratoplastia experimental y clínica. *Rev Esp Oftalmol*. 1950.
- Castroviejo R. Keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 1941;24:1-20.
- Coroneo MT, Hollick E. Historical perspectives on keratoplasty: Ramón Castroviejo and the development of modern corneal transplantation. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2000;28(5):355-61.

- Coster DJ. A century of corneal transplantation. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2005;33(6):557-8.
- Crawford AZ, et al. A brief history of corneal transplantation. *Oman J Ophthalmol*. 2013;6(Suppl 3):S17-29.
- Darwin E. *Zoonomia; or, The Laws of Organic Life*. Dublin: P. Byrne; 1794-1796. 2 vols.
- DelMonte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Mar;37(3):588-98.
- Dewhurst J. Cosmas and Damian, patron saints of doctors. *Lancet*. 1988;2:1479-80.
- Dieffenbach J. Beiträge zur Verpflanzung der Hornhaut. *Festschr Ophthalmol* (von Ammon). 1831;1:172-6.
- Dua HS, Faraj LA, Said DG, Gray T, Lowe J. Human corneal anatomy redefined: a novel pre-Desemet's layer (Dua's layer). *Ophthalmology*. 2013 Sep;120(9):1778-1785.
- Duran de la Colina J. *La córnea y el tratamiento de sus enfermedades. Las nuevas formas de queratoplastia* Discurso de ingreso en la Real Academia de Medicina del País Vasco. Contestación por Manuel Sánchez Salorio. Real Academia de Medicina del País Vasco. Bilbao 2017.
- Elschnig A. Über erfolgreiche teilweise Keratoplastik. *Z Augenheilkd*. 1914;31:9-39.
- Fagerholm P, Lagali NS, Merrett K, Jackson WB, Munger R, Liu Y, et al. A biosynthetic alternative to

- human donor tissue for inducing corneal regeneration: 24-month follow-up of a phase 1 clinical study. *Sci Transl Med*. 2010;2(46):46-61.
- Filatov V. Transplantation of the cornea from preserved cadavers' eyes. *Lancet*. 1937;1:1395-7.
- Fernández-Pérez J, Madden PW, Ahearne M, Alonso M, Andrade C, Fernández-Valadés R, et al. Development and analysis of a full-thickness cornea substitute using a fibrin-agarose scaffold. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(4):2757-65.
- Forstot SL, Kaufman HE. Corneal transplantation. *Annu Rev Med*. 1977;28:21-35.
- Fuchs E. Ueber Keratoplastik. *Wien Klin Wochenschr*. 1894;7:843-845.
- Gradle HS. The present status of keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 1921;4(3)
- García Sánchez J. *Historia de la queratoplastia*. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 1992.
- González JM. Necrología del Dr. Galo Leoz Ortín (1900-1971). *Arch Soc Esp Ophthalmol*. 1972;31(1):5-12.
- Griffith M, Osborne R, Munger R, Xiong X, Doillon CJ, Laycock NL, et al. Functional human corneal equivalents constructed from cell lines. *Science*. 1999; 286(5447):2169-72.
- Groth CG, Brent LB, Calne RY, Dausset JB, Good RA, Murray JE, et al. Historic landmarks in clinical transplantation: Conclusions from the consensus

- conference at the University of California, Los Angeles. *World J Surg.* 2000;24(7):834-43.
- Gundersen T, Calnan AF. Corneal Autografts, Ipsilateral and Contralateral. *Arch Ophthalmol.* 1965;73(2):164-168.
- Gutiérrez Carmona F. Dr. Ramón Castroviejo: un líder en Oftalmología, un referente como persona. *Informaciones Oftalmológicas.* 2024;17-20.
- Hernández Benito E. *El oficio de oculista.* Discurso de ingreso. Real Academia de Medicina de Salamanca; 1980.
- Hernández Benito E. *Reflexiones en torno a las discapacidades visuales.* Discurso de apertura de curso. Real Academia de Medicina de Salamanca; 1982.
- Holland EJ. The evolution of lamellar keratoplasty. *Cataract & Refractive Surgery Today Europe.* 2014.
- Katzin HM. The contribution of Ramón Castroviejo to corneal surgery. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1950;48:239-47.
- Kissam R. Keratoplasties in man. *NY J Med.* 1844;2:281-2.
- Key B. Keratoplasty. *Am J Ophthalmol.* 1932;15:569-588.
- Leoz Ortín F. Estudios sobre regeneración nerviosa en la córnea tras el injerto heterólogo en animales. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 1931;10(4):245-72.
- Lister J. On the antiseptic principle in the practice of surgery. *Br Med J.* 1867;2:246-8.

- Lund, OE. (1991). Keratoprosthesis. In: Blodi, F.C., Mackensen, G., Neubauer, H. (eds) *Surgical Ophthalmology*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-75385-5_10
- Magitot A. Transplantation of the human cornea previously preserved in an antiseptic fluid. *JAMA*. 1912;59(1):18–21.
- Maumenee AE. The influence of donor-recipient sensitization on corneal grafts. *Am J Ophthalmol*. 1951; 34:142–52.
- Maurice DM. The structure and transparency of the cornea. *Journal of Physiology*. 1957 Apr 30;136(2):263–86.
- Mannis MJ, Krachmer JH. Keratoplasty: A historical perspective. *Surv Ophthalmol*. 1981;25(5):333–8.
- Melles GRJ, Lander F, Rietveld FJ, Remeijer L, Beekhuis WH, Binder PS. A new surgical technique for deep stromal, anterior lamellar keratoplasty. *Br J Ophthalmol*. 1999;83(3):327–33.
- Medawar PB. Immunity to homologous grafted skin; the fate of skin homografts transplanted to the brain, to subcutaneous tissue, and to the anterior chamber of the eye. *Br J Exp Pathol*. 1948;29(1):58–69.
- Merrill JP, Murray JE, Harrison JH, Guild WR. Successful homotransplantation of the human kidney between identical twins. *JAMA*. 1956;160(4):277–82.
- Mimura T, Yamagami S, Usui T, Ishii Y, Ono K, Yokoo S, et al. Long-term outcome of iron-endocytosing

- cultured corneal endothelial cell transplantation with magnetic attraction. *Exp Eye Res.* 2005;80(2): 149-55.
- Meeney A, Mudhar HS. Histopathological reporting of corneal pathology by a biomedical scientist: the Sheffield Experience. *Eye (Lond).* 2013;27:272-276.
- Moffatt SL, Cartwright VA, Stumpf TH. Centennial review of corneal transplantation. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2005;33(6):642-57.
- Okumura N, Ueno M, Koizumi N, Sakamoto Y, Hirata K, Hamuro J, et al. Enhancement on primate corneal endothelial cell survival in vitro by a ROCK inhibitor. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50(8):3680-7.
- Organización Nacional de Trasplantes (ONT). *Informe Anual 2024.* Ministerio de Sanidad.
- Ortega Í, Fernández-Pérez J, Rodríguez-Ares MT, Pérez-Merino P, Carriel V, Garzón I, et al. Development of a multilayered corneal construct using human adipose tissue-derived mesenchymal stem cells. *Cornea.* 2014;33(7):769-76.
- Ovalle WK, Nahirney PC, editors; Netter FH (illus). *Netter's Essential Histology.* 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013.
- Paton D. Ramón Castroviejo: A personal tribute. *Arch Ophthalmol.* 1971;85(2):231-3.
- Paton D. The founder of the first eye bank: R. Townley Paton, MD. *Refract Corneal Surg.* 1991;7(3):190-5.

- Paufique L, Sourdille GP, Offret G. *Les greffes de la cornée*. Paris: Masson; 1948.
- Peh GS, Beuerman RW, Colman A, Tan DT, Mehta JS. Human corneal endothelial cell expansion for corneal endothelium transplantation: an overview. *Transplantation*. 2011;91(8):811-9.
- Pellier de Quengsy G. *Précis ou cours d'opérations sur la chirurgie des yeux par M. G. Pellier de Quengsy, fils*. Paris: Didot; 1789.
- Polack FM. Ramon Castroviejo 1904-1987. *Cornea*. 2000;19(4):593-602.
- Portilla Blanco RR, Hernández Rodríguez R, Martínez-Aguirre IR, Sánchez Ramón A, Merino García E. La queratoplastia: una historia de éxito en los últimos dos siglos. *Rev Esp Hist Humanid Oftalmol*. 2022;3.
- Power H. *On transplantation of the cornea*. IV International Congress of Ophthalmology. 1873;172-6.
- Ramírez Sebastián JM.: *Ramón Castroviejo Briones. 50 aniversario de la admisión en la Real Academia Nacional de Medicina*. 2023;140(2):208-16.
- Ramón y Cajal S. Reglas y consejos sobre la investigación científica. Los tónicos de la voluntad. *Revista de Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Madrid, 1897.
- Rao KV, Fernandes M, Gangopadhyay N, Vemuganti GK, Krishnaiah S, Sangwan VS. Outcome of penetrating keratoplasty for Peters anomaly. *Cornea*. 2008;27(7):749-53.

- Reisinger F. Die keratoplastik, ein versuch zur en-
weiterund der augenheilkunde. *Bayerische Annalem.*
1824;1:207.
- Rodríguez-Sala ML. Ramón Castroviejo: su vida y
obra. *An Soc Esp Oftalmol.* 1990;8(1):45-51.
- Ruberti JW, Zieske JD. Prelude to corneal tissue engi-
neering: gaining control of collagen organization.
Prog Retin Eye Res. 2008;27(5):549-77.
- Rycroft BW. *The corneal graft – past, present and future.*
Trans Ophthalmol Soc UK. 1965;85:459-517.
- Sánchez-Abarca LI, Hernández-Galilea E, Lorenzo R,
Herrero C, Velasco A, Carrancio S, Caballero-
Velázquez T, Rodríguez-Barbosa JI, Parrilla M, Del
Cañizo C, San Miguel J, Aijón J, Pérez-Simón JA.
Human Bone Marrow Stromal Cells Differentiate
Into Corneal Tissue and Prevent Ocular Graft-Ver-
sus-Host
- Schimanowski X. Première série de kératoplastie per-
forante totale incluant la sclère et recommandation
d’incision irienne: cinq cas. *Journal d’Ophtalmologie*
1912;32.
- Starzl TE. History of clinical transplantation. *World J*
Surg. 2000;24(7):759-82.
- Sumide T, Nishida K, Yamato M, Ide T, Hayashida Y,
Watanabe K, et al. Functional human corneal
endothelial cell sheets harvested from temperature-
responsive culture surfaces. *FASEB J.* 2006;20(2):
392-4.

- Tan DT, Dart JK, Holland EJ, Kinoshita S. Corneal transplantation. *Lancet*. 2012;379(9827):1749-61.
- Van Heel ACS, Velzel CHF. *¿Qué es la luz?* [trad. Gervasio Martín]. Madrid: Guadarrama; 1968.
- Vollaro L. Considerazioni sul trapianto della cornea con tessuto da cadavere. *Ann Ottalmol Clin Ocul*. 1917;46:123-36.
- Vollaro L. Esperienze sul trapianto della cornea umana da cadavere. *Riv Ital Oftalmol*. 1919;2:89-101.
- Wagenmann A. Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Keratoplastik. *Graefe's Archiv für Ophthalmologie*. 1888;34:211-269.
- Yokoo S, Yamagami S, Yanagi Y, Uchida S, Mimura T, Usui T, et al. Human corneal endothelial cell precursors isolated by sphere-forming assay. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(5):1626-31.
- Zirm E. Eine erfolgreiche totale keratoplastik. *Arch Ophthalmol*. 1906;64:580-93

DISCURSO DE CONTESTACIÓN
DEL
EXCMO. DR. D. FRANCISCO LOZANO SÁNCHEZ

Rector Magnífico;
Excmos. Sres. Presidentes de Honor;
Excmas. e Ilmas. Autoridades;
Excmos. e Ilmos. Sras. y Sres. Académicos;
Señoras y Señores.

Se reúne hoy la Real Academia de Medicina de Salamanca, en sesión pública y solemne, para recibir como miembro de número de esta a un profesional de la medicina con méritos bien probados para merecer con toda justicia este honor. Proclamarlos ahora, como portavoz de la Academia, será para mí obligación muy grata.

Esas palabras, entrecomilladas, fueron el comienzo del discurso de contestación que hace 50 años, el 16 de mayo de 1975, pronunció en esta misma tribuna el Prof. Luis Sánchez Granjel con motivo de la recepción pública del Académico electo de esta corporación el Dr. D. Emiliano Hernández Benito, a la sazón padre de nuestro actual recipiendario.

Me he permitido plagiar literalmente esas palabras, porque si fueron pertinentes para recibir al Ilmo. Dr. D. Emiliano Hernández Benito, dicho sea de pasó mi profesor de oftalmología, también lo son para recibir

al Ilmo. Dr. D. Emiliano Hernández Galilea; es decir a D. Emiliano Jr.

Pero antes de cumplir este honroso cometido permitidme que declare las razones que han motivado sea yo quien en nombre de la Academia responda al discurso que acabamos de escuchar y por qué este acto, para mí, es particularmente emotivo.

Conocí al doctor Hernández Galilea cuando él era alumno de medicina allá por la década de los 80 del pasado siglo; a unos encuentros impersonales le siguió una relación personal, iniciada en 1992 cuando quiso honrarme en acompañarme para formar parte del equipo directivo del departamento de cirugía, como secretario de este. Durante cinco años el trabajo generó una amistad que los años han reafirmado hasta hacerla fraterna.

* * *

Previamente a hacer los comentarios que me ha suscitado el discurso del profesor Hernández Galilea, y siguiendo las normas de esta Real Academia, me corresponde justificar públicamente los méritos que han determinado la elección del nuevo académico. Es decir, debo estructurar y resumir su amplio curriculum vitae.

A quien hoy damos la bienvenida nació en Salamanca un 20 de febrero de 1961, tiene pues 64 años. Actualmente es profesor titular de oftalmología en la

Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca, y responsable de esta área docente dentro del departamento de cirugía. Su vinculación asistencial es la de médico facultativo especialista del servicio de oftalmología en el Hospital Universitario de Salamanca, si bien fue jefe de servicio durante 10 años (entre 2006 y 2016), de la cual cesó a petición propia, como el mismo me dijo “una decisión que tomó después de darle muchas vueltas”.

Pero comencemos por el principio, Emiliano se licenció en la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca con un brillante expediente académico (su nota mas frecuente fue la matrícula de honor, nota más habitual que los sobresalientes y estos más que los notables, y sin ningún aprobado en su expediente). Fue alumno interno por oposición de la cátedra de oftalmología, puesto que desempeñó durante los últimos tres años de su periodo de licenciatura. Finalizó la carrera siendo premio extraordinario de licenciatura (1986). Premio extraordinario, que repetiría con su tesis doctoral (en 1991) titulada “Cirugía refractiva y endotelio corneal: estudio ultraestructural morfológico y morfométrico en la queratotomía radial experimental”, cito su título para reflejar que ya comenzó a mostrar interés por el tema central de su actual discurso: “la cornea”.

En el servicio de oftalmología del Hospital Clínico Universitario de Salamanca, entre 1989 y 1991, obtuvo

su título como médico especialista en oftalmología. Completó su formación postgraduada con una estancia anual en el National Eye Institute del National Institute of Health, en Bethesda, Maryland, EE.UU, con una beca postdoctoral del Plan Nacional de Formación del Personal Investigador y Profesorado Universitario del Ministerio de Educación y Ciencia.

Con el Wills Eye Hospital de Filadelfia (EE.UU) ha tenido una gran vinculación, realizando estancias breves, de meses, en 1986, 1987, 1995 y más recientemente en 2023.

Toda esa formación ha permitido al Dr. Hernández Galilea convertirse en un experto oftalmólogo, que si bien tuvo actividad privada (1999-2005), la dejó para centrarse en exclusividad en la función pública. En este ámbito, resaltar que está en posesión del III nivel de la Carrera Profesional de la Junta de Castilla y León. Conjuntamente es Diplomado en Medicina del Trabajo por el Ministerio de Sanidad y Consumo (1987), realizando un año más tarde un Máster en Seguridad y Salud en Medio Ambiente del Trabajo en la Universidad Pontificia de Salamanca.

Su carrera docente comenzó en 1991 como profesor ayudante LRU y posterior profesor asociado (1995-1999), hasta la consecución en 2000 de su actual posición de Prof. Titular de Universidad. En la vertiente docente de pregrado el Prof. Hernández Galilea es actualmente, y desde 2010, el Coordinador del Área de

conocimiento de Oftalmología del Departamento de Cirugía de la Universidad de Salamanca. En el ámbito del postgrado ha dirigido 20 cursos de doctorado, desde el bienio 1996-98 a la actualidad, resaltando aquellos sobre retina y visión. A ello hay que añadir la participación en numerosos cursos de actualización o máster para oftalmólogos, destacando aquellos dirigidos a los médicos de atención primaria en materia de salud escolar en oftalmología.

Finalmente, y antes de entrar en otra área, tres anotaciones “a mayores” como se dice por estos lares:

Que ha dirigido/codirigido 15 Tesis Doctorales, todas ellas con la máxima calificación de sobresaliente “cum laude”, y 13 Trabajos Fin de Grado.

Que ha impartido docencia en la diplomatura (1996) y después en el grado de Terapia Ocupacional (2018 a la actualidad) en la asignatura “Discapacidad visual y baja visión”.

Que desde 2006 ha sido el tutor de residentes (MIR) en oftalmología del Hospital Universitario de Salamanca manteniendo la acreditación hasta la actualidad.

Como investigador, entre 2010 y 2016, fue coordinador del “Área de terapia celular y trasplantes, plasticidad, degeneración y regeneración del sistema visual” del Instituto Biosanitario de Salamanca, bien conocido entre nosotros por el acrónimo IBSAL, donde

ha dirigido varios programas de investigación. El número de proyectos de investigación como Investigador Principal o asociado, incluidos FIS, ISCIII o GRS, alcanza el número de 24, y ocho su participación en ensayos clínicos.

En el ámbito profesional y académico es miembro de comités en varias sociedades científicas regionales, nacionales e internacionales de oftalmología, destacando la secretaria y posterior presidencia de la Sociedad de Oftalmología Castellano Leonesa (2013-2017), vocal del comité directivo de la Sociedad Española de Oftalmología, miembro de la European Association of Vision and Eye Research o de la Association for Research in Vision and Ophthalmology por citar las más significativas. En este contexto ha sido organizador (presidente o secretario) de varios congresos regionales, nacionales e internacionales de su especialidad. Conjuntamente es miembro del Comité de Redacción de la Revista *Stodium Ophthalmologicum*.

Fruto de esta intensa actividad le ha permitido ser ponente en congresos nacionales e internacionales. Su producción científica se traduce en 89 comunicaciones, autor /coautor de 71 artículos científicos en revistas científicas nacionales e internacionales, 3 libros completos y varios capítulos de libros.

Por su trabajo ha sido premiado en seis ocasiones, destacando el prestigioso premio Hermenegildo Arruga

que entrega la Sociedad Española de Oftalmología (1995).

A pesar de todo este importante bagaje, el profesor Hernández Galilea no olvida su formación continua o la gestión. A las estancias en los hospitales ya referidos, comentar su interés preferencial por adquirir nuevas herramientas docentes y asistenciales a través de cursos formativos de diversa índole. Su compromiso en la gestión universitaria y hospitalaria se refleja en la multitud de puestos y cargos desempeñados: secretario del departamento de cirugía, presidente de su comisión económica, vocal de la junta de personal docente e investigador de la Universidad de Salamanca, miembro del comité de trasplantes de Hospital Universitario de Salamanca, etc.

Mi interpretación del curriculum vitae que he intentado resumir, aunque pudiera estar equivocado u olvidar algún aspecto destacable del mismo, es que estamos ante una persona sobresaliente, que sabe equilibrar las facetas asistenciales, docentes, investigadoras y de gestión que le son propias a un universitario que sabe operar y sabe enseñar, investigando además para mejorar esas dos principales actividades. Conjuntamente existen valores en el Prof. Hernández Galilea, que un curriculum vitae no puede percibir, pero que afloran durante la convivencia, o la expresada por aquellos que le conocen más de cerca en su faceta asistencial. Entre los valores que le adornan destacan la

laboriosidad y el compromiso, su deseo permanente de progreso, la serenidad, estabilidad emocional y su desinterés por muchos aspectos mundanos.

* * *

La lectura del discurso de ingreso es una premisa que debe cumplir el hasta ahora académico electo para ser nombrado académico de número, tal como recogen los estatutos de esta Real Academia. Todo discurso, sobre todo los más valiosos presentan conceptos novedosos, emiten importantes juicios e inducen al razonamiento y la reflexión.

A la hora de elegir el tema de su discurso, Emiliano Hernández Galilea no ha querido refugiarse en un academicismo teorizante. En armonía con la visión de su práctica clínica, enfocada en la búsqueda de soluciones realistas a los problemas de los pacientes, su disertación se ha centrado sin vacilaciones, en analizar el tema de los trasplantes de córnea, que nos presenta en varios apartados, incluyendo aportaciones personales.

Evidentemente, una lectura reposada del discurso del nuevo académico induce forzosamente a la reflexión.

Como el tema de los trasplantes es apasionante y el de córnea fue pionero en este campo, me he permitido indagar en la historia del citado Dr. Zirm, esperando que el Prof. Hernández Galilea no se moleste si les comento brevemente lo que he encontrado de este pio-

nero. Soy de la opinión que conocer el pasado nos permite valorar el presente y nos trasporta al futuro. No obstante, es también cierta la referencia del conocido periodista y novelista Arturo Pérez Reverte de que “Es un error grave mirar al pasado con los ojos del presente”.

Como bien refiere Hernández Galilea en su discurso, en 1905 un labrador de la República Checa llamado Alois Glogar, de 43 años, visitó a un oftalmólogo. Alois había perdido la vista en un accidente en el que ambos ojos habían sido quemados con cal viva. Más o menos al mismo tiempo, un niño de 11 años llamado Karl Brauer fue atendido por el mismo oftalmólogo después de un accidente en el que fragmentos metálicos se habían insertado en sus ojos. Aunque Brauer perdió la vida, el oftalmólogo fue capaz de salvar y preservar sus córneas, que se usaría en el primer caso de trasplante exitoso de cornea, marcando así un hito en la historia de la medicina en general y la oftalmología en particular. El nombre del oftalmólogo que atendió a ambos pacientes y que realizó el trasplante era precisamente el citado Dr. Zirm.

Eduard Konrad Zirm (n. Viena 1863). Aunque dudaba entre convertirse en escritor o escultor, afortunadamente para la humanidad se decidió por la medicina, estudiando esta y posteriormente oftalmología en la universidad de Viena. Ejerció en la segunda clínica de oftalmología en Viena hasta 1892 cuando

aceptó la jefatura en un hospital en la República Checa. Fue en esa clínica donde transcurriría el primer trasplante de córnea que estamos comentando.

Durante el siglo XIX se habían intentado trasplantes totales y parciales de la córnea sin éxito. Múltiples factores contribuían a la dificultad de estos procedimientos, principalmente las limitaciones en la disponibilidad de equipos como microscopios o fármacos como antibióticos u otros para evitar el rechazo. Elementos que hoy en día se consideran indispensables para el procedimiento.

Así las cosas, el 7 de diciembre de 1905, el Dr. Zirm realizó la histórica intervención en el Hospital de Olomouc (hoy Moravia en la República Checa) que permitió recuperar la visión a Alois Gloger.

Alois, el receptor de las córneas tuvo sus párpados sellados durante diez días para facilitar la adhesión del nuevo tejido. Al undécimo día recuperó la vista, aunque solo en uno de los ojos, por complicaciones en el otro; sin embargo, en el ojo donde el trasplante fue exitoso, la vista y funcionalidad le acompañó el resto de sus días y empezó a trabajar a los tres meses de la intervención.

El paciente no recibió ni tratamientos inmunosupresores para evitar el rechazo de las nuevas córneas, ni antibióticos contra las infecciones que amenazan todas las cirugías. Zirm tampoco contó con instrumentos

quirúrgicos avanzados para facilitarle la labor, ni siquiera con un microscopio que le permitiera trabajar con más precisión. Y, sin embargo, la intervención fue un éxito. Este caso se considera no sólo el primer intento exitoso de trasplante de córnea, sino el primer trasplante de cualquier tejido.

Así, hace exactamente 120 años, se sentó un precedente en la oftalmología y en la medicina. Durante el resto del siglo XX, muchos órganos se trasplantaron por primera vez, así como surgieron números avances en investigación, desarrollo de tecnologías y medicamentos, y también un compromiso sanitario y social en materia de trasplantes.

El oftalmólogo vienés se convirtió en el “mago” que era capaz de devolver la visión. Fue un personaje más que popular en Moravia (República Checa). Su popularidad se forjó por su destreza en el quirófano (desarrolló tanta habilidad en sus intervenciones que utilizaba el bisturí o cosía con la mano derecha o izquierda, dependiendo de la posición del enfermo), y también por su generosidad. El doctor Zirm cuidaba de los ojos de cualquier enfermo, aunque no pudieran pagar sus atenciones.

El camino así iniciado no tuvo vuelta atrás. Entre 1961 y 2009, dos millones de personas han recuperado la vista gracias a los trasplantes de córnea, considerados una de las formas más comunes de trasplante hoy en día.

Pero no fue fácil que el trasplante de córnea se generalizara. Otro pionero, ampliamente citado por el Dr. Hernández Galilea fue Ramón Castroviejo. Este oftalmólogo riojano fue el primer español que tuvo éxito con los trasplantes de córnea; no lo hizo en España sino en Estados Unidos, donde ejercía. En la Clínica Mayo operó cientos de conejos y perros, incorporando innovaciones técnicas en cuanto a espesores, geometrías y diámetros de los injertos hasta que probó con pacientes. Pero sus experimentos fueron despreciados en EE.UU. En palabras de otro eminente oftalmólogo español, el Dr. Fernández-Vega “En uno de los congresos que se hacían en aquella época, Castroviejo presentó sus avances en trasplante de córnea, con el porcentaje de éxito y fracasos alcanzados. Al finalizar su intervención, uno de los congresistas le dijo que se le había olvidado matizar que los pacientes tratados no eran personas, sino conejos”. Un año más tarde, Castroviejo volvió a presentar sus estadísticas con un mayor número de éxitos. Se encontró con el mismo escepticismo por respuesta y cuando trataron de ridiculizar sus trabajos hizo entrar en la sala a casi medio centenar de pacientes a los que había intervenido. El auditorio enmudeció y una vez recuperado del impacto imaginamos que debió aplaudir entusiasmado.

No se olvida nuestro recipiendario señalar como en octubre de 1940 se realizó el primer trasplante de córnea en España, concretamente en la Clínica Barraquer de Barcelona.

Evidentemente los trasplantes de córnea fueron una auténtica revolución. Personas condenadas a la ceguera volvían a ver. Hoy como nos ha presentado el Dr. Hernández Galilea, la técnica se ha depurado y los oftalmólogos cuentan con nuevos medios para atreverse con casos de mayor complejidad y consiguiendo mejores resultados. Los antibióticos, el microscopio que ha permitido la microcirugía, los tratamientos inmunosupresores que evitan el rechazo en los casos más complicados, así como las suturas y sistemas de corte más precisos están proporcionando mejores resultados en los casos más complicados, acercando al 90% el porcentaje de éxito en los ojos menos dañados. Y el trasplante continúa evolucionando. Nuevos sistemas de corte para extraer la córnea dañada, como el intraláser, mejorarán aún más los resultados del trasplante de córnea.

Aunque en estos últimos años se ha mejorado la transparencia y vitalidad de las córneas trasplantadas, la asignatura pendiente es el astigmatismo residual que aún queda a algunos pacientes, una vez trasplantados.

Otro problema es el tema de la oferta de córneas para equilibrar la mayor demanda de trasplantes. Los donantes han aumentado su media de edad y los ojos sí envejecen a diferencia de otros órganos para trasplante. La escasez se intenta paliar buscando en otras fuentes. La investigación mira hacia las córneas de ani-

males, una vez desensibilizadas, los cultivos celulares o las retinas electrónicas.

En otro apartado del discurso se hace referencia al futuro. No voy a profundizar, pero es indudable que su desarrollo estará ligado a nuevas técnicas y materiales (corneas artificiales, implante de células madre, estrategias individualizadas para cada paciente, etc).

El futuro de la medicina y la cirugía está ya relacionado con la inteligencia artificial, la robótica, el data-driven y el avance en las técnicas de diagnóstico y su devenir es tan rápido que hago mía la frase de Niels Bohr, premio nobel de física (1922), cuando dijo: “Hacer predicciones es difícil, en especial sobre el futuro”.

Por todo lo comentado, considero que el discurso del cual he tratado de situar en perspectiva histórica está lleno de experiencia y sabiduría, lo cual confirma el acierto de esta Real Academia de Medicina al admitirlo hoy como uno de sus miembros. Estoy seguro que su incorporación, enriquecerá las aportaciones científicas y sociales que la Academia realiza para fomentar, de acuerdo con sus fines, al progreso de la Medicina en todas sus facetas.

Siguiendo el ritual protocolario decirle al Prof. Hernández Galilea que esta Academia lo recibe con gran beneplácito para ella. Por mi parte deseo felicitar a ambos: a la Academia, porque adquiere en este acto un elemento valioso de acuerdo con sus prácticas e

ideales, y a usted — Dr. Hernández Galilea —, porque satisface en esta ocasión una justa y noble aspiración.

Para concluir, quisiera compartir con ustedes unos versos de nuestro poeta español León Felipe, nacido en Zamora y con una profunda vinculación con Salamanca, como él mismo recordaba:

*Mi paisaje infantil está compuesto con los elementos
— árboles, bosques, ríos y lomas — de la tierra candelaria
de Salamanca, donde viví hasta los nueve años.*

Desde su exilio en México escribió un entrañable poema a su hermana Salud, nacida también en Salamanca, algunos de sus versos aportan elementos que pueden servirnos para culminar hoy esta sesión de ingreso:

¿Por qué hemos aprendido a llorar

*¿Por qué están hechos nuestros ojos para llorar y para
ver?*

*¿Por qué nace la luz... esta pobre luz
que conocemos con la primera lágrima del hombre?*

*¿Y por qué no ha de nacer la otra... la Divina...
aquella que buscamos con la última lágrima del mundo?*

*Toda la luz del universo la verá un día el hombre
por la ventana de una lágrima.*

León Felipe.

Carta a mi hermana Salud (México, 1955)

Gracias por su atención.

He dicho.