



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

Revisión sistemática de las técnicas lamelares del trasplante de córnea

Autor:

Sofía Herrero Jiménez

Director/es:

Irene Blanco Domínguez

Antonio Sánchez Pérez

Facultad de Ciencias
Grado en Óptica y Optometría

Curso 2023/2024

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVO	3
ABREVIATURAS	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
2.1 BÚSQUEDA: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	6
2.2 SELECCIÓN DE ESTUDIOS: CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD	6
2.3 INTERVENCIONES	6
2.4 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	6
2.5 EXTRACCIÓN DE DATOS	7
2.6 CALIDAD DE LOS ESTUDIOS.....	7
3. RESULTADOS	8
3.1 ESTUDIOS INCLUIDOS.....	8
3.2 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS	10
3.2.2 DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS QUIRÚRGICAS	10
3.2.3 APORTACIÓN DE CADA ESTUDIO.....	14
3.2.4 AVANCES QUIRÚRGICOS	16
3.2.5 EVENTOS ADVERSOS	17
4. DISCUSIÓN	19
5. CONCLUSIONES.....	20
6. BIBLIOGRAFÍA	21
6.1 BIBLIOGRAFÍA DE ILUSTRACIONES.....	22

RESUMEN

En el presente trabajo fin de grado realizamos una revisión sistemática de la literatura científica de las técnicas lamelares del trasplante de córnea, mostrando la evolución de dicha técnica a través del paso de los años y nuevos avances futuros, centrándonos en los procedimientos quirúrgicos y en las peculiaridades de cada técnica. Nos centramos en las técnicas lamelares explicándolas en detalle, así como los avances que se han ido sucediendo con el paso del tiempo y aquellos cuya efectividad aún está siendo investigada. Siendo el trasplante de córnea una de las cirugías más fiables y utilizadas como ultima solución en casos de enfermedades corneales que se encuentran en estadios avanzados. Existen múltiples técnicas a la hora de realizar un trasplante de córnea, todas ellas tienen en común la eliminación del tejido dañado de la córnea del paciente y su sustitución por tejido sano de la córnea de un donante.

ABSTRACT

In this final degree thesis, we conducted a systematic review of the scientific literature on lamellar techniques of corneal transplantation, showing the evolution of this technique over the years new and future advances, focusing on surgical procedures and the peculiarities of each technique. We focus on lamellar techniques, explaining them in detail, as well as the advances that have been made over time and those whose effectiveness is still under investigation. Corneal transplantation is one of the most reliable surgeries used as the last solution in cases of corneal diseases that are in advanced stages. There are multiple techniques when performing a corneal transplant, all of them have in common the removal of damaged tissue from the patient's cornea and its replacement with healthy tissue from the cornea of a donor.

JUSTIFICACIÓN

A través del paso de los años el trasplante de córnea se ha vuelto una técnica más fiable y segura, la cirugía del trasplante de córnea garantiza una última opción para aquellos enfermos a los que ni la medicina ni la cirugía convencional proponen ninguna solución. Gracias a las actualizaciones que ha sufrido la técnica quirúrgica hoy en día únicamente se retira la capa de la córnea que esté dañada, conociéndose estas cirugías como técnicas lamelares, dejando la queratoplastia penetrante únicamente para los casos más graves. Nos centraremos por lo tanto en revisar los avances quirúrgicos que ha sufrido la queratoplastia lamelar, además de las numerosas novedades tales como el uso de células madre y de los diferentes tipos de laser que ayudan a preparar los injertos que sustituirán el tejido dañado de la córnea del paciente.

Los óptico-optometristas deberíamos conocer y sospechar enfermedades tan graves que puedan desencadenar en un trasplante de córnea, favoreciendo así una valoración temprana por parte del oftalmólogo, ya que la detección precoz puede ser crucial para un mejor pronóstico de la patología de base, así como para la elección de la técnica quirúrgica más favorable. También es de vital relevancia conocer las técnicas quirúrgicas y sus peculiaridades a la hora de poder aportar la mejor rehabilitación visual a los pacientes.

OBJETIVO

El objetivo de esta revisión es analizar los aspectos más significativos de la evolución de la queratoplastia lamelar, incluida una descripción detallada de las técnicas actuales y la dirección del tratamiento futuro para la enfermedad corneal con el uso de cirugía asistida por láser, córneas de bioingeniería, terapia celular y nueva terapia farmacológica.

ABREVIATURAS

DLEK: Deep lamellar endotelial keratoplasty. Queratoplastia endotelial lamelar profunda

DMEK: Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. Queratoplastia endotelial de membrana de Descemet

DSEK: Descemet stripping endotelial keratoplasty. Queratoplastia endotelial con extracción de Descemet

DSAEK: Descemet Stripping with Automated Endothelial Keratoplasty. Queratoplastia endotelial automatizada con extracción de membrana de Descemet

DALK: Deep Anterior Lamellar Keratoplasty. Queratoplastia anterior lamelar profunda

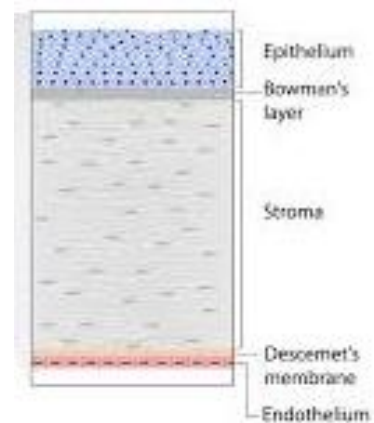
LC: Lente de contacto

MD: Membrana de Descemet

1. INTRODUCCIÓN

El trasplante de córnea es una cirugía mediante la cual se reemplaza una parte de la córnea o en los casos más complejos la córnea en su totalidad. Mediante dicha operación el paciente logra una gran mejoría tanto visual como en su calidad de vida. Es la solución a múltiples patologías corneales, ya que al reemplazar parte de la córnea del receptor por una de un donante sano esta es capaz de recuperar sus propiedades iniciales. La córnea debe ser totalmente transparente y no está irrigada por vasos sanguíneos, pero si muy inervada mediante terminaciones nerviosas. Cumple funciones refractivas, protectores y también colabora en la oxigenación de las estructuras oculares anteriores, siendo la córnea la estructura más anterior del ojo.¹

Como se muestra en la siguiente imagen (ilustración 1) la córnea está compuesta por cinco capas diferentes, que son de anterior a posterior; epitelio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio, las cuales están dispuestas siendo mayor su espesor en la periferia que en el centro de esta.² Dependiendo de la capa que se encuentre afectada por alguna patología el trasplante será lamelar o penetrante, y será realizado por una técnica quirúrgica u otra. Pudiendo reemplazarse más o menos capas de la córnea dependiendo del tipo de trasplante. En esta revisión observaremos la evolución de la cirugía corneal a trasplantar solo la capa enferma si es posible.



ILUSTRACION 1. CAPAS DE LA CÓRNEA

El trasplante de córnea es una de las cirugías más indicadas en pacientes con úlceras corneales, queratitis o infecciones víricas, edemas corneales, queratocono, neovascularización o distrofia endotelial de Fuchs. Gracias a los nuevos avances realizados a lo largo del tiempo cada vez es menor el porcentaje de sufrir un rechazo por parte del paciente receptor y ha aumentado notablemente la capacidad de poder ayudar a mejorar la calidad de vida de este tras recibir un trasplante.

Desarrollaremos en profundidad técnicas lamelares como el injerto de la membrana de Bowman, en el cual esta es la única capa sustituida en el trasplante. En la queratoplastia endotelial sin embargo se sustituye la membrana de Descemet, haciendo que esta se separe del resto de capas en el ojo del receptor, para después inyectarle en cámara anterior la misma membrana del ojo del donante, la cual se estirara y colocara en su posición correcta. En la técnica DLEK sin embargo se sustituye el endotelio sin necesidad de producir incisiones en la superficie corneal, mientras que en procedimiento DMEK sí que es necesario realizar una incisión. En el DSEK y DSAEK sin embargo se reemplazarán tanto el endotelio como la membrana de Descemet, mediante diferentes métodos, siendo uno manual y el otro automatizado.

Mediante la presente revisión bibliográfica compararemos lo diferentes tipos de trasplantes de córnea que existen, centrándonos en su evolución y en los diversos tipos de queratoplastias lamelares. Los diferentes tipos de queratoplastias están divididos dependiendo de la capa de la córnea que sufra la enfermedad y por lo tanto necesite ser reemplazada.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 BÚSQUEDA: FUENTES DE INFORMACIÓN

Realizamos una amplia búsqueda bibliográfica de los diferentes tipos de queratoplastias lamelares, centrándonos en la evolución de la técnica mediante el estudio de ensayos clínicos en humanos desde el año 2007 en adelante, no se tuvo en cuenta la nacionalidad o género de los participantes de los estudios, pero sí que se excluyó a bebés o niños menores de 18 años. Los ensayos debían ser de una duración mayor de un año para aumentar así la fiabilidad del ensayo.

Las principales fuentes de información han sido servidores web, tales como Cochrane library, Scielo, Science direct y PubMed, gracias a las cuales hemos encontrado estudios que tratan de las novedades que han ido apareciendo a lo largo del tiempo en la cirugía del trasplante de córnea lamelar.

2.2 SELECCIÓN DE ESTUDIOS: CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

INCLUSIÓN	Ensayo clínico finalizado o artículo
	Duración mínima del ensayo de un año
	Trasplante de córnea o queratoplastia lamelar
	Novedades o actualizaciones de la técnica
EXCLUSIÓN	Estudios a niños/ bebés
	Patologías de la córnea que no requieren trasplante de córnea
	Trasplante no corneal o trasplante penetrante
	Enfermedades oculares y o generales

TABLA 1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

2.3 INTERVENCIONES

La revisión sistemática se llevó a cabo con la finalidad de analizar los aspectos más importantes de la evolución de las queratoplastias lamelares, describiendo las técnicas actuales y la dirección del futuro tratamiento para la enfermedad corneal. Como puede ser el uso de la cirugía asistida por láser, corneas con bioingeniería, terapia celular y nueva terapia farmacológica

2.4 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

A la hora de realizar la búsqueda decidimos limitar los archivos encontrados de manera que todos estuviesen en español o en inglés, debían ser ensayos o estudios clínicos. Los términos de búsqueda utilizados fueron los siguientes:

- Bowman (MESH)
- Córnea (MESH)
- Queratoplastia (MESH)
- DSAEK (MESH)
- DMEK (MESH)
- Lentes (MESH)
- Bioingeniería (MESH)

Los anteriores términos MESH los hemos combinado con el operador booleano AND.

A continuación, se muestran las ecuaciones de búsqueda que empleamos, obtenidas mediante la conjugación de los términos MESH y del operador booleano en las distintas bases de datos, también mostramos el número de resultados obtenidos para cada una de dichas combinaciones. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos. (TABLA 2)

BASE DE DATOS	COMBINACION DE TERMINOS	N.º DE RESULTADOS
Scielo	Queratoplastia	12
	Queratoplastia + (búsqueda de artículos)	40
Cochrane library	Bowman cornea	25
Science direct	DSAEK	40
PubMed	DMEK	5
	Queratoplastia + lentes	21
	Córnea bioingeniería	15

TABLA 2. RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tras realizar la búsqueda sistemática obtuvimos un total de 158 resultados, cuyos títulos fueron revisados para eliminar los duplicados y aquellos archivos que no cumplieren con los criterios de inclusión tras la lectura del título, obteniendo así un número final de 74.

Tras la lectura del título y del resumen de todos los archivos el número de artículos cuyo tema principal está dentro de los criterios de inclusión se redujo a 7.

2.5 EXTRACCIÓN DE DATOS

Los datos han sido extraídos siguiendo los criterios de elegibilidad, teniendo en cuenta que los pacientes de los estudios no fueran niños o bebés, que los artículos hablasen expresamente de trasplantes corneales lamelares y no de otras enfermedades oculares o generales que no desencadenasen en un tratamiento de trasplante de córnea. También tuvimos en cuenta que los resultados de la búsqueda estuvieran en español o en inglés, no se tuvo en cuenta como criterio de exclusión el año de publicación siendo muy actuales todos los estudios exceptuando uno de ellos.

2.6 CALIDAD DE LOS ESTUDIOS

La calidad de los estudios fue valorada por su lugar u organización de publicación, así como por el tiempo que duró dicho estudio, siendo esta superior a un año en todos los casos. asegurándonos de que la finalización de todos los estudios empleados en esta revisión había sido anterior a la confección de esta.

3.RESULTADOS

3.1 ESTUDIOS INCLUIDOS

En la siguiente tabla se muestran todos los resultados obtenidos, clasificados según su autor y año de publicación, el tipo de estudio al que pertenece cada uno, su tema principal, así como las novedades que aportaron tras su publicación, el número de participantes, el tiempo que duró cada estudio y por último los comentarios generales que podemos hacer a cerca de cada uno de los diferentes estudios.

Suman un total de 7 y tratan de temas muy diversos, tales como el uso de células madre, el tratamiento de lentes de contacto terapéuticas o la utilización de diferentes tipos de laser a la hora de preparar los injertos que se ubicarán en la córnea del donante. También nos ayudan a comprender cuales son las técnicas que en su tiempo fueron novedosas y ahora son las técnicas quirúrgicas que cada día se utilizan con normalidad en nuestro país.

Autores	Nombre del ensayo	Diseño del ensayo	Tema principal	Novedades	N.º de participantes	Duración	Comentarios generales
Parker et al, 2017 ³	Technical feasibility of isolated bowman layer graft preparation by femtosecond laser: A pilot study	Estudio aleatorio	Posibilidad de preparar injertos de membrana de Bowman a mano o mediante laser de femtosegundo	Laser de Femtosegundo	10	-	El femtosegundo es útil a la hora de aislar injertos de MB
Capote et al, 2013 ⁴	Two-step pneumatic dissection in the preparation of donor tissue for Descemet membrane endothelial keratoplasty	Estudio aleatorizado	Posibilidad de diseccionar neumáticamente el tejido donante para la queratopatía endotelial de la membrana de Descemet	Disección neumática en dos pasos	20	1 año	La variante es reproducible y segura para ser realizada
Mokey et al, 2007 ⁵	Queratotomía foto terapéutica en distrofia reticular corneal	Estudio retrospectivo	Alternativa terapéutica al trasplante lamelar, mediante el uso de láser excimer	Laser excimer	5	2 años	El láser excimer es un buen sustituto en algunos casos en los que también se prescribiría el trasplante de córnea
Tommy et al, 2012 ⁶	Comparison of the Surgical Outcomes of Various Methods of Endothelial Keratoplasty	Estudio retrospectivo	Comparación de los resultados de DLEK, DESK y DSAEK	Cambios y avances de las técnicas convencionales	48	6 años	A pesar de la evolución, se pudieron comparar los resultados de ambas técnicas
Muijzer et al, 2019 ⁷	Prospective evaluation of clinical outcomes between pre-cut corneal grafts prepared using a manual or automated technique: with one-year follow-up	Estudio aleatorizado	Comparación de resultados de injertos cortados manual o automáticamente	Corte automático con microqueratomo	22	1 año	Tanto DSAEK como DSEK arrojaron resultados similares en cuanto a AV y densidad de células endoteliales
Ritika et al, 2020 ⁸	Role of therapeutic contact lens following Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: A randomized control trial	Ensayo de control aleatorio	LC terapéuticas tras cirugía corneal	LC terapéuticas	40	1 año	No se observaron efectos adversos, la reepitelización es más rápida y los pacientes refirieron bajos niveles de dolor
Alió del Barrio et al, 2022 ⁹	Corneal Regeneration Using Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells	Artículo, (estudio comparativo)	Uso de células madre para tratar de regenerar tejido cicatricial tras una cirugía corneal	Células madre	-	-	Terapia novedosa con células madre para regeneración corneal

TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS TRAS LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.2 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

3.2.2 DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

- **Queratoplastias penetrantes:** Fueron la primera modalidad de trasplante de córnea, la cual consistía en retirar la totalidad de la córnea y sustituirla por una córnea sana proveniente de un donante. En sus comienzos fue la técnica de elección habitual, mediante la cual se retiraba el espesor total de la córnea del receptor y se le insertaba un injerto de un tamaño igual o parecido, de espesor también completo. Provocando dolor y grandes incisiones, además de un alto grado de rechazo entre los pacientes trasplantados, por lo que actualmente solo se realizan en casos extremos, de no ser así se opta por los trasplantes lamelares.

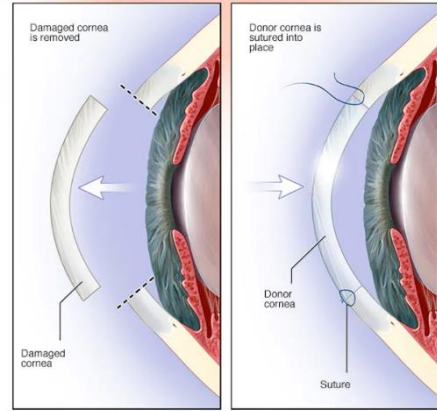


ILUSTRACIÓN 2. QUERATOPLASTIA PENETRANTE

- **Trasplante lamelar:** es aquel en el cual no se sustituye la totalidad de la córnea sino solo aquellas capas que se ven afectadas. Existen diferentes tipos de trasplantes dependiendo de la capa que se reemplace o de la zona del ojo a la que afecta, pudiendo ser posterior, cuando la lesión se encuentra en el endotelio o en la capa más interna, o anterior, cuando la lesión se produce en el estroma, la parte más gruesa de la córnea. También es posible llevar a cabo un trasplante de células madre corneales si la lesión afecta al epitelio. La técnica lamelar es mucho menos invasiva que la realización de un trasplante de córnea

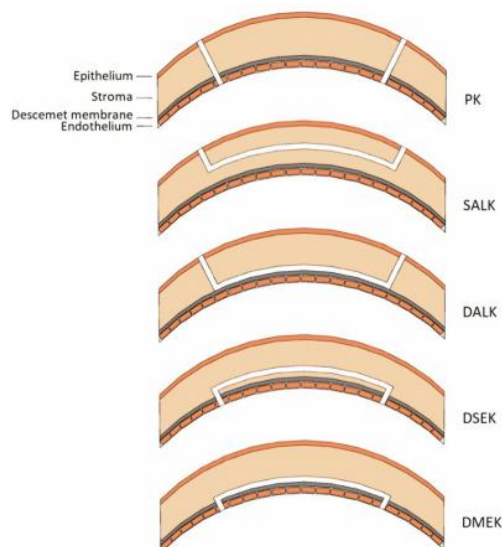


ILUSTRACIÓN 3. QUERATOPLASTIA PENETRANTE Y DISTINTOS TIPOS DE QUERATOPLASTIA LAMELAR

penetrante, por lo que está siendo la técnica de elección de los cirujanos para la mayoría de los pacientes, gracias también a su corto tiempo de recuperación, su disminución de complicaciones, así como su bajo riesgo de rechazo. Dentro de las llamadas queratoplastias lamelares existen múltiples tipos en función de la parte del ojo que es retirada, las cuales se dividen en técnicas anteriores y queratoplastias endoteliales:

Técnicas anteriores;

- **Injerto de Membrana de Bowman:** Existen tres técnicas diferentes para realizar este injerto, el trasplante de la capa de Bowman intraestromal (inlay), el injerto superpuesto de la capa de Bowman (onlay) y la técnica más novedosa (CAIRS) segmentos de anillos intraestromales corneales alogénicos.

La primera de las técnicas consiste en retirar la membrana de Bowman enferma del ojo del paciente, siendo esta la capa localizada entre el epitelio y el estroma. Su función es la de mantener la forma de la córnea y se encuentra compuesta por colágeno. El trasplante de membrana de Bowman es una intervención muy sencilla que sirve para evitar el avance del queratocono, mediante el aplanamiento de la córnea del paciente. No es nada invasiva y sus resultados son muy favorables.³ Consiste en realizar un bolsillo intraestromal que tendrá un 50% del espesor total y se puede realizar manualmente o mediante laser de femtosegundo, en el cual se introducirá el injerto de la córnea del donante.

Actualmente el injerto se realiza mediante laser de femtosegundo, el cual se encarga de cortar con gran precisión la membrana de Bowman necesaria para realizar el trasplante entre pacientes. Existen diversos modelos de láser de femtosegundo gracias a los cuales se puede obtener un injerto con el espesor y profundidad determinado por el cirujano, ya que ambos parámetros son modificables, trabaja con pulsos de laser muy cortos lo que genera un riesgo menor de sufrir efectos colaterales.¹⁰

En el injerto superpuesto de la capa de Bowman o onlay el trasplante es subepitelial, por lo que no es necesario diseccionar la córnea reduciendo así las complicaciones postoperatorias del procedimiento. Se garantiza así una rápida reepitelización, pudiendo compararse sus resultados a los de un trasplante intraestromal en sus meses sucesivos.

La última técnica es la técnica más actual, son los segmentos de anillos intraestromales corneales alogénicos, los cuales se implantan intraestromalmente. Se estudia también su eficacia como tratamiento del queratocono.

- **DALK (Deep Anterior Lamellar Keratoplasty):** Esta técnica se suele aplicar en casos de opacidades anteriores, ectasias tanto primarias como secundarias y distrofias estromales, como en técnicas anteriores puede realizarse de manera manual, utilizando aire, espátulas o viscoelástico o de manera automatizada mediante laser de femtosegundo. Dicha cirugía se realiza a cámara cerrada, por lo que la tasa de rechazos es menor, así como la pérdida endotelial. Otra de sus ventajas es la rápida recuperación visual y la posibilidad de usar córneas no aptas para la queratoplastia penetrante. Como puntos negativos podríamos destacar la dificultad de llegar al plano de la membrana de Descemet y la elevada duración de la cirugía.

Queratoplastia endotelial;

- **DLEK (Deep lamellar endotelial keratoplasty):** Es una técnica quirúrgica ideada en 1998 y aprobada en el año 2000, a través de la cual se consigue reemplazar el endotelio sin realizar ningún tipo de incisión en la córnea. Es una muy buena alternativa a la queratometría penetrante, en casos en los que la única estructura dañada es el endotelio corneal, debido a su rápida recuperación ya que no requiere incisiones corneales. El procedimiento se realiza mediante una pequeña incisión escleral a través de la cual se inserta un disco lamelar posterior para después suturar la incisión. Actualmente dicha incisión es autosellable y el disco introducido se despliega en cámara anterior, además de conseguir retirar la capa endotelial y la membrana de Descemet del receptor mediante el llamado pelado, a través del cual se elimina la parte dañada y se implanta el disco del donante, propiciando una rápida recuperación sin suturas.¹¹
- **DMEK (Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty):** Previa a la operación se realiza una iridotomía con láser YAG, para prevenir el riesgo de bloqueo. Se realiza una pequeña incisión autosellable penetrando hasta la cámara anterior, se introdujo aire para realizar desprendimiento del estroma posterior, introduciendo aire como herramienta de separación entre ambas capas, se disecciona y extrae por completo, se tiñe el rollo que se forma con el tejido obtenido y se aspira en un inyector. Para la preparación del tejido donante, este se pelaba utilizando pinzas finas, una técnica manual mucho más imprecisa que las estudiadas actualmente¹¹, actualmente el injerto se corta mediante la técnica de doble trepanación. Seguidamente la membrana de Descemet del donante se introducirá enrollada en la cámara anterior del receptor, donde se va desenrollando sobre la superficie iridiana con la ayuda de aire y solución salina y se colocará manteniendo contacto con el estroma posterior corneal, todo ello se consigue también mediante la introducción de aire en la cámara anterior. Por último, se introduce una burbuja de aire para colocar el tejido donado en su posición final, de nuevo en contacto con el estroma, finalmente se sella con aire. El paciente deberá reposar en decúbito prono tras la cirugía, para asegurar el correcto desarrollo de esta. En este caso no es necesaria la separación de la membrana de Descemet mediante el pelado que veíamos en la técnica anterior (DLEK).¹¹
- **DSEK (Descemet stripping endotelial keratoplasty):** En esta técnica se retira tanto el endotelio como la MD del receptor mediante una incisión corneal y se inserta en su lugar una fina capa del revestimiento interno del ojo del donante que se adherirá a su cornea posterior. Los botones extraídos del donante se separan manualmente tras aplicar aire a la cámara anterior para poder controlar la profundidad de la disección, pudiendo esta variar entre unas técnicas y otras.¹²

En el ojo del receptor se retira la porción más central de la MD a través de una incisión esclerocorneal autosellante en la zona temporal, el injerto previamente cortado procedente del donante se inserta en la cámara anterior del receptor mediante insertadores de irrigación o bien mediante técnicas de empuje y extracción, pudiendo realizarse también mediante inserción manual con fórceps.

El injerto se desenrolla en cámara anterior tratando de no tener contacto con las estructuras posteriores (iris y cristalino), para ayudar a la extensión del injerto podemos ayudarnos de aire como en técnicas anteriores o bien de solución salina o instrumentos, finalmente se colocará contra el estroma mediante una burbuja de aire tratando de que el injerto quede bien centrado y llenando posteriormente la cámara de aire para su correcta localización. La incisión es autosellable por lo que no se necesita realizar ningún tipo de sutura, de esta forma la estructura de la córnea no se ve alterada.¹¹

- **DSAEK (Descemet Stripping with Automated Endothelial Keratoplasty):** En el caso de la queratoplastia endotelial automatizada con extracción de Descemet el procedimiento consiste en retirar y sustituir las dos capas más posteriores de la córnea, como son la MD y el endotelio, en este caso se realiza de manera automatizada, lo cual hace que sea una cirugía mucho más segura y eficaz que un trasplante penetrante corneal, en el cual se sustituye la totalidad de la córnea, haciendo necesarias muchas más revisiones que un trasplante DSAEK, el cual es lamelar. Para esta cirugía la incisión se realiza también en esclera temporal, como habíamos visto en técnicas anteriores. En este caso al trasplantar el endotelio las células de esta capa no son capaces de regenerarse, por lo que debe hacerse la sustitución de manera rigurosa y muy precisa, de forma que se realiza automáticamente mediante un sistema Moria ALTK, el cual trabaja con un banco de ojos centralizado.⁶ Una vez insertado el injerto este se despliega mediante aire a presión, haciendo así que se adhiera al estroma del receptor, finalmente se introduce solución salina y una burbuja de aire, para verificar que quede bien unido el injerto, ya que manteniendo al paciente en decúbito supino la burbuja de aire crea la presión necesaria para la correcta colocación del injerto en su posición óptima.⁷

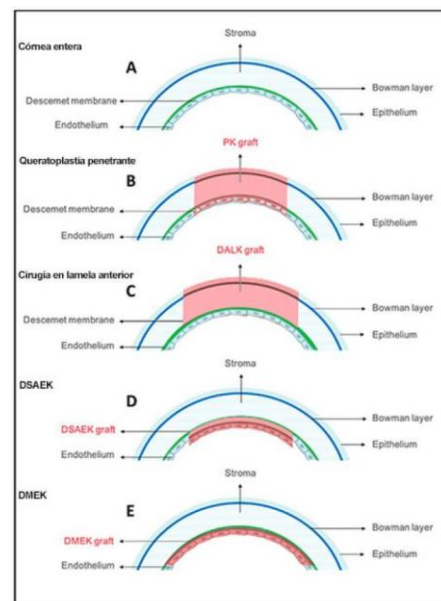


ILUSTRACIÓN 4. CAPAS AFECTADAS POR DISTINTAS TÉCNICAS DE QUERATOPLASTIA

3.2.3 APORTACIÓN DE CADA ESTUDIO

- **Viabilidad técnica de la preparación de injertos de capas aisladas de Bowman mediante láser de femtosegundo: un estudio piloto**³

El láser de femtosegundo ha ayudado a mejorar la precisión con la cual se realizan los injertos, elevando así el porcentaje de éxito tras la cirugía, además de aumentar las posibilidades en la elección de los parámetros que deben tener los injertos, así como la exactitud de dichos parámetros elegidos por los cirujanos.

- **Disección neumática en dos pasos para la preparación del tejido donante en queratoplastia endotelial de la membrana de Descemet**⁴

Gracias a los avances de la disección neumática en dos pasos se consiguió a través del estudio realizado separar con éxito el 95% de tejido de la membrana de Descemet, por lo que dicha técnica fue considerada segura y reproducible ya que el tiempo empleado en su realización y la aparición de complicaciones fue mínima. ⁴ Tras el estudio de la disección neumática es posible la obtención del tejido del donante de una manera mucho más precisa y segura, sin la necesidad de tener que cortarla manualmente, un proceso mucho más peligroso y delicado.

- **Queratotomía foto terapéutica en distrofia reticular corneal** ⁵

Según el tercer estudio presentado uno de los grandes avances en esta técnica de trasplante es el uso del láser excimer, el cual se encarga de suavizar el corte del injerto mediante foto ablación, sin hacer necesario el uso de cortes o incisiones corneales. El láser excimer es también una herramienta muy utilizada en la cirugía refractiva y en el tratamiento del queratocono, ya que permite modificar la curvatura de la córnea, eliminando los defectos refractivos de la misma.

- **Comparación de los resultados quirúrgicos de varios métodos de queratoplastia endotelial** ⁶

En este estudio se compararon técnicas como DLEK, DSEK y DSAEK, las cuales tienen notables diferencias en la forma mediante la que obtienen el injerto, así como las capas de la córnea sobre las que actúan. A través de dicho estudio podemos observar cómo eran las queratoplastias en sus inicios ya que es el estudio más antiguo de esta revisión, lo que nos permite compararlo con las técnicas que se desarrollan en la actualidad, observando así todos los avances. Dichas técnicas vinieron a sustituir la queratoplastia penetrante, la cual estaba asociada a grandes complicaciones, como la dislocación o en rechazo del injerto, adversidades que se evitan en las cirugías lamelares.

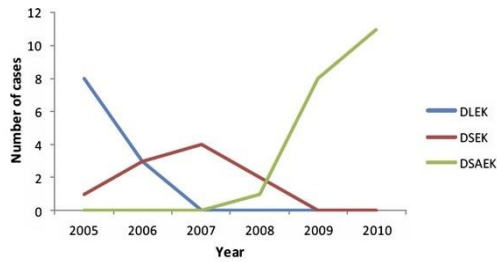


ILUSTRACIÓN 5. EVOLUCIÓN DE QUERATOPLASTIA ENDOTELIAL ⁵

En la gráfica (Ilustración 3) podemos observar la disminución del número de cirugías realizadas mediante DLEK y DSEK, y el gran aumento de cirugías realizadas con la técnica automatizada, DSAEK, mostrando así la evolución de la técnica.

Se observó también una reducción significativa en el tiempo de cirugía en DSAEK con respecto a las otras dos técnicas estudiadas. Del mismo modo en los pacientes que se vieron sometidos a DSAEK la recuperación fue más rápida a la hora de recuperar su agudeza visual, aunque todos los resultados fueron mejores que en pacientes que se habían sometido a queratoplastias penetrantes, por lo que la cirugía evolucionó hacia las queratoplastias lamelares.

○ **Evaluación prospectiva de resultados clínicos entre injertos corneales precortados preparados mediante una técnica manual o automatizada**⁷

En el siguiente artículo compararemos las diferencias entre obtener un injerto manual o automáticamente mediante microqueratomo, en este caso la técnica utilizada es DSEK, en la cual se sustituye el tejido dañado del receptor por el endotelio la MD y el estroma posterior del donante, la manera de obtener el injerto que será trasplantado puede variar entre manual o automática. Durante los primeros trasplantes lamelares el injerto era obtenido manualmente típicamente durante la cirugía y cortado por el cirujano en el momento previo a la cirugía.

Actualmente se utiliza más la técnica por la cual el injerto está precortados el cual ha sido preparado en un banco de tejidos, el método empleado para la realización del corte es el microqueratomo, injerto el cual se empleará en la DSAEK, el corte manual es más empleado en la DESK. El microqueratomo fue la técnica de elección debido a su tecnología de paso único con la cual se puede controlar de manera precisa el espesor que se obtendrá en el injerto.

○ **Papel de las lentes de contacto terapéuticas después de la queratoplastia endotelial automatizada con extracción de Descemet: un ensayo de control aleatorio**⁸

Las lentes de contacto terapéuticas se han comenzado a probar en cirugías DSAEK, en este estudio se midió la eficacia y seguridad de su uso tras este tipo de intervenciones. Se separaron dos grupos, uno de ellos no tuvo lente de contacto terapéutica y el otro sí, se trató de evaluar el tiempo necesario para la curación del epitelio, así como el grado de dolor, la agudeza visual obtenida y la pérdida de células del endotelio. Las lentes terapéuticas han sido utilizadas tras múltiples cirugías ya que proporcionan una barrera protectora de la córnea, además de conseguir mantenerla hidratada constantemente y de sellar fugas de la posible herida tras la cirugía.

La lente ha demostrado su eficacia en la curación epitelial aumentando su velocidad de curación, además de reducir las molestias del paciente y de reducir el dolor. La lente elegida para el estudio fue una lente blanda de hidrogel de silicona, la cual se eliminaba tras la epitelización completa del injerto. El cual se selló con aire y con la recomendación a los pacientes de permanecer al menos durante un día tumbado en posición supina. Los resultados arrojados nos mostraron que el grupo que había llevado la lente de contacto terapéutica había tardado 2 días menos en conseguir la curación epitelial, también fue menor la puntuación del dolor obtenida por dicho grupo, así como el resto de los parámetros evaluados, demostrando así la utilidad y eficacia de las lentes de contacto terapéuticas.

- **Regeneración corneal mediante células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo**⁹ El último de los artículos que forman esta revisión bibliográfica es el más novedoso y experimental, todavía no está implantado en las cirugías rutinarias, pero se está estudiando para que llegue a hacerse en un futuro. Trata sobre la regeneración de la córnea a través de células madre derivadas de tejido adiposo, las cuales son fáciles de obtener mediante aspirados de liposucción poco invasivos. A través de lo conseguiremos una alta cantidad de células madre multipotentes, capaces de integrarse en el tejido regenerado, en este caso en el tejido corneal, induciendo así a la neovascularización de la zona. Algo que en este caso puede ser una desventaja, ya que la córnea es una estructura avascular, por lo que puede provocar el rechazo del trasplante. En estudios anteriores se demostró que la inflamación podía disminuir mediante la inyección de células madre mesenquimales en el estroma corneal. En el presente estudio sin embargo se demostró que las células madre podían aliviar cicatrices corneales, potenciar las propiedades inmunomoduladoras, así como mejorar la transparencia de la córnea y ayudar en la generación de colágeno, todos factores muy beneficiosos tras los procedimientos de los trasplantes lamelares de córnea. A pesar de todo ello por el momento son procedimientos experimentales, los cuales están siendo estudiados, pero aún no están implantados como rutina en las cirugías actuales.

3.2.4 AVANCES QUIRÚRGICOS

Desde que se realizó la primera intervención de trasplante lamelar han ido surgiendo numerosos avances quirúrgicos, como son el láser de femtosegundo, láser excimer, disección neumática o corte con microqueratomo. Actividades que antes se realizaban manualmente y con la implantación de las que hemos conseguido una mayor fiabilidad y presión en operaciones quirúrgicas como los trasplantes parciales de córnea. Antiguamente el único método para llevar cabo el trasplante de córnea era trasplantarla en su totalidad mediante una queratoplastia penetrante, actualmente hemos avanzado mucho y existen diversas técnicas para realizar trasplantes parciales o lamelares en los que solo se sustituye la capa afectada, siendo mucho menos invasivos que los primeros.

3.2.5 EVENTOS ADVERSOS

Existen múltiples efectos adversos y cada uno de ellos puede asociarse a unas técnicas específicas mostradas en la siguiente tabla (Tabla 4) y desarrolladas a continuación;

	Injerto de Bowman	DALK	DMEK	DSAEK
Descentramiento del injerto	X			X
Desprendimiento del injerto		X (Descement)	X	X
Fallo primario del injerto			X	X
Pliegues periféricos		X	X	
Alteraciones de la interfase/ Haze	X	X	X	X
Astigmatismo residual	X			
Adherencia anómala al injerto			X	
Pérdida endotelial a medio-largo plazo				X
Hipertensión ocular precoz			X	
Glaucoma secundario			X	
Rechazo del injerto	X	X	X	X

TABLA 4. COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS ASOCIADAS A CADA TECNICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **Sensibilidad corneal:** La cornea es una estructura muy inervada, por lo que toda incisión o alteración que sufre puede alterar su sensibilidad, por lo que puede ser una adversidad durante el postoperatorio de trasplantes de córnea. En estudios actuales se ha demostrado que las lentes de contacto terapéuticas y las células madre pueden ser de gran ayuda en este tipo de casos, ya que actúan de barrera y ayudan a que la regeneración corneal se efectúe de una manera más rápida. La recuperación total de la sensibilidad corneal puede tardar en suceder hasta un año en las cirugías de trasplante de córnea más complejas.
- **Dolor:** El dolor que puede sentir el paciente tras este tipo de cirugías puede depender de varios factores, tales como si hubo complicaciones durante la cirugía, cual ha sido el tratamiento de elección de esta o su umbral de dolor, el cual según demuestran los estudios es menor en jóvenes, ya que al ir envejeciendo vamos perdiendo la sensibilidad. El dolor también puede depender del tipo de trasplante al que se haya sometido el paciente, así como a la dificultad de este. Para tratar de remediar este efecto adverso podríamos utilizar medicamentos o tratamientos farmacológicos, aunque también son efectivas las lentes de contacto terapéuticas, así como las células madre. El dolor puede ser acompañado de otros síntomas como escozor, lagrimeo o sensación de cuerpo extraño que en ocasiones pueden llegar a ser igual de molestos, aunque suelen desaparecer a los pocos días de la cirugía.

- **Calidad visual:** Tras una cirugía la calidad visual del paciente puede verse reducida, tanto por la afectación de enfermedades secundarias a la cirugía como es el glaucoma en DMEK, como por cambios en la forma de la córnea como el astigmatismo residual en el injerto de Bowman. El haz corneal es una de las complicaciones que afecta a todas las técnicas descritas en nuestra tabla, siendo una cicatrización superficial del estroma, la cual se muestra como una opacidad y que provoca una borrosidad latente en todo momento.

- **Daño tisular:** Tras una queratoplastia lamelar los diferentes tejidos que participan en la intervención quirúrgica se ven dañados, de forma a veces irreparable, por ello es muy importante que la operación sea lo más rigurosa y meticulosa posible, ya que hay capas de tejido ocular que no se regeneran y cuya cicatriz puede opacificarse reduciendo en gran medida la visión de dicho ojo. En la técnica DSAEK se puede observar una pérdida endotelial a medio-largo plazo, consecuencia muy negativa de la intervención, al igual que en el DALK, en el que puede quedar un defecto epitelial persistente. Los pliegues periféricos observados en DALK y DMEK no son buen señal tras un postoperatorio, ya que pueden ser síntomas de complicaciones mayores.

- **Queratitis postoperatorias:** Pueden ser muy peligrosas durante los días del postoperatorio, aunque cada vez son menos frecuentes en ocasiones pueden deberse al mal uso de las lentes terapéuticas, ya que debido a su mal manejo pueden ser las causantes de dicha infección, así como el uso de corticosteroides tópicos, los cuales son los principales culpables de la aparición de hongos. Dichas complicaciones se podrían evitar mediante la esterilización intraoperatoria y la buena higiene post operatoria, la cual será fundamental para evitar las infecciones de este modo las secuelas posteriores.¹¹

- **Rechazo del trasplante / fallo del tratamiento:** Como fallo del tratamiento se podría considerar cuando el trasplante lamelar no cumple su función y el ojo lo rechaza, haciendo así que este se deteriore tisularmente, así como la calidad de vida del paciente por la pérdida de agudeza visual en el ojo afectado. El desplazamiento o desprendimiento del injerto mostrados en la tabla también son un fallo del tratamiento. El rechazo es una de las grandes complicaciones que tienen la queratoplastia penetrante, en las técnicas lamelares no es tan frecuente un rechazo total del injerto, lo que es una gran ventaja. El rechazo puede ser un hándicap tanto físico como mental para la recuperación de los pacientes tras una cirugía, por lo que los avances de las técnicas lamelares frente a las técnicas penetrantes han sido de gran ayuda ala reducir los casos de rechazo entre los pacientes.

4. DISCUSIÓN

Una de las grandes limitaciones a la que se ha visto sometida esta revisión sería el criterio de inclusión que dicta que tienen que ser estudios finalizados, debido a que tratamos de buscar estudios muy novedosos pero la mayoría de los resultados que obtuvimos no habían terminado ni obtenido ninguna conclusión, por lo que fueron descartados.

Fue compleja la elección de los estudios incluidos en la revisión debido a que la mayoría de los resultados hablaban de trasplante lamelar secundario a una enfermedad principal, en la cual se basaba el ensayo, haciendo la elección muy poco homogénea, por lo que se decidió añadir como criterio de exclusión trasplantes penetrantes o secundarios a enfermedades, al tratar estos de enfermedades oculares generales y no necesariamente de técnicas de queratoplastia lamelar.

Otra limitación es que el tiempo mínimo del estudio fuese superior a un año, ya que muchos de los resultados obtenidos en la búsqueda inician habían durado menos tiempo, además de que los buscadores que se utilizaron fueron muy estrictos en las búsquedas y no buscadores generalistas como Google. A pesar de que los estudios que componen esta revisión son actuales, se verán rápidamente sobrepasados por nuevos estudios que todavía están pendientes de publicarse, dejando a éstos obsoletos.

Los estudios incluidos finalmente en la revisión se vieron limitados por la falta de homogeneidad entre las técnicas lamelares utilizadas, así como al número de pacientes que participaron en ellos.

Todos los estudios tratan de diferentes procedimientos dentro del trasplante lamelar, en uno de ellos podemos conocer las técnicas más básicas de dicho trasplante que todavía se siguen efectuando en la actualidad mientras que en otros podemos encontrar técnicas tan novedosas como la creación de corneas mediante bioingeniería o los diferentes métodos de corte de los injertos actualmente.

Herramientas como el láser excimer y el láser de femtosegundo son muy utilizadas en otro tipo de cirugías como las refractivas, por lo que su adaptación a nuevos campos de la cirugía será muy bien aceptada en los próximos años. El uso de células madre está siendo a su vez muy investigado en campos como la farmacología y en campos médicos, lo cual puede beneficiar a que su aparición en el ámbito quirúrgico sea un proceso lento pero eficaz, debido a lo novedoso de los procedimientos.

Procedimientos como la disección neumática y el corte con microqueratomo por otro lado han sido muy bien aceptados y su uso es casi cotidiano en los quirófanos hoy en día, debido a la gran elegibilidad de parámetros que suponen ambas técnicas, y gracias a los cuales la cirugía puede ser ejecutada de forma muy certera y sin complicaciones postoperatorias.

Los resultados obtenidos en todos los estudios arrojaron fiabilidad a las técnicas estudiadas, dándoles mayor credibilidad a la hora de ser realizadas en el quirófano, y demostrando la nueva aparición de técnicas seguras y efectivas para los pacientes de trasplantes corneales parciales.

5. CONCLUSIONES

En la actualidad, los estudios publicados sobre las técnicas del trasplante lamelar de córnea son abundantes y muy poco homogéneos, lo que añade una dificultad a la hora de seleccionarlos para su posterior comparación en esta revisión. Ya que para un mismo tipo de trasplante lamelar existen múltiples técnicas con peculiaridades en la forma en la que se llevan a cabo cada una de ellas y en la realización de los diferentes estudios, por lo que como comentábamos anteriormente es muy difícil realizar comparativas. Además, el futuro con este respecto es muy prometedor ya que estamos a la espera de la publicación de nuevos estudios en años próximos, los cuales nos harán más difícil todavía el poder comparar las diferentes técnicas estudiadas entre sí.

Mediante el estudio de las diferentes técnicas podemos concluir que todas son válidas, y de gran utilidad dependiendo de la afección de cada paciente, demostrándose la eficacia de cada una de ellas en el tipo determinado de paciente estándar para cada procedimiento.

Gracias a los grandes avances acontecidos hasta la fecha hemos conseguido realizar técnicas cada vez menos invasivas y con menos complicaciones, lo que nos lleva a pensar en el prometedor futuro que tenemos por delante mediante células madre que nos ayudan a regenerar tejidos, bioingeniería a través de la cual se podrán crear escrutaras oculares para después ser implantadas con un menor porcentaje de rechazo o la aplicación de tecnologías laser, como femtosegundo o excimer, cuya participación se espera que esté en diversas técnicas no solo de trasplantes parciales de córnea sino en muchos otros procedimientos de cirugía ocular.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Palmero L, Díaz D, et al. Evaluación clínica y refractiva, tasa de complicaciones y análisis de la supervivencia del injerto a largo plazo en pacientes intervenidos mediante diferentes técnicas de queratoplastia. 2019. [citado 15 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/672857f6-19ad-4db6-ad49-d93c3b2bcb2a>
2. Bonnet C. Trasplante de córnea. EMC - Tratado de Medicina [Internet]. 26 de diciembre de 2023 [citado 2 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S163654102348734X>
3. Parker JS, Huls F, Cooper E, Graves P, Groeneveld-Van Beek EA, Lie J, et al. Technical feasibility of isolated bowman layer graft preparation by femtosecond laser: A pilot study. *Eur J Ophthalmol*. 1 de noviembre de 2017;27(6):675-7.
4. Capote Cabrera A, Wina Ravelo Vázquez D, Susana Vinardell Pérez D, Taimi Cárdenas Díaz D, Hernández López I, Vigoa Aranguren L. Disección neumática en dos pasos para la preparación del tejido donante en queratoplastia endotelial de la membrana de Descemet [Internet]. Vol. 26, *Revista Cubana de Oftalmología*. 2013. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>
5. Mokey Castellanos MO, Pérez Suárez RG. Querectomía fototerapéutica en distrofia reticular corneal. En: *Revista Cubana de Oftalmología* [Internet]. Editorial Ciencias Médicas; 2007 [citado 9 de abril de 2024]. p. 0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
6. Chan TCY, Douglas P, Lam KT, Wu WK, Wong VWY. Comparison of the Surgical Outcomes of Various Methods of Endothelial Keratoplasty. ORIGINAL STUDY *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology &* [Internet]. [citado 9 de abril de 2024];1(5). Disponible en: www.apjo.org259
7. Muijzer MB, van Luijk CM, van den Bogaardt AJ, Kruit PJ, Groeneveld-van Beek E, Melles GRJ, et al. Prospective evaluation of clinical outcomes between pre-cut corneal grafts prepared using a manual or automated technique: with one-year follow-up. *Acta Ophthalmol*. 1 de noviembre de 2019;97(7):714-20.
8. Mukhija R, Maharana PK, Aron N, Sinha R, Sharma N, Satpathy G, et al. Role of therapeutic contact lens following Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: A randomized control trial. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 1 de enero de 2021 [citado 10 de abril de 2024];69(1):75. Disponible en: [/pmc/articles/PMC7926145/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33814514/)
9. Alió del Barrio JL, De la Mata A, De Miguel MP, Arnalich-Montiel F, Nieto-Miguel T, El Zarif M, et al. Corneal Regeneration Using Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells.

Cells [Internet]. 1 de agosto de 2022 [citado 10 de abril de 2024];11(16). Disponible en: [/pmc/articles/PMC9406486/](#)

10. Dra. Isabel Mayo Pampín, Dra. Soledad Peña. Láser de femtosegundo: El futuro de la cirugía corneal [Internet]. Valencia; 2010 [citado 2 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.laboratoriosthea.com/medias/thea_informacion_59.pdf
11. Dapena I, Dapena L, Dirisamer M, Ham L, Melles GRJ. Agudeza visual y densidad de células endoteliales tras queratoplastia endotelial de membrana de Descemet (DMEK). Arch Soc Esp Oftalmol. diciembre de 2011;86(12):395-401. [citado 24 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/s0365-66912009000500004>
12. Pedro Vidal Arede. Queratoplastia endotelial de extracción de Descemet [Internet]. 2023. [citado 5 de junio de 2024]. Disponible en: https://eyewiki.aao.org/Descemet_Stripping_Endothelial_Keratoplasty#cite_note-bahar-4

6.1 BIBLIOGRAFÍA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: What is the cornea? [Internet]. Ophthalmic Consultants of Vermont. 2019 [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: <https://ocvermont.com/corneal-surgery/what-is-the-cornea/>

Ilustración 2: M.D. Carneros. Cirugía endotelial. ¿Cómo es el proceso de recuperación del trasplante de córnea? [Internet]. Oftalmólogos Martínez de Carneros Madrid. Clínica Oftalmológica Madrid Martínez de Carneros. Oftalmólogos y Oculista; 2022 [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.martinezdecarneros.com/como-es-el-proceso-de-recuperacion-del-trasplante-de-cornea/>

Ilustración 3: Trasplante corneal DALK – Dr. Osvaldo Berger – Oftalmólogo [Internet]. Drberger.cl. [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: <https://drberger.cl/trasplante-corneal-dalk/>

Ilustración 4: El Hospital Clínic, líder de trasplantes de córnea en el sector público en Catalunya en 2017 [Internet]. Clínic Barcelona. [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.clinicbarcelona.org/noticias/el-hospital-clinic-lider-de-trasplantes-de-cornea-en-el-sector-publico-en-catalunya-en-2017>

Ilustración 5: Mokey Castellanos MO, Pérez Suárez RG. Queratectomía fototerapéutica en distrofia reticular corneal. En: Revista Cubana de Oftalmología [Internet]. Editorial Ciencias Médicas; 2007 [citado 9 de abril de 2024]. p. 0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es