



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

Calidad visual tras cirugía refractiva con láser

ZAKARIA BAKKALI

Director y Tutor: FIDEL VEGA LERIN
Departament d'Òptica i Optometria

DATA DE LECTURA: 28/06/2020



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Calidad visual tras cirugía refractiva con láser

RESUMEN

Actualmente la cirugía refractiva láser a nivel corneal es un método ampliamente utilizado para la compensación de un determinado defecto refractivo (miopía, hipermetropía y astigmatismo). Con el tiempo han ido evolucionando las técnicas con tal de mejorar los resultados tanto a nivel quirúrgico como a nivel de la calidad visual de los pacientes, y disminuir posibles riesgos postoperatorios. La mejora en la tecnología láser aplicada a este tipo de cirugía y en especial la aparición del láser de femtosegundo, hace necesario una revisión de los artículos científicos para determinar qué mejoras reales se han producido en los pacientes y cuál son los retos pendientes.

En este Trabajo Final de Grado, se ha realizado una búsqueda y comparación de información y resultados de artículos científicos relacionados con las diferentes técnicas de cirugía refractiva, tales como PRK, LASIK, y sobre todo la evolución del LASIK convencional a Femto-LASIK, valorándose las mejoras que ha supuesto esta técnica respecto a sus antecesoras y haciendo una comparación con nuevas técnicas recientes tales como ReLEx SMILE.

Todas las conclusiones extraídas de este trabajo están fundamentadas por información bibliográfica, artículos, publicaciones y estudios de investigación fiables.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Qualitat visual després de la cirurgia refractiva amb làser

RESUM

Actualment la cirurgia refractiva làser a nivell corneal és un mètode àmpliament utilitzat per a la compensació d'un determinat defecte refractiu (miopia, hipermetropia i astigmatisme). Amb el temps han anat evolucionant les tècniques per tal de millorar els resultats tant a nivell quirúrgic com a nivell de la qualitat visual dels pacients, i disminuir possibles riscos postoperatoris. La millora en la tecnologia làser aplicada a aquest tipus de cirurgia i en especial l'aparició de l'àser de femtosegon, fa necessari una revisió dels articles científics per determinar quines millores reals s'han produït en els pacients i quin són els reptes pendents.

En aquest Treball Final de Grau, s'ha realitzat una recerca i comparació d'informació i resultats d'articles científics relacionats amb les diferents tècniques de cirurgia refractiva, com ara PRK, LASIK, i sobretot l'evolució de LASIK convencional a Femto-LASIK, valorant-se les millores que ha suposat aquesta tècnica respecte a les seves antecessores i fent una comparació amb noves tècniques recents com ara Relex SMILE.

Totes les conclusions extretes d'aquest treball estan fonamentades per informació bibliogràfica, articles, publicacions i estudis d'investigació fiables.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Visual quality after laser refractive surgery

SUMMARY

Refractive surgery is currently used as a method to compensate for a specific refractive defect (myopia, hyperopia and astigmatism). Over time, techniques have evolved in order to improve results both at the surgical level and at the level of visual quality of patients, and decrease possible postoperative risks. The improvement in laser technology applied to this type of surgery and especially the emergence of the femtosecond laser, makes it necessary to review the scientific articles to determine what real improvements have occurred in patients and what are the pending challenges.

In this End of Degree Project, has been carried a search and comparison of information and results of scientific articles related to the different techniques of refractive surgery, such as PRK, LASIK, and especially the evolution of conventional LASIK to Femto-LASIK, have been carried out. the improvements that this technique has brought about compared to its predecessors and making a comparison with recent new techniques such as ReLEx SMILE.

All the conclusions extracted from this work are supported by reliable bibliographic information, articles, publications and research studies.

Índice

1. Introducción

2. Técnicas de cirugía refractiva

2.1 PRK (*Photorefractive keratectomy*)

2.2 LASIK (*Laser-Assisted Stromal In-situ Keratomileusis*)

2.3 ReLEx SMILE (*Refractive Lenticule Extraction Small Incision Lenticule Extraction*)

2.4 ReLEx Flex (*Refractive Lenticule Extraction Femtosecond Lenticule Extraction*)

3. LASIK, mejoras y posibles complicaciones.

4. Estudios comparativos de los resultados post-cirugía

- 1ª COMPARATIVA: LASIK (con excimer) VERSUS Femto-LASIK
- 2ª COMPARATIVA: Femto-LASIK VERSUS RELEX SMILE

5. Conclusiones.

6. Reflexión personal.

7. Bibliografía y web grafía.

1. Introducció

Cuando se habla de cirugía refractiva (CR) se engloba el conjunto de procedimientos quirúrgicos que modifican la anatomía ocular (tanto en la córnea como a nivel del cristalino), con el objetivo de corregir defectos refractivos, tales como la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo, para poder prescindir de las gafas y/o las lentes de contacto.

Si nos centramos en los procedimientos de CR corneal, a principios de la década de los 80, fue inventada la técnica PRK (*Photorefractive keratectomy*) y fue hasta hace unos años la cirugía refractiva más común debido a su gran efectividad para corregir miopía, hipermetropía y astigmatismo, y se basa en un haz de luz ultravioleta (UV) que remodela la superficie corneal.

En los años 90 se desarrolló la técnica queratomileusis *in situ* asistida por láser, más conocida como cirugía LASIK. Desde el 2009 ya se han realizado 28 millones cirugías con esta técnica alrededor de todo el mundo. Hoy en día se sigue utilizando como referencia para evaluar el resto de las tecnologías nuevas que puedan aparecer.

El progreso de este tipo de cirugía láser avanza en la actualidad hacia la tecnología de láser de femtosegundo que permite realizarla sin corte alguno y que ha permitido desarrollar nuevos procedimientos de CR corneal. Los más utilizados en la actualidad son Femto-LASIK y SMILE (*Small Incision Lenticule Extraction*), este último sobre todo en el tratamiento de la miopía y que modifica la curvatura corneal extrayendo un lentículo interno por una pequeña incisión en la córnea.

En resumen, existen varias técnicas de cirugía refractiva con láser, con diferente grado de invasividad según lo avanzado del método que se utilice, mejorando el éxito de la operación.

En este Trabajo Final de Grado se describirán las características principales de las técnicas PRK, LASIK, Femto-LASIK y SMILE, y por otro se analizarán artículos relevantes que nos permitan comparar las técnicas

LASIK, Femto-LASIK y SMILE en relación a la calidad visual de los pacientes.

2. Técnicas de cirugía refractiva

Las técnicas de cirugía refractiva ocular actualmente más avanzadas se basan en la utilización de la tecnología láser. Es necesario dejar clara la diferencia entre los dos principales tipos de láser que se utilizan: láser excimer y láser femtosegundo.

El láser excimer emite pulsos UV de nanosegundos que producen una ablación controlada del tejido corneal sobre el que se aplica por rotura de puentes intra e intermoleculares y así se puede modificar la forma de la superficie de la córnea con exactitud. Este láser no afecta otras estructuras del ojo como cristalino o retina. Sólo modula la córnea sin cambiar la forma global del ojo.

En cambio, el láser femtosegundo emite pulsos ultracortos con longitud de onda infrarroja. Una de sus características distintivas es que no produce corte mecánico ni ablación de los tejidos, sino que los separa colocando mínimas dosis de energía para producir una disrupción entre las células. La otra característica, relacionada con el hecho de utilizar pulsos ultracortos de unos cientos de fs, es la extrema precisión sin corte ni prácticamente transferencia de calor a las células adyacentes.

En resumen, el láser excimer, elimina los tejidos y el láser femtosegundo, los separa mediante disrupción.

2.1 PRK (*Photorefractive keratectomy*)

La PRK es la queratectomía fotorrefractiva, y está entre las técnicas de corrección de defectos refractivos más antiguas (desde hace más de 30 años).

Se basa principalmente en el uso de láser de excímero, que actúa con precisión microscópica sobre el tejido corneal.

Principalmente se procede a la preparación de la lámina de epitelio. Se aplica a la córnea una solución de alcohol diluida para ablandar el epitelio, facilitando así su separación, y se suprime esta capa de epitelio.

El epitelio se elimina completamente o se retira hacia un lado usando un instrumento manual denominado espátula quirúrgica.

De tal manera, se procede al moldeado corneal aplicando láser de excimer, que moldea el tejido corneal en cuestión de segundos para corregir el defecto visual.

Finalmente, se coloca una lente protectora sobre el ojo hasta que el epitelio se regenere y vuelva a cubrir la zona.

Se puede corregir miopía de hasta 6D, 3D de astigmatismo y 4D de hipermetropía.

2.2 LASIK (*Laser-Assisted Stromal In-situ Keratomileusis*)

En los años 90 se desarrolló la técnica queratomileusis in situ asistida por láser o LASIK, y se manifestaba como una evolución de PRK, perfeccionando dicho método.

Hoy es la técnica refractiva más utilizada. A diferencia de la tecnología PRK, LASIK puede corregir la miopía de hasta 10D (los oftalmólogos no suelen arriesgarse a compensar más de 7D), 5 dioptrías astigmáticas y hasta 3D dioptrías de hipermetropía, siempre en función del grosor corneal.

Esta técnica quirúrgica se puede llevar a cabo mediante dos formas: ya sea mediante la utilización de un microqueratomo para la realización del colgajo o *flap* corneal y luego aplicar el láser de excimer sobre el estroma corneal (LASIK convencional), o haciendo uso al completo de la tecnología láser, formando el colgajo mediante láser de femtosegundo y la fotoablación corneal con el láser excimer (Femto-LASIK).

Cabe destacar que el láser femtosegundo aporta mucha más precisión, debido a que técnicamente no realiza corte, sino que separa los tejidos a nivel molecular. El tejido corneal se moldea con el láser excimer y se termina posicionando el colgajo en su posición original.

El primer paso, como ya se ha mencionado, consiste en crear el colgajo corneal, utilizando unas gotas como anestésico local, para que luego

utilizando el microqueratomo o el láser de femtosegundo se cree dicho colgajo.

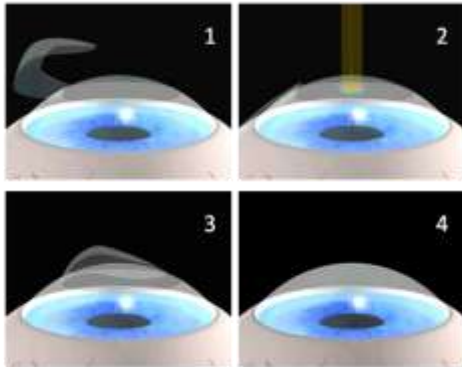


Figura 1. Pasos LASIK. Imagen obtenida de:
<https://vallmedicvision.com/10-cosas-que-debes-evitar-despues-de-una-cirugia-lasik/>

Como se muestra de manera esquemática en la Figura 1, una vez retirado el colgajo a un lado, el láser Excimer da forma a la córnea al eliminar el tejido expuesto correspondiente. Se suprime el tejido corneal punto por punto en cuestión de segundos, aplanando la curvatura de la córnea o haciéndola más pronunciada, así se consigue aumentar o disminuir el radio de curvatura (en la miopía se disminuye y en la hipermetropía se aumenta), y la imagen de los objetos se vuelve a formar en la retina corrigiendo así el defecto visual. Finalmente, se devuelve el colgajo a su posición original,

protegiendo el ojo como si fuera un vendaje natural.

La miopía, la hipermetropía y el astigmatismo se definen como aberraciones de bajo orden (Figura 2), y que se pueden corregir mediante cirugía refractiva, mientras que las aberraciones de alto orden son aquellas que producen deslumbramiento o halos de luz, las que provocan visión doble, o las que impiden la diferenciación de ciertos matices de colores, afectando sobre todo a nuestra visión nocturna.

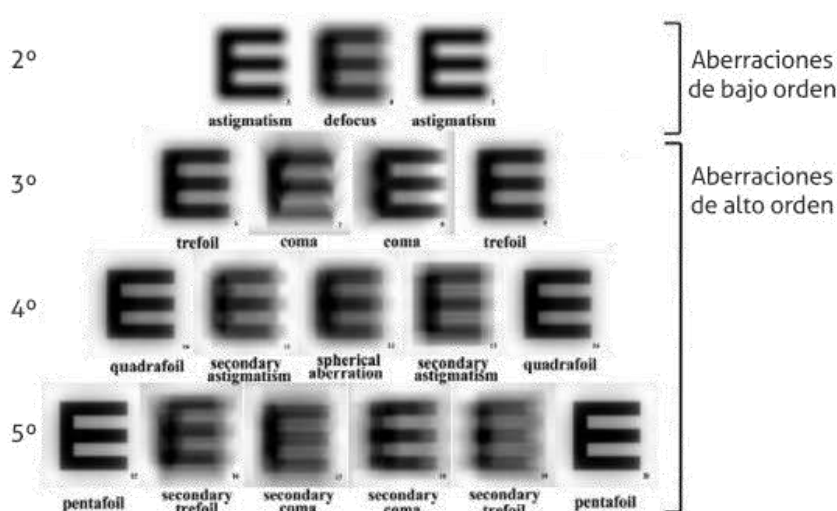


Figura 2. Aberraciones oculares hasta quinto orden y su efecto sobre la calidad visual.

Imagen obtenida de:

<https://www.vistalaser.com/aberraciones-de-alto-orden/>

Como solución, para reducir/evitar las aberraciones de alto orden, se puede utilizar LASIK guiada por frente de onda, donde el estroma corneal es reformado por el láser excimer a medida que va avanzando la intervención, utilizando algoritmos derivados de la medida del patrón de aberraciones del paciente, y así compensar posibles aberraciones de alto orden post-operatorias.

2.3. ReLEx SMILE (*Refractive Lenticule Extraction small incision lenticule extraction*)

Actualmente se considera como la técnica menos agresiva y mínimamente invasiva siendo el método más moderno aprobado por la FDA (*Food and Drug Administration*) para el tratamiento de la miopía y el astigmatismo, mientras que para la hipermetropía todavía está en proceso de investigación, esperándose datos alentadores [1]. Esta técnica de extracción del lenticulo refractivo se ha realizado en estudios clínicos desde 2006, monitorizando a los primeros pacientes durante más de 5 años siendo aprobada para su uso generalizado en 2016.

Cabe destacar que la técnica ReLEx SMILE no se le puede otorgar demasiada fiabilidad, dado al disminuido número de casos en que se hayan realizado una cirugía con esta nueva tecnología.

Se utiliza solamente el láser de femtosegundo (Figura 3) creando un lentículo dentro de la córnea intacta, cuyo grosor se determina en función de las dioptrías que tiene el paciente. El lentículo se extrae a través de una micro-incisión de 2-3 mm, evitándose cortes amplios y circulares como los de las técnicas anteriores, es decir, no genera un colgajo del epitelio corneal.

Procedimiento ilustrado Relex SMILE

- a. Se crea la incisión y se usa una espátula para dilatarla.
- b. Tras aplicarse el láser de fs para formar el lentículo, separa primero del estroma anterior y luego del estroma posterior.
- c. El lentículo se atrapa.
- d. Se extrae a través de la pequeña incisión.

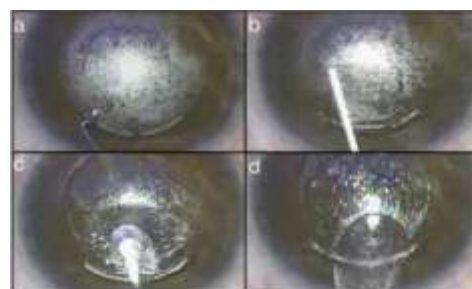


Figura 3. Imagen obtenida del estudio *The evolution of corneal and refractive surgery with the femtosecond laser.*

<https://www.researchgate.net/publication/282536367> *The evolution of corneal and refractive surgery with the femtosecond laser*

Una de las principales diferencias entre sus predecesores es que es un procedimiento con un solo tipo láser. A diferencia de PRK y LASIK, no se utiliza un láser excimer durante el procedimiento.

3. LASIK, mejoras y posibles complicaciones.

Como se ha indicado, la cirugía refractiva que hace uso del láser de femtosegundo abarca prácticamente la totalidad de las operaciones realizadas para la corrección de defectos refractivos.

Respecto a las técnicas anteriores tales como PRK, el FS-LASIK ha supuesto una mejora notoria [2], situándose como el tratamiento de elección. En consideración a la forma convencional de LASIK (con microqueratomo), se obtienen mejores resultados respecto al corto período de rehabilitación y a la rápida estabilización del resultado visual.

La parte negativa podría estar en que continúan habiendo complicaciones principalmente relacionadas con el ojo seco y la fotofobia, que afectan a la calidad visual del paciente.

En un artículo de revisión publicado en 2015 [3] se intenta demostrar que la cirugía refractiva LASIK puede tener unos resultados considerablemente importantes según la técnica que se lleve a cabo. Se pudieron sacar varias conclusiones:

1. El FS-LASIK comparado con LASIK mediante microqueratomo da resultados de menor sintomatología del ojo seco, menor riesgo de producir daños en el colgajo corneal y menor astigmatismo inducido.
2. En cuanto a las aberraciones de alto orden se observó un aumento significativo en LASIK con microqueratomo, mientras que en FS-LASIK no se observó un aumento en las aberraciones de alto orden en los ojos con colgajos creados con femtosegundo, asimismo presentó una mejor sensibilidad al contraste en condiciones fotópicas y escotópicas.
3. Respecto a la agudeza visual no corregida tras tratamientos de miopía e hipermetropía, es significativamente mejor en FS-LASIK

No obstante, los láseres de femtosegundo también pueden tener complicaciones, como por ejemplo las capas de burbuja opaca (OBL), que son pequeñas burbujas que se forman durante la intervención y que suelen desaparecer a los pocos minutos, pero que pueden impedir que el cirujano pueda visualizar correctamente la pupila e interferir en la correcta actuación del láser de femtosegundo, poniendo en riesgo el éxito de la operación.

Otras complicaciones tras el procedimiento LASIK que pueden afectar a la calidad visual es como el ya nombrado ojo seco (hasta un 90% de los intervenidos mediante LASIK ha manifestado sufrir ojo seco en algún momento) y la fotofobia, esta última sobre todo tras las primeras semanas de la operación, luego suele disminuir o incluso desaparecer.

Cabe destacar que tras la cirugía refractiva en todas sus técnicas, un problema muy temido es la ectasia corneal. La ectasia post-cirugía refractiva es una alteración biomecánica de la pared de la córnea, que resulta en adelgazamiento y protrusión, pero sin una inflamación aguda. El colgajo corneal reduce la fuerza de la córnea, como consecuencia los enlaces intralamelares del estroma se ven afectados por fuerzas externas que se puedan ejercer, produciendo un daño acumulativo hasta que la córnea cede.

Según un estudio publicado en 2012 [4], los pacientes (miopes en este caso) que desarrollan esta complicación experimentan una pérdida de agudeza visual no corregida (UCVA), a veces severa, y a menudo no mejoran su AV incluso con la mejor corrección. La UCVA promedio en pacientes con ectasia post-cirugía refractiva es 20/400, y sobre el 20% de los pacientes sufre algún tipo de aberración.

En las ablaciones miopes, cuanto mayor sea la refracción por corregir, más estroma debe eliminar el láser. Una ablación de más de -8.00D se considera de mayor riesgo. Además, cualquier historial familiar de queratocono puede ser motivo para considerar no apto al paciente. Asimismo hay que considerar que la ectasia posterior a la cirugía no siempre se manifiesta como un empeoramiento y astigmatismo inferior similar al queratocono, sino que solo puede verse como una miopía progresiva sospechosa, y muchas veces pasa desapercibida hasta la ectasia ya es bastante avanzada.

4. Estudios comparativos de los resultados post-cirugía

A través de la consulta de recursos bibliográficos (PubMed, IntraMED, Google Scholar) y haciendo uso de determinadas palabras clave (LASIK, post-LASIK, Femto-lasik, microkeratome, refractive surgery, ReLEx SMILE, SMILE, vision, dry eye, aberrations, acuity, quality), se ha realizado una comparativa entre los resultados de la cirugía mediante láser de excimer (LASIK), su variable Femto-LASIK y de la nueva técnica SMILE:

1ª COMPARATIVA: LASIK (con excimer) VERSUS Femto-LASIK

El láser femtosegundo (figura 4) actúa sobre la córnea mediante un proceso llamado fotodisrupción separando el tejido a nivel molecular y es un programa informático el que controla el *flap* corneal del paciente, para operar de forma más segura y precisa. Con LASIK convencional, se utiliza el microqueratomo, que como ya se ha comentado, es un instrumento quirúrgico de alta precisión, pero es manual y cuya cuchilla mecánica secciona la parte del tejido superficial de la córnea para crear el colgajo. Se ha evidenciado que la creación del *flap* con el láser de femtosegundo puede disminuir los problemas de ojo seco, frecuentes tras la cirugía LASIK.

Por ello, los oftalmólogos consideran que el procedimiento de femtosegundo es mejor debido a su total dependencia de la exactitud y precisión de la tecnología láser, siendo sus efectos secundarios menores, en comparación con el proceso convencional de LASIK, y evitando casi al completo irregularidades y defectos traumáticos en el epitelio corneal.

En la literatura científica, se han realizado diferentes estudios con unos resultados muy diversos, a continuación se verán algunos estudios que demuestran lo dicho con anterioridad a favor de Femto-LASIK, y otros que aclaran que no hay una diferencia notable entre ambos procesos LASIK.



Figura 4. Imagen LASIK, obtenida del estudio: *Femto-lasik: The recent innovation in laser assisted refractive surgery*
https://jpma.org.pk/article-details/8166?article_id=8166

Existe un artículo extenso [5] que da a conocer la innovación del Femto-LASIK exponiendo las ventajas o desventajas que tiene con respecto al LASIK convencional con microqueratomo. Este documento recopiló más de 500 estudios realizados y se seleccionaron los 30 más relevantes para analizar los resultados finales. Principalmente se llegaron a las siguientes conclusiones:

- **Mejor agudeza visual sin corregir:** Ya sea para tratamientos de miopía, hipermetropía o astigmatismo, los resultados son claros; en los tres casos se demostró que Femto-LASIK tuvo más éxito en comparación con el microqueratomo.[6-8]
- **Menor probabilidad de aberraciones oculares:** Es necesario saber que cuanto más irregular sea la superficie de la córnea, mayor será la distorsión de la luz que llegue del objeto que se desee ver , siendo peor la calidad de la imagen formada en la retina. [9,10]
- **Mejor previsibilidad del espesor del colgajo:** Con el microqueratomo convencional se corre el riesgo de hacer colgajos más delgados en el centro en comparación con la periferia, con el Femto-LASIK el *flap* corneal es totalmente uniforme, además de aportar mayor precisión en el diámetro. Tras manipular la córnea, esta se vuelve más rugosa, y surgen distorsiones que se identifican como aberraciones. Se demuestra que las aberraciones de alto orden (en concreto las esféricas) son significativamente más bajas en los ojos tratados con Femto-LASIK. [11-15]
- **Menor probabilidad de ojo seco:** Este es un problema muy común en pacientes que se han sometido a una cirugía refractiva, y es uno de los puntos que más preocupa e inquieta a aquellas personas que quieren corregir su visión. En uno de los estudios se demostró notoriamente que con el Femto-LASIK la incidencia de ojos secos es menor. [16-18]

No obstante, también se encontraron estudios [19-23] donde el Femto-Lasik presentaba algún que otro punto en contra con respecto al LASIK tradicional:

- **Neblina corneal:** La neblina corneal es causante de visión borrosa y/o desenfocada. Incluso puede provocar la visión de halos alrededor de puntos de luz, sobre todo en situaciones de alto contraste de luz ya sea de noche o en la oscuridad. Se prueba que es más probable que haya una mayor dispersión de luz con el Femto-LASIK, aunque esto sólo sea en los estados iniciales postoperatorios, ya que en los seguimientos a largo plazo no hubo prácticamente diferencia alguna. [19]
- **Sensibilidad a la luz transitoria:** Esta aparece unas semanas después de la operación y se presenta como fotofobia. Su principal característica es que los pacientes que la padecen tienen una buena agudeza visual, y su causa puede ser la formación de una burbuja opaca en el estroma o debido a una respuesta inflamatoria del tejido corneal. Se suele tratar con el uso de fármacos en forma de gotas dando buenos resultados. [20]
- **Queratitis lamelar difusa (QLD):** Es otro de los procesos inflamatorios común en LASIK, donde se produce una infiltración de células inflamatorias en el colgajo corneal (Figura 5). Puede quedarse como un simple proceso leve tras un tratamiento tópico con corticoides, o puede pasar a un problema realmente grave si no se actúa rápidamente, produciéndose la cicatrización de zonas de la córnea y dejando secuelas, tales como la pérdida de visión. Uno de los estudios [22] demostró que había más casos de QLD en el grupo de Femto-LASIK después de la operación que en el grupo del LASIK con microqueratomo. [21-23]



Figura 5. Queratitis lamelar difusa severa. Extraída de *REVIEW*
Laser in situ keratomileusis in 2012: a review <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/cxo.12075>

En otro estudio, de carácter retrospectivo y a gran escala se evaluaron 1.366 ojos en 687 pacientes, unos sometidos a LASIK con microqueratomo, y otros a Femto-LASIK [24]. El cilindro y los valores esféricos equivalentes para los tratados con Femtosegundo fueron mejores que con los tratados con microqueratomo. Además, el índice de predictibilidad y eficacia fue mayor para el Femto-LASIK (92.1%) que para el grupo del microqueratomo (82.2%). Del mismo modo, la satisfacción del paciente fue ligeramente mejor para los tratados con Femto-LASIK (93,3%) que con LASIK convencional (91,4%).

Contrastando, un estudio prospectivo y más reducido evaluó 32 ojos de 16 pacientes y se analizó la agudeza visual sin corrección y con corrección, equivalente esférico, aberraciones de alto orden, agudeza visual de bajo contraste, preferencia del paciente y complicaciones [25]. Como resultado en todas estas variables no se encontró ninguna diferencia a destacar y no fue posible observar diferencias significativas entre los grupos analizados, siendo los resultados muy similares.

2ª COMPARATIVA: Femto-LASIK VERSUS RELEX SMILE

Como se sabe, la cirugía refractiva con LASIK y en especial el Femto-LASIK, es la técnica más utilizada para corregir los defectos refractivos en la visión.

En los últimos años ha surgido la ya mencionada técnica de Relex SMILE, y que ha revolucionado el ámbito de cirugía refractiva debido a los muy buenos resultados obtenidos.

SMILE se caracteriza por ser una técnica quirúrgica 100% láser, que solamente hace uso del láser de femtosegundo. A diferencia del Femto-LASIK es una técnica relativamente reciente, y por lo tanto no se han realizado tantos estudios como para sacar una conclusión definitiva, aunque se puede intuir una mayor precisión con este método.

El siguiente estudio prospectivo tiene como objetivo evaluar en pacientes miopes y/o astigmáticos si existen diferencias en los resultados visuales obtenidos por ambos métodos, en términos de agudeza visual, sensibilidad al contraste, aberraciones ópticas y ojo seco. [26]

Se tomaron 50 pacientes de cada técnica, y se llegaron a los siguientes resultados:

- **Agudeza visual:** En cuanto al porcentaje de pacientes que tuvieron una agudeza visual sin corrección de 20/20 o mejor fue de un 96% en SMILE, frente al 88% del grupo Femto-LASIK, y esto se relaciona con que con SMILE se obtiene una mayor seguridad y previsibilidad, ya que, en ningún momento, antes de la extracción del lentículo, el estroma se ve perturbado o expuesto. Se cree que la hidratación del estroma cuando se levanta el colgajo puede provocar variaciones en la corrección.
- **Aberraciones de alto orden (HOA):** En ambos casos hubo un aumento de estas, aunque en SMILE se registró una incidencia de HOA menor.
- **Sensibilidad de contraste (SC):** En los primeros días tras las intervenciones, la SC fue mejor en Femto-LASIK, pero tras los 15 días se igualó, mientras que a largo plazo, que es lo que realmente interesa, la SC fue definitivamente mejor en SMILE. Se piensa que puede ser debido a la cicatrización de la interfase tras el primer día de la cirugía

- **Ojo seco:** Se demuestra que la incidencia de ojos secos fue menor en SMILE. Con LASIK se produce un mayor daño en las fibras nerviosas del estroma, la sensibilidad disminuye y aumentan los síntomas de ojo seco.

Al final de este estudio, se saca la conclusión de que SMILE ofrece todas las ventajas del LASIK mientras evita las limitaciones tan comúnmente asociadas a él.

Contrastando, en un estudio prospectivo se recopilaron 65 ojos miopes de 38 pacientes miopes que se habían sometido a una de las 2 técnicas [27]. Los resultados revelaron que la AV 20/20 tras la cirugía fue ligeramente mejor en con SMILE (90%) que en Femto-LASIK (88%). Donde sí se obtuvieron resultados llamativos fue en las aberraciones de alto orden. En general el nivel de aberraciones fue similar, pero en un tipo de HOA (el coma vertical) fue significativamente mayor en SMILE, afectando a la visión de los pacientes bajo ciertas condiciones de iluminación.

No obstante, se remarca claramente que estos resultados no son concluyentes, ya que se necesita más investigación.

5. Conclusiones.

El estudio de la bibliografía especializada que se ha realizado en este Trabajo Final de Grado muestra que las diferentes técnicas de cirugía refractiva, independientemente de su antigüedad, tienen una gran efectividad y los resultados en su gran mayoría son positivos. No obstante, como se ha podido comprobar existen excepciones, que por mínimas que sean, no son menos importantes. Ahora bien, estas excepciones sí pueden reducirse según la técnica utilizada.

Se ha concluido que tras LASIK, la visión del paciente puede verse comprometida sobre todo por aberraciones de alto orden, disminución de la calidad lagrimal que provoca ojo seco, deslumbramientos sobre todo en condiciones escotópicas a causa de la fotofobia, además de otras complicaciones menos comunes pero que pueden ser altamente perjudiciales para la visión del paciente, tales como la ectasia corneal y la queratitis lamelar difusa.

Con la utilización de la técnica Femto-LASIK, se consolida la hipótesis de que los riesgos para el paciente sí disminuyen siendo esta mejor opción que el LASIK con microqueratomo. Estadísticamente la agudeza visual no corregida tras la operación es mejor, al igual que las aberraciones de alto orden, la sintomatología de ojo seco y los deslumbramientos a la luz son menores. Como resultado esta técnica aporta más seguridad y tranquilidad al paciente a la hora de tomar la decisión de operarse, y de ahí que sea la opción más escogida.

Con el paso de los años, se ha buscado innovar en la cirugía refractiva, buscando siempre alterar lo mínimamente posible la estructura ocular. Por eso ahora se conocen técnicas de última generación como ReLEx SMILE. Esta técnica entra en competencia con Femto-LASIK para el tratamiento de la miopía y astigmatismo, ya que promete mejores resultados.

Parece ser que realmente la visión del paciente tras la cirugía SMILE sí se ve menos afectada, aportando unos mejores resultados que LASIK en general.

Ahora bien, al ser esta técnica quirúrgica muy reciente, los estudios realizados hasta ahora no pueden valorar los resultados a largo plazo, y los resultados corto-medio plazo no son del todo concluyentes debido a los escasos estudios disponibles.

6. Reflexión personal

No cabe duda de que la carrera de óptica y optometría intenta formar al estudiante de la mejor forma en cuanto a lo que su profesión se refiere, tocando prácticamente todos los puntos que se puedan ver relacionados con el sentido de la vista.

Sin embargo, quería aprovechar este apartado para enfatizar que quizá se eche en falta una orientación más clínica, poder estudiar una asignatura en la que se profundice de mejor manera en cómo podría ser la labor de un optometrista en un hospital o clínica oftalmológica. Pienso que somos los sanitarios de otra rama más cercanos a los oftalmólogos, y por ello cuanto más sepamos sobre el funcionamiento de la medicina ocular, mejor sabremos cómo aportar nuestro granito de arena para conseguir una relación sólida entre el grupo optometrista-oftalmólogo-paciente.

Por ello, este es el principal motivo por el que escogí este trabajo, de alguna manera entender que es a lo que se enfrenta el oftalmólogo en su día a día, y además, encontrar un tema de estudio diferente a lo que se trata en la carrera. Con frecuencia me encuentro con pacientes que se han sometido a cirugía refractiva, y a veces no puedes comprenderlos de la mejor manera cuando relacionan su falla visual con la operación a la que se han sometido, y por eso mismo creo conocer el funcionamiento de las técnicas refractivas, los riesgos y los posibles efectos secundarios es fundamental para llegar a comprender todo de la mejor forma posible.



Dando mi opinión personal a aquel paciente que se quiera someter a una cirugía refractiva, visto lo visto le recomendaría tener mucha precaución con la decisión que vaya a tomar y que valore muy detenidamente todos los riesgos que pueda tener la intervención por mínimos que sean, ya que al fin y al cabo ojos solo tenemos dos, y son para toda la vida.

7. Referencias bibliográficas y web gráficas.

- [1] Sri Ganesh, Sheetal Brar, and Raghavender Reddy Arr a Refractive lenticule extraction small incision lenticule extraction: A new refractive surgery paradigm Indian J Ophthalmol. 2018 Jan; 66(1): 10–19. 3.
- [2] Manche EE, Haw WW. Wavefront-guided laser in situ keratomileusis (LASIK) versus wavefront-guided photorefractive keratectomy (PRK): a prospective randomized eye-to-eye comparison (an American Ophthalmological Society thesis). Trans Am Ophthalmol Soc 2011; 109: 201–220.
- [3] Antonis Aristeidou, Elise V. Taniguchi, Michael Tsatsos, Rodrigo Muller, Colm McAlinden, Roberto Pineda, and Eleftherios I. Paschalis. The evolution of corneal and refractive surgery with the femtosecond laser Eye Vis (Lond). 2015; 2: 12
Oliver Kuhn-Wilken, OD, and Victoria Roan, OD. Corneal Compromise: How to Assess the Risk of Post-LASIK. December 15, 2018
- [4] Spadea L, Cantera E, Cortes M, et al. Corneal ectasia after myopic laser in situ keratomileusis: a long-term study. Clinical Ophthalmology. 2012;6(1): 1801-13.
- [5] Zubair Shahid Bashir Muhammad Hassaan Ali, Ayesha Anwar, Muhammad Hammad, Ayub Nadeem, Hafeez Butt, Femto-lasik: The recent innovation in laser assisted refractive surgery. Department of Ophthalmology, Allama Iqbal Medical College, Jinnah Hospital, Lahore, Pakistan. 2017, 67- 4.
- [6] Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Long-term bladeless LASIK outcomes with the FS200 Femtosecond and EX500 Excimer Laser workstation: the Refractive Suite. Clin Ophthalmol 2013; 7: 261-9.
- [7] Gil-Cazorla R, Teus MA, de Benito-Llopis L, Mikropoulos DG. Femtosecond laser vs mechanical microkeratome for hyperopic laser in situ keratomileusis. Am J Ophthalmol 2011; 152: 16-21.
URL: <http://www.intechopen.com/books/astigmatism-optics-physiology-and-management/femtosecond-laser-assisted-astigmatism-correction>.
- [8] Kanellopoulos AJ. Topography-guided hyperopic and hyperopic astigmatism femtosecond laser-assisted LASIK: long-term experience with the 400 Hz Eye-Q excimer platform. Clin Ophthalmol 2012; 6: 895-901
- [9] AlMahmoud T, Munger R, Jackson W. Effects of advanced surface ablations and intralase femtosecond LASIK on higher order aberrations and visual acuity outcome. Saudi Ophthalmol 2011; 25: 275-80.

- [10] AlMahmoud T, Munger R, Jackson W. Advanced corneal surface ablation efficacy in myopia: changes in higher order aberrations. *12CanJ Ophthalmol* 2011; 46: 175-81.
- [11] Salomao MQ, Ambrosio R Jr, Wilson SE. Dry eye associated with laser in situ keratomileusis: mechanical microkeratome versus femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1756-60.
- [12] Issa A, Al Hassany U. Femtosecond laser flap parameters and visual outcomes in laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 665-74.
- [13] Zhang C, Che J, Yu J, Yu L, Yu D, Zhao G. Using Femtosecond Laser to Create Customized Corneal Flaps for Patients with Low and Moderate Refractive Error Differing in Corneal Thickness. *PloS ONE* 2015;10: e0121291.
- [14] Vryghem J, Devogelaere T, Stodulka P. Efficacy, safety, and flap dimensions of a new Femtosecond laser for laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 442-8.
- [15] Salomão M, Wilson S. Femtosecond laser in laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1024-32.
- [16] Salomão M, Ambrósio R, Wilson S. Dry eye associated with laser in situ keratomileusis: Mechanical microkeratome versus femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1756-60.
- [17] Mirishova M, Sultanova A. Determination and comparison of degree of severity of dry eye syndrome after Femto-LASIK and photorefractive surgery (PRK) 12 months after the surgery. ESCRS Official Website | European Society of Cataract & Refractive Surgeons [Online] 2015 [cited 2015 September 17].
URL: <http://www.es CRS.org/london2014/programme/free-papersdetails.asp?id=22114&day=0>.
- [18] Petznick A, Chew A, Hall RC, Chan CM, Rosman M, Tan D, et al. Comparison of corneal sensitivity, tear function and corneal staining following laser in situ keratomileusis with two femtosecond laser platforms. *Clin Ophthalmol* 2013; 7: 591.
- [19] Patel S, Maguire L, McLaren J, Hodge D, Bourne W. Femtosecond Laser versus Mechanical Microkeratome for LASIK. *Ophthalmology* 2007; 114: 1482-90.
- [20] Stonecipher K, Dishler J, Ignacio T, Binder P. Transient light sensitivity after femtosecond laser flap creation: Clinical findings and management. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 91-4.

[21] Netto MV, Mohan RR, Medeiros FW, Dupps WJ Jr, Sinha S, Krueger RR, et al. Femtosecond laser and microkeratome corneal flaps: comparison of stromal wound healing and inflammation. J Refract Surg 2007; 23: 667-76.

[22] Moshirfar M, Gardiner J, Schliesser J, Espandar L, Feiz V, Mifflin M, et al. Laser in situ keratomileusis flap complications using mechanical microkeratome versus femtosecond laser: Retrospective comparison. J Cataract Refract Surg 2010; 36: 1925-33.

[23] Dres. Wilson SE, Ambrosio R Jr Queratitis lamelar difusa esporádica luego de LASIK Department of Ophthalmology, University of Washington School of Medicine, Box , Seattle, USA. Cornea. 2002 Aug;21(6):560-3.

URL:[https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoid=29268#:~:text=La%20queratitis%20lamelar%20difusa%20\(QLD,de%20la%20visi%C3%B3n%20y%20dolor.](https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoid=29268#:~:text=La%20queratitis%20lamelar%20difusa%20(QLD,de%20la%20visi%C3%B3n%20y%20dolor.)

[24] Sharif Hashmani; Nauman Hashmani; Rajani, Hina; Ramesh, Priyanka; Junaid Ahmed Soomro Comparison of visual acuity, refractive outcomes, and satisfaction between LASIK performed with a microkeratome and a femto laser. (2017): 1009-1014.

[25] Alexander Rodrigo Hasimoto, Manuela Fiorese Benites Gomes, Marcelo Alves Vilar de Siqueira, Hamilton Moreira. Femtosecond laser versus mechanical microkeratome for LASIK flap creation. Arq. Bras. Ophthalmol. São Paulo Nov./Dec. 2013. vol.76 no.6

[26] Ganesh, Sri; Gupta, Rishika. Comparison of Visual and Refractive Outcomes Following Femtosecond Laser-Assisted LASIK With SMILE in Patients With Myopia or Myopic Astigmatism. Journal of Refractive Surgery; Thorofare Tomo 30, N.º 9, Aug 2014: 590-596.

[27] McAlinden, Colm, BSc(Hons), MCOptom, MSc; Moore, Jonathan E. Comparison of Higher Order Aberrations After LASIK and LASEK for Myopia, PhD, FRCOphth. Journal of Refractive Surgery; Thorofare Tomo 26, N.º 1, Jan 2010: 45-51.

Páginas web consultadas:

<https://www.zeiss.com/meditec-patient/int/laser-eye-surgery/treatment-options/prk-lasek.html>

<https://www.iogranada.com/prk-lasik-y-relex-smile/>

<https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/prevencion-salud/indicaciones-cirugia-lasik.html>



<https://crstodayeurope.com/articles/2013-jan/hyperopia-treatments/#:~:text=PRK.,be%20less%20than%2048.00%20D.>

<https://www.magrabi.com.sa/blog/the-differences-between-femto-lasik-vs-lasik-vs-femto-smile-for-laser-vision>

<https://www.laservue.com/smile/smile-lasik-or-prk-which-is-best/>

<https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/lasik-eye-surgery/in-depth/lasik-surgery/art-20045751>

<https://www.qvision.es/blogs/joaquin-fernandez/2014/10/femto-lasik-relex-smile-mejor-comparacion-resultados/>