

Artículo de Revisión

TÉCNICA QUIRÚRGICA DE DALK CON LÁSER DE FEMTOSEGUNDO

Dalk Surgical Technique with Femtosecond Laser

José Antonio Gegúndez Fernández, Mayte Ariño Gutiérrez, Pilar Pérez García, Bárbara Burgos Blasco, David Díaz Valle

Unidad de Córnea, Superficie e Inflamación Ocular. Servicio de Oftalmología. Hospital Clínico San Carlos. Universidad Complutense. Madrid. España

Recibido: 12/11/2025
Aceptado: 04/01/2026

Autor de Correspondencia: José A. Gegúndez Fernández. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. Instituto Oftalmológico Fernández-Vega. Oviedo-Madrid. doctorgegundez@gmail.com

Este artículo está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/>)



RESUMEN

El uso del láser de femtosegundo (LFS) en la queratoplastia laminar anterior profunda (DALK) mejora la precisión quirúrgica, facilitando la obtención de la “big bubble” y minimizando el lecho estromal residual. Permite diseñar patrones de corte personalizados, como “mushroom” y “anvil”, que optimizan la coaptación injerto-receptor y reducen el astigmatismo y el número de suturas. La técnica “IntraBubble” crea un túnel estromal para mejorar la obtención de la burbuja. Se describen variantes como “Clear cornea Femto DALK” y “Double-docking Femto DALK”, que buscan prevenir la microperforación de la membrana de Descemet. El LFS aporta ventajas en seguridad, resultados visuales y reducción de complicaciones, aunque requiere una planificación precisa de los cortes y la selección del patrón más adecuado según el caso.

Palabras clave: Láser de femtosegundo, Queratoplastia laminar anterior profunda, Big bubble, Membrana de Descemet

ABSTRACT

The use of femtosecond laser (FSL) in deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) enhances surgical precision, facilitating “big bubble” formation and minimizing residual stromal bed. It allows for customized cutting patterns, such as “mushroom” and “anvil,” optimizing graft-host interface and reducing astigmatism and suture count. The “IntraBubble” technique creates a stromal tunnel to improve bubble formation. Variants like “Clear cornea Femto DALK” and “Double-docking Femto DALK” aim to prevent Descemet’s membrane microperforation. FSL offers advantages in safety, visual outcomes, and complication reduction, but requires careful planning of cuts and selection of the most suitable pattern for each case.

Keywords: Femtosecond laser, Deep anterior lamellar keratoplasty, Big bubble technique, Descemet’s membrane

INTRODUCCIÓN

El empleo del láser de femtosegundo (LFS) en la queratoplastia laminar anterior profunda (DALK) ofrece múltiples ventajas sobre la técnica manual.

⁽¹⁾ Entre ellas, destaca su mayor precisión en la identificación de la profundidad del tejido, que facilita la obtención de la “big bubble”, y la minimización de lecho estromal residual. ^(2,3) (Figura 1)

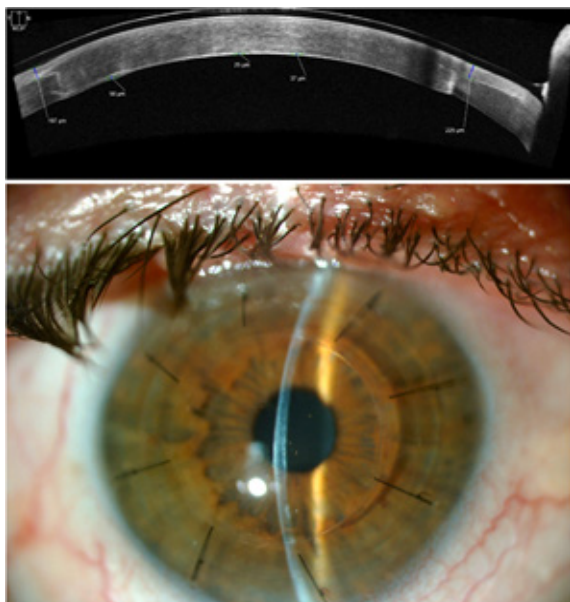


Figura 1.

OCT del segmento anterior y biomicroscopía de DALK asistida por LFS con patrón mushroom, con 8 puntos de sutura y mínimo lecho estromal residual

Asimismo, permite diseñar diversos patrones de corte que mejoran la coaptación en la interfase donante-receptor minimizando el astigmatismo postoperatorio, el número de suturas y la retirada más temprana de las mismas. ⁽⁴⁾

PATRONES MORFOLÓGICOS DEL INJERTO

El diámetro y la profundidad del injerto vendrán determinados por el tamaño de la opacidad corneal y el punto de mínimo grosor corneal del receptor. La evaluación de la córnea del receptor mediante tomografía de coherencia óptica del segmento anterior (OCT-SA) es una herramienta muy útil para determinar las dimensiones necesarias del injerto.

Suele emplearse un diámetro externo de 7,0 a 9,0 mm, respetando al menos una diferencia de 0,1 mm entre la córnea donante, de mayor diámetro, y el lecho receptor, que permita el solapamiento y aposición de los bordes. ⁽⁵⁾

En función de la morfología deseada para el injerto - cilíndrica, decagonal, champiñón o “mushroom”, yunque o “anvil”, sombrero de copa o “top-hat”, en zig-zag, o en árbol de Navidad, entre otras - se deberán configurar la profundidad y angulación de cada uno de los cortes a realizar, tanto en la córnea donante como en el receptor. ^(6,7) (Figura 2)

Para la obtención de injertos con estas morfologías, se debe seleccionar el modo de queratoplastia laminar con cortes laterales verticales en la configuración del LFS y programar la secuencia de cortes a realizar.

En el momento de determinar las dimensiones del injerto y lecho receptor, se debe tener en cuenta que la córnea donante se encuentra engrosada como consecuencia del edema postmortem. Esto conllevará que durante el postoperatorio el injerto se deshidratará y, por tanto, para obtener un diámetro similar al lecho tallado en el receptor, se deberán sobredimensionar aproximadamente 0,2 mm.

En la configuración “mushroom” habitualmente se realizan dos anillos en la córnea donante: uno interno de 6 mm de diámetro y otro externo de 8,6 mm. El grosor del anillo externo oscila entre 250 y 225 μm . En el receptor, se talla un anillo externo algo menor, de 8,4 mm, y uno interno algo mayor que en el donante, de 6,2 mm, para que el injerto pueda encajar con holgura (Figura 3). El grosor del anillo externo en el receptor será algo menor, 225-200 μm , para que la coaptación con la córnea donante sea homogénea, una vez que ésta pierda aproximadamente el 10-15% de su volumen.

Finalmente, los bordes verticales del anillo externo (“side-cut” externo) tendrán en este tipo de patrón una angulación de 90° con respecto a la curvatura corneal en la circunferencia de corte. Sin embargo, actualmente se han diseñado modificaciones como el patrón yunque o “anvil”, con angulaciones de 120° o superiores (Figura 4), de forma que el anillo externo donante queda remetido (“tuck-in”) en el lecho

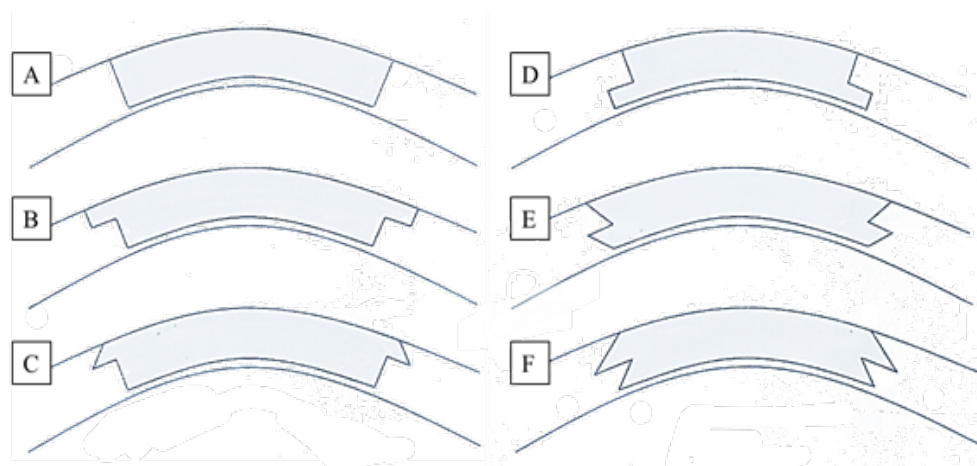


Figura 2.

Patrones morfológicos de DALK asistida mediante LFS. A. Cilíndrica. B. “Mushroom” o champiñón. C. “Anvil” o yunque. D. Top-hat o sombrero de copa. E. Zig-zag. F. Árbol de Navidad

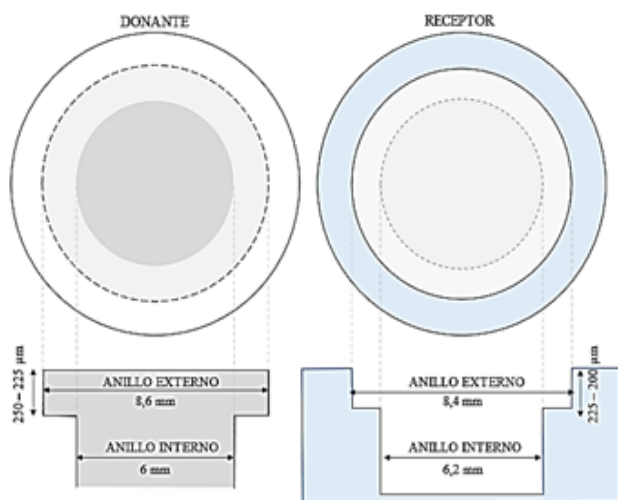


Figura 3.

Medidas de corte habituales en DALK de patrón “Mushroom” asistida por LFS. A la izquierda, medidas de corte en la córnea donante; a la derecha, en el receptor

receptor, proporcionando según algunos estudios una mayor resistencia biomecánica y otras ventajas que el patrón “mushroom” o zig-zag.⁽⁸⁻¹⁰⁾

OBTENCIÓN DEL INJERTO:

El LFS realizará a continuación una trepanación postero-anterior completa del espesor corneal, tras determinar una profundidad de corte de 950-1.000 μm , siguiendo un patrón circular de puntos contiguos que se desplazan secuencialmente hacia adelante,

describiendo una espiral que comienza a nivel de la interfase y termina ligeramente por delante del epitelio corneal.⁽¹¹⁾ (Figura 5). De esta manera, se consiguen obtener los planos de corte verticales, horizontales u oblicuos que requiera la morfología seleccionada.

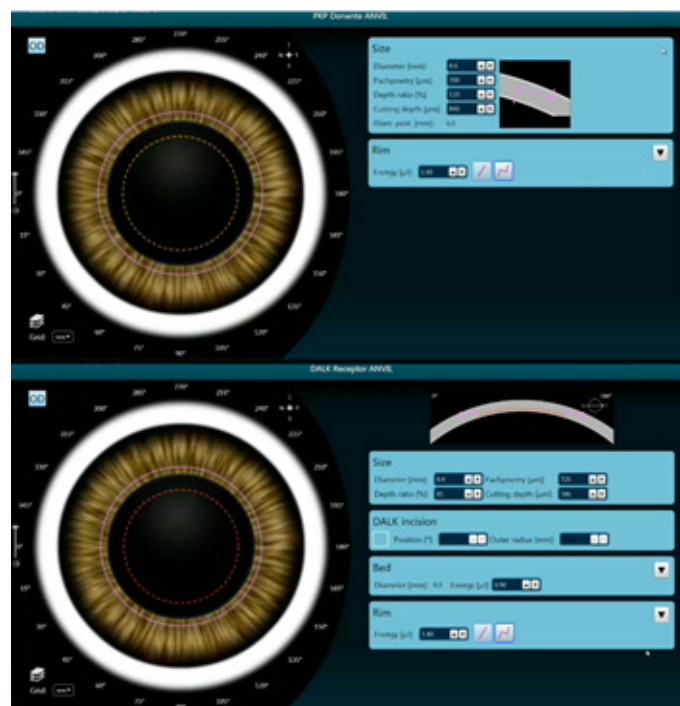


Figura 4.

Programación del patrón “anvil” con LFS en córnea donante (superior) y receptora (inferior). Nótese los bordes angulados 120° de los cortes verticales externos

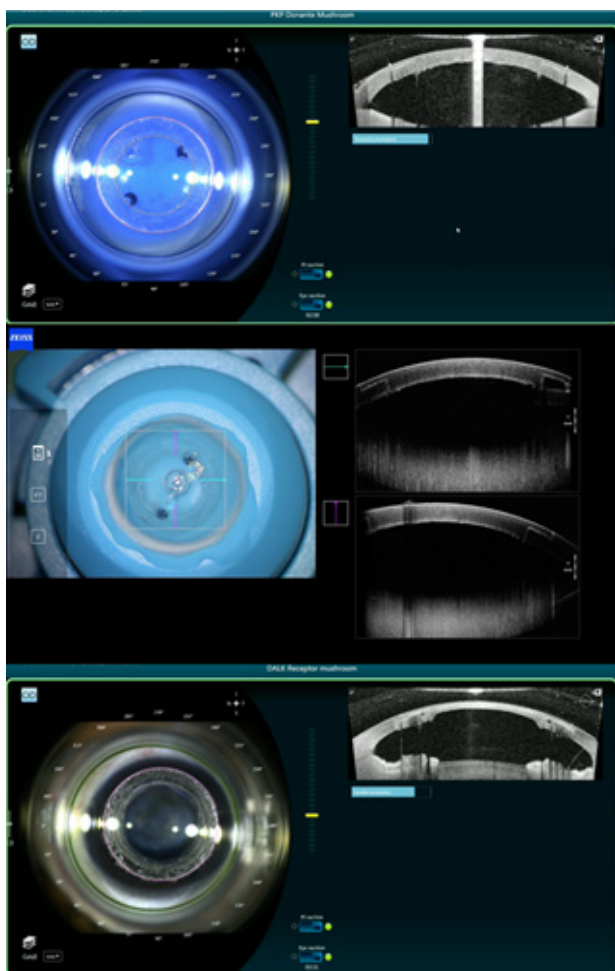


Figura 5.

Obtención de un injerto con configuración “Mushroom” mediante LFS sobre cámara anterior artificial (superior y centro). El mismo patrón sobre la córnea receptora, con “bed-cut” desactivado (inferior) al tratarse de un queratocono irregular más adelgazado en el centro

El ajuste de energía para los cortes de trepanación dependerá del modelo de LFS empleado, siendo aproximadamente entre $2,20 - 4,0 \pm 0,1 \mu\text{J}$.⁽⁴⁾

A continuación, se retiran el cono de aplanación, rodete y cámara artificial, y la córnea se reserva para extraer el endotelio inmediatamente antes de su fijación al receptor.

TREPANACIÓN DE LA CÓRNEA DEL RECEPTOR:

Debe marcarse el centro de la córnea y centrar el cono de aplanación del láser sobre el anillo de succión para obtener una interfase de acoplamiento o “docking” adecuada. Una vez activada y confirmada la succión, el

LFS realiza el corte del anillo externo de la córnea como muestra la Figura 5 inferior. La profundidad deberá ser $100 \mu\text{m}$ menor que la paquimetría mínima del receptor en el plano de corte⁽⁵⁾.

Se puede optar por realizar únicamente la trepanación, para posteriormente continuar con las técnicas habituales de disección manual con espátulas, o bien asociar a los cortes verticales un corte laminar estromal profundo de toda el área del trasplante, al menos a $100 \mu\text{m}$ de la membrana de Descemet. Basándonos en estudios de Farid,⁽¹²⁾ que no demuestran daño celular endotelial comparando cortes efectuados a 50 y $80 \mu\text{m}$, se puede utilizar una técnica original (datos no publicados) que simule una paquimetría sobredimensionada alrededor de $60 \mu\text{m}$, de forma que se amplíe la profundidad del corte laminar profundo a unas $50 \mu\text{m}$ del endotelio. El fundamento sería que el LFS no permite hacer cortes a menos de $100-120 \mu\text{m}$ del endotelio y para conseguir uno más profundo debe ampliarse artificialmente la paquimetría. Para llevar a cabo esta técnica con seguridad y precisión, la córnea deberá tener un grosor uniforme y el acoplamiento realizarse mediante una interfase curva con la mínima presión que evite la formación de pliegues en el endotelio. Este corte no precisa la disección manual hacia planos más posteriores, y posibilita interponer tan solo 6-8 puntos, lo que redundará en un menor astigmatismo y mejor agudeza visual. De esta manera podremos obtener en el receptor un lecho estromal residual más fino y próximo al plano descemético. (Figura 6)

Mientras que la energía para los cortes de trepanación se mantendrá entre $2,20 - 4,0 \pm 0,1 \mu\text{J}$, para la realización del corte laminar se reducirá a $0,9 - 3,3 \pm 0,1 \mu\text{J}$ dada su proximidad al endotelio corneal.⁽¹³⁾

Hace unos años, se describió la técnica “IntraBubble”, en la que además de los cortes descritos previamente, mediante LFS se crea un canal que alcanza el nivel del estroma posterior, a unas $50 \mu\text{m}$ del endotelio, por el que se introduce la cánula de aire para la obtención de la “big-bubble”.^(14,15) Para la creación de este túnel, el procedimiento de trepanación mediante LFS se divide en tres etapas, que seguirán el siguiente orden: la primera, en la cual se crea el túnel

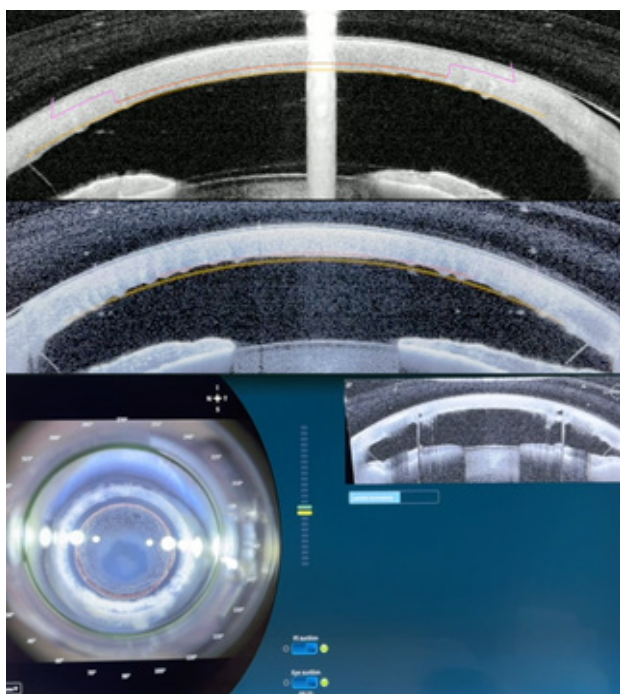


Figura 6.

Imagen de la córnea donante mediante LFS. El sobredimensionamiento de la paquimetría central (centro) permite alcanzar planos de corte laminar más profundos, sin repercusión en el endotelio corneal

estromal mencionado; la segunda, opcional, en la cual se realiza el corte laminar profundo; y la tercera, en la que se llevan a cabo los restantes cortes postero-anteriores verticales con la morfología indicada. ^(14,16) Esta técnica ha demostrado superioridad en la obtención de la “*big-bubble*” tipo I en estudios comparativos, por lo que los autores recomiendan su realización. ⁽¹⁷⁻²⁰⁾ (Figura 7)

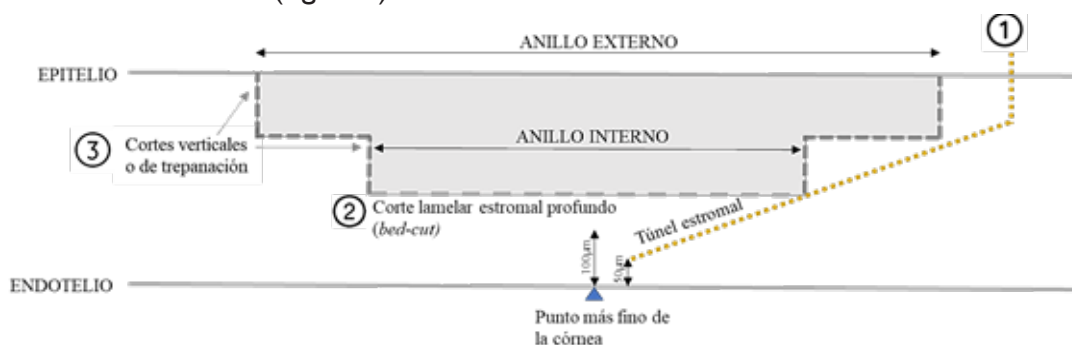


Figura 7.

Diagrama de los pasos quirúrgicos en Femto-DALK “*mushroom*” con túnel estromal para obtención de la “*big-bubble*”. 1. Realización de túnel estromal a 50 μm del endotelio. 2. Corte laminar estromal profundo, opcional (a una distancia mínima de 100 μm del punto de mínimo grosor corneal). 3. Realización de cortes de trepanación verticales y anillo laminar externo. Obsérvese que no se produce entrecruzamiento entre el túnel estromal y los cortes restantes, para evitar fugas de aire que dificulten la obtención de la “*big-bubble*”

Cabe señalar que, a diferencia del trayecto descrito en la literatura para la realización del mencionado túnel estromal, recto y con una inclinación de 30° con respecto a la cara posterior ⁽¹⁴⁾, puede resultar de ayuda la realización de una entrada más periférica, por fuera del anillo externo y en dos planos angulados 40° entre sí, con una longitud de 3 – 3,5 mm, una entrada externa de 0,5 mm y un extremo interno de 0,4 mm, como se aprecia en la Figura 8. Por otro lado, para evitar el entrecruzamiento de ambos cortes, se puede prescindir del corte laminar profundo.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

La disección hasta la capa de Dua se puede realizar de forma manual o mediante la técnica de la gran burbuja o “*big-bubble*” de Anwar, ⁽²¹⁾ una vez trepanada la córnea receptora mediante LFS. Este procedimiento es el que mejor expone las capas de Dua-Descemet obteniéndose una interfase homogénea y de alta calidad óptica. También se puede emplear la técnica predescemética a 50 μm , descrita más arriba, sobredimensionando la paquimetría central 50-60 μm sobre su valor real como muestra la Figura 6.

Se deben identificar los límites de corte de la córnea del receptor mediante el empleo de un gancho de Sinsky, con el que se comprobará la ausencia de puentes estromales o defectos de corte. ⁽¹⁸⁾ En este punto, la técnica diferirá en función de si se ha podido realizar el corte laminar profundo (“*bed-cut*”) con el LFS. En caso afirmativo, la lamela de estroma anterior se retirará mediante tracción y disección con espátulas

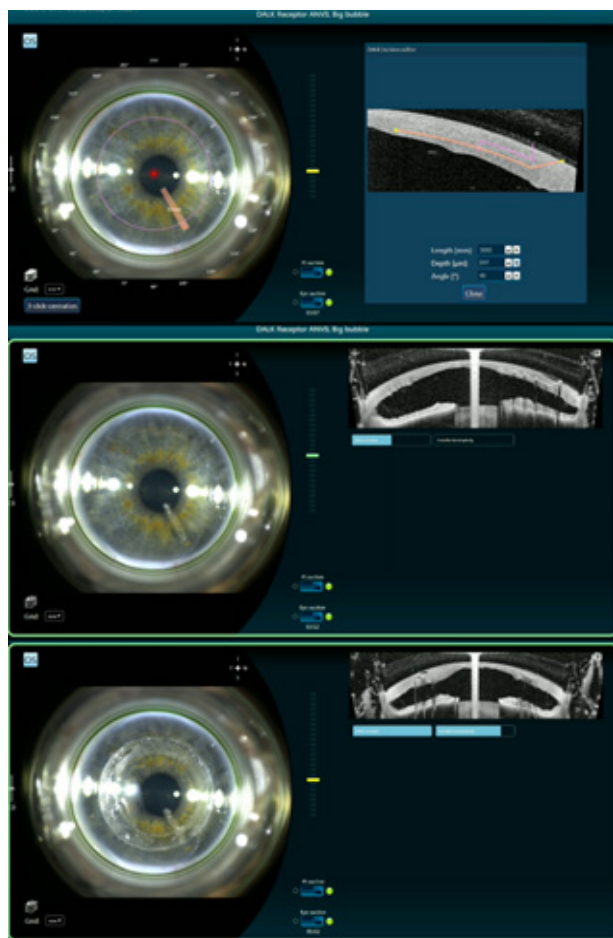


Figura 8.

Trepanación mediante LFS de una córnea con queratocono avanzado. La creación del túnel para la “big bubble” en dos planos, como se aprecia en la imagen superior y central, permite una mejor identificación del plano descemético. A continuación, el LFS efectúa los cortes verticales y horizontal entre ellos, pero no el laminar profundo al no tener la córnea un grosor homogéneo (inferior)

para posteriormente llevar a cabo la inyección de aire entre el estroma residual y el endotelio mediante una aguja de 27 o 30 G con el bisel hacia abajo, o bien con cánulas específicas.

En el supuesto de haber creado mediante el LFS un túnel estromal a 50 μm del endotelio (técnica “intraBubble”), la identificación del plano y la consecución de la gran burbuja será más probable.^(15,18) A medida que se inyecta aire en el estroma, éste se torna blanquecino a consecuencia del enfisema provocado, aunque en algunas ocasiones se puede observar una verdadera burbuja semitransparente (Figura 9).

Finalmente, la lamela estromal anterior a la burbuja se incidirá en dirección superior mediante un cuchillito de 15°, se inyectará viscoelástico a nivel de la interfase para asegurar la separación de ambas lamelas y proteger la capa de *Dua-Descemet*, y se dividirá en cuatro cuadrantes desde el punto central de corte con la ayuda de unas tijeras de rama derecha-izquierda evitando microperforaciones. En este momento, se podrá apreciar la transparencia de la lamela posterior residual.⁽¹⁴⁾

Es importante, una vez obtenida la “big-bubble” y antes de seccionar la lamela anterior, crear una paracentesis para evitar la hiperpresurización que podría conducir a la perforación de la lamela posterior, así como inyectar una pequeña burbuja de aire en cámara anterior que garantice su integridad.

Una variante de la técnica de *Anwar*, si efectuamos el túnel junto a los cortes verticales del patrón “mushroom” o “anvil”, es que la burbuja quedaría confinada a los 6 mm centrales del anillo interno, con lo que podríamos hablar de “small-bubble”⁽²²⁾, como se observa en la Figura 9.

Por último, se retira el endotelio del injerto y se procede a suturar con Nylon 10.0 en el lecho receptor. El empleo de LFS permite reducir el número de suturas corneales, siendo en muchos casos suficiente con ocho puntos, e incluso solo seis, de no tratarse de queratoconos u otras ectasias corneales. Esto es especialmente aplicable en patrones de DALK no cilíndricos, en los cuales la sutura atraviesa el anillo laminar anterior, y en los que hay una mejor concordancia de bordes injerto-receptor, así como una superficie de contacto mayor. (Figura 10)

En pacientes en los que el corte laminar profundo no se pueda realizar (córneas finas irregulares, descematoceles centrales, etc.) y tampoco se haya practicado una “big-bubble” o ésta resultara fallida, se seguirán los pasos de la DALK convencional, efectuando la disección con “crescent”, diferentes espátulas específicas y tijeras de punta roma hasta alcanzar un plano predescemético aceptable, que podrá visualizarse mejor si disponemos de un microscopio con i-OCT (Figura 11).

Para finalizar, algunos autores recomiendan dejar aire en cámara anterior, especialmente en casos de formación de “big-bubble” tipo 2 y para favorecer la

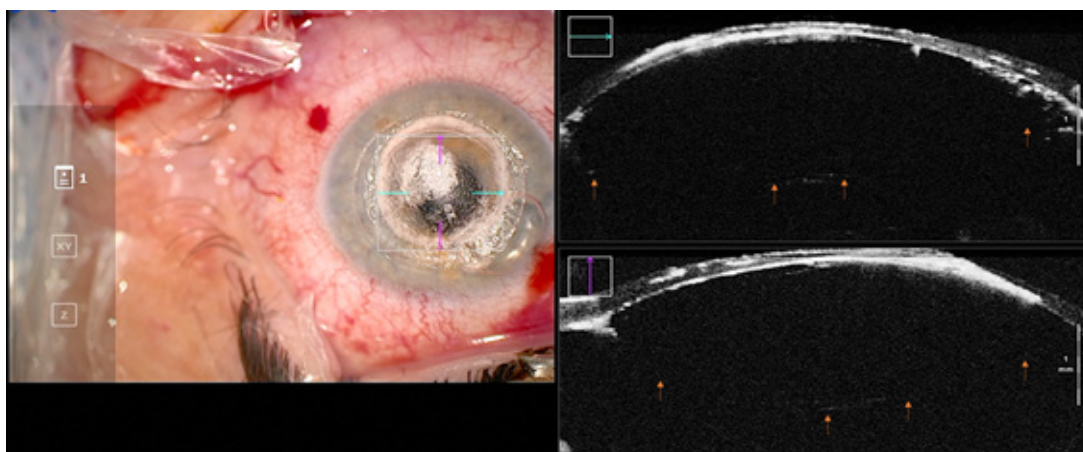


Figura 9.

“Small-bubble” confinada a los 6 mm centrales del anillo interno, obtenida a través del túnel estromal con LFS. La OCT muestra los límites de la membrana de *Dua-Descemet* (flechas rojas). Nótese la burbuja de aire en cámara anterior desplazada a la periferia (izquierda) por la “small-bubble”

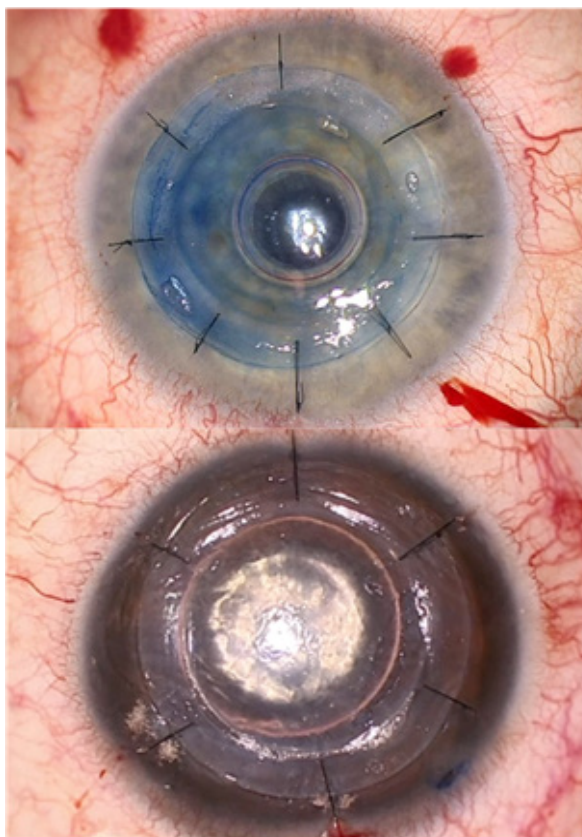


Figura 10.

DALK con configuración “anvil” ocho y seis puntos de sutura. La óptima concordancia de bordes y mayor superficie de contacto injerto-receptor facilita la reducción de suturas y del astigmatismo

aposición del endotelio y Descemet *al* injerto.⁽²³⁾ La profilaxis con antibiótico intracamerular y el empleo de corticoides subtenonianos son recomendables.

TÉCNICAS ALTERNATIVAS DESCRITAS EN LA LITERATURA

Recientemente, se ha publicado una técnica de DALK asistida por LFS, denominada “Clear cornea Femto DALK”, en la cual previo a la realización de la trepanación con LFS, se realiza la disección de la lamela anterior y posterior mediante inyección de suero o viscoelástico. La técnica consiste en introducir una burbuja de aire en cámara anterior a través de una paracentesis, y a continuación realizar una incisión periférica en córnea clara de trayecto inicialmente vertical, que seguidamente se prolonga paralela a la membrana de Descemet mediante una espátula especialmente diseñada hasta alcanzar el centro de la córnea, para inyectar viscoelástico o suero. Gracias a esta técnica crean una cámara artificial líquida, que permite la trepanación mediante LFS con menor riesgo de perforación.⁽²⁴⁾ (Figura 12)

Una alternativa a esta técnica, pero basada en el mismo principio de separar la membrana de Descemet del resto del estroma antes de emplear el LFS, es la denominada “Double-docking Femto DALK”. Esta técnica, guiada mediante i-OCT, se debe

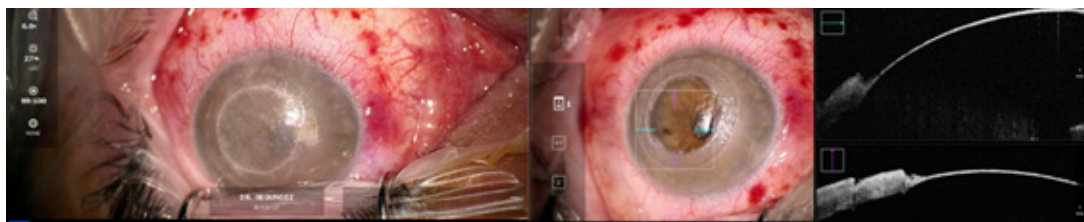


Figura 11.
DDALK predescemética con patrón “anvil” tras retirada de la lamela estromal anterior. La OCT intraoperatoria permite comprobar el grosor del lecho estromal posterior

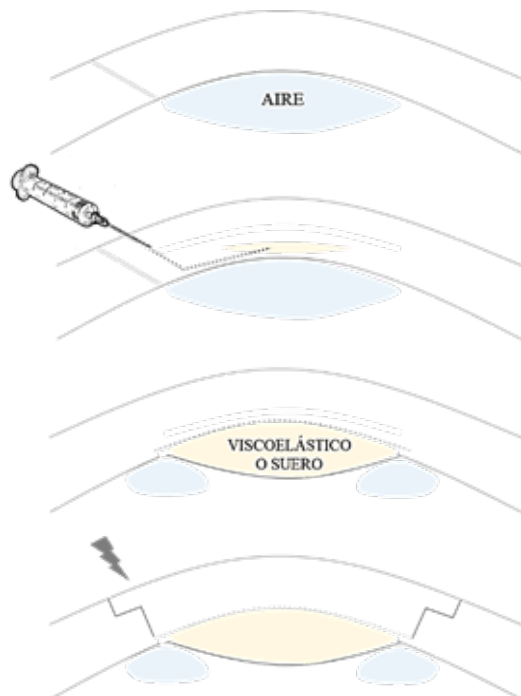


Figura 12.

DALK predescemética con patrón “anvil” tras retirada de la lamela estromal anterior. La OCT intraoperatoria permite comprobar el grosor del lecho estromal posterior

realizar en dos tiempos: en primer lugar, se fijan los parámetros del corte laminar estromal anterior en función del grosor corneal medido por OCT. Se efectúan dichos cortes con el LFS y se retira el “flap” originado. A continuación, se realiza neumodisección de la membrana de Descemet y el estroma anterior mediante una aguja de 30 G, formando una “big-bubble”. El LFS se acopla de nuevo y, guiado por i-OCT, se talla un corte vertical postero-anterior (Figura 13). En este momento, tras proteger la membrana de Descemet inyectando viscoelástico, se retira el estroma anterior;

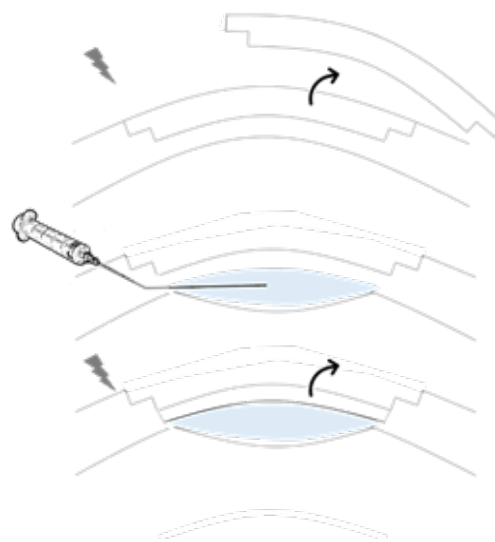


Figura 13.

Diagrama de la técnica quirúrgica de “Double-docking Femto DALK”

bien mediante tracción simple o con la ayuda de tijeras en caso de puentes residuales.⁽²⁵⁾

Según publican los autores, ambas técnicas persiguen prevenir con éxito la aparición de la complicación más frecuente en la cirugía de DALK, la microperforación de la membrana de Descemet.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blériot A, Martin E, Lebranchu P, Zimmerman K, Libeau L, Weber M, et al. Comparison of 12-month anatomic and functional results between Z6 femtosecond laser-assisted and manual trephination in deep anterior lamellar keratoplasty for advanced keratoconus. *J Fr Ophtalmol.* 2017;40(6).

2. Aristeidou A, Taniguchi E v., Tsatsos M, Muller R, McAlinden C, Pineda R, et al. The evolution of corneal and refractive surgery with the femtosecond laser. *Eye and Vision* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2023 Jan 15];2(1). Available from: /pmc/articles/PMC4655461/
3. Gadhi KA, Romano V, Fernández-Vega Cueto L, Aiello F, Day AC, Gore DM, et al. Femtosecond Laser-Assisted Deep Anterior Lamellar Keratoplasty for Keratoconus: Multi-surgeon Results. *Am J Ophthalmol*. 2020;220.
4. Shousha MA, Yoo SH, Kymionis GD, Ide T, Feuer W, Karp CL, et al. Long-term results of femtosecond laser-assisted sutureless anterior lamellar keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2011 Feb [cited 2023 Jan 15];118(2):315–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20869117/>
5. Chan CC, Ritenour RJ, Kumar NL, Sansanayudh W, Rootman DS. Femtosecond laser-assisted mushroom configuration deep anterior lamellar keratoplasty. *Vol. 29, Cornea*. 2010.
6. Sahay P, Stevenson LJ, Agarwal T, Sharma B, Sharma N, Vajpayee RB. Shaped corneal transplantation surgery. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2023 Jan 17];105(1):9–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32217546/>
7. Fung SSM, Aiello F, Maurino V. Outcomes of femtosecond laser-assisted mushroom-configuration keratoplasty in advanced keratoconus. *Eye* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2023 Jan 17];30(4):553. Available from: /pmc/articles/PMC5108534/
8. Canovetti A, Rossi F, Rossi M, Menabuoni L, Malandrini A, Pini R, et al. Anvil-profiled penetrating keratoplasty: load resistance evaluation. *Biomech Model Mechanobiol*. 2019;18(2).
9. Canovetti A, Rossi F, Rossi M, Menabuoni L, Malandrini A, Pini R, et al. Anvil-profiled penetrating keratoplasty: load resistance evaluation. *Biomech Model Mechanobiol* [Internet]. 2019 Apr 15 [cited 2023 Jan 22];18(2):319–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30382505/>
10. Monterosso C, Antonini M, di Zazzo A, Gaudenzi D, Caretti L, Coassin M, et al. Femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty: A safer option in keratoconus surgery. *Eur J Ophthalmol* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2023 Jan 22];32(1):59–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34779304/>
11. Soong HK, Malta JB, Mian SI, Juhasz T. Femtosecond laser-assisted lamellar keratoplasty. *Arq Bras Oftalmol*. 2008;71(4):601–606. doi:10.1590/s0004-27492008000400028.
12. Farid M, Rostov AT. Femtosecond laser deep lamellar keratoplasty. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2023 Jan 22];70(10):3669–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36190069/>
13. Chamberlain WD. Femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty. *Curr Opin Ophthalmol*. 2019;30(4):256–263. doi:10.1097/ICU.0000000000000574.
14. Buzzonetti L, Laborante A, Petrocelli G. Standardized big-bubble technique in deep anterior lamellar keratoplasty assisted by the femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(10).
15. Buzzonetti L, Laborante A, Petrocelli G. Refractive outcome of keratoconus treated by combined femtosecond laser and big-bubble deep anterior lamellar keratoplasty. *Journal of Refractive Surgery*. 2011;27(3).
16. Pedrotti E, Bonacci E, de Rossi A, Bonetto J, Chiarego C, Fasolo A, et al. Femtosecond laser-assisted big-bubble deep anterior lamellar keratoplasty. *Clinical Ophthalmology*. 2021;15:645–50.
17. Malyugin BE, Belodedova A, Antonova O, Gelyastanov A, Tuuminen R, Levinger E, et al. Clinical comparison of manual and laser-cut corneal tunnel for intrastromal air injection in femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty (DALK). *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* [Internet]. 2022 Jan 28 [cited 2023 Jan 17];261(1):185–91. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00417-022-05765-9>
18. Buzzonetti L, Petrocelli G, Valente P, Iarossi G, Ardia R, Petroni S, et al. The big-bubble full femtosecond laser-assisted technique in deep anterior lamellar keratoplasty. *Journal of Refractive Surgery*. 2015;31(12).
19. Lu Y, Grisolia ABD, Ge YR, Xue CY, Cao Q, Yang LP, et al. Comparison of femtosecond laser-assisted descemet and predescemet lamellar keratoplasty for keratoconus. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65(1).
20. Malyugin BE, Belodedova A, Antonova O, Gelyastanov A, Tuuminen R, Levinger E, et al. Clinical comparison of manual and laser-cut corneal tunnel for intrastromal air injection in femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty (DALK). *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2022 Jan 28;
21. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2002 [cited 2023 Jan 22];28(3):398–403. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11973083/>
22. Parthasarathy A, Por YM, Tan DTH. Using a “small bubble technique” to aid in success in Anwar’s “big bubble technique” of deep lamellar keratoplasty with complete baring of Descemet’s membrane. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2008 [cited 2023 Jan 22];92(3):422. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18303165/>

23. Myerscough J, Bovone C, Mimouni M, Elkadim M, Rimondi E, Busin M. Factors Predictive of Double Anterior Chamber Formation Following Deep Anterior Lamellar Keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2023 Jan 22];205:11–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30951688/>
24. Gerten G, Oberheide U, Thié P. Clear Cornea Femto DALK: a novel technique for performing deep anterior lamellar keratoplasty. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2023 Jan 17];260(9):2941–8.
25. Guindolet D, Nguyen DT, Bergin C, Doan S, Cochereau I, Gabison EE. Double-docking technique for femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty. *Cornea*. 2018;37(1).