

REINCIDENCIA DE AMETROPIAS DESPUÉS DE CIRUGÍA REFRACTIVA CON EXCIMER LÁSER¹

REFRACTIVE ERRORS REINCIDENCE AFTER REFRACTIVE SURGERY WITH EXCIMER LASER

² Diana Valeria Rey Rodríguez.

Resumen

La cirugía refractiva es una alternativa para corregir defectos visuales derivados de alteraciones ópticas en el globo ocular; sin embargo el éxito de este procedimiento depende en gran medida de la valoración pre quirúrgica la cual comprende el examen visual y ocular, la condición de salud general, antecedentes y ocupación. Esta valoración determinará el pronóstico visual y refractivo después de la intervención. Dentro de las diferentes técnicas quirúrgicas empleadas para tal fin se encuentran el *PRK/LASEK* Y *LASIK*, procedimientos que modifican la estructura corneal mediante ablación en una de sus capas; estas técnicas quirúrgicas son seleccionadas de acuerdo al defecto refractivo y necesidad visual del paciente. A pesar de los avances tecnológicos en materia de cirugía refractiva, existen limitaciones y complicaciones relacionadas con la cicatrización, la biomecánica, la respuesta corneal y las condiciones personales como: el género, la ametropía, la raza, la ocupación, el estilo de vida y la técnica quirúrgica empleada; estos son factores que limitan la previsibilidad de la intervención en cuanto a sobrecorrección, hipocorrección, regresión e inducción de astigmatismo irregular. El presente trabajo pretende a través de la recopilación de estudios realizados sobre

Abstract

Refractive surgery is an alternative to correct visual defects related to optical alterations on the ocular globe, however, the success of this procedure depends in a great measure of the pre-op evaluation that covers the visual and ocular exam, general health condition, occupation and family history, and doing so, determine the refractive and visual prognosis after the intervention. Among the different surgical techniques used for this purpose, it is found the *PRK/LASEK* and *LASIK*, procedures that modify the corneal structure ablating one of its layers; such techniques are selected depending on the refractive error and patient's visual needs. In spite of the technological advances in refractive surgery, there are complications and limitations related to healing, biomechanics, corneal response and personal conditions as: gender, refractive error, race, occupation, lifestyle and used surgical technique, which are factors that limitate the surgical expectations as far as hypercorrection, hipocorrection, regression or induction of irregular astigmatism. The present work pretends, through the recompilation of studies being done about the fact, to establish association among the risk and protective factors already described by the authors, pretending to know better the ocular and

Recibido el 22/04/2013

Aprobado el 11/06/2013

1. Artículo de revisión.

2. Optómetra, Universidad de la Salle, Magistra en Ciencias de la Visión, Universidad de la Salle, Maestrante en Epidemiología, Universidad El Bosque. Docente Universidad El Bosque. reydiana@unbosque.edu.co

el tema, establecer asociación con factores de riesgo y protectores ya descritos por los autores, con el fin de conocer mejor el pronóstico visual y ocular del paciente, así como la probabilidad de reincidencia de ametropías después de transcurrido un tiempo de la intervención.

Palabras clave: cirugía láser, errores de refracción, cornea, regresión, complicaciones postoperatorias.

INTRODUCCION

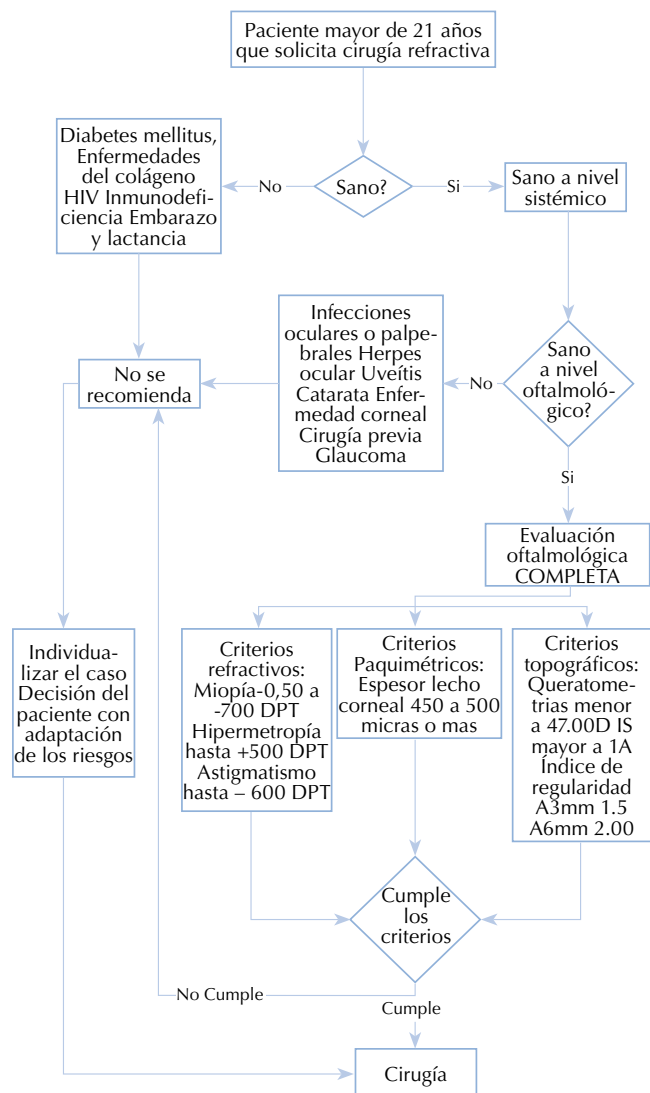
La potencia refractiva del ojo está dada por tres variables: la córnea, el cristalino y la longitud axial; en la emetropía estos tres factores presentan valores ópticos normales, generando ausencia de defectos refractivos. Los ojos con defectos refractivos pueden presentar alteraciones ópticas en una de estas estructuras, lo que conlleva a una imprecisión en la focalización de la luz que llega a la retina, ocasionando así errores refractivos como miopía, hipermetropía y astigmatismo (4). La cirugía refractiva es un tratamiento alternativo para la corrección de defectos refractivos, este procedimiento elimina o reduce pequeños cambios en la curvatura modificando el espesor corneal para así lograr la emetropía artificial. (38)

La evaluación preoperatoria para cirugía refractiva es primordial en la selección de pacientes candidatos. La disfunción lagrimal, el glaucoma no controlado, las queratitis virales como el herpes e inflamaciones intraoculares como la uveítis son contraindicadas para la aplicación de láser, debido a estimulación de la enfermedad a través de este medio. Las ectasias corneales por la irregularidad corneal y espesores delgados que resultan de esta patología, también son contraindicados para este procedimiento. (48) Otros criterios de exclusión relativos y sometidos a discusión incluyen patrones topográficos como: aumento en la curvatura, ejes desviados radialmente, adelgazamiento en la córnea central, paracentral o periférica, tamaño pupilar mayor a 7 mm por el riesgo a presentar halos y reflejos, (6) enfermedades sistémicas como artritis reumatoide, síndrome de Sjögren y diabetes, alteran la correcta cicatrización corneal. (31) El estilo de vida, así como trabajos de cerca prolongados, aficiones y deportes de alto riesgo son de pronóstico reservado. La exploración y análisis cuantitativo en usuarios de lentes de contacto deberá ser aplazado esperando un tiempo sin el uso de este dispositivo entre 1 a 3 meses, hasta lograr regularizar la superficie corneal. Los pacientes deberán tener refracciones estables y edades superiores a 21 años, córneas fuera de rangos

visual outcome and the probability of refractive errors recurrence after a time of the intervention.

Key words: Laser surgery, refractive errors, cornea, regression, post operative complications.

Grafico 1: Protocolo para cirugía refractiva.



Fuente: Criterios para cirugía refractiva en población adulta. Guía de práctica clínica México. 2013. [Consulta 02 Junio 2013], disponible en: www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Documents/631GER.pdf.

normales con queratometrías mayores a 47.00 DPT o menores a 39.00 DPT deberán despertar sospechas; además la evaluación de la superficie ocular y valoración de la producción de lágrima serán factores importantes de analizar previamente, debido a que la ablación del láser podría generar daño sobre las fibras nerviosas que estimulan la producción de lágrimas. (5)

Estas consideraciones determinan el pronóstico visual y refractivo después de la intervención; una vez el paciente sea seleccionado se determinará la técnica quirúrgica de acuerdo a la ametropía, ocupación y condiciones ópticas del sistema visual, teniendo dentro de las alternativas el uso del **Excimer láser** (4). Esta técnica quirúrgica emplea un **láser** que utiliza dímeros excitados llamados excimeros; este compuesto presenta una mezcla de gases argón (Ar) y flúor (F) y su mecanismo de acción es la fotoablación que rompe los enlaces moleculares de carbono a nivel del estroma corneal, produciendo desintegración y vaporización. Existen en la actualidad tres procedimientos diferentes que modifican la estructura corneal: **PRK** (Queratectomía foto refractiva) técnica de superficie la cual modifica la curvatura corneal, eliminando el epitelio corneal mediante desbridamiento farmacológico y/o mecánico. El **LASEK** (Queratectomía subepitelial con láser), es una técnica de ablación de superficie que combina el LASIK y PRK, consiste en desepitelizar una zona central de la córnea mediante desbridamiento con alcohol, produciendo ablación de la membrana de bowman y el estroma superficial; posterior a esto en los dos casos se deberán utilizar lentes de contacto terapéuticos para optimizar la regeneración corneal y minimizar efectos adversos como turbidez corneal (Haze). Estas técnicas generan una recuperación más lenta y dolorosa (16) con relación al **LASIK** (Queratomileusis in situ con láser); técnica empleada con mayor frecuencia y que consiste en el uso de un microqueratomo o mediante el uso de láser personalizado; esta técnica levanta una porción de la córnea seguido de la aplicación del láser sobre el estroma, con posterior restitución de la porción corneal. Esta intervención genera una recuperación posoperatoria más rápida (4–6 horas y agudeza visual 20/40 o mejor) menores molestias y complicaciones postquirúrgicas (47) (28). Otros estudios comparan la eficacia, precisión, seguridad y efectos secundarios en miopes operados con LASEK y PKR realizando seguimiento al cabo de 1 mes y 12 meses encontrando que el LASEK no parece tener ninguna ventaja sobre el PRK (43). Para minimizar las complicaciones relacionadas con el uso del microqueratomo, se han desarrollado técnicas quirúrgicas mediante el uso del **láser femto-**

segundo el cual realiza una ablación según el grosor y diámetro lamelar, proporcionando mayor precisión y menores complicaciones corneales con relación a las anteriores técnicas. (4)(41) Además existen ablaciones corneales personalizadas a través de **aberrometros** encargados de estudiar los frentes de onda con el fin de detectar y tratar tanto el defecto refractivo como las aberraciones de orden superior que pueden alterar la agudeza visual, actuando sobre un mayor número de factores responsables del desenfoque del sistema óptico. (1) (38) (39)

ETIOLOGÍA DE LOS DEFECTOS REFRACTIVOS.

Las ametropías tienen una etiología multifactorial, la literatura ha descrito factores genéticos, hereditarios, ocupacionales y ambientales, entre los más significativos.

Al representar la córnea el 60% de la potencia refractiva, los pequeños cambios en su curvatura pueden producir defectos refractivos importantes. La miopía es el defecto refractivo más frecuente, con una prevalencia de casi el 25% en la raza blanca y en un 13% en la raza negra. Las altas tasas de miopía en ciertos grupos étnicos sugieren que los genes juegan un papel importante; en general la tendencia en el aumento de la prevalencia de miopía es más alta en las áreas urbanas especialmente en Taiwán, Hong Kong y Singapur y tasas más bajas en países no asiáticos (3). Factores de riesgo como: la ocupación u oficios relacionados con oficina y trabajos de cerca, el género femenino y opacidades en el cristalino generan un incremento de miopía de 1.5 a 2.5 veces más con relación a otros defectos refractivos; por el contrario la exposición al aire libre se podría considerar un factor protector. (50) Mientras tanto el astigmatismo ocupa un segundo lugar en estas poblaciones y la hipermetropía una mayor prevalencia en adultos entre 60-69 años de edad (2) así como en personas hispanas. (8) Aunque la Hipermetropía se presenta con menor frecuencia 40%, afecta menos la agudeza visual y puede pasar desapercibida en los primeros años de vida. Hacia la tercera o cuarta década con la llegada de la presbicia, esta ametropía se puede hacer manifiesta resultando de esto, sintomatología que generaría limitaciones para ciertas actividades. (37)

FACTORES ASOCIADOS

A pesar de los avances tecnológicos en materia de cirugía refractiva, existen limitaciones y complicaciones relacionadas con la cicatrización, la biomecánica y

respuesta corneal después de la intervención. Estas diferencias biológicas son un factor principal que limita la previsibilidad de la cirugía refractiva en cuanto a sobrecorrección, hipocorrección, regresión e inducción de astigmatismo irregular. (4)

Biomecánica y cicatrización corneal

Existen diferentes factores intrínsecos y extrínsecos que determinan la estabilidad de la córnea, dentro de ellos se encuentra la presión intraocular, la presión atmosférica, la tensión ejercida por los párpados, los músculos extraoculares, el espesor y densidad de la córnea, y el entrecruzamiento de fibras de colágeno. Estas fibras cuando son sometidas a compresión o estiramiento, la córnea reorganiza sus láminas e incrementa su elasticidad hasta llegar a un nuevo punto de equilibrio. El comportamiento en la cicatrización corneal determina el pronóstico de la cirugía refractiva, así como los resultados clínicos y complicaciones que se podría desencadenar dependiendo de los predictores preoperatorios, biomecánica y cicatrización de la herida, asimismo deben tenerse en cuenta estos marcadores de forma individual. (12)

Las complicaciones tras cirugía refractiva incluyen sobrecorrección, insuficiencia en la corrección, regresión, opacidad en el estroma corneal, entre otros. El epitelio corneal, el estroma, las células inflamatorias y las glándulas lagrimales, son los principales tejidos y órganos que participan en la cicatrización de la herida. Complejas interacciones celulares mediadas por citoquinas y factores de crecimiento se producen en las células de la córnea, lo que da como resultado una respuesta biológica muy variable. Estos procesos biológicos incluyen la apoptosis, proliferación y migración de queratocitos, así como la generación de miofibroblastos; estas interacciones celulares están implicadas en la reorganización de la matriz extracelular del estroma, la contracción de la lesión y otras respuestas en la herida quirúrgica.

En la técnica quirúrgica con LASIK se presentan menores tasas de apoptosis de queratocitos, menor es la proliferación y diferenciación de miofibroblastos; esto a su vez se correlaciona con menor regresión y formación de *haze*. La regresión que se podría encontrar después de la cirugía refractiva se le atribuye a la hiperplasia epitelial y remodelación del estroma condicionado a la variabilidad genética, la magnitud de la respuesta inflamatoria, la profundidad y diámetro de la ablación, la refracción preoperatoria y el espesor del colgajo. (14) (15)

Técnica Quirúrgica

PRK (Queratectomía fotorefractiva)

Esta técnica que remueve mecánicamente el epitelio incluyendo la eliminación de la membrana basal genera exposición directa de los queratocitos estromales, por lo tanto la cicatrización de la herida tiende a ser más significativa. La regresión e hipercorrección pertenecen a las principales complicaciones. Siendo heterogénea la distribución de los queratocitos se cree que la concentración más baja se encuentra en el estroma posterior, lo que podría contribuir a la diferencia de la cicatrización de la herida según el defecto refractivo. (11) La regresión de ametropías se ha encontrado en mayor proporción con PRK, en especial en los ojos con mayor ametropía, esta regresión se encuentra relacionada con la extensión y localización de la respuesta, generando mayores traumatismos a nivel epitelial; Otros autores atribuyen la regresión con los cambios diferenciales en el espesor de la córnea, debido a una remodelación del estroma y a una hiperplasia epitelial. Estos procesos predominan en las regiones de mayor extracción de tejido por lo cual resultaría allí una ametropía postquirúrgica. (24) (51)

LASEK (Queratectomía subepitelial con láser)

Técnica empleada que remueve el epitelio corneal mediante una sustancia química, produce muerte celular generando una revitalización retardada, además de una recuperación tardía de la agudeza visual. (15) El resultado quirúrgico con esta técnica depende del espesor, error refractivo, curvatura corneal preoperatoria, profundidad de la ablación, volumen de la cámara anterior y la historia de uso de lentes de contacto. (25)

La formación de opacidad como respuesta a la ablación del tejido corneal se caracteriza por la activación de queratocitos, colágeno y material amorfo. Con la administración de medicamentos como la *Mitomicina-C* después del procedimiento con LASEK/PRK, inhibe la fibrosis subepitelial utilizándose de forma rutinaria para la prevención de *haze* y regresión de la ametropía. Debe acompañarse del uso de lentes terapéuticos que favorecen la cicatrización corneal. (35) (17)

LASIK (Queratomileusis in situ con láser)

Varios estudios evidencian que esta técnica corrige un 92% de las ametropías, resultando defectos refractivos menores de 1.00 Dpt que alcanzan por lo general una visión sin corrección de 20/40 o mejor, con buen pronóstico en defectos visuales como la miopía y

mayores índices de regresión en hipermetropía. Se ha demostrado que produce aberraciones de tercer orden, de manera que pueden provocar halos, destellos nocturnos, deslumbramientos y disminución de la sensibilidad al contraste; efectos no deseados que podrían interferir en la calidad visual. (34)

Las miopías entre 1.00 y 7.00 Dpt se logran estabilizar entre 6 a 12 meses. Los pacientes con miopías superiores pueden sufrir regresiones aun pasados los 12 meses, debido a procesos de hiperplasia epitelial y/o regeneración estromal, dando lugar a un aumento de la curvatura corneal. En astigmatismos miopicos se ha evidenciado reincidencia del astigmatismo en -0.50 después de un año de postoperatorio y leves astigmatismos inducidos no diagnosticados en el examen quirúrgico. (4)

La ausencia en la alteración de la membrana basal con esta técnica, favorece la curación de la herida, sin embargo los casos relacionados con flap muy finos o ablaciones inducidas por el microqueratomo son propensos a responder de forma similar a una PRK con una mayor incidencia a la regresión y opacidad estromal (12). Estudios en conejos corroboran una respuesta inflamatoria más pronunciada después de la creación del flap con femtosegundo (13) (15). Este proceso puede desencadenar mayor liberación de citoquinas proinflamatorias lo que llevaría a alteraciones epiteliales y retrasos en la epitelización; sin embargo complicaciones directas o indirectas en humanos se evidencian en menos del 1%, tratando esta pequeña población con buenos resultados en el momento de la cirugía obteniéndose resultados favorables. (18) (19). Comparaciones de regresión de miopía en pacientes intervenidos con LASIK a través de la técnica de femtosegundo con relación a microqueratomo, evidencia mayor probabilidad de regresión con microqueratomo 12 meses después de la intervención. (22)

Defectos refractivos:

La agudeza visual y el defecto refractivo han sido analizados en diferentes estudios en comparación con la técnica quirúrgica utilizada, encontrando mayor proporción de miopes operados, así como la regresión de la ametropía después de la intervención en 0.50 Dpt en el 81% y de 1.00 Dpt en el 96% de la población estudiada, aunque el 72% de los pacientes con una agudeza visual mejor o igual a 20/20. Se ha encontrado una pérdida de agudeza visual en menos del 1.0% con LASIK. Estos porcentajes fueron analizados por separado, comparando ametropías bajas a moderadas frente a las altas, esperando menor cicatrización de la herida en ablaciones profundas. Esta eliminación de tejido desestabiliza la córnea lo cual podría pronosticar ectasias corneales a futuro. Además se ha demostrado que una ablación acompañada de laser personalizado en ametropías bajas parece ser más exitoso y con mejores resultados visuales en pacientes con miopías entre -2.00 Dpt y -4.00 Dpt alcanzando agudezas visuales de 20/20 o mejor hasta en un 91%. (23) El autor del presente estudio evidencia ametropías de 0.50 Dpt en un 67% y de 1.00 Dpt en el 90% de la población estudiada acompañado de una agudeza visual mejor a 20/40 en el 90% de los casos. (5) Al cabo de 12 meses estas ametropías se reducen hasta 0.25 DPT (32).

Un estudio retrospectivo con ochocientos cincuenta y cinco (855) ojos fueron analizados, encontrándose que 70 de ellos eran hipermétropes y 785 miopes. Después del tratamiento quirúrgico el 72% de los ojos alcanzaron una agudeza visual de 20/20 o mejor. No se encontraron factores de riesgo asociados con la edad, género, características de la córnea o factores ambientales, pero sí una mayor prevalencia de regresión de la ametropía en hipermétropes y astigmatas. (36) La lateralidad del ojo y su asociación con el estado refractivo, así como la edad y el género fueron estudiados por Linke, correlacionando estas variables en 12.493 pacientes candidatos a cirugía refractiva, los resultados indicaron que en varones miopes se presenta mayor prevalencia de ametropías en el ojo izquierdo, sin encontrar cambios significativos asociados a la edad. (33) (36)

Complicaciones pre y postquirúrgicas

Complicaciones pre y postquirúrgicas

La mayoría de las complicaciones se relacionan con el resultado de la refracción o lesiones en córnea, segmento anterior o alteración en la cicatrización de la herida. Estudios clínicos actuales explican la ocurrencia de estos eventos. Complicaciones en segmento posterior así como alteraciones vitreoretinales, son muy raras y aun no se ha establecido relación con estas técnicas de cirugía refractiva. (5)

Las complicaciones intraoperatorias ocurren en su mayoría por el uso del microqueratomo respecto al movimiento, interrupción, mal funcionamiento, cortes incompletos o pérdida de succión del equipo. Estos efectos no deseados pueden corregirse con ablaciones en el momento quirúrgico o después de la intervención, indicando el uso *a posteriori* con lentes terapéuticos. (30) La *Disfunción lagrimal* es la complicación más frecuente por la ruptura de los nervios corneales cuando se realiza el flap con el microque-

ratomo. (20) También se ha descrito la alteración de los nervios de las glándulas lagrimales lo que conlleva a una disminución de la frecuencia de parpadeo, así como la posición de la bisagra, ya que los nervios largos que inervan la córnea tienen su trayectoria entre las 3 y las 9 en posición horaria. (9) Esta condición puede mejorar al reinervarse el estroma subepitelial al cabo de 6-8 meses. También se ha demostrado un proceso inflamatorio en el cual se libera sustancia P, neurotransmisor que además de producir dolor, eleva los ICAM-1, moléculas de adhesión que producen un incremento en el paso de células del torrente sanguíneo al limbo esclerocorneal; esto genera un aumento de la inmunidad local, acompañado de activación de tejido linfoide y citoquinas que producen inflamación de la superficie ocular y reducción en la función de las glándulas de meibomio y lagrimales. (52) Los *Defectos epiteliales* como la queratitis punteada superficial puede ser producida por el uso excesivo de anestésicos tópicos previos a la intervención. El crecimiento epitelial anormal sobre el eje visual puede dar origen a signos de cicatrización corneal, generando como respuesta opacidades especialmente en ablaciones profundas necesarias en ametropías altas; esto podría ocurrir en un 1-2% de pacientes con miopía alta. (5) Las microestrias son relativamente frecuentes en ametropías altas, al ablacionar el estroma, y re-colocar el *flap*. En ocasiones puede ser que no coincidan exactamente en la forma originando arrugas y a diferencia de otras complicaciones no suelen afectar a la agudeza visual. La *Queratitis lamelar* patología no infecciosa que genera una respuesta inflamatoria causada por sustancias implicadas como el talco de los guantes, lágrima, toxinas bacterianas resultantes de la incorrecta esterilización de instrumentos. Cuando aparece, lo hace en las primeras 24 horas o en los primeros días y puede incluso generar disminución en la agudeza visual y fotofobia. La *ectasia post-LASIK* complicación que reduce significativamente la visión, tiene un tiempo estimado de desarrollo de 12 a 24 meses después del procedimiento. Esta condición es estadísticamente poco frecuente y su etiología puede deberse a miopías altas, ablaciones profundas que generan un lecho estromal inadecuado y entrecruzamiento de las láminas de colágeno, adherencia alterada asociada con un aumento en la actividad y degradación enzimática anormal. (44) Estos eventos pueden ser agravados por los microtraumatismos ocasionados en la intervención; sin embargo ninguno de estos factores de riesgo puede predecir el desarrollo de ectasias, ya que potencialmente se pueden desarrollar en ojos sin riesgo identificable (42)(46) y aun en córneas con espesores normales.(45) Tienen mayor

predisposición en pacientes con astigmatismos contra la regla. (4).

La incidencia aproximada de las ectasias corneales post-LASIK es de 1/2500 casos y su etiología se debate entre la inestabilidad biomecánica inducida o la evolución de un proceso crónico subclínico pre-existente. Varios estudios han atribuido la causa al espesor corneal residual concluyendo que para disminuir el riesgo se estima que se debería dejar un lecho estromal de 250 μm ó del 50% del grosor total original. Así mismo un incremento de la enfermedad entre los 3 y 15 meses puede ser atribuida a una forma frustra de ectasia, mientras que las detectadas después de 15 meses podrían deberse a una inestabilidad biomecánica de la córnea secundaria a una ablación excesiva (7) (10). Además frotar el ojo constituye un factor de riesgo para el desarrollo de la ectasia-post LASIK; la presión intraocular, la cantidad y calidad de las láminas de colágeno restantes interactúan de forma directa generando en varios casos aumento de la curvatura corneal, lo cual es compatible con queratocono. (40) La formación de *turbidez corneal (Haze)*, se caracteriza por la reducción en la transparencia corneal, encontrando clínicamente la observación de neblina alrededor de la cicatriz. Esta respuesta se debe a la transformación de miofibroblastos, aumento en el número de queratocitos y un crecimiento anómalo de las fibras de colágeno, Si es severo puede afectar la visión y producir regresión del defecto de refracción. El uso de Mitomicina C (MMC) durante la intervención de PRK es utilizado para modular la cicatrización de la herida corneal, previniendo la formación de colágeno anómalo en el estroma. (27)(33) *Los halos y el deslumbramiento* se dan sobre todo en iluminación mesópica, en pupilas de más de 6 mm de diámetro, y suelen estar presentes hasta pasados los 6 - 8 meses de la cirugía. Influyen para su aparición el tamaño de la zona ablacionada, el diámetro pupilar, y los perfiles de ablación utilizados.

DISCUSION:

Varios estudios han determinado que el LASIK tiene mejores resultados en la agudeza visual en el postoperatorio temprano, pero esta tendencia se iguala a partir del 6º mes, obteniéndose valores de agudeza visual similares en los dos procedimientos. Esto proporciona unos valores de eficacia mayores en LASIK que en PRK en el primer mes tras la cirugía, valores que dejan de ser significativos a partir de este periodo. Las causas de estas diferencias en la agudeza visual residen en que con LASIK el epitelio y la membrana de Bowman permanecen intactos durante todo el proceso, mientras

que en PRK son alterados, produciendo topografías irregulares por la reepitelización. Además, la aparición de Haze produce una pérdida de transparencia corneal lo que conlleva a disminución de agudeza visual. Todas estas diferencias disminuyen con el tiempo. (21)(26)(32)

Otro estudio demuestra diferencia estadísticamente significativa en la agudeza visual postquirúrgica en miopes altos, siendo mejor el porcentaje en ojos operados con LASIK. (29) En la refracción manifiesta no se han encontrado diferencias significativas; (22) sin embargo *Ivarsen* realizó un estudio de seguimiento durante 3 años para evaluar los cambios que se producían en el espesor epitelial y estromal después de realizar PRK o LASIK y de qué manera podían estos cambios influir en la refracción con pacientes de miopía elevada (rango de $-6,00$ dpt a $-8,00$ dpt); los resultados demostraron que las dos técnicas inducen aumento en el espesor epitelial del 15–20% después de la cirugía. En LASIK estos cambios ocurrieron dentro de la primera semana y se mantuvieron estables hasta los 3 años. En PRK hubo un descenso inicial en el espesor del epitelio seguido de un aumento gradual hasta el primer año. Es decir, PRK y LASIK tienen respuestas epiteliales distintas, aunque después de un tiempo llegan resultados muy similares. El autor concluye que los dos procedimientos quirúrgicos inducen cambios en el espesor corneal, aunque los crecimientos estromales son mayores en PRK, y este puede influir en la regresión refractiva, aunque por otro lado, este crecimiento estromal podía favorecerse en el caso de tener que realizar retratamientos con LASIK. (24).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal ventaja del LASIK es la rápida recuperación visual de los pacientes, ya que el epitelio y la membrana de Bowman permanecen intactas durante todo el proceso, aunque las complicaciones que pueden derivarse del flap pueden afectar seriamente la agudeza visual cuando es utilizado el microqueratomo a diferencia del uso del láser femtosegundo que evita esta complicación. (24) (25) Por otra parte, las ventajas de las técnicas de ablación de superficie LASEK/PRK son el menor riesgo de ectasias corneales por la menor cantidad de tejido ablacionado y menores aberraciones; por ser técnicas más dolorosas y tener una recuperación visual más lenta, sobre todo la PRK, pueden incidir en la satisfacción final de los pacientes y a pesar de disminuir los procesos de reepitelización y la aparición de Haze corneal con el uso de mitomicina C (27), no es una técnica de primera elección.

La reincidencia de ametropías después de la cirugía refractiva se le ha atribuido a hiperplasias epiteliales y remodelación del estroma, condicionado a la variabilidad genética, la magnitud de la respuesta inflamatoria, la profundidad y diámetro de la ablación, la refracción preoperatoria y el espesor del colgajo; todo esto determina el pronóstico quirúrgico.

A pesar de encontrar una prevalencia mayor de miopes, los estudios indican más probabilidad de regresión en hipermétropes y en menor medida ametropías con componente astigmático. Sin embargo varios autores coinciden que ablaciones personalizadas con láser femtosegundo en ametropías bajas, parecen ser más exitosas al proporcionar mejores resultados visuales, por la menor cantidad de ablación que es necesaria para neutralizar la ametropía.

Complicaciones en la transparencia corneal pueden producir regresión del defecto de refracción si esta alteración no es controlada y manejada farmacológicamente afectando la calidad visual y el pronóstico definitivo.

Alteraciones en la curvatura corneal pueden originarse al realizar ablaciones profundas, lo que ocasiona daño en las láminas de colágeno. Si a esto se suma el frotamiento frecuente del segmento anterior ocular, tendremos factores de riesgo para el desarrollo de un queratocono.

Otros factores con los cuales se podría demostrar asociación para la regresión de ametropías son: Actividades de cerca, el sexo, la raza, la edad y el uso de lentes de contacto. Sin embargo no hay estudios que evidencien la relación entre la reincidencia de la ametropía y condiciones personales y ambientales. (49)

CONFLICTO DE INTERÉS

La autora declara no tener ningún conflicto de interés respecto del presente artículo de revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moreno-Barriuso, JM Lloves, SM, Navarro, LI & S, Barbero. Ocular Aberrations before and after Myopic Corneal Refractive Surgery: LASIK-Induced Changes Measured with Laser Ray Tracing. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2001; 42(6):1396-03.
2. Wong TY, Foster PJ, Hee J, Ng TP, Tielsch JM, Chew SJ, Johnson GJ, Seah SK. Prevalence and Risk Factors for Refractive Errors in Adult

- Chinese in Singapore. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2000; 41(9): 2486-94.
3. Saw SM., A synopsis of the prevalence rates and environmental risk factors for myopia. *Clin Exp Optom.* 2003; 86(5): 289-94.
 4. Dimitri T Azar, Jin Hong Chang & Kyu Yeon Han. Wound healing after keratorefractive surgery: review of biological and optical considerations. *Cornea.* 2012; 31(11).
 5. Sakimoto. T, Mark I Rosenblatt, Dimitri T Azar Lacet,. Laser eye surgery for refractive errors. *Cornea Refractive Surgery.* 2006; 367(9520): 1432-47.
 6. Elies, A. Coret. Ll. Cavero, J. Mauricio. L. Perez, J. Puig, A. Rombouts, Protocolos de actuación en cirugía refractiva, *Annals d.Oftalmologia.* 2001; 9(3): 158-64.
 7. Torres RM, Merayo- lloves J, Jaramillo MA, Galvis V. Biomecánica de la córnea, *Soc Esp Oftalmol.* 2005; 80(4).
 8. Pan CW, Klein BE, Cotch MF, Shrager S, Klein R, Folsom A, Kronmal R, Shea SJ, Burke GL, Saw SM, Wong TY. Racial variations in the prevalence of refractive errors in the United States: The multi- ethnic study of atherosclerosis. *Am J Ophthalmol.* 2013; 155(6): 1129-38.
 9. Netto, Rajiv R. Mohan, Renato Ambrosio, Jr, Audrey E. K. Hutcheon, James D. Zieske & Steven E. Wilson. Wound healing in the cornea a review of refractive surgery complications and prospercts for therapy. *Cornea.* 2005; 24(5):509–22.
 10. Comaish, IF,. Michael A. Lawless,. Progressive post-LASIK keratectasia Biomechanical instability or chronic disease process?. *J Cataract Refract surg.* 2002; 28(12): 2207-13.
 11. Dupps Jr. William J. & Steven E. Wilson. Biomechanics and wound healing in the Cornea. *Exp Eye Res.* 2006; 830(4): 709-20.
 12. Mohan RR, Hutcheon AE, Choi R, Hong J, Lee J, Mohan RR, Ambrosio R Jr, Zieske JD, Wilson SE. Apoptosis, necrosis, proliferation, and myofibroblast generation in the stroma following LASIK and PRK. *Exp Eye Res.* 2003; 76(1): 71–87.
 13. Kim JY, Kim MJ, Kim TI, Choi HJ, Pak JH, Tchah H. A femtosecond laser creates a stronger flap than a mechanical microkeratome. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006; 47(2): 599–04.
 14. Netto, MV.; Dupps, WJ., Jr; Mohan, RR.; Sinha, S.; Rayborn, M.; Krueger, RR.; Wilson, SE. Corneal morphology and wound healing response following flap creation with the femtosecond laser. Annual Meeting of the American Society of Cataract and Refractive Surgery; Washington DC. 2005.
 15. Netto MV, Mohan RR, Ambrosio R Jr, Hutcheon AE, Zieske JD, Wilson SE. Wound healing in the cornea: a review of refractive surgery complications and new prospects for therapy. *Cornea.* 2005; 24(5): 509–22.
 16. Netto MV, Mohan RR, Sinha S, Sharma A, Dupps W, Wilson SE. Stromal haze, myofibroblasts, and surface irregularity after PRK. *Exp Eye Res.* 2006; 82(5): 788-97.
 17. Netto MV, Mohan RR, Sinha S, Sharma A, Gupta PC, Wilson SE,. Effect of prophylactic and therapeutic mitomycin C on corneal apoptosis, proliferation, haze, and keratocyte density. *J. Ref. Surg.* 2006; 22(6): 562-74.
 18. Haft P, Yoo SH, Kymionis GD, Ide T, Brien TP, Culbertson WW. Complications of LASIK flaps made by the IntraLase 15- and 30-kHz femtosecond lasers. *J Refract Surg.* 2009; 25(11): 979-84.
 19. Davison JA, Johnson SC. Intraoperative complications of LASIK flaps using the IntraLase femtosecond laser in 3009 cases. *Refract Surg.*2010; 26(11): 851-57.
 20. Salomao MQ, Ambrósio R Jr, Wilson SE. J. Dry eye associated with laser in situ keratomileusis: Mechanical microkeratome versus femtosecond laser. *Cataract Refract Surg.* 2009; 35(10):1756-60.
 21. Pineda FA, Jaramillo MJ, Jaramillo MM. Comparison of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis for myopia of -6 D or less using the Nidek EC-5000 Laser. *J. Refractive Surgery.* 2000; 16(6): 711-15.
 22. Lin MY, Chang DC, Hsu WM, Wang IJ. Cox proportional hazards model of myopic regression for laser in situ keratomileusis flap creation with a femtosecond laser and with a mechanical microkeratome. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(6):992-99.
 23. Ivarsen A, Fledelius W, Hjortdal J. Three-year changes in epithelial and stromal thickness after PRK or LASIK for high myopia. *Invest Ophthalmol Vis. Sci.* 2009; 50(5): 2061-66.

24. Ortiz D, Alió JL, Piñero D. Measurement of corneal curvature change after mechanical laser in situ keratomileusis flap creation and femtosecond laser flap creation. *J. Cataract Refractive Surgery*. 2008; 34(2): 238-42.
25. Nam Suk Cho, Dong Hee Kim, & Kyung Hyun Jin,. Factors associated with Incomplete Cleavage of the Corneal Epithelium in Alcohol-Assisted LASEK. *Korean Ophthalmol Soc*. 2011; 52(6): 665-70.
26. Slade S G, Durrie D S, Binder P S. A prospective, contralateral eye study comparing thin flap LASIK (sub-Bowman keratomileusis) with Photorefractive keratectomy. *Ophthalmology*. 2009; 116(6): 1075-82.
27. Wallau, M Campos. One year outcomes of a bilateral randomized prospective clinical trial comparing PRK with mitomycin C and LASIK. *Br. J. Ophthalmol*. 2009; 93(12): 1634-38.
28. La supervisión (y III): estudio de las córneas operadas mediante LASIK. Traducción de Julio Espeleta Iraizoz. *Gaceta óptica*. 2002; 364: 20-22. Artículo original disponible en: <http://www.snof.org/chirurgie/supervision.html>.
29. Camellin M. Laser epithelial keratotomy for myopia. *J Refract Surgery*. 2003; 19(6): 666-70.
30. Esquenazi S, Bui V, Grunstein L, Esquenazi I. Safety and stability of laser in situ keratomileusis for myopic correction performed under thin flaps. *Can J. Ophthalmol*. 2007; 42(4): 592-99.
31. Krueger RR, Rabinowitz YS, Binder PS. The 25th anniversary of excimer lasers in refractive surgery: historical review. *Journal of Refractive Surgery*. 2010; 26 (10): 749-58.
32. Cirugía refractiva laser corneal LASIK vs PRK en miopía baja, media, elevada. 2011. Hurtado Sánchez, Esther. [Consultado 01 Junio 2013] Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/19816?locale=ca>.
33. Lee DH, Chung HS, Jeon YC,. Photorefractive keratectomy with intraoperative mitomycin C application, *J. Cataract Refractive Surgery*. 2005; 31(12): 2293-98.
34. Pallikaris IG, Kymionis GD, Panagopoulon SL,. Induced optical aberrations Following formation of a laser in situ keratomileusis flap. *J. Cataract Refract. Surgery*. 2002; 28(10): 1737-41.
35. Thornton I, Puri A, Xu M, Krueger RR,. Low dose mitomycin C as a prophylaxis for corneal haze in myopic ablation. *American Journal of Ophthalmology*. 2007; 144(5): 673-81.
36. Linke SJ, Druchkiv V, Steinberg J, Richard G, Katz T.: Eye laterality: a comprehensive analysis in refractive surgery candidates. *Acta ophthalmol*. 2013.
37. Stevens J.: Result of photorefractive keratectomy for hyperopia using the visix Star excimer laser system. *Refract surg*. 2002; 18:30-37.
38. Rodríguez A, Silvia Flórez, Juan Camilo Noreña, Juan Camilo Giraldo, Miguel Parra D. Tácticas en especialidades quirúrgicas. Rosarista. Bogotá. 2005: 133.
39. Randleman JB, White AJ Jr, Lynn MJ, Hu MH, Stulting RD.: Incidence, outcomes, and risk factors for retreatment after wavefront-optimized ablations with PRK and LASIK. *J refract surg*. 2009; 25(3): 273-76.
40. Léoni-Mesplié S, Mortemousque B, Mesplié N, Touboul D, Praud D, Malet F, Colin J. [Epidemiological aspects of keratoconus in children]. *J Fr Ophthalmol*. 2012; 35(10): 776-85.
41. Zarei-Ghanavati S, Ramirez-Miranda A, Yu F, Hamilton DR.: Corneal deformation signal waveform analysis in keratoconic versus post-femtosecond laser in situ keratomileusis eyes after statistical correction for potentially confounding factors. *J Cataract refract surg*. 2012; 38(4): 607-14
42. Binder PS. Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis risk factors. *J cataract refract surg*. 2007; 33(9):1530-38.
43. Cui M, Chen XM, Lu P. Comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for the correction of myopia: meta-analysis. *Chin Med (Engl)*. 2008; 121(22): 2331-35.
44. Faraj HG, Gatinel D, Chastang PJ, Hoang-Xuan T. Corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg*. 2003; 29(1):220.
45. Klein SR, Epstein RJ, Randleman JB, Stulting RD, Corneal ectasia after laser in situ keratomileusis in patients without apparent preoperative risk factors. *Cornea*. 2006; 25(4):388-403.

46. Tabbara KF, Kotb AA. Risk factors for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology*. 2006; 113(9):1618-22.
47. Yang XJ, Yan HT, Nakahori Y. Evaluation of the effectiveness of laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for myopia: a meta-analysis. *J Med Invest*. 2003; 50(3-4):180-86.
48. Young J, Kornmehl E, Chapter. Preoperative Evaluation for refractive surgery. *Ophthalmology*. 2008; VOLUMEN 118-121
49. Criterios para cirugía refractiva en población adulta. Guía de práctica clínica México. 2013. [Consulta 02 Junio 2013], disponible en: www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Documents/631GER.pdf.
50. Lee YY, Lo CT, Sheu SJ, Lin JL. What factors are associated with myopia in young adults? A survey study in Taiwan Military Conscripts. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013; 54(2): 1026-33.
51. Yohko Murakami, & Edward E. Manche. Prospective, randomized comparison of self-reported postoperative Dry Eye and visual fluctuation in LASIK and Photorefractive Keratectomy. *Ophthalmology*. 2012; 119(11): 2220-24.
52. Alejandro de La Torre & María Ximena Núñez, *Inmunología Ocular: Síndrome de ojo seco*. *Colomb Med*. 2002; 33(3): 113-22.