



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

UTILIDAD DE LA TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA DE SEGMENTO ANTERIOR EN LA CIRUGÍA CORNEAL

Autor/es

Mikel Luzuriaga Iurramendi

Director/es

Dr. Antonio Sánchez Pérez

Dr. Luis Pablo Júlvez

Facultad de Ciencias
2017-2018

ÍNDICE

1. Resumen del Trabajo Fin de Grado.....	3
2. Objetivos del Trabajo Fin de Grado	3
3. Introducción.....	3
4. Recordatorio de la anatomía y fisiología corneal	4
4.1. Correlación anatómica de la OCT de córnea.....	5
5. Historia del OCT e introducción en el segmento anterior	5
6. Principios de la tomografía de coherencia óptica.....	6
7. Tipos de OCT-SA.....	7
7.1. Limitaciones del OCT-SA	8
8. Aplicaciones del OCT-SA en cirugías corneales.....	9
8.1. Pre cirugías.....	9
8.2. Post cirugías	10
9. Utilidad del OCT-SA en queratoplastias	11
9.1. Queratoplastia penetrante QPP (PKP)	13
9.2. Queratoplastia lamelar (QPL).....	14
9.3. Trasplante endotelial tipo DSAEK	16
9.4. Trasplante endotelial tipo DMEK	18
10. Conclusiones	21
11. Reseñas bibliográficas	22
11.1. Imágenes	24
11.2. Tablas	24

1-RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

En este trabajo, además de explicar brevemente las diferentes tecnologías del tomógrafo de coherencia óptica (OCT), se demuestra la eficacia del tomógrafo de coherencia óptica de segmento anterior (OCT-SA) en cirugías corneales, tanto en la obtención de **datos objetivos prequirúrgicos** como **postquirúrgico**, especialmente en **queratoplastias**.

Para ello, me he basado en casos clínicos de pacientes que se le han realizado el OCT-SA como herramienta de diagnóstico y seguimiento en cirugías corneales. Casos pertenecientes a la consulta especializada en superficie corneal del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS).

2-OBJETIVOS DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Objetivos Generales:

-Demostrar la eficacia del OCT-SA en cirugías corneales, especialmente en queratoplastias.

Objetivos Específicos:

-Fundamentos de la técnica y el manejo correcto de los diferentes tomógrafos, en cirugías corneales.

3-INTRODUCCION

Las alteraciones anatómicas tanto fisiológicas de la córnea están directamente relacionadas con mala calidad visual. La córnea es, en situación normal, una estructura transparente y regular. Sin embargo, diferentes ametropías, enfermedades (tanto congénitas como adquiridas), infecciones, inflamaciones, traumatismos, etc. pueden alterar la estructura neutra, influyendo directamente en la calidad visual.

Hoy día existen cirugías para remediar dichas alteraciones (queratoplastias, cirugías refractivas, anillos intraestromales...)

Para estas cirugías, es imprescindible la obtención de datos objetivos de la córnea, como en la pre cirugía tanto en la post cirugía. Evidentemente, dichos datos se obtienen mediante instrumentos muy cualificados como el OCT-SA que se va describir y analizar posteriormente.

4- RECORDATORIO DE LA ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA CORNEAL:

La córnea es la estructura ocular de mayor poder refractivo del ojo humano. Se trata de una estructura avascular rodeada de fluidos, lágrimas anteriormente y humor acuoso posteriormente. Representa una sexta parte de la circunferencia del ojo, tiene una forma oval y su diámetro es mayor en el meridiano horizontal. En su periferia gradualmente se transforma en esclera, siendo la zona de transición entre ambas estructuras el limbo. Sus medidas físicas y propiedades ópticas pueden verse en la tabla:

Diámetro	11,7 mm (horizontal) x 10,6 mm
Espesor central	535 micras
Radio de curvatura	Anterior: 7,8 mm. Posterior: 6,2 - 6,8 mm
Poder refractivo de la superficie anterior	48,83 dioptrias
Poder refractivo de la superficie posterior	-5,88 dioptrias
Poder refractivo total	43,05 dioptrias
Índice de refracción	1,376
Contenido en agua	78%
Contenido en colágeno	15%
Contenido de otras proteínas	5%

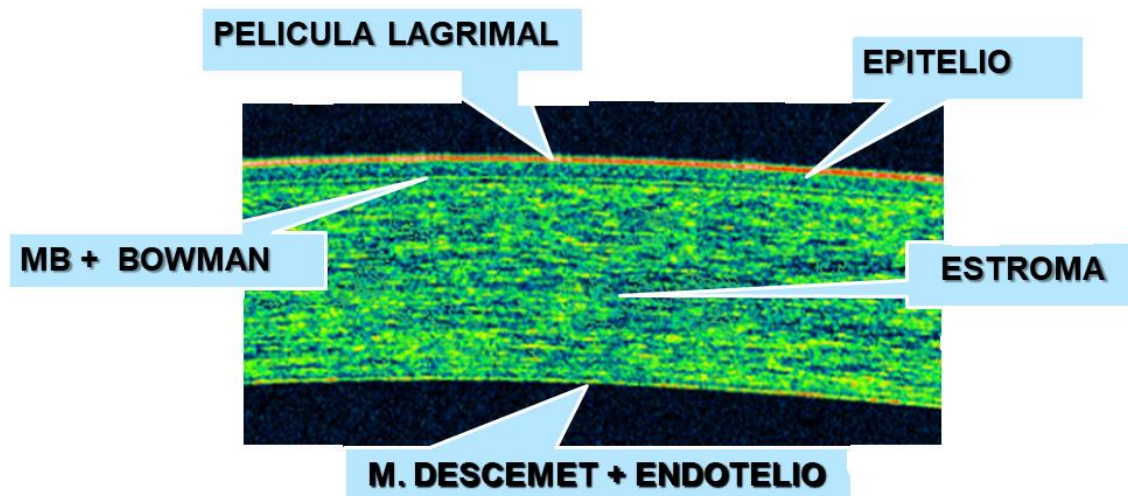
(Tabla. 1) Observamos los datos normales de la córnea.

Se nutre del humor acuoso, película lagrimal y capilares limbares. Está inervada por los nervios ciliares y otros nervios de la conjuntiva, los cuales son ramificaciones del nervio trigeminal de la división oftálmica. Su inervación es exclusivamente sensorial.

La densidad de nervios en la córnea es muy elevada, lo que la convierte en la estructura más sensible de todo el cuerpo humano. Su transparencia se debe a la perfecta colocación de las fibras de colágeno, y cualquier alteración en esta colocación afecta a su transparencia. Las principales funciones de la córnea consisten en la refracción y transmisión de la luz, así como proteger las estructuras oculares internas.¹

4.1-CORRELACIÓN ANATÓMICA DE LA OCT DE CÓRNEA

La cornea en la OCT-SA es presentado de la siguiente manera: (Fig. 1)



((Fig. 1) Corte tomográfico de la córnea en el que se analizan las diferentes capas debido a la reflectividad que proporcionan. Se aprecia en primer lugar una banda hiperreflectiva por delante de la córnea que corresponde a la película lagrimal. Seguido por el epitelio corneal y membrana de Bowman. El estroma se encuentra entre dos líneas, la membrana de Bowman y el complejo membrana de Descemet-endotelio. La membrana de Descemet en ocasiones es visualizable como una línea independiente. Inmediatamente por encima del endotelio corneal.²

5-HISTORIA DEL OCT E INTRODUCCIÓN EN EL SEGMENTO ANTERIOR:

La tecnología de OCT fue descrita en el año 1991 por el Dr. David Huang y llegó a estar comercialmente disponible en 1995.³

En sus inicios, el OCT fue un examen utilizado para el estudio de retina.⁴ sin embargo, también ha sido utilizado como una herramienta diagnóstica en diversas especialidades médicas tales como cardiología, dermatología, otorrinolaringología, gastroenterología y ginecología, debido a la buena correlación entre la imagen obtenida y el estudio histopatológico.

En el año 1994,³ Joseph Izatt et publicaron el primer reporte sobre uso de OCT para la evaluación de segmento anterior. Posteriormente, con el incremento en la popularidad de la cirugía refractiva corneal, perfeccionan los sistemas disponibles.

En el año 2005,³ se aprueba las aplicaciones clínicas del OCT para el estudio de segmento anterior. Para ello, se diseñan complementos técnicos (módulo de segmento anterior (ASM)) (Fig. 2) que se colocan en el OCT convencional, obteniendo excelente datos objetivos de la cámara anterior.



(Fig. 2) Módulo Segmento Anterior ASM para Spectralis (Heidelberg Eng.). Es un complemento técnico que se coloca en el OCT, cuando se quiere evaluar el segmento anterior.

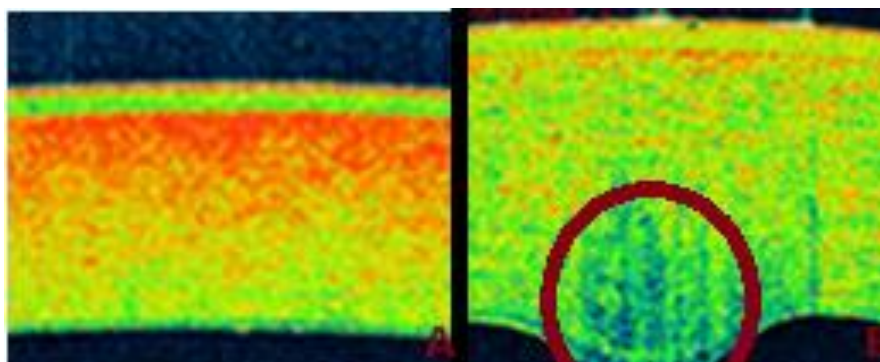
6-PRINCIPIOS DE LA TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA:

La imagen obtenida con OCT es análoga al principio de la ultrasonografía, pero a diferencia de utilizar las ondas acústicas, utiliza ondas de luz, lo que permite obtener una resolución de las imágenes 10 veces superior a la que se obtiene con la ecografía convencional.

Considerando que la velocidad de la luz es casi un millón de veces más rápida que la velocidad del sonido, los sistemas de OCT utilizan el principio de la interferometría de baja coherencia.³

El principio del OCT⁵ consiste en que, el rayo de luz es dirigido al tejido que se quiere analizar es transmitida o reflejada por el tejido biológico. La información que devuelve el tejido representa el retraso de la luz al atravesar ciertas superficies, lo que permite conocer la distancia y espesor de las distintas estructuras oculares, así como la localización longitudinal de las diferentes zonas de reflexión.

El sistema OCT⁵ proporciona múltiples escáneres longitudinales contiguos, y cada uno de ellos muestra el comportamiento de una porción de tejido frente a un haz de luz: Si la reflectividad de la imagen es alta implica un bloqueo parcial o total al paso de luz (depósitos lipídicos, infiltrados corneales), mientras que si es baja expresa poca o nula resistencia de los tejidos al paso de luz (edema, cavidades quísticas).
(Fig. 3)



(Fig. 3) Observamos distintas interpretaciones del OCT-SA sobre comportamientos de tejidos corneales frente a la haz de luz del OCT-SA (A) Alta reflectividad, debido a los depósitos lipídicos. (B) Baja reflectividad debido a un edema estromal. Las imágenes resultantes vienen expresadas en una falsa escala de color donde el espectro blanco-rojo señala una alta reflectividad, mientras el azul-negro corresponde a una baja reflectividad.

Además el OCT posee un software⁵, que contiene una amplia base de datos utilizada para comparar la información medida en cada paciente, realizando un mapa de desviación donde se marca la probabilidad de entrar dentro del rango normal. Obteniendo así, una valoración objetiva y personalizada de cada paciente.

7-TIPOS DE OCT-SA

Aunque en el Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS) solamente se trabaja con dos tecnologías de OCT existen tres tecnologías principales:

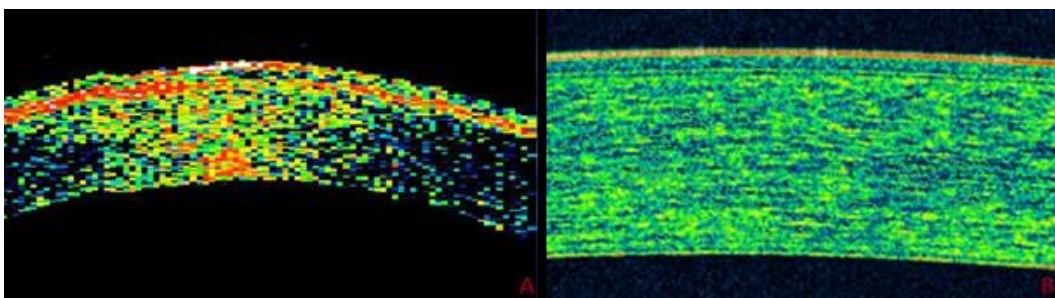
- Time domain OCT (TD-OCT) (No se utiliza en el HUMS)
- Spectral domain OCT (SD-OCT)
- Swept Source OCT (SS-OCT)

Time domain OCT (TD-OCT)

Es la tecnología más antigua, hoy día está fuera de las consultas ya que las otras tecnologías son muy superiores.⁶

Spectral domain OCT (SD-OCT)

Permite obtener una mayor sensibilidad y velocidad en la adquisición de la imagen, adquiriendo muchos más cortes, creando una imagen tridimensional de las estructuras exploradas.³(Fig. 4)



(Fig. 4) Podemos contemplar dos imágenes de corneas sanas captadas por distintos OCT según la tecnología: (A) Observamos una imagen realizada mediante el TD-OCT, mientras que en la (B) se aprecia una imagen realizada por el SD-OCT. Se aprecia una notable mejora en la imagen (B), en cuanto a la calidad del imagen, ya que mediante la se pueden distinguir las capas más relevantes corneales.

Swept Source OCT (SS-OCT)

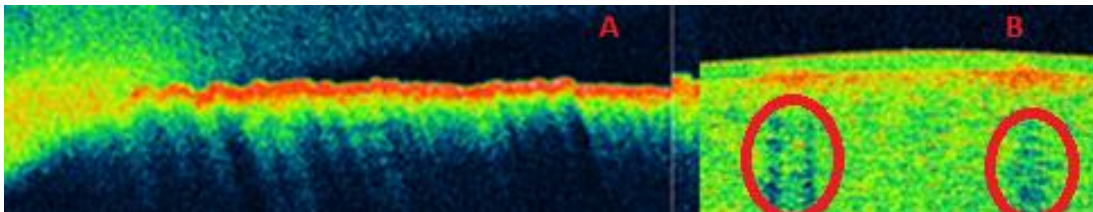
Su principal diferencia, consiste en la emisión de una longitud de onda más larga (1050 nm), gracias a la cual la penetración de los tejidos es mayor obteniendo mejores imágenes.⁷

	TIME DOMAIN	SPECTRAL DOMAIN	SEWPT SOURCE
Longitud axial	1310 nm	830 nm	1050 nm
Resolución axial	18 μm	5 μm	1 μm
Resolución lateral	60 μm	15 μm	1 μm
V de adquisición	2.048 A-scan/s	26.000 A-scan/s	100.000 A-scan/s

(Tabla.2) Comparamos los datos objetivos de cada tecnología, observamos que el SS-OCT es el más eficaz por su alta resolución y velocidad de adquisición.

7.1-LIMITACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS OCT-SA.

Las limitaciones de este examen son las siguientes: Es incapaz de penetrar completamente el epitelio pigmentario del iris.³ (Por este motivo no es posible obtener imágenes del cuerpo ciliar, zónula o quistes retroiridianos), además pierde la señal cuando existen depósitos muy densos y altamente hiperreflectivos como pueden ser unos depósitos lipídicos. (Fig. 4)



(Fig. 5) Observamos las limitaciones del OCT-SA: (A) El efecto pantalla que se produce al intentar penetrar en el iris (B) Pérdida de la señal (efecto pared) y aparición de una sombra en el área inmediatamente posterior al depósito denso.

8- APLICACIONES DE LA OCT-SA EN CIRUGIAS CORNEALES:

Como se ha explicado anteriormente, La OCT-SA funciona a base de ondas de luz, obtiene imágenes midiendo el tiempo de retardo e intensidad de la luz reflejada en los tejidos que se evalúan.

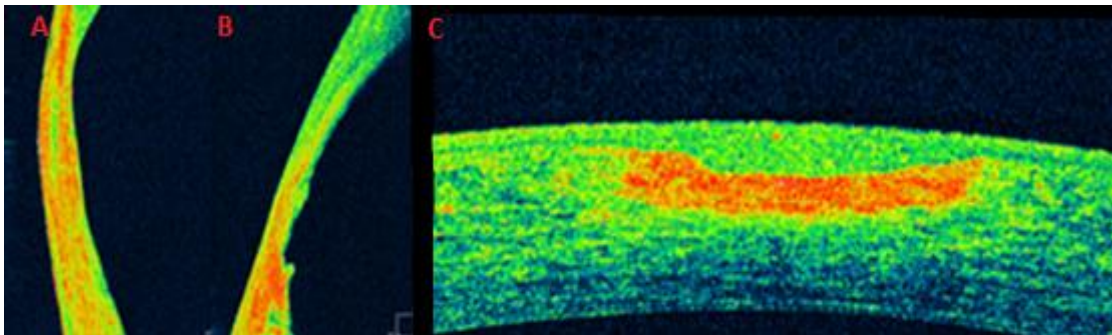
Así, puede obtener imágenes e información de cualquier tejido corneal de la cámara anterior independientemente de la transparencia de estructuras anteriores.

Por esta razón, la OCT-SA facilita, sobre todo a nivel del plano corneal, la obtención de imágenes in vivo a la que podemos sacarle rendimiento en las siguientes situaciones: **Pre cirugía, Post cirugía.**

8.1-PRE CIRUGÍA:

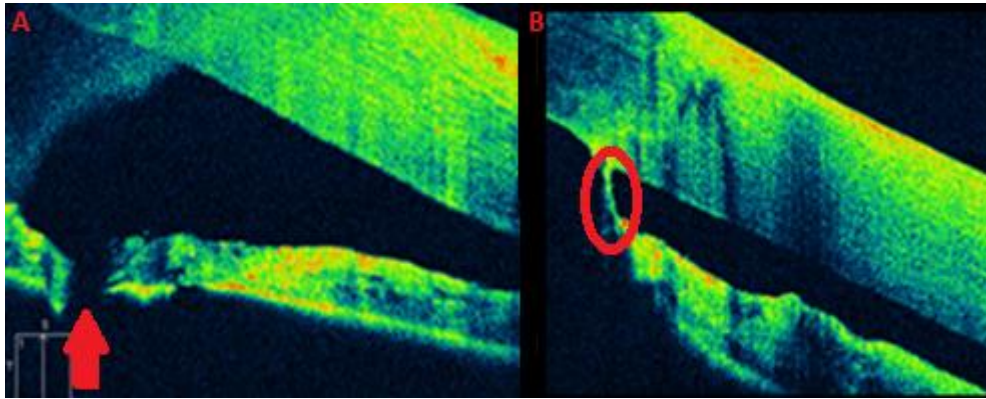
Ante una sospecha de una alteración corneal, antes de operar, siempre se debe realizar un examen exhaustivo de la córnea para diagnosticar la posible patología mediante imágenes y datos objetivos. Para luego plantear una cirugía óptima para cada caso.^{5, 8}

En cuanto al diagnóstico de la patología, el OCT-SA facilita esta labor ya que, describe al detalle el estado estructural de la córnea, ubicando las alteraciones presentes.⁸ (Fig.5)



(Fig.6) Observamos diferentes alteraciones corneales captadas por el OCT-SA: (A) Ectasia corneal inducido por un queratocono, (B) Ectasia corneal inducido por la enfermedad de Terrien (C) Leucoma estromal permanente.

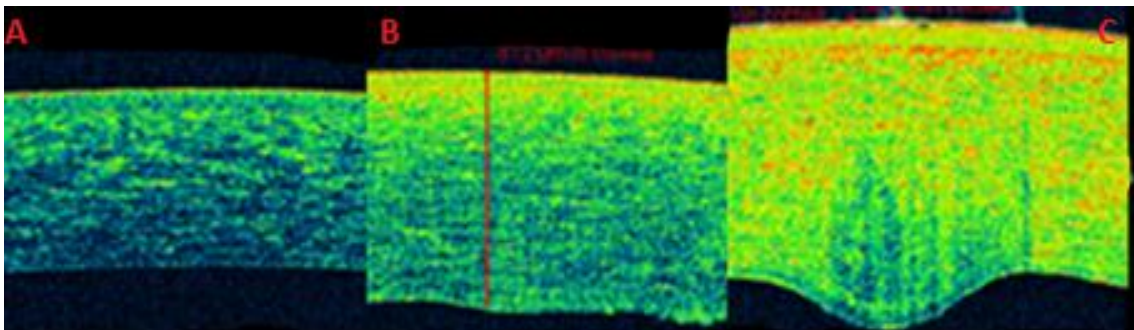
En cuanto al planteamiento quirúrgico, facilita información objetiva mediante datos e imágenes para planificar el tipo de cirugía que se va a realizar. Ya que aporta información sobre cirugías previas o alteraciones en la cámara anterior no visibles con tanta resolución en otros instrumentos oftalmológicos.⁸ (Fig.6)



(Fig.7) Observamos diferentes hallazgos en la cámara anterior captadas por el OCT-SA: (A) Iridotomía, (B) Sinequia iridocorneal. Estos hallazgos resultan muy difíciles de identificar con la lámpara de hendidura.

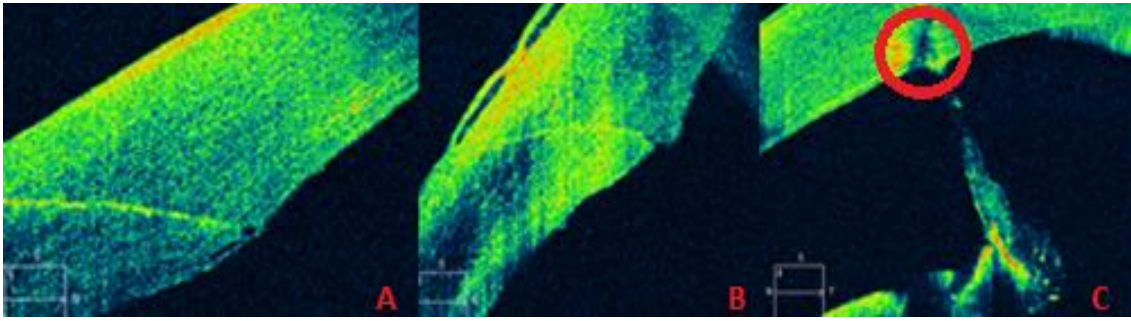
8.2- POST CIRUGÍA

Con datos relativamente exactos, del espesor corneal (Fig.8), la morfología y arquitectura de las incisiones (Fig.9), la aposición y cicatrización (Fig.10) de las diferentes capas corneales convierte el OCT-SA en un instrumento ideal para realizar seguimientos postquirúrgicos para así detectar posibles alteraciones y optimizar la recuperación corneal .⁸

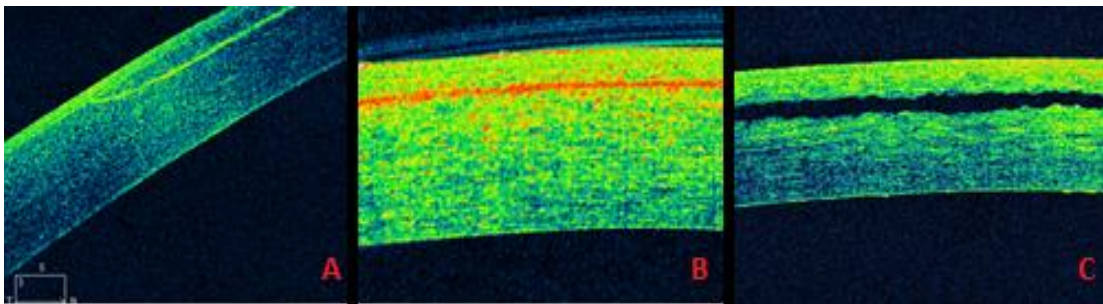


(Fig.8) Observamos diferencias entre una córnea normal y dos corneas postquirúrgicas con edema corneal mediante el OCT-SA: (A) Córnea normal (aprox. con espesor de 550 μm), (B) Córnea postquirúrgica con edema estromal (aprox. con espesor de 800 μm) (C) Córnea postquirúrgica con un grosor considerable, apreciamos un pliegue en la membrana de Descemet.

Las imágenes (B) y (C) pueden indicar que las corneas presentes presenten una queratoplastia bullosa. Ya que esta, puede ocurrir tras la cirugía de catarata. Esta condición implica un edema corneal con aumento del espesor, disminución de la transparencia, fotofobia, posible dolor, y pérdida de visión.



(Fig.9) Observamos diferentes incisiones postquirúrgicas de operaciones de catarata y las complicaciones de estas, mediante el OCT-SA: (A) Incisión directa, (B) Incisión traumatizada, (C) Incisión abierta.



(Fig.10) Observamos diferentes casos postquirúrgicas de cirugía refractiva, mediante el OCT-SA: (A) Cicatrización aceptable en el borde del flap, (B) Queratitis difusa de interfase, (C) Edema corneal con un interfase real.

9-UTILIDAD DEL OCT-SA EN QUERATOPLASTIAS

El trasplante de córnea, también denominado queratoplastia, es una intervención quirúrgica en la cual se sustituye tejido corneal dañado o enfermo, parcialmente o en su totalidad, por tejido corneal sano. Básicamente, tiene dos objetivos principales.⁹

- Evitar una apertura de toda la córnea de forma simultánea, reduciendo el riesgo de extrusión de las estructuras intraoculares.
- Garantizar al paciente una mejora en la calidad visual, reemplazando la córnea dañada o patológica por una córnea sana.^{9,10}

Debido a que la córnea es un tejido avascular, la queratoplastia es el procedimiento de trasplante con mayor número de éxitos y presenta una cifra considerablemente menor de rechazos que todos los demás tejidos.⁹

Las indicaciones en las que se basa el trasplante de córnea las podemos dividir en los siguientes grupos:

- **Indicaciones tectónicas:**

Las infecciones corneales severas, los traumatismos, las enfermedades reumáticas, el queratocono, etc... son algunas anomalías que pueden perforar la córnea. En muchos casos, la queratoplastia es la única opción terapéutica para reparar la anatomía corneal.¹¹

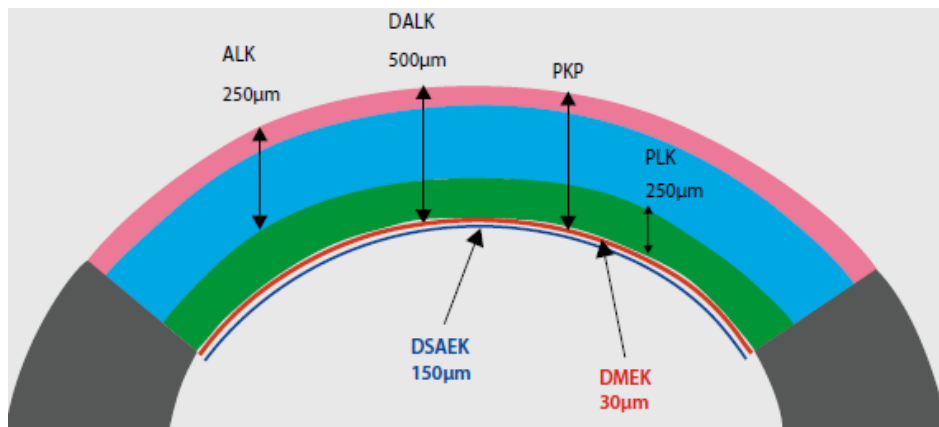
- **Indicaciones ópticas:**

*Ectasias corneales, edema corneal, distrofia corneal, opacidades congénitas, queratitis virales, queratitis.*¹ Son trastornos corneales que pueden llegar a perder las propiedades ópticas como consecuencia la córnea pierde la transparencia. En estos casos, la queratoplastia es la única opción terapéutica para reparar la estructura corneal.

Además la queratoplastia se utiliza para remediar **indicaciones cósméticas**, aunque hoy día existen otras alternativas menos agresivas para remediar estos casos como pueden ser **lentes de contacto cósméticas**¹¹.

A continuación explicaré los tipos de queratoplastia más relevantes y la utilidad del OCT-SA en ellas:

- Queratoplastia penetrante (QPP o PKP)
- Queratoplastia lamelar (QPL)
 1. Queratoplastia lamelar (ALK)
 2. Queratoplastia lamelar profunda (DALK)
- Queratoplastia endotelial
 1. DSAEK
 2. DMEK



(Fig.11) Observamos la clasificación de las queratoplastias anteriormente nombradas, principalmente se distinguen la capa corneal trasplantada o por el espesor corneal trasplantado.

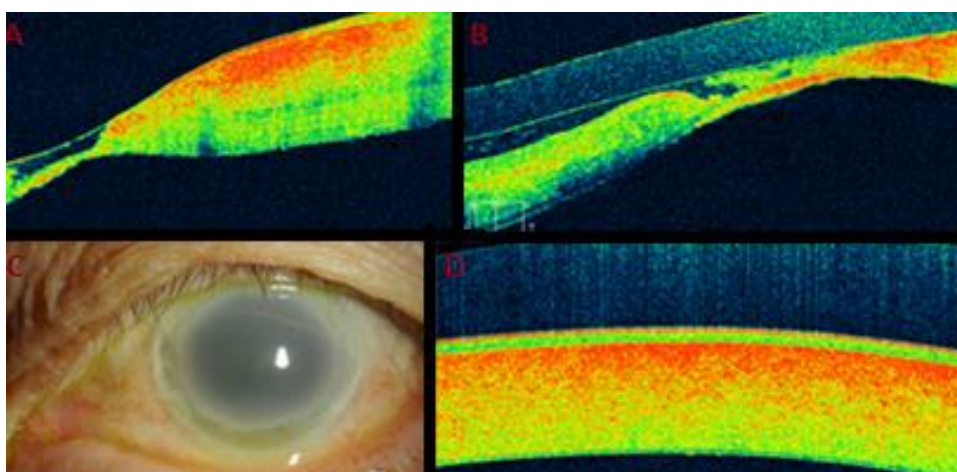
9.1-QUERATOPLASTIA PENETRANTE (QPP)

En la Queratoplastia Penetrante (QPP) se recambia la córnea en su totalidad. Es la forma de trasplante de córnea tradicional.

Para realizar esta cirugía, es inevitable perjudicar el endotelio corneal como cortar la inervación corneal. Además de que el rechazo del injerto es mayor comparando con las otras queratoplastias.

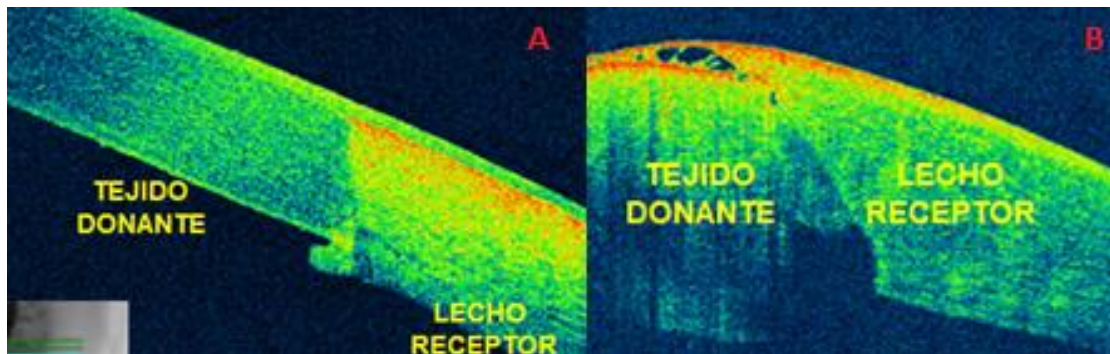
Por estas razones, esta cirugía se utiliza solamente cuando la enfermedad afecta la córnea en su totalidad ¹²: Como pueden ser patologías como **descematocele** o enfermedades metabólicas como **displemias corneales**.

La OCT-SA facilitara la obtención de datos objetivos de las patologías corneales, que son imprescindibles para el planteamiento quirúrgico. (Fig.12)



(Fig.12) Observamos diferentes córneas patológicas. En estos casos se realiza la QPP, ya que la alteración presente está extendida en toda la estructura corneal: (A) y (B) Son imágenes de distintos descematoceles, obtenidas mediante el OCT-SA. (C) y (D) Imágenes de una cornea que presenta gran cantidad de depósitos lipídicos, signos de la enfermedad del ojo de pez (displemias corneales). La imagen (C) es realizada mediante la lámpara de hendidura mientras que la (D) es obtenida mediante el OCT-SA.

En cuanto, al examen post operatorio el OCT-SA nos ayudará con seguimiento postquirúrgico, principalmente en el estudio de la coaptación de los bordes del tejido corneal en el lecho receptor. (Fig.13) (Fig.14)



(Fig.13) Observamos dos imágenes de dos coaptaciones post operatorias de QPP obtenidas mediante el OCT-SA. En la imagen (A) observamos una adecuada coaptación mientras que en la imagen (B) contemplamos que la coaptación no es correcta, ya que se aprecia una apertura considerable entre los dos tejidos, influyendo directamente en la estabilidad corneal.



(Fig.14) Observamos una imagen de una coaptación post operatoria de la QPP obtenida mediante el OCT-SA. Se aprecian pliegues originados por comprensión. Probablemente esta situación es debida a una sutura demasiado tensa o incongruencia de los tamaños de los tejidos.

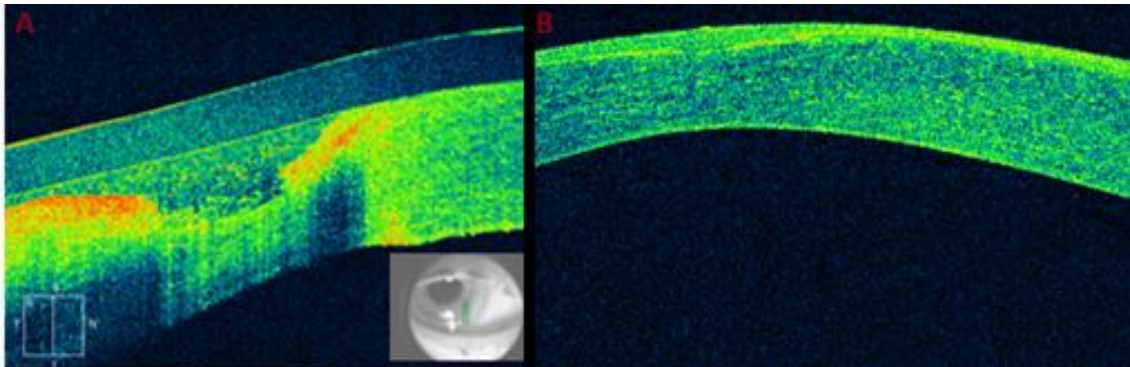
9.2-QUERATOPLASTIA LAMELAR (QPL)

En la Queratoplastia Lamelar (QPL) se elimina el tejido corneal dañado dejando en posición el tejido corneal no alterado. En esta forma de trasplante, sólo se sustituyen las capas más externas de la córnea: Estroma, membrana de Bowman y el epitelio. Esta cirugía se emplea **en las alteraciones estructurales anteriores** de la córnea.

Su principal ventaja consiste en que no existe la posibilidad de rechazo endotelial que es el problema más común de rechazos en la queratoplastia penetrante.¹³

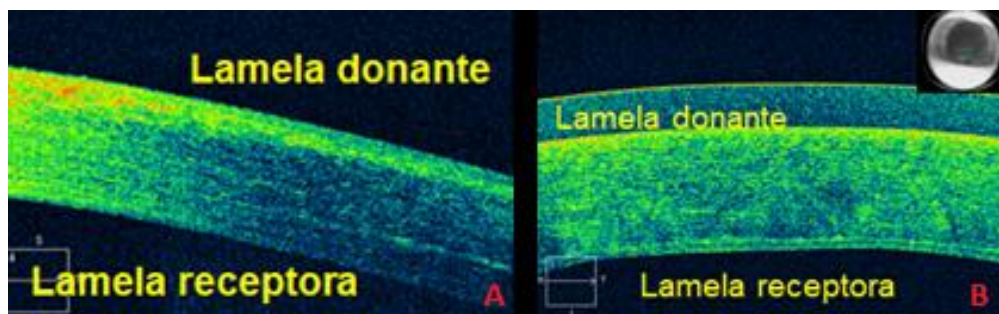
Dentro de esta modalidad quirúrgica existe la DALK (Deep Anterior Lamellar Keratoplasty) y la ALK (Anterior Lamellar Keratoplasty) se diferencian por la profundidad del estroma receptor eliminado.

En diagnóstico y planificación de la queratoplastia el OCT-SA realiza un papel muy importante en la obtención de datos objetivos como la profundidad de las alteraciones que deben ser trasplantadas. ¹³ (Fig.15)



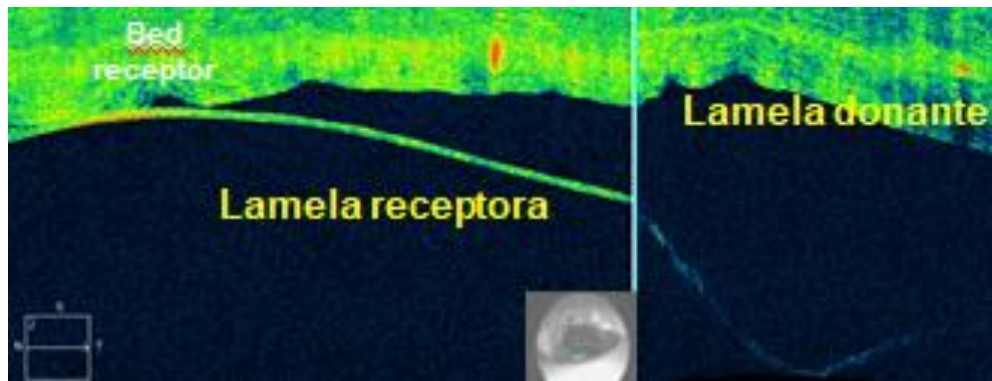
(Fig.15) En estas imágenes realizadas por el OCT-SA observamos diferentes córneas patológicas. En estos casos se realiza la QPP, ya que la alteración presente se ubica en la parte externa de la córnea mientras que el resto de la córnea está en condiciones normales. En la imagen (A) apreciamos una úlcera corneal que daña las capas más externas de la córnea, mientras que en la (B) observamos un queratocono, sin ningún signo de hidropesía.

En cuanto al examen post operatorio el OCT-SA nos indicará si los bordes de la lamela donante están bien coaptados tras la cirugía, y si hay integración completa del injerto. (Fig.16) (Fig.17)



(Fig.16) Estas adaptaciones son aceptables ya que la integración del injerto lamelar donante es completa en la lamela receptora.

Observamos dos imágenes de dos coaptaciones post operatorias de QPL obtenidas mediante el OCT-SA. En la imagen (A) apreciamos una correcta coaptación de la técnica ALK (Se aprecia una parte del estroma en la lamela receptora), mientras que en la imagen (B) observamos una correcta coaptación de la técnica DALK. (Solamente se conserva la membrana de Descemet y epitelio corneal en la lamela receptora).



(Fig.17) Observamos dos imágenes post operatorias de una DALK obtenidas mediante el OCT-SA, donde puede apreciar existencia de una «doble cámara anterior como consecuencia de la entrada de humor acuoso a través de alguna microperforación en la córnea receptora (membrana Descemet y endotelio). Estos casos se solucionan con una inyección en quirófano de una burbuja de aire en cámara anterior para «exprimir» la doble cámara y facilitar el pegado entre la córnea donante y la receptora.¹³

9.3-TRASPLANTE ENDOTELIAL TIPO DSAEK

La DSAEK (Descemet'sstripping automated endothelial keratoplasty), se denomina a la técnica de queratoplastia endotelial donde un microqueratomo elimina el epitelio y un grosor variable de estroma anterior de la córnea del donante.¹⁴

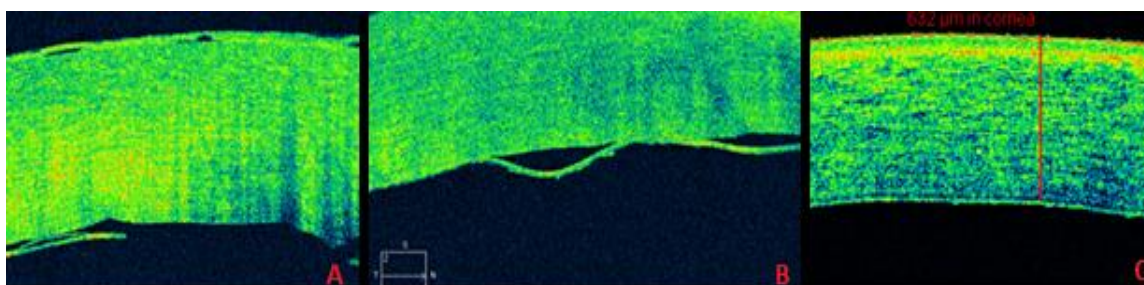
Una vez tallado, se introduce en el interior de la cámara anterior del ojo receptor, se despliega sobre el iris y se reflota con una burbuja de aire al techo de la cámara, sustituyendo al endotelio dañado. Su gran superficie queda adherida por la tendencia a succión tisular y no requiere sutura.¹⁴(Fig. 18)



(Fig.18) Podemos observar el esquema de una córnea operada de DSAEK. La porción roja representa los tejidos implantados en la córnea receptora. (Endotelio, membrana de Descemet y una parte del estroma)

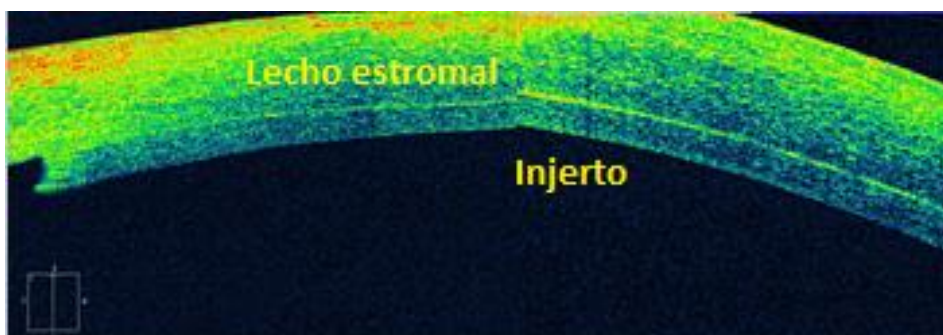
Este tipo de queratoplastia se utiliza en las corneas que presentan algún tipo de alteración endotelial, relacionadas con patologías como la **distrofia de Fuchs** y la **queratopatía bullosa** (Fig.19) además de que puede estar relacionado con un fracaso del trasplante previo.¹⁵

En estos casos, el edema corneal es una consecuencia de la pérdida de la función de bombeo de esa capa. La posibilidad de monitorizar el edema con el OCT, puede ayudarnos en el control evolutivo de la función endotelial y decidir la realización de una queratoplastia endotelial ante la evidencia de un empeoramiento de la misma.¹⁴

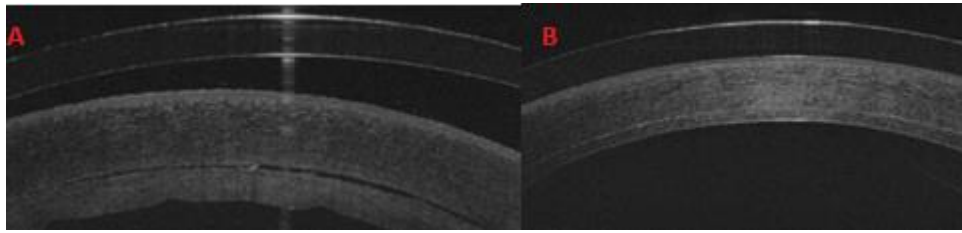


(Fig.19) Observamos diferentes corneas patológicas mediante el OCT-SA, candidatos para realizar una DSAEK o DMEK: En las imágenes (A) y (B) podemos ver dos corneas con **queratopatía bullosa**, ya que se aprecia un aumento del grosor corneal por los edemas estromales presentes además de, la separación del endotelio de la córnea. Concretamente en la imagen (A) el endotelio está incompleto mientras que en la (B) se pueden observar edemas endoteliales. En la imagen (C) apreciamos varias ampollas (edemas pequeños) en la membrana de Descemet, signo común en las corneas con **distrofia endotelial de fuchs**.

En cuanto, al examen post operatorio, el OCT-SA ayudará en el seguimiento, visualizando el proceso de adhesión del injerto al lecho estromal del receptor.¹⁴ Ya que tras esta cirugía es común encontrar edemas post-operatorios entre el injerto y el lecho estromal. (Fig.20) (Fig.21)



(Fig.20) Observamos una córnea post operatoria de una DSAEK una mediante el OCT-SA: Apreciamos una correcta adhesión del injerto en el lecho estromal, ya que no se observa en ningún momento la separación entre el injerto y el lecho estromal.



(Fig.21) Observamos otra córnea post operatoria mediante el OCT-SA: En la imagen (A) apreciamos un edema post-operatorio entre el injerto y lecho estromal que se desaparece en 3 días como se puede ver en la imagen (B).

9.4-TRASPLANTE ENDOTELIAL TIPO DMEK

La DMEK (Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty) es un tipo de queratoplastia lamelar posterior en la que sólo se implanta la membrana de Descemet y el endotelio del donante, sin estroma posterior, a diferencia de la DSAEK. (Fig.22)



(Fig.22) Podemos observar el esquema de una córnea operada de DMEK. La porción roja representa los tejidos implantados en la córnea receptora. (Endotelio, y la membrana de Descemet)

La DMEK puede ser realizada de forma aislada o en combinación con la facoemulsificación cuando coexisten catarata.

Sus indicaciones principales son las mismas que las DSAEK: **Distrofia endotelial de Fuchs y la queratoplastia bullosa pseudofáquica.**¹⁶ En las cuales, el OCT-SA realizara un papel importante monitorizando los posibles edemas, como describiendo al detalle las alteraciones del endotelio corneal, **propias de estas patologías.** (Fig. 19)

Varios estudios, entre los que destaca el del Dr Price¹⁷, afirman que DMEK proporciona mejores resultados visuales que la DSAEK siguientes razones:

- **Más transparencia:**

El injerto de DMEK es neutro, ya que no existe ningún contacto entre el estroma del donante y el estroma del receptor, dando lugar a menor transparencia como es el caso de DSAEK.¹⁷

- **Menos aberraciones ópticas:**

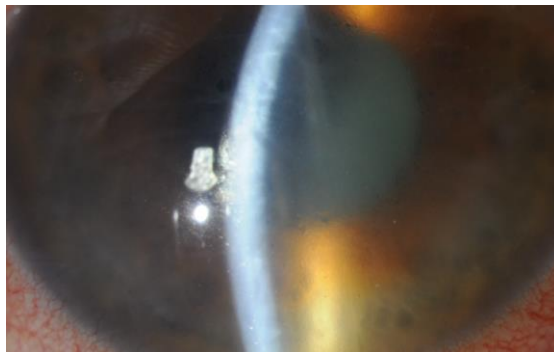
La DSAEK induce más aberraciones de alto orden en la superficie posterior de la córnea que la DMEK. Ya que los injertos son más delgados centralmente y más gruesos en la periferia, generando más aberraciones al no ser uniformes a través de su diámetro.¹⁷

- **Mejor recuperación visual:**

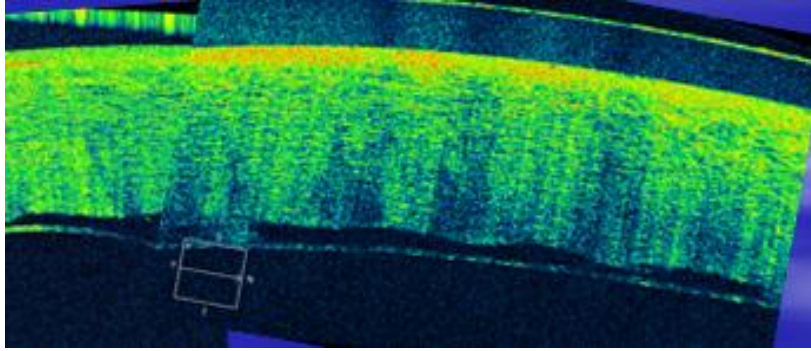
Los resultados de la AV de los pacientes postquirúrgicos de la DMEK, son superiores comparando con los DSAEK, En los pacientes con DSAEK se observa visiones medias de 20/30 a 20/50, que pueden ser aumentados a partir de un año. En DMEK, los pacientes pueden ver 20/20 tan sólo unas semanas después de la cirugía.¹⁷

En cuanto, al examen post operatorio, aunque los desprendimientos del DMEK pueden diagnosticarse en la lámpara de hendidura, no se visualiza con claridad la cara posterior de la córnea. (Fig.23) Ya que se puede confundir un edema inducido por mala adaptación del injerto con un edema por el mal funcionamiento de la bomba na/ka donante.¹⁶

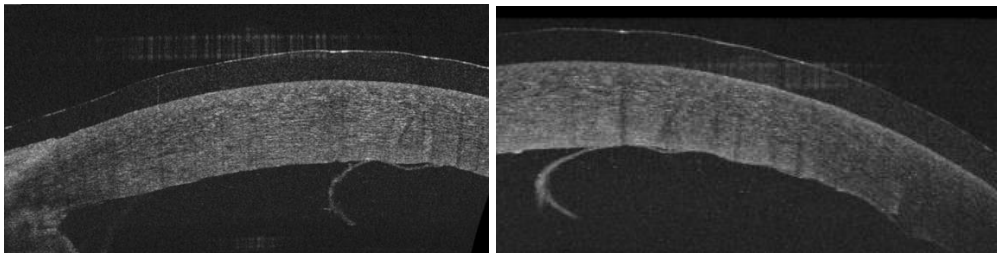
Para diferenciar estos dos casos el uso de la OCT-SA proporcionar una visualización directa del injerto. (Fig.24) (Fig.25)



(Fig.23) Podemos observar una imagen de la lámpara hendidura de un ojo postquirúrgico con complicaciones del DMEK. Se puede observar que no se visualiza con nitidez la cara posterior de la córnea. Pudiendo confundir un edema inducido por mala adaptación del injerto con un edema por el mal funcionamiento de la bomba na/ka donante.



(Fig.24) Observamos una corneal post operatoria de DMEK mediante el OCT-SA: Se puede observar un edema por la mala adaptación entre el injerto y lecho estromal.



(Fig.25) Observamos una cornea post operatoria de DMEK en diferentes meridianos mediante el OCT-SA: Se puede observar una separación periférica del injerto al lecho estromal.

10-CONCLUSIONES:

Tras observar el funcionamiento y la utilidad del OCT-SA presentes en el Hospital Universitario Miguel Servet, y mediante la elaboración de esta memoria se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La Tomografía de Coherencia Óptica constituye uno de los mayores avances tecnológicos de los últimos años en el mundo de la oftalmología, lo que la ha convertido en la prueba más usada para el diagnóstico y seguimiento en la pre cirugía como en la post cirugía por las siguientes razones:
 1. Se trata de una técnica intuitiva, de fácil uso y no invasiva.
 2. Se trata de una prueba objetiva, ya que facilita datos cuantitativos numéricos de los tejidos explorados.
- Los datos obtenidos de cada paciente se guardan en el disco duro del aparato lo que proporciona utilizar posteriormente como herramienta de docencia e investigación.
- La OCT-SA, además de analizar al detalle la córnea, es muy útil para la exploración total de la cámara anterior, ya que obtiene datos relevantes como la profundidad de esta, datos estructurales del cristalino, el ángulo iridocorneal.
Por esta razón, es de gran ayuda en otras cirugías de cámara anterior como cataratas, implantes de LIO y etc.
- Aunque en los inicios de esta tecnología se necesitaba un OCT específico especializado en segmento anterior. Hoy día esta función ya viene integrada en el instrumento, de tal manera que los OCTs del mercado están capacitados para examinar el segmento anterior como el segmento posterior.
- Los ópticos optometristas son los profesionales capacitados para realizar las diferentes técnicas del OCT.

11-RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. César Villa. Jacinto Santodomingo. *Artículo científico:La córnea. Parte I Estructura, función y anatomía microscópica*. Gaceta de optometría y óptica oftálmica. 454 diciembre
2. J. I. Fernández-Vigo Escribano, J. García Feijóo, J. M.^a Martínez de la Casa, L. de Pablo Gómez de Liaño. CORRELACIÓN ANATÓMICA DE LA OCT Y EL SEGMENTO ANTERIOR. Urcola Carrera, J. and Vila Arteaga, J. (2016). *Oct de segmento anterior*. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología.(pág.14-15)
3. Dennis E. Cortés, M.D., Brett L. Shapiro, M.D., Eric K. Chin. (2012) *Aplicaciones clínicas de la tomografía de coherencia óptica de alta resolución para el estudio de segmento anterior*. From the Department of Ophthalmology & Vision Science, University of California,Davis Health System Eye Center, Sacramento, CA.(pág.5-9)
4. Hagag AM, Gao SS, Jia Y, Huang D. Optical coherence tomography angiography: Technical principles and clinical applications in ophthalmology. *Taiwan Journal of Ophthalmology*. 2017. (3): (pág.115-129)
5. Chamorro Gutiérrez, E. Fundamentos ópticos de la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT). Escuela Universitaria de Óptica Universidad Complutense Madrid. 2008. (pág. 594-595)
6. Optometría clínica Taller 3. Exploración del fondo de ojo. Pruebas estructurales.. Universidad de Zaragoza. 2016-2017. (pág.46)
7. Popescu, D. P., Choo-Smith, L.-P., Fluerau, C., Mao, Y., Chang, S., Disano, J., Sowa, M. G. (2011). Optical coherence tomography: fundamental principles, instrumental designs and biomedical applications. *Biophysical Reviews*, 3(3),
8. L. Cisneros Lanuza. EL ANTES Y EL DESPUÉS DE LA OCT EN LA CIRUGÍA CORNEAL. Urcola Carrera, J. and Vila Arteaga, J. (2016). *Oct de segmento anterior*. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología.(pág.106-107)
9. Escalona Leyva T. Perfil epidemiológico del donante y del receptor en trasplante de córnea en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando a. Ferrer". *Revista cubana de oftalmología*. 2014. Vol. 27, núm. 4.

10. Cardet Sánchez, Carol, Moreno Ramírez, Mildrey E, Carballido Pérez, Liz, & Cárdenas Monzón, Ledisleydis. (2014). Características clínicas y resultados del trasplante de córnea en Villa Clara. *Revista Cubana de Oftalmología*, 27(4).(pág. 549-557)
11. Garralda A, Epelde A, Iturralde O, Compains E, Maison C, Altarriba Trasplante de córnea. *Anales sistema sanitario Navarra*. 2006. Vol.29. supl.2.
12. Villarrubia Cuadrado, A. Cano Ortiz. QUERATOPLASTIA PENETRANTE. Urcola Carrera, J. and Vila Arteaga, J. (2016). *Oct de segmento anterior*. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología.(pág.160-163)
13. Peris Martínez, F. Pastor Pascual, M.^a J. Lidón Heras. QUERATOPLASTIA LAMELAR ANTERIOR PRUFUNDA (DALK). Urcola Carrera, J. and Vila Arteaga, J. (2016). *Oct de segmento anterior*. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología.(pág.164-166)
14. Martínez Soroa, L. Juaristi Eizmendi, L. Ansa Echegaray, J. Mendicute del Barrio. TRASPLANTE ENDOTELIAL TIPO DSAEK.. Urcola Carrera, J. and Vila Arteaga, J. (2016). *Oct de segmento anterior*. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología.(pág.167-171)
15. Lucinda Paz Valinas, Ramon de la Fuente Cid. *Queratoplastia endotelial automatizada con pelado de membrana de Descemet en el fracaso endotelial corneal*. Axencia de Avaliacion de Tecnoloxias Sanitarias de Galicia (avalía-t). Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2013.
16. J. Garrido Fierro, I. Ozaeta Ortiz de Urbina, J. Cabrerizo. TRASPLANTE ENDOTELIAL TIPO DMEK. Urcola Carrera, J. and Vila Arteaga, J. (2016). *Oct de segmento anterior*. [Madrid]: Sociedad Española de Oftalmología.(pág.171-174)
17. Price MO, Price FW Jr. Descemet's stripping with endotelial keratoplasty. comparative outcomes with microkeratome-dissected and manually dissected donor tissue. *Ophthalmology* 2006; 113(11): (pág. 1936-1942)

11.1-IMÁGENES:

- *Figura (2):*
Imagen obtenida de la página oficial de Heidelberg (Eng.) Módulo Segmento Anterior ASM para Spectralis :
<https://www.heidelbergengineering.com/int/>
- *Figuras (11);(18);(22):*
Imágenes obtenidas de la página web de qvision:
Dr. Javier García Montesino. Eficacia y seguridad de DMEK versus DSAEK: un meta-análisis. Qvision. publicado el 11 junio, 2017 :
<http://www.qvision.es/blogs/javier-montesinos/2017/06/11/eficacia-y-seguridad-de-dmek-versus-dsaek-un-meta-analisis/>
- *Figuras (1);(3);(4);(5);(6);(7);(8);(9);(10);(12);(13);(14);(15);(16);(17);(19);(20);(21);(23);(24);(25):*
Imágenes seleccionadas del disco duro de diferentes OCTs del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS). Estas imágenes han sido recortadas y editadas para poder utilizar en este trabajo.

11.2-TABLAS:

- *Tabla (1):*
César Villa. Jacinto Santodomingo. *Artículo científico:La córnea. Parte I Estructura, función y anatomía microscópica.* Gaceta de optometría y óptica oftálmica. 454 diciembre
- *Tabla (2):*
Dennis E. Cortés, M.D., Brett L. Shapiro, M.D., Eric K. Chin. (2012) *Aplicaciones clínicas de la tomografía de coherencia óptica de alta resolución para el estudio de segmento anterior.* From the Department of Ophthalmology & Vision Science, University of California,Davis Health System Eye Center, Sacramento, CA.(pág.5-9)