

COMPORTAMIENTO DE LA CIRUGÍA REFRACTIVA CON EXCIMER LASER EN MIOPIA Y ASTIGMATISMO MIÓPICO¹

BEHAVIOR OF EXCIMER LASER REFRACTIVE SURGERY IN MYOPIA AND MYOPIC ASTIGMATISM

² Rey Rodríguez Diana V.

³ Moreno-Montoya José M.

Resumen

Los defectos de refracción pueden ser corregidos mediante lentes oftálmicos, lentes de contacto y cirugía refractiva (1). La cirugía refractiva abarca un conjunto de procedimientos quirúrgicos, los cuales modifican la anatomía del ojo para lograr la emetropía artificial (2). Las técnicas quirúrgicas corneales se clasifican en incisionales o queratotomías, actualmente en desuso, y en técnicas de ablación con láser, las cuales eliminan o reducen pequeños cambios en la curvatura corneal (3).

La técnica de ablación con láser llamada *Queratectomía in situ asistida por láser* (LASIK) (4) ha sido el procedimiento refractivo más utilizado desde sus inicios (5). La técnica actual consiste en levantar una porción de la córnea (flap) con un microquerátomo mecánico o a través de un láser femtosegundo para posterior fotoablación y reposición del tejido (4). En la actualidad, persisten complicaciones intraoperatorias, en su mayoría por el uso del microquerátomo con una incidencia de compli-

Abstract

Refractive errors can be corrected by ophthalmic lenses, contact lenses and refractive surgery (1). Refractive surgery encompasses a set of surgical procedures which alter the anatomy of the eye to achieve artificial emmetropia (2). Corneal surgical techniques are classified as incisional or keratotomies, currently unused, and laser ablation techniques, which eliminate or reduce small changes in corneal curvature (3).

The laser ablation technique called keratectomy laser assisted in situ (LASIK) (4) has been the most widely used refractive procedure from the beginning (5). The current technique involves lifting a portion of the cornea (flap) with a mechanical microkeratome or through a femtosecond laser photoablation and subsequent replacement of tissue (4). Currently, intraoperative complications persist, mostly with the use of microkeratome complications with an incidence of up to 33% (6), which leads to damage to the ocular surface, with an incidence of up to 5.3% (7.8).

Recibido el 21/08/2015

Aprobado el 30/11/2015

1. Revisión de tema producto de trabajo de grado para optar al título de Msc en Epidemiología, Universidad El Bosque 2015
2. Optómetra Universidad de la Salle, MSc Ciencias de la visión, Universidad de la Salle, Maestrante en Epidemiología Universidad El Bosque, Docente Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. reyhdiana@unbosque.edu.co
3. Estadístico, Universidad Nacional de Colombia, MSc en Epidemiología Clínica Universidad Nacional, PhD en Epidemiología Instituto Nacional de Salud Pública en México. Docente Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia josemorenomontoya@gmail.com

caciones hasta del 33% (6), lo cual conlleva a daños en la superficie ocular, con una incidencia hasta del 5.3% (7,8).

Por lo anterior otras técnicas quirúrgicas como las de superficie (PRK, LASEK Y Epi-lasik) han despertado en los últimos años mayor interés, ya que eliminan la necesidad de un colgajo corneal, lo cual disminuye la probabilidad de desestabilizar la córnea y de complicaciones graves como: infecciones, cicatrices y erosiones recurrentes. Las principales desventajas en comparación con el LASIK, son las molestias posoperatorias como el dolor y la aparición de *haze* corneal lo cual retarda la recuperación visual hasta que completar la epitelización corneal (9).

Para la selección y análisis de los artículos se realizó una revisión de la literatura a través de la búsqueda de artículos en las bases de datos pubmed (MEDLINE) y proquest utilizando una estrategia de búsqueda con términos MeSH (Medical Subject Headings) y operadores booleanos AND y OR, con la siguiente estructura: (myopia OR nearsightedness) AND (astigmatism) AND (Refractive Surgical Procedures) OR (Keratorefractive Surgical Procedures).

El propósito de la presente revisión, fue consolidar información reciente referente al comportamiento de la cirugía refractiva con excimer laser, además de conocer los factores que intervienen en el resultado visual posquirúrgico.

Palabras clave: errores de refracción, cirugía láser de córnea, queratectomía subepitelial asistida por láser, queratomileusis por láser In Situ, complicaciones intraoperatorias, complicaciones posoperatorias.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las ametropías son la forma más común de trastornos oculares que dan lugar a mala visión y por lo tanto dejan graves consecuencias sociales y económicas si no se corrigen, ocasionando un deterioro en la calidad de vida (10). “Las estimaciones globales indican que más de 2.3 millones de personas en el mundo tienen defectos refractivos”(11). Uno de los aspectos que despiertan mayor interés y movilización en el sector salud, es la carga de discapacidad visual siendo hasta del 42% producida por ametropías (12) y más del 90% de ellas residen en zonas rurales y de bajos ingresos (10). En América Latina y el Caribe por cada millón de habitantes hay 20.000 personas con discapacidad visual, cifra que se acentúa en grupos poblacionales con limitaciones al acceso a servicios relacionados con factores económicos o geográficos (11).

Therefore other surgical like surface (PRK, LASEK and Epi-LASIK) has aroused techniques in recent years greater interest because it eliminates the need for a corneal flap, which decreases the probability of destabilizing the cornea and complications serious as infections, scars and recurrent erosions. The main disadvantages compared to LASIK, are postoperative pain and discomfort as the occurrence of corneal haze which slows visual recovery until the corneal epithelialisation (9) is completed.

For the selection and analysis of articles we review the literature was conducted through search in the databases PubMed (MEDLINE) and ProQuest using a search strategy with MeSH terms (Medical Subject Headings) and Boolean operators AND and OR, with the following structure: (OR myopia nearsightedness) AND (astigmatism) AND (Refractive Surgical Procedures) OR (Keratorefractive Surgical Procedures).

The purpose of this review was to consolidate recent information concerning the behavior of refractive surgery with excimer laser, and to describe the factors involved in postoperative visual outcome.

Keywords: Refractive Errors, Corneal Laser Surgery, Laser-assisted Subepithelial Keratectomy, Laser in situ Keratomileusis, Intraoperative Complications, Postoperative Complications.

En Colombia, para el año 2000 existían aproximadamente 8.000 personas ciegas por cada millón de habitantes, en la mayoría de los casos por razones prevenibles o curables (13). El censo nacional de 2005 indicó una prevalencia general de discapacidad visual del 6.4% (14), siendo para Antioquia del 15.69%, Valle 11.84% y Bogotá 10.56%, consideradas estas las ciudades con mayor población limitadas visualmente (14). En un estudio de prevalencia poblacional en Santander durante el año 2009, determinó los errores refractivos como la segunda causa de déficit visual (13).

Los defectos refractivos pueden ser corregidos por medio de dispositivos ópticos como lo son los lentes de contacto y los lentes oftálmicos. A pesar de ello, se estima que 670 millones de personas en el mundo no

tienen corrección óptica (11). La encuesta Nacional de Demografía y Salud – ENDS realizada por Profamilia para el año 2000, reportó que solo el 50% de la población adulta examinada tenía corrección óptica de los cuales el 88% refirió utilizarla (15).

Existen alternativas quirúrgicas como la cirugía refractiva con láser, siendo esta la técnica quirúrgica más utilizada (16). Para el año 2005 se realizaron 3.8 millones de intervenciones en todo el mundo, siendo Estados Unidos y el continente Asiático las zonas geográficas con el mayor número de intervenciones quirúrgicas, debido a que Asia es considerado el continente más grande y poblado del mundo (17). Para el año 2007 en EE.UU se realizaron 1.4 millones de procedimientos con láser, con más de 11 millones de procedimientos LASIK desde el 2007 hasta el 2011 (18,19), cifras que indican que es la técnica quirúrgica más empleada (5).

Sin embargo, esta técnica puede desencadenar complicaciones durante y después de la intervención. Con relación al microquerátomo se puede presentar colgajo corneal insuficiente por avance incompleto (*flap* incompleto, irregular o excesivamente fino) con una incidencia del 1.0% (20), además de cambios en la superficie ocular como: defectos epiteliales en un 22.6%, queratitis lamelar difusa en un 3.2%, ojo seco en un 15-20% (2), y ectasias corneales en un 1%, entre lo más destacado (21,5). Estas complicaciones se manifiestan en síntomas oculares como halos en un 41% y deslumbramiento en un 43% después de la intervención, de los cuales el 4% de estos síntomas han sido considerados como extremadamente molestos (22).

Las técnicas de superficie (PRK, LASEK Y Epi-lasik) difieren entre sí por la forma como es removido el epitelio y si es restituido nuevamente o no (23). Estas técnicas no interrumpen las láminas del estroma anterior, lo cual elimina el riesgo de ectasias corneales; sin embargo han sido consideradas otras limitaciones como el dolor posoperatorio temprano hasta en un 93% (24) y las opacidades corneales (Haze) con una prevalencia del 8% (25), condiciones que retrasan el proceso de epitelización entre 4-5 días y el resultado visual satisfactorio hasta los tres meses del posoperatorio (24).

DEFECTOS REFRACTIVOS:

Son alteraciones del sistema óptico que conllevan a una imprecisión de la luz que llega a la retina. Según las características de focalización y condiciones anatómicas del globo ocular se pueden clasificar en Miopía, Hipermetropía y Astigmatismo (12,26).

Epidemiología de los defectos refractivos: Miopía y Astigmatismo

Con relación a la prevalencia de defectos refractivos, la miopía es la ametropía más frecuente en el continente Asiático, con una prevalencia global del 47.3% para edades entre 20 a 29 años (17).

China tiene una de las tasas de miopía más altas del mundo, la cual asciende hasta en un 72.8% en adolescentes, siendo ligeramente inferior en zonas rurales (27). En comparación con prevalencias más bajas como la de Sídney (Australia) solo del 3.3%, el principal factor que impulsa esta diferencia es atribuido a la cantidad de tiempo en actividades al aire libre que destinan los estudiantes durante la semana y las actividades educativas desde temprana edad (28). Sherwin et al, encontraron una reducción del 2% de progresión de miopía en personas que emplean una hora adicional de tiempo al aire libre por semana (29).

En Europa la prevalencia global de miopía es del 47.2% para el grupo etario entre 25 a 29 años y de astigmatismo del 23.9% con valores similares en todos los grupos etarios, estimando alrededor de 227.2 millones de personas con miopía en toda Europa para el año 2015 (12).

En EE.UU la prevalencia de miopía reportada ha sido del 33.1% en una población mayor de 20 años entre el 1999-2004 (30). En Latinoamérica el defecto refractivo más prevalente es el astigmatismo, con mayor frecuencia en población entre los 15 a 44 años. Con una prevalencia del 39.8 % para Argentina, 47.3% para Ecuador, 54.6% para Colombia, 63.2% para Costa Rica y 74.7% para México para el año 2009-2010 (31).

En el reporte de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular, para el año 2009-2010, el porcentaje de miopía varió en los países latinoamericanos. La menor prevalencia se reportó en Argentina del 1.2% y la mayor proporción en Ecuador con un 25.2%. En Colombia, la proporción de miopes atendidos durante el periodo 2009-2010 fue del 21% y 22% respectivamente, con mayor prevalencia en el grupo de 5 a 14 años seguido de 15 a 44 años en sexo femenino (31). La prevalencia de astigmatismo en dos instituciones de Bogotá durante el periodo 2006-2007 fue del 50.3% en el grupo de 0 a 17 años, con mayor prevalencia en el estrato socioeconómico de mediano y bajo ingreso (32).

El incremento de la miopía se relaciona con factores como la ocupación u oficios relacionados con trabajos de cerca (33,34). La prevalencia de miopía ha sido

mayor en el sexo femenino y se asocia con opacidades en el cristalino como la catarata nuclear la cual genera un incremento en la magnitud de la ametropía de 1.5 a 2.5 veces más con relación a otros defectos refractivos (3).

Cirugía refractiva

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 (15). Se han utilizado varios procedimientos quirúrgicos refractivos con láser para modificar la forma de la córnea y corregir defectos refractivos como miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia. La ablación quirúrgica con láser remueve pequeñas porciones de tejido de la superficie anterior de la córnea logrando un cambio significativo en la refracción (21,35).

La base de datos de Europa con relación a la prevalencia de cirugías refractivas realizadas durante el año 2014, demostró que cerca de 4.000 procedimientos son realizados anualmente, con un total de 27.339 millones de intervenciones 10 años atrás, siendo el LASIK la técnica más frecuente. Con presentación de complicaciones quirúrgicas diferentes en cada técnica, como el haze corneal el cual no supera el 3.6% (36).

Tipos de cirugía refractiva

Las cirugías con láser se clasifican en: lamelar y de superficie. La primera incluye la Queratectomía in situ asistida por láser (LASIK) y el segundo grupo incluye tres técnicas: Queratomileusis epitelial in situ con láser (Epi-LASIK), la Queratectomía fotorefractiva (PRK) y la Queratomileusis subepitelial con láser (LASEK) (37).

TÉCNICA QUIRÚRGICA LAMELAR:

LASIK (Queratectomía in situ asistida por láser)

Esta técnica se basa en los principios establecidos por José Barraquer Moner, Oftalmólogo español residente en Colombia, quien desarrolló el primer método quirúrgico de moldeamiento corneal para corregir defectos de refracción en 1948 (8).

La técnica laminar usa un microquerátomo o un láser femtosegundo para crear un *flap* corneal, el cual es constituido por epitelio, membrana de Bowman y estroma corneal, este tejido es levantado para la aplicación del láser con posterior reposición (23).

Esta intervención quirúrgica genera una recuperación posoperatoria entre 4 a 6 horas con poca sintomatología y una corrección refractiva del 92%. Complicaciones intraoperatorias han sido asociadas al microquerátomo en un 19%, frente al 69% de complicaciones posoperatorias (38), como halos en un 30%, destellos nocturnos en un 24.5%, deslumbramientos en un 27.2% (39). Otro evento frecuente es la disfunción lagrimal con una incidencia del 20% (40), la cual es ocasionada por ruptura de los nervios corneales cuando se realiza el *flap* con el microquerátomo (5,26).

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DE SUPERFICIE

EPI-LASIK (Queratomileusis epitelial in situ con láser)

Esta técnica quirúrgica utiliza el procedimiento del LASIK mediante el microquerátomo, instrumento que levanta el epitelio corneal. Con el uso de este dispositivo, a diferencia del LASEK, el epitelio corneal se puede separar sin la utilización previa de alcohol y se preserva la membrana basal. Una vez se remueve el tejido, el epitelio corneal se posiciona y protege con un lente de contacto terapéutico (41). Siendo reportado solo un 2.36% de dolor tras el primer día del posoperatorio (42).

Al emplear un microquerátomo para realizar el levantamiento epitelial es importante conseguir un corte uniforme y sin interrupciones; de no ser así, se podría conseguir un colgajo incompleto o irregular (43), lo cual podría desencadenar defectos epiteliales hasta en un 2.5% (44).

PRK (Queratectomía fotorrefractiva)

Aprobada por la FDA en 1995, consiste en debridar el epitelio corneal para posterior ablación sin restitución del tejido. A pesar de tener tasas altas de éxito (94.7%) (45), se pueden encontrar complicaciones durante y después de la intervención, como el dolor postoperatorio al primer día en un 48% y turbidez epitelial (*Haze*) en un 7% después de 3 meses de intervención (46).

LASEK (Queratomileusis subepitelial con láser)

Una variante de la técnica PRK es la Queratomileusis subepitelial con láser (LASEK), en la cual se levanta el epitelio para generar la ablación, preservando el tejido para después recolocar el colgajo epitelial (47).

Esta modificación ha reducido el dolor postoperatorio y la producción de opacidades epiteliales (*haze*) con una

recuperación visual de 20/20 en más del 83% (46,48–51). Este procedimiento que utiliza aspectos tanto del LASIK como del PRK fue modificado por Dimitri Azar en el año 1996; la técnica emplea alcohol para aflojar las adhesiones del epitelio y así desprenderlo, para posterior reposición del tejido. Sin embargo, la utilización de alcohol y la fuga sobre la superficie ocular puede causar toxicidad a nivel de las células primordiales del limbo lo que podría retrasar la curación de la herida y daño en las células de la conjuntiva lo que conlleva a inflamación y dolor (41,52).

Consideraciones prequirúrgicas

La evaluación para cirugía refractiva es primordial en la selección de pacientes candidatos. En general para todas las técnicas quirúrgicas con láser son recomendadas para personas con una edad mínima de 18 años, con defectos refractivos estables entre -12.00 D y $+6.00$ D. Es indispensable realizar valoración de la película lagrimal, cuantificar el espesor corneal y el diámetro pupilar (37).

La condición de salud general y ocular es un componente importante para la selección de pacientes candidatos a cirugía refractiva. Enfermedades sistémicas como artritis reumatoide, síndrome de *Sjogren*, diabetes, y todas aquellas que cursen con alteración en el colágeno se encontrarían contraindicadas, además de mujeres embarazadas o en lactancia (53).

A nivel ocular, la disfunción lagrimal, el glaucoma no controlado, la ectasia corneal, las queratitis virales e inflamaciones intraoculares como la uveítis también se encontrarían contraindicadas para la intervención con láser. Otros aspectos como el desprendimiento de retina, el traumatismo ocular y la cirugía ocular previa podrían afectar la decisión de realizar cirugía (21).

Consideraciones quirúrgicas

El conocimiento previo del espesor corneal central proporciona al cirujano una estimación del lecho estromal residual. Al menos 250 μ m de espesor debe permanecer al final del procedimiento, con el fin de mantener la integridad estructural de la córnea y no generar una adelgazamiento que conlleve a ectasia corneal iatrogénica (54). Ha sido reportada una incidencia de ectasia post-Lasik menor del 1% después de dos años de intervención (55).

Consideraciones posquirúrgicas

Para evaluar los resultados visuales y refractivos se han determinado los siguientes parámetros: **Efectividad**,

definida como el resultado visual, medido a través del porcentaje de agudeza visual preoperatoria y postoperatoria. (25,56). **Seguridad**, expresada como el porcentaje de ojos con pérdida de más de dos líneas entre la agudeza visual corregida en el preoperatorio y el resultado posoperatorio, además evalúa la incidencia de complicaciones quirúrgicas, como el haze corneal el cual no supera el 2.89% y el dolor ocular leve con una prevalencia del 90.7% después de LASEK (25). La **predictibilidad** es evaluada mediante el porcentaje de ojos que alcanzan un equivalente esférico entre 0.50 y 1.00 D, siendo del 92% los sujetos con defecto residual ≤ 0.50 D después de 2 meses de intervención (49) y la **Estabilidad** se mide determinando el cambio del equivalente esférico en un intervalo de tiempo definido, además de evaluar el comportamiento futuro a través de la regresión de la ametropía (5).

Factores que intervienen en el resultado visual

Características prequirúrgicas, quirúrgicas y posquirúrgicas pueden intervenir de forma directa con el resultado visual a corto y largo plazo, a continuación se describirán los factores más importantes para este desenlace:

- › La cicatrización corneal después de la intervención puede influir en el desarrollo de haze a corto y largo plazo, siendo esta opacidad una consecuencia desfavorable para el resultado visual, con una prevalencia del 7% a los 3 meses de intervención con LASEK (57). Produciendo disminución en la sensibilidad al contraste, percepción de halos, deslumbramiento, regresión de la ametropía, lo cual retrasa la recuperación visual (58).

El haze corneal suele alcanzar la mayor intensidad al primer mes del posoperatorio con las técnicas de superficie con una prevalencia del 8%, con tendencia a decrecer de forma gradual, siendo a los seis meses del 5% y desapareciendo una vez transcurrido el año con LASEK (59). Su intensidad es mayor en jóvenes, con contornos abruptos de la ablación, cese prematuro de corticoides, retraso en la epitelización y presencia de ciertas enfermedades sistémicas como colagenopatías y endocrinopatías. El factor que parece fundamental es la profundidad de la ablación, considerando ablaciones mayores a 100 micras un factor de riesgo directo para la aparición de haze corneal (17).

La aplicación de Mitomicina-C al 0.02% como uso profiláctico es empleada durante la intervención con las técnicas de superficie en ametropías mayores a 4.00D o en ablaciones ≥ 50 μ m,

siendo la inclusión de este tratamiento durante el momento quirúrgico útil para la reducción de haze ($p < 0.005$) mejorando el pronóstico visual (52,59).

- › Al comparar grupos de **edades** >30 , $30-39$ y >40 con el resultado refractivo posoperatorio y la aparición de haze, no se evidenció relación significativa ($p > 0.05$) después de un año de cirugía refractiva (60).
- › Para contribuir con resultados satisfactorios de agudeza visual y acelerar el proceso de cicatrización corneal en el periodo posoperatorio temprano, se recomienda el **tratamiento de oclusión de puntos lagrimales**, con el fin de disminuir eventos como el ojo seco, el haze y la sintomatología posquirúrgica. Este procedimiento permite mantener una superficie ocular humectada y una agudeza visual satisfactoria hasta en el 82% de sujetos intervenidos una semana después de cirugía refractiva (61,62).

Al Considerar la oclusión de puntos lagrimales como un factor protector, Takashi et al, comparan dos grupos sometidos a cirugía refractiva LASEK en donde a un grupo de sujetos se les insertó tapón lagrimal superior e inferior, una semana después se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). Con una agudeza visual 20/20 en el 96.8% en el grupo con oclusión de puntos lagrimales y un 80.6% en el grupo sin oclusión de puntos lagrimales (61).

- › El **espesor corneal** es un factor que se asocia con el grado de deformación corneal después de la intervención, un lecho estromal $< 250 \mu\text{m}$, podría inducir una reducción de la agudeza visual a largo plazo y desencadenar inestabilidad corneal lo cual puede desencadenar ectasias poslasik (63).
- › La **magnitud del defecto refractivo** se relaciona con el resultado visual posoperatorio siendo de 20/20 en el 72% de miopía bajas ($< 3.00\text{D}$) y en el 48% de miopías altas ($> 3.00\text{D}$), esta diferencia radica en la cantidad de tejido ablacionado y se asocia con mayor probabilidad de deformación corneal por inestabilidad del tejido restante (21).
- › La regresión de la ametropía en $\pm 1.00 \text{ D}$ se podría encontrar en el 75% después de 10 años de cirugía refractiva con la técnica LASEK (64). Este resultado se le atribuye a la variabilidad genética, la magnitud de la respuesta inflamatoria, la profundidad y el diámetro de la ablación. **La refracción preoperatoria y el espesor del**

colgajo, son factores que se relacionan con el resultado visual posoperatorio (51,65).

- › La disminución de la **Presión intraocular** después de cirugía refractiva, es proporcional a la magnitud de defecto refractivo corregido, la PIO después de LASIK, puede disminuir en 0.94 mmHg (66).
- › El **ojo seco** es una complicación común después de cirugía refractiva, en el caso de LASIK el ojo seco es una de las complicaciones posoperatorias más comunes con una prevalencia entre el 20-55% (67), esto se debe a la ruptura de los nervios corneales durante la creación del flap lo cual compromete la inervación sensorial que da lugar a la producción del componente acuoso (68). El sexo femenino, la historia de lentes de contacto y de alergia ocular predisponen al desarrollo de síntomas asociados con ojo seco (69).
- › La separación entre el epitelio y la membrana basal y el efecto tóxico del alcohol sobre la superficie ocular con la técnica LASEK puede explicar la aparición del **dolor** durante las primeras cuatro horas del posoperatorio (45). El umbral del dolor disminuye y cesa hacia el quinto día después de la intervención. Este síntoma puede estar relacionado con la edad, siendo mayor la sensación de dolor en jóvenes y directamente proporcional con el grado de epitelización corneal (15).

Sin embargo, al comparar el posoperatorio con las técnicas de superficie, se concluye que es menor el dolor con la técnica LASEK, con una prevalencia en pacientes miopes de 1%, tal como afirma Camellin, inventor de la técnica (52). Esta diferencia puede deberse a que en el LASEK el epitelio es reposicionado permitiendo proteger las terminaciones nerviosas en el estroma, las cuales son los responsables de desencadenar la respuesta, además de modular la cicatrización corneal (41).

CONCLUSIONES

La cirugía refractiva sigue evolucionando a nivel mundial; con el propósito de incrementar los niveles de efectividad y seguridad y disminuir la incidencia de complicaciones oculares. La indicación de cada una de las técnicas siempre dependerá de las condiciones personales y oculares del candidato, siendo de gran importancia el dominio que el equipo de salud tenga sobre el comportamiento de cada una de estas, controlando y conociendo el evento adverso con el fin de perseguir el bienestar y la satisfacción de los pacientes los cuales siempre tendrán altas expectativas con la cirugía refractiva.

REFERENCIAS

1. Girardot SR De. Miopía, alteración visual en habitantes de Bogotá y Cundinamarca 1. 2007;43-8.
2. Kohnen T, Strenger A, Klaproth OK. Basic Knowledge of Refractive Surgery. *Dtsch Arztebl Int.* 2008;105(9):163-73.
3. Pan CW, Klein BEK, Cotch MF, Shrager S, Klein R, Folsom A, et al. Racial variations in the prevalence of refractive errors in the United States: The multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Ophthalmol* [Internet]. Elsevier Inc.; 2013;155(6):1129-38.e1. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajo.2013.01.009>
4. Garc LL. Biomecanica corneal en cirugía LASIK. Tesis Dr. 2013;
5. Collar Villa César. Distorsión luminosa nocturna después de cirugía refractiva lasik: influencia de las aberraciones monocromaticas de alto orden y de los algoritmos de ablación. Tesis Dr. 2010;
6. Saavedra-velazquez P, Aguilar-morales LV. Complicaciones corneales transoperatorias en 1500 ojos intervenidos con queratomileusis asistida por láser (microqueratomo). *Rev Mex Oftalmol.* 2004;78(4):171-6.
7. Randleman JB, Shah RD. LASIK Interface Complications : etiology, Management, and outcomes. *J Refract Surg.* 2012;28(8).
8. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. The History of LASIK. *J Refract Surg.* 2012;28(4):291-8.
9. AlArfaj K, Hantera MM. Comparison of LASEK, mechanical microkeratome LASIK and Femto-second LASIK in low and moderate myopia. *Saudi J Ophthalmol* [Internet]. Saudi Ophthalmological Society, King Saud University; 2013;28(3):214-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjopt.2013.10.002>
10. Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti P, Pokharel GP. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bull World Health Organ.* 2008;041210(May 2007):63-70.
11. Naidoo KS, Jaggernath J. Community Ophthalmology Uncorrected refractive errors. *Indian J Ophthalmol.* 2012;60(5):433-37.
12. Williams KM, Verhoeven VJM, Cumberland P, Hofman A, Duijn CM Van, Vingerling JR, et al. Prevalence of refractive error in Europe : the European Eye Epidemiology (E 3) Consortium. *Eur J Epidemiol.* 2015;30:305-15.
13. Ramírez VG. Prevalencia de ceguera en el Departamento de Santander - Colombia. *Med UNAB.* 2009;(27).
14. Yenifer Zuley Cañon Cardenas. La baja visión en Colombia y en el mundo. *Cienc y Tecnol para la Salud Vis.* 2011;9(1):117-23.
15. Garc D. Modelo predictivo de defecto refractivo residual pos-LASIK en pacientes operados en Optiláser , Bogotá . Estudio de cohorte. 2014;
16. Mysore N 1 RK. Advances in Refractive Surgery: May 2013 to June 2014. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2015;4(2):112-20.
17. Chen Wei, Mohamed Dirani, Ching - Yu Cheng T-YW and SMS. The Age-Specific Prevalence of Myopia in Asia: *Optom Vis Sci.* 2015;92(3):258-66.
18. Corcoran KJ. Macroeconomic landscape of refractive surgery in the United States. *Refract Surg.* 2015;26(4):249-54.
19. Solomon KD, Castro LEF De, Sandoval HP, Biber JM, Groat B, Neff KD, et al. LASIK World Literature Review Quality of Life and Patient Satisfaction. *Ophthalmology* [Internet]. American Academy of Ophthalmology; 2008;116(4):691-701. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.optha.2008.12.037>
20. Al-mezaine HS, Al-amro SA, Al-obeidan S. Intraoperative flap complications in laser in situ keratomileusis with two types of microkeratomes. *Saudi J Ophthalmol* [Internet]. King Saud University; 2011;25(3):239-43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjopt.2011.04.002>
21. Tohru Sakimoto, Mark L Rosenblatt dimitri TA. Laser surgery for refractive errors. *Pharm J* [Internet]. 2006;276(7398):511-4. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L43664603\&nhttp://novacat.nova.edu:4550/resserv?sid=EMBASE&issn=00316873&id=doi:&atitle=Laser+surgery+for+refractive+errors&stitle=Pharm.+&title=Pharmaceutical+Journal&volume=276&i>
22. Mamalis N. Laser vision correction among physicians: "the proof of the pudding is in the eating." *J Cataract Refract Surg* [Internet]. ASCRS and ESCRS; 2014;40(3):343-4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.01.023>
23. Surgery R. Cirugía Refractiva : Indicaciones , Técnicas y Resultados. 2010;21(6):901-10.

24. Wang D , Chen G , L Tang LQ. Comparison of postoperative pain following laser-assisted subepithelial keratectomy and transepithelial photorefractive keratectomy: a prospective, random paired bilateral eye study. *Eye Sci* 2014. 2014;29(3):155–59.
25. Al-Tobaigy F. Efficacy, predictability, and safety of laser-assisted subepithelial keratectomy for the treatment of myopia and myopic astigmatism. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2012;19(3):304.
26. Valeria D, Rodr R. Factores asociados al resultado visual a los tres meses de cirugía refractiva con lasek en un centro de cirugía refractiva de bogotá durante el periodo 2010-2013. 2013;
27. Jin J, Hua W, Jiang X, Wu X, Yang J, Gao G, et al. Effect of outdoor activity on myopia onset and progression in school-aged children in northeast china : the sujiatun eye care study. *BMC Ophthalmol* [Internet]. *BMC Ophthalmology*; 2015;15(73):1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12886-015-0052-9>
28. Rose KA 1 , Morgan IG , Smith W , Burlutsky G , P Mitchell SS. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(4):527–30.
29. Sherwin JC 1 , Reacher MH , Keogh RH , Khawaja AP , Mackey DA , Foster P. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2012;119(10):2141–151.
30. Sperduto R. Prevalence of refractive error in the United States , 1999 – 2004. *Arch Ophthalmol*. 2009;126(8):1111–119.
31. Plata UD La, A A, B J. Informe de la salud visual y ocular de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular (REISVO), 2009 y 2010 *. 2015;13:11–43.
32. Hernandez C, Barrera D, Rodriguez J, Ludeman W, Gomez S. Estudio de prevalencia en salud visual en una población escolar de Bogotá, Colombia, 2000. *Cienc y Tecnol para la Salud Vis*. 2000;1:11–23.
33. Pan C, Ramamurthy D, Saw S. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2012;32:3–16.
34. Öner V 1 , Bulut A , Oruç Y ÖG. Influence of indoor and outdoor activities on progression of myopia during puberty. *Int Ophthalmol*. 2015;
35. Álvarez ER, Janet D, Sotero G, Clinicoquirúrgico H, Santamaría A, Pinar C. Correlación entre morfometría corneal y la ametropía en el LASEK Correlation between corneal morphometry and ametropia in LASEK. 2014;27(1):38–50.
36. Lundström M, Manning S, Barry P, Stenevi U, Henry Y, Rosen P. The European registry of quality outcomes for cataract and refractive surgery (EUREQUO): a database study of trends in volumes, surgical techniques and outcomes of refractive surgery. *Eye Vis* [Internet]. ???; 2015;2(1):8. Available from: <http://www.eandv.org/content/2/1/8>
37. Mcalinden C. Corneal refractive surgery: Past to present. *Clin Exp Optom*. 2012;95(4):386–98.
38. Lamparter J 1 , Dick HB KF. Complications after laser in situ keratomileusis (LASIK): results of a meta-analysis on incidences and expectable costs. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2007;224(8):627–35.
39. Melissa D Bailey , OD, MSc correspondenciacorreo electrónico, G.Lynn Mitchell , MAS, Deepinder K Dhaliwal , MD, Brian S Boxer Wachler , MD, Karla Zadnik , OD P. Patient satisfaction and visual symptoms after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology*. 2003;110(7):1371–78.
40. Garcia-zalishnak D, Nash D, Yeu E. Ocular surface diseases and corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014;25(4):264–69.
41. O’Doherty M, Kirwan C, O’Keeffe M, O’Doherty J. Postoperative pain following epi-LASIK, LASEK, and PRK for myopia. *J Refract Surg*. 2007;23(2):133–38.
42. Gamaly A 1 , El Danasoury A EMA. A prospective, randomized, contralateral eye comparison of epithelial laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy in eyes prone to haze. *J Refract Surg*. 2007;23(9):1015–20.
43. Con M, Espesor CDE, Borreguero SS. EL EPILASIK COMO TRATAMIENTO EN PACIENTES. 2011;
44. YH T. Epipolis-Laser In Situ Keratomileusis Discarding Epithelium Versus Laser In Situ Keratomileusis for Myopia and Myopic Astigmatism in Asian Eyes. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2012;1(5):277–82.
45. Wagoner MD, Wickard JC, Wandling GR, Milder LC. Experience : Outcomes of PRK and LASIK for Myopia. *J Refract Surg*. 2011;27(3).
46. Reilly CD, Panday V, Lazos V, Mittelstaedt BR. PRK vs LASEK vs Epi-LASIK: A comparison of

- corneal haze, postoperative pain and visual recovery in moderate to high myopia. *Nepal J Ophthalmol.* 2010;2(4):97–104.
47. Hondur A, Bilgihan K, Hasanreisoglu B. A prospective bilateral comparison of epi-LASIK and LASEK for myopia. *J Refract Surg.* 2008;24(9):928–34.
 48. Tudosie M. Evolution of ocular refraction after laser excimer surgery--PRK and LASEK techniques. *Oftalmologia.* 2007;51(2):64–8.
 49. Korkmaz S, Bilgihan K, Sul S, Hondur A. A Clinical and Confocal Microscopic Comparison of Transepithelial PRK and LASEK for Myopia. *J Ophthalmol.* Hindawi Publishing Corporation; 2014;2014:10–4.
 50. Liu XQ, Xu L, Yi CJ. Flap removal or flap preservation during LASEK surgery. *Cell Biochem Biophys.* 2010;57(1):45–8.
 51. Azar DT, Ang RT, Lee JB, Kato T, Chen CC, Jain S, et al. Laser subepithelial keratomileusis: electron microscopy and visual outcomes of flap photorefractive keratectomy. *Curr Opin Ophthalmol.* 2001;12(4):323–8.
 52. Camellin M. Laser epithelial keratomileusis for myopia. *J Refract Surg.* 2003;19(6):666–70.
 53. Alkharashi M, Bower KS, Stark WJ, Daoud YJ. Refractive Surgery Update Refractive Surgery in Systemic and Autoimmune Disease. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2014;21(1):18–24.
 54. Moshirfar M, Edmonds JN, Behunin NL, Christiansen SM. Corneal biomechanics in iatrogenic ectasia and keratoconus: A review of the literature. *Oman J Ophthalmol [Internet].* 2013;6(1):12–7. Available from: http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3678190&tool=pmc_entrez&rendertype=abstract
 55. Cortes M, Evangelista N. Corneal ectasia after myopic laser in situ keratomileusis : a long-term study. *Clin Ophthalmol.* 2012;6:1801–13.
 56. Yuksel N 1 , Bilgihan K 2 , Hondur AM 2 , Yildiz B 2 YE 3. Long term results of Epi-LASIK and LASEK for myopia. *Cont Lens Anterior Eye* 2014 Jun;37(3):132-5. 2014;37(3):132–35.
 57. Ghirlando A, Gambato C, Midena E. LASEK and Photorefractive Keratectomy for Myopia: Clinical and Confocal Microscopy Comparison. *J Refract Surg.* 2007;23:694–702.
 58. Lin N, Yee SB, Mitra S, Chuang AZ, Yee RW. Prediction of Corneal Haze Using an Ablation Depth.pdf. 2004;20(December):797–803.
 59. Chen S, Feng Y, Stojanovic A, Wang Q. Meta-analysis of clinical outcomes comparing surface ablation for correction of myopia with and without 0.02% mitomycin C. *J Refract Surg.* 2011;27(7):530–41.
 60. Health P, Complete M. Influence of patient age on refraction and corneal haze after photorefractive keratectomy. *Br J Ophthalmol.* 1997;81(8).
 61. Kojima T, Watabe T, Nakamura T, Ichikawa K, Satoh Y. Effects of Preoperative Punctal Plug Treatment on Visual Function and Wound Healing in Laser Epithelial Keratomileusis. *J Refract Surg.* 2011;27(12):894–98.
 62. Khalil MB, Latkany R a, Speaker MG, Yu G. Effect of punctal plugs in patients with low refractive errors considering refractive surgery. *J Refract Surg.* 2007;23(5):467–71.
 63. Shen Y, Chen Z, Knorz MC, Li M, Zhao J. Comparison of Corneal Deformation parameters after SMILE, LASEK and Femtosecond Laser - Assisted LASIK. *J Refract surg.* 2014;30(5):311–18.
 64. de Benito-Llopis L, Alió JL, Ortiz D, Teus M a., Artola A. Ten-year Follow-up of Excimer Laser Surface Ablation for Myopia in Thin Corneas. *Am J Ophthalmol [Internet].* Elsevier Inc.; 2009;147(5):768–73.e2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajo.2008.12.022>
 65. Mohan RR, Hutcheon AEK, Choi R, Hong J, Lee J, Mohan RR, et al. Apoptosis, necrosis, proliferation, and myofibroblast generation in the stroma following LASIK and PRK. *Exp Eye Res.* 2003;76(1):71–87.
 66. Schallhorn JM, Schallhorn SC OY. Factors that influence intraocular pressure changes after myopic and hyperopic LASIK and photorefractive keratectomy: a large population study. *Ophthalmology.* 2015;122(3):471–79.
 67. Levitt AE, Galor A, Weiss JS, Felix ER, Martin ER, Patin DJ, et al. Chronic dry eye symptoms after LASIK : parallels and lessons to be learned from other persistent post-operative pain disorders. *Mol Pain [Internet].* ???; 2015;11(21):1–12. Available from: ???
 68. Dooley I, D'Arcy F OM. Comparison of dry-eye disease severity after laser in situ keratomileusis and laser-assisted subepithelial keratectomy. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(6):1058–064.
 69. Louis Tong YZ& RL. Corneal refractive surgery-related dry eye : risk factors and management. *Expert Rev Ophthalmol.* 2013;8(6):561–75.

