

# Chirurgie réfractive : Partie 2. Complications et progrès récents

Mark Eltis, OD, FAAO, Dipl ABO  
Cabinet privé  
Toronto, Ontario

---

## Résumé

Bien que le LASIK et la PKR soient utilisés depuis vingt ans, il y a eu peu d'études à long terme sur la chirurgie réfractive. La présente étude a examiné les résultats à long terme du LASIK et de la PKR et a analysé les risques, les avantages et les percées technologiques de ces procédures. Les taux et les causes de la satisfaction des patients sont discutés en détail. Les autres possibilités telles que l'extraction d'une lentille par petite incision (SMILE) et les options chirurgicales pour la presbytie sont également explorées.

## MOTS CLÉS :

PKR, LASIK, SMILE, KAMRA, ectasie

## COMPLICATIONS ET INSATISFACTION

Bien que, dans la littérature mondiale disponible, environ 95 % des patients soient satisfaits de la chirurgie LASIK, comme pour toute intervention chirurgicale, ce ne sont pas tous les patients qui seront satisfaits<sup>10</sup>. Dans une recension des écrits, 4,6 % des patients n'étaient pas satisfaits des résultats de la chirurgie en raison d'une erreur de réfraction, de problèmes de vision nocturne, de la sécheresse oculaire et du vieillissement<sup>10</sup>. Les plaintes les plus fréquentes de patients insatisfaits sont, notamment, des erreurs de réfraction non corrigées entraînant une mauvaise vision à distance, des éblouissements et des halos, la sécheresse oculaire, des problèmes de vision de près floue et des problèmes de vision nocturne<sup>10,26,47</sup>.

Grâce à une meilleure appréciation et à un meilleur dépistage des conditions préexistantes, à de meilleures directives concernant les limites supérieures de l'erreur de réfraction, ainsi qu'à une technologie améliorée, les taux de satisfaction sont probablement plus élevés aujourd'hui<sup>6,10</sup>.

## RÉGRESSION

La régression myopique qui peut survenir avec le LASIK s'explique par des causes cornéennes et non cornéennes<sup>12,35</sup>. La mesure dans laquelle chaque facteur contribue à la régression myopique à long terme suite à l'intervention n'est pas claire<sup>12</sup>. Les changements cornéens sont basés sur des altérations de la biomécanique de la cornée<sup>12</sup>. Il est intéressant de noter que les modifications non cornéennes, telles que l'augmentation de la longueur axiale secondaire à l'allongement de la cavité vitrénne, peuvent accroître la myopie chez les adultes<sup>12,35</sup>. Par conséquent, les patients atteints de myopie forte et les jeunes patients qui subissent un LASIK doivent être informés qu'ils pourraient avoir besoin d'un nouveau traitement à l'avenir<sup>35</sup>.

Depuis les premiers jours de la chirurgie réfractive, la possibilité de régression et la réduction de la force biomécanique ont été citées comme des complications progressives potentielles à long terme<sup>3</sup>. La régression myopique peut parfois être perçue comme un développement positif si le patient est atteint de presbytie et peut ainsi retarder le besoin de lunettes de lecture<sup>38</sup>.

## FACTEURS PSYCHOLOGIQUES

Il peut être utile d'évaluer les motivations et les attentes du patient ainsi que son bien-être mental et physique<sup>26</sup>. Des facteurs comme des antécé-

dents d'anxiété et de dépression peuvent avoir une incidence négative sur les résultats<sup>26</sup>. Les plaintes postopératoires sont également dues à des attentes irréalistes, à la personnalité<sup>50</sup> et à des troubles psychopathologiques<sup>18</sup>. On sait que chez les personnes souffrant de dépression, les résultats après d'autres interventions chirurgicales comme le pontage aortocoronarien traumatologique sont moins bons<sup>18</sup>. Plusieurs problèmes psychiatriques ont été associés à un plus grand risque de complications post-LASIK, par exemple les personnalités de type obsessionnel compulsif, qui pourraient avoir le réflexe de frotter leurs yeux de façon violente, ce qui peut déloger le volet<sup>18</sup>. Les patients souffrant de dépression sont plus susceptibles de ressentir une insatisfaction liée à des attentes non satisfaites<sup>50</sup>. La littérature a montré une diminution de la satisfaction à l'égard du LASIK chez les patients déprimés<sup>50</sup>. Il est à noter que les femmes sont jusqu'à deux fois plus susceptibles d'être déprimées que les hommes<sup>50</sup>.

Comme pour d'autres interventions chirurgicales électives, le LASIK comporte un risque de litige<sup>51</sup>. Le facteur prédictif le plus important d'une plainte contre un médecin est le fait d'avoir une clinique servant un fort volume de patients<sup>51</sup>. Les cliniques à forte fréquentation qui pratiquent un marketing agressif, qui présentent la chirurgie réfractive comme une opération esthétique plutôt que médicale et qui ne consacrent pas suffisamment de temps aux patients sont particulièrement susceptibles de faire l'objet de décisions défavorables<sup>51</sup>.

### **SÉCHERESSE OCULAIRE**

La complication la plus courante du LASIK est la sécheresse oculaire<sup>20,33</sup>, et jusqu'à 95 % des patients éprouvent une forme de sécheresse après l'intervention<sup>29</sup>. La sécheresse oculaire est également la principale complication de la PKR<sup>8</sup>. La sécheresse oculaire est l'une des raisons de l'insatisfaction des patients malgré de bons résultats visuels<sup>10</sup>. Les symptômes se manifestent le plus souvent immédiatement après l'intervention chirurgicale et sont généralement de nature transitoire<sup>11,33,52</sup>. Les symptômes atteignent leur maximum dans les premiers mois suivant l'opération et s'améliorent six à douze mois plus tard<sup>8,29</sup>.

Environ 20 à 40 % des patients déclarent souffrir de sécheresse six mois après l'intervention<sup>11</sup>. Les symptômes de sécheresse oculaire reviennent généralement aux niveaux préopératoires après un an<sup>8</sup>. La sécheresse oculaire s'améliore généralement au fil du temps, mais peut persister dans certains cas pendant des mois ou des années<sup>26</sup>. La sécheresse préopératoire et le sexe des patients (plus élevé chez les femmes) peuvent accroître le risque<sup>11</sup>.

La pathophysiologie de la façon dont le LASIK contribue à la sécheresse oculaire est multifactorielle<sup>20,29,53</sup>. Cependant, on pense qu'elle est principalement due à des lésions iatrogènes des nerfs cornéens du plexus sous-basal<sup>10,54</sup> et du stroma cornéen lors de la création du volet stromal antérieur et de l'ablation de la cornée au laser<sup>29,33,55</sup>. L'interruption des fibres sensorielles de la cornée réduit le stimulus à la production de larmes<sup>11,55</sup>. La quantité de larmes est réduite et l'osmolarité est accrue avec une amélioration au bout de trois mois après l'intervention<sup>11</sup>. La sécheresse oculaire peut également être causée par une altération de la distribution du film lacrymal et de la relation qui en découle entre la surface oculaire et la paupière supérieure<sup>8</sup>.

Une erreur de réfraction plus élevée, une ablation plus profonde du stroma et une sécheresse oculaire préexistante sont associées à une gravité accrue de la sécheresse oculaire postopératoire<sup>29,33</sup>. Le risque est également plus élevé chez les patients de plus de 40 ans, les femmes, les patients d'origine asiatique (peut-être en raison d'erreurs de réfraction plus élevées, de l'utilisation intensive de lentilles de contact et de l'anatomie de l'œil) et ceux qui subissent une procédure dans laquelle un kératome est utilisé pour créer le volet<sup>20</sup>. Des dommages aux cellules caliciformes et les changements inflammatoires postopératoires peuvent également être impliqués<sup>20,29</sup>. Les dommages causés par le LASIK aux fibres nerveuses sensorielles de la cornée réduisent le larmoiement basal et réflexe, ralentissent le taux de clignement et altèrent l'effet neurotrophique sur les cellules épithéliales de la cornée<sup>20,29,56</sup>. La sensibilité cornéenne est réduite après la PKR et le LASIK<sup>20,29,52</sup>. Bien que le délai exact soit encore controversé, l'amélioration de ces problèmes, telle que reflétée par la qualité des larmes, est observée entre six et neuf mois<sup>29</sup>.

Comme la PKR implique une profondeur moindre de la cornée, l'amélioration de la sécheresse postopératoire est plus rapide qu'après le LASIK<sup>52</sup>. Les patients ayant subi une PKR ont tendance à se plaindre de douleurs ou d'endolorissement plutôt que de sécheresse<sup>20</sup>. Le TRFL (temps de rupture du film lacrymal) et la sécrétion de larmes mettent plus de temps à revenir à la normale chez les patients d'Asie du Nord-Est que chez les patients caucasiens<sup>20</sup>.

La plupart des études ont indiqué que la sensibilité cornéenne et les signes et symptômes cliniques de la sécheresse oculaire reviennent aux niveaux préopératoires dans un délai d'un an<sup>8,29</sup>, mais que la morphologie des nerfs cornéens demeure anormale<sup>29</sup>. Malheureusement, un petit pourcentage de patients peuvent souffrir de sécheresse

oculaire indéfiniment<sup>52</sup>. Comme on peut le deviner, la sécheresse oculaire peut avoir une incidence importante sur la perception qu'a le patient de sa chirurgie et sur son niveau de satisfaction<sup>29</sup>.

Une étude récente suggère un lien possible entre la génétique et la susceptibilité à la douleur postopératoire chronique avec le LASIK (exprimée sous forme de maladie de l'œil sec), offrant une voie vers le dépistage futur des patients à risque<sup>53</sup>.

L'identification de la sécheresse préopératoire pourrait aider à prédire le développement de la sécheresse oculaire chronique chez les patients qui subissent une PKR et un LASIK<sup>6,52</sup>. Comme l'a expliqué un groupe, « la sécheresse oculaire est une maladie courante, mais elle est mal comprise, difficile à définir et ne dispose pas d'un outil de diagnostic unique »<sup>29</sup>. La plupart des patients souffrant de sécheresse oculaire post-LASIK s'en sortent bien avec les traitements standard de la sécheresse oculaire<sup>29</sup>.

Des antécédents d'intolérance aux lentilles cornéennes peuvent être un facteur prédictif de la sécheresse après le LASIK et devraient faire partie de la discussion préopératoire<sup>25</sup>. Il est intéressant de noter que les personnes qui n'ont jamais porté de lentilles cornéennes (celles qui portent des lunettes) sont peut-être moins conscientes de leur tendance à la sécheresse oculaire, qui peut se manifester après l'intervention<sup>25</sup>.

La sécheresse oculaire chronique post-LASIK augmente également le risque de régression myopique<sup>29,33</sup>. Le dépistage préopératoire soigneux et le traitement préventif des troubles existants, comme le DGM ou la blépharite, peuvent aider à atténuer les complications postopératoires<sup>10</sup>. Le DGM peut contribuer de façon importante à l'inconfort et à l'inflammation de la surface oculaire<sup>29,57</sup>. Le traitement initial comprend des compresses chaudes et des gommages des paupières, ainsi qu'un massage doux des paupières<sup>29,57</sup>. La cyclosporine peut également être utilisée pour traiter la sécheresse oculaire<sup>29,58</sup>. Les gouttes ophtalmiques de sérum autologue composées du propre sérum du patient constituent une source unique de facteurs de croissance et de facteurs anti-inflammatoires qui pourraient être efficaces pour les personnes souffrant de sécheresse oculaire post-LASIK<sup>29</sup>. Les gouttes sériques autologues pour les yeux ne sont toutefois pas encore approuvées par la FDA. Une comparaison entre le sérum et les larmes artificielles a montré une amélioration du TRFL et une coloration oculaire moindre dans le groupe de larmes de sérum six mois après l'opération<sup>29</sup>.

À l'avenir, les traitements ciblant la cicatrisation des nerfs devraient permettre d'améliorer la sécheresse oculaire post-LASIK<sup>29</sup>. Le LASIK moderne à volet mince a été associé à une incidence réduite de la sécheresse oculaire à long terme<sup>10</sup>. Grâce à l'attention accrue accordée à des affections telles que la blépharite<sup>57</sup> et aux nouvelles formulations de larmes artificielles, ces problèmes sont plus faciles à gérer qu'auparavant<sup>10,58</sup>. Tous les patients doivent être sensibilisés à l'importance de la protection contre les UV pour éviter les complications liées à cette exposition<sup>59</sup>.

### PROBLÈMES DE VISION NOCTURNE

Les problèmes de vision nocturne sont l'un des symptômes visuels postopératoires associés au LASIK les plus fréquents<sup>9</sup>. Dans les cas graves, cela peut modifier l'aptitude à conduire et donner lieu à des litiges médico-légaux<sup>9</sup>. Le LASIK est associé aux halos et à l'éblouissement, probablement en partie en raison du changement radical de la morphologie de la cornée<sup>22</sup>.

Les patients ayant subi une chirurgie réfractive ont signalé différentes formes de perturbations de la vision nocturne (PVN)<sup>46</sup>. On pense que les « éclats d'étoiles » sont causés par une perte transitoire de transparence dans la période postopératoire, tandis que les phénomènes de halo sont basés sur la marge de l'ablation cornéenne dans la zone pupillaire<sup>46</sup>. La taille des pupilles à elle seule ne semble pas importante pour la perception subjective de la distorsion de la vision nocturne<sup>46</sup>. Indépendamment de la taille de la pupille, les patients doivent être conscients du risque de problèmes de vision nocturne liés à la chirurgie LASIK<sup>26</sup>. L'astigmatisme secondaire, le coma et l'aberration sphérique sont des aberrations d'ordre supérieur (jusqu'au sixième ordre) qui sont significativement corrélées avec l'indice de perturbation des halos<sup>46</sup>. Des zones de traitement plus petites peuvent diminuer les performances visuelles nocturnes (provoquer la formation d'un halo) après un LASIK, en particulier dans des conditions de réfraction élevées<sup>26</sup>. Il y a lieu de croire qu'une proportion importante des perturbations de la vision nocturne sont simplement le résultat d'une erreur de réfraction résiduelle non corrigée, car les patients signalent ces phénomènes sans l'utilisation de lunettes ou de lentilles cornéennes<sup>38</sup>. Dans une étude, les plaintes de PVN ont diminué de 90 % une fois l'erreur de réfraction résiduelle corrigée<sup>38</sup>. La proportion de patients souffrant de PVN dans les études à long terme varie considérablement (de 3 % à 80 %). Une éducation préopératoire adéquate des patients sur les com-

plications potentielles pourrait empêcher que ces problèmes ne soient une cause d'insatisfaction postopératoire<sup>22</sup>.

### **ECTASIE**

L'ectasie, bien qu'extrêmement rare, est une complication grave qui peut survenir suite au LASIK<sup>22,60</sup>. Le LASIK réduit la stabilité biomécanique de la cornée en croisant les lamelles structurelles de la cornée antérieure et en enlevant les lamelles structurelles pendant l'ablation<sup>60</sup>. L'ectasie post-LASIK est une déformation structurelle progressive de la cornée conduisant à une instabilité réfractive et optique après une chirurgie LASIK par ailleurs sans incident<sup>61</sup>.

L'ectasie cornéenne post-LASIK se caractérise par un amincissement et une accentuation de la courbe des parties centrales et inférieures de la cornée<sup>62</sup>. La principale préoccupation concernant l'ectasie cornéenne est le risque de perte de vision permanente à divers degrés<sup>61</sup>.

Une topographie préopératoire qui laisse suspecter un diagnostic de kératocône est considérée comme le facteur de risque le plus important pour l'ectasie<sup>61</sup>. Soixante-quinze pour cent des cas d'ectasie dans une étude ont été considérés comme possiblement atteints d'un kératocône, ce qui n'est pas surprenant<sup>61</sup>.

Une faible épaisseur de la cornée, un jeune âge (moins de 25 ans)<sup>40</sup> et une myopie élevée ont été considérés comme des facteurs de risque d'ectasie cornéenne<sup>61</sup>. La quantité de tissu enlevé peut être une meilleure indication de la déstabilisation biomécanique de la cornée<sup>61</sup>. Un faible pourcentage (de 0,4 à 0,6 %) de patients présenteront une ectasie cornéenne postopératoire<sup>26</sup>.

L'instabilité biomécanique est particulièrement préoccupante, car le kératocône iatrogénique est reconnu comme un risque tardif consécutif à une chirurgie réfractive<sup>17</sup>.

La réticulation du collagène cornéen (CXL) utilisant la riboflavine de concert avec l'ultraviolet A (UVA) est un nouveau traitement pour accroître la résistance biochimique de la cornée en stimulant la formation de bandes polymères entre les fibres de collagène<sup>62,63</sup>. Au cours des 10 dernières années, le CXL s'est révélé efficace pour retarder ou arrêter la progression du kératocône<sup>62</sup>.

Une étude réalisée en Chine et utilisant le CXL pour traiter l'ectasie cornéenne

post-LASIK a montré que la procédure a stabilisé ou partiellement inversé la progression sans complications apparentes<sup>62</sup>. Les auteurs ont suggéré que la procédure devrait être effectuée dès que la complication est identifiée afin d'arrêter la progression<sup>62</sup>. Le CXL peut offrir un moyen de réduire la régression à long terme chez les personnes souffrant de myopie forte qui subissent un LASIK<sup>60</sup>.

Le CXL prophylactique pour les cas de LASIK à haut risque semble être un traitement complémentaire sûr et efficace pour la régression réfractive et l'ectasie potentielle<sup>60</sup>. Le CXL prophylactique peut être particulièrement indiqué chez les jeunes patients dont les antécédents familiaux sont inconnus, en particulier dans les pays où l'incidence du kératocône est élevée<sup>60</sup>. Les données sur les résultats à long terme montrent l'innocuité et l'efficacité de la procédure LASIK Xtra (combinant LASIK et CXL à forte fluidité) pour la stabilisation de la myopie et des résultats du LASIK chez les hypermétropes<sup>64</sup>.

Le risque d'ectasie est considérablement plus faible qu'il ne l'était il y a dix ans en raison des techniques modernes de dépistage du kératocône et de la disponibilité du CXL<sup>37</sup>.

### **PROGRÈS DE LA CHIRURGIE RÉFRACTIVE**

**Laser femtoseconde :** Une technique plus récente utilise un laser femtoseconde au lieu d'un microkératome mécanique pour créer un volet (LASIK "tout laser")<sup>11,33</sup>. L'utilisation d'un laser femtoseconde pour la création de volets LASIK a été approuvée par la FDA en 2001<sup>29</sup>.

Bien qu'il soit plus coûteux que le microkératome standard, le laser femtoseconde est potentiellement plus précis<sup>65</sup>, plus fiable et plus sûr<sup>26,29,66,67</sup>. Les lasers femtoseconde peuvent également permettre d'obtenir une épaisseur de volet plus prévisible<sup>54,67-69</sup>, réduire l'incidence de la sécheresse oculaire induite par le LASIK, accélérer la récupération et améliorer l'AV non corrigée par rapport au kératome mécanique<sup>15,70</sup>. Une étude a montré que l'utilisation

d'un laser femtoseconde était associée à un TRFL significativement plus élevé que le LASIK traditionnel avec un microkératome mécanique<sup>33</sup>.

Bien qu'il ait été démontré dans plusieurs études qu'un laser femtoseconde réduit les signes et les symptômes de sécheresse oculaire, ces nouveaux lasers diminuent également la densité des cellules calciformes de la conjonctive<sup>20,29</sup>. L'effet des cellules calciformes sur la sécheresse oculaire induite par le LASIK n'est pas bien compris<sup>29,52,58</sup>. Les volets obtenus avec le LASIK femtoseconde sont généralement associés à des complications dues à une réponse inflammatoire accrue, comme la kératite lamellaire diffuse<sup>71</sup>. Des complications distinctes, telles que le syndrome de sensibilité transitoire à la lumière, la couche de bulles opaques, l'éblouissement de type arc-en-ciel et le passage de bulles de gaz en chambre antérieure au travers du trabéculum sont également connues<sup>65,66</sup>.

Les derniers lasers femtoseconde utilisent une énergie nettement plus faible pour découper le volet, ce qui réduit la réaction inflammatoire globale, de sorte qu'il n'est pratiquement pas possible de les distinguer d'un microkératome mécanique<sup>72</sup>. Les volets découpés en LASIK femtoseconde présentent une incidence plus faible de complications, telles que des défauts épithéliaux et des dislocations des volets, que ceux découpés au microkératome<sup>71</sup>.

D'autres études, y compris un suivi à long terme, sont nécessaires pour mieux comprendre toutes les répercussions de cette technique<sup>65</sup>.

**Front d'onde :** La technologie a fait de grands bonds en avant avec la chirurgie sur mesure, les nomogrammes personnalisés et l'utilisation de lasers femtoseconde pour la découpe des volets<sup>10</sup>. L'efficacité du LASIK s'est améliorée avec l'introduction de nouveaux équipements<sup>6,11,67</sup>. Si un laser à balayage avec système de poursuite oculaire ou un laser guidé par front d'onde sont utilisés, plus de 80 % des patients atteignent une vision à moins d'un demi-dioptre de la cible<sup>11</sup>, et plus de 95 % atteignent une vision à un dioptré ou moins de la cible<sup>11</sup>. Presque tous les patients atteignent au moins 20/40, et la plupart atteignent une AV non corrigée de 20/20<sup>6,11</sup>.

Le LASIK guidé par front d'onde adapte la correction laser au schéma particulier d'aberration cornéenne de chaque patient<sup>11</sup>. L'aberration sphérique (AS) est la conséquence la plus importante de la chirurgie réfractive, à part un changement de prescription<sup>9</sup>. Les techniques d'ablation asphérique diminuent l'AS et améliorent la vision dans des conditions d'éclairage faible<sup>10,26</sup>. Les patients qui présentent des perturbations de la vision nocturne après une chirurgie réfractive myopique par LASIK (éblouissement, halos et « éclats d'étoiles ») ont une AS beaucoup plus élevée que les patients asymptomatiques<sup>9</sup>. L'obtention de profils personnalisés guidés par le recueil du front d'onde améliore considérablement les perturbations de la vision nocturne et diminue l'AS après le nouveau traitement<sup>9</sup>. Plusieurs études ont rapporté moins de plaintes postopératoires d'éblouissement et de halos la nuit avec le LASIK guidé par front d'onde<sup>26</sup>. La plupart des chirurgiens nord-américains choisissent la chirurgie cornéenne ablative guidée par front d'onde<sup>11</sup>.

**Retouche :** Au fur et à mesure que le LASIK guidé par front d'onde devient plus populaire, les retouches peuvent devenir plus fréquentes en raison des attentes plus élevées des patients en matière de résultats visuels. Dans une étude, plus de 90 % des patients étaient satisfaits de leurs résultats après une retouche<sup>23</sup>. La retouche après correction de la myopie par LASIK semble comporter moins de risques et est plus efficace que la retouche dans les cas d'hypermétropie<sup>23</sup>. La retouche peut parfois être la seule façon d'améliorer la satisfaction d'un patient<sup>23</sup>. Bien que le LASIK puisse être répété au besoin, cela ne doit pas être suggéré pour de petits changements de la réfraction en raison des risques associés<sup>72</sup>.

**SMILE :** L'extraction lenticulaire par petites incisions (SMILE) a attiré beaucoup d'attention en tant qu'alternative au LASIK et à la PKR en raison de ses premiers résultats prometteurs<sup>54,55,67,73-75</sup>.

La SMILE est une chirurgie à effraction minimale qui utilise le laser femtoseconde exclusivement pour créer une lentille intrastromale qui est ensuite extraite manuellement par une petite incision cornéenne<sup>54,55,76</sup>. La technique SMILE élimine ainsi le besoin d'ablation et de création de volet au laser excimer<sup>54,76</sup>.

La SMILE peut réduire les complications associées à la création du volet dans le LASIK, qui entraîne souvent la section des nerfs cornéens et conduit à la sécheresse oculaire (diminuant la satisfaction du patient)<sup>54,55</sup>. L'intervention permet aussi de réduire la sécheresse oculaire causée par l'épithéliopathie neurotrophique résultant des dommages infligés au plexus sous-basal lors d'une chirurgie réfractive<sup>54,76</sup>. L'absence de volet peut préserver plus de nerfs

cornéens<sup>54</sup>, et leur guérison est plus rapide après la SMILE qu'après le LASIK<sup>54</sup>. En outre, le TRFL<sup>55</sup>, l'osmolarité et le score de sévérité de la sécheresse oculaire peuvent être meilleurs avec la SMILE qu'avec le LASIK<sup>54</sup>. Il existe aussi des données probantes à l'appui que la SMILE peut également induire moins d'aberrations d'ordre élevé que le LASIK femtoseconde<sup>67</sup>.

Bien que de multiples études aient comparé la SMILE et le LASIK, aucune des deux techniques n'est supérieure à l'autre de manière concluante<sup>55</sup>. Cependant, il semble que la SMILE puisse diminuer les symptômes de sécheresse oculaire et que la sensibilité de la cornée soit plus grande après la SMILE qu'après le LASIK (une fois de plus, probablement en raison de l'absence de création d'un volet qui sectionne les nerfs cornéens<sup>55</sup>)<sup>67,76</sup>. La récupération visuelle après la SMILE peut être plus rapide que celle de la PKR, mais plus lente que celle du LASIK<sup>54</sup>. Certaines études ont montré que l'hystérésis et la résistance de la cornée sont beaucoup moins stables avec le LASIK qu'avec la SMILE pour les corrections myopiques supérieures à -6,00 D, mais ces résultats sont controversés<sup>54</sup>. L'idée que la résistance à la traction postopératoire est supérieure avec la SMILE est tout aussi controversée<sup>54</sup>. Les avantages éventuels de la SMILE dans le maintien de la résistance biomécanique<sup>67</sup> et des nerfs cornéens (par rapport au LASIK ou à la PKR<sup>54</sup>) doivent être évalués plus avant.

La SMILE présente des complications distinctes, telles qu'un retrait difficile ou incomplet du lenticule et une récupération visuelle plus lente<sup>54</sup>. Comme pour le LASIK et la PKR, les cas de myopies fortes semblent être exposés à un risque de régression significative avec la SMILE<sup>77</sup>. Une étude a montré que le taux de régression après cinq ans était semblable au taux de régression annuel moyen observé avec le LASIK<sup>54</sup>. Des recherches sont en cours sur l'utilisation de la technique SMILE chez les patients hypermétropiques et les résultats préliminaires semblent prometteurs<sup>74</sup>. La SMILE présente une sécurité, une efficacité, une prévisibilité et une stabilité comparables à celles du LASIK femtoseconde<sup>54, 55, 67, 75</sup>.

Les études concernant la SMILE sont encore limitées en termes de portée et de durée, et il y a donc toujours une controverse<sup>55</sup>. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comparer correctement la SMILE aux procédures existantes et évaluer les avantages de cette nouvelle technique<sup>55</sup>.

#### **OPTIONS POUR LA PRESBYTIE**

La presbytie est le trouble de la réfraction le plus courant, touchant 2 milliards de personnes dans le monde<sup>69</sup>. Elle se définit comme l'incapacité à faire la mise au point sur des objets proches en raison d'une perte d'élasticité du cristallin, qui se manifeste généralement après 40 ans<sup>16,78</sup>. Aujourd'hui, un nombre croissant de patients ayant subi un LASIK deviennent presbytes<sup>15</sup>. Il existe plusieurs traitements, comme les lentilles cornéennes multifocales ou monovision, les lentilles LASIK monovision, les lentilles LASIK multifocales (presbyLASIK), les lentilles intraoculaires (LIO) multifocales et les LIO accommodantes<sup>15,16</sup>.

Il a été démontré que la correction de la presbytie améliore considérablement la qualité de vie du patient<sup>79</sup>.

**Monovision :** La monovision est une technique qui consiste à régler l'œil prédominant pour qu'il voie de loin et l'œil non dominant pour qu'il voie de près<sup>78</sup>. En 2007, la FDA a approuvé le LASIK monovision<sup>80</sup>. Le LASIK monovision a réussi à améliorer la vision de près chez les patients presbytes<sup>78</sup>. De plus, la procédure a été associée à des taux élevés de satisfaction, dépassant 90 % dans diverses études<sup>81</sup>. Si l'acuité visuelle était bonne, la sensibilité au contraste et la stéréoacuité étaient considérablement réduites<sup>80,78</sup>. Les patients présentant des anomalies de la vision binoculaire ou qui ont besoin d'une stéréoacuité élevée pour leur profession ne doivent pas subir un LASIK monovision<sup>80</sup>.

**Ablation multifocale :** En ablation multifocale, la même partie de la cornée est corrigée pour la vision de loin et la vision de près<sup>80,81</sup>. Bien que l'ablation multifocale n'affecte pas substantiellement la stéréoacuité, elle diminue la sensibilité au contraste, augmente le coma et diminue l'acuité visuelle corrigée par des lunettes<sup>80</sup>. Plusieurs études ont confirmé la sécurité, la prévisibilité, la stabilité et la qualité visuelle des techniques LASIK multifocales<sup>81</sup>. Une anamnèse détaillée qui tient compte des exigences du patient (profession, loisirs, attentes, etc.) est essentielle<sup>81</sup>.

Malgré la prévisibilité des résultats optiques, certains patients ont du mal à s'adapter au compromis entre vision de loin et vision de près<sup>81</sup>.

**Kamra :** La «fermeture artificielle du diaphragme» peut également être utilisée comme solution pour la presbytie en augmentant la profondeur de champ<sup>81</sup>. Basé sur l'effet sténopéique, la réduction artificielle du diamètre d'entrée

de la pupille de l'œil permet d'augmenter la profondeur de champs, ce qui mène à une amélioration de l'AV dans les tâches en vision de près et intermédiaire<sup>69</sup>.

Un implant cornéen est placé dans la cornée sous le volet LASIK ou via une poche cornéenne<sup>79</sup>. Les premiers implants cornéens ont été implantés dans les années 1940<sup>15,79</sup>, mais ont échoué en raison de plusieurs complications importantes<sup>79</sup>. L'implant cornéen Kamra, d'une épaisseur de 5  $\mu\text{m}$ , est fait de polymères biocompatibles et possède de nombreuses microperforations. Il offre une bonne sécurité à long terme et la satisfaction des patients pendant un suivi allant jusqu'à 4 ans<sup>79</sup>. La procédure est également réversible<sup>69,79</sup>, peut être combinée à d'autres procédures réfractives et ne nécessite pas de neuroadaptation, comme c'est le cas pour le LASIK monovision ou multifocal<sup>79</sup>.

Une étude a suggéré qu'après le retrait de l'implant cornéen, la topographie cornéenne et l'aberrométrie cornéenne ne sont pas affectées de façon permanente<sup>82</sup>. Chez plus de 60 % des patients, les valeurs AVL, AVPC, AVL non corrigée et AVP non corrigée étaient similaires aux valeurs préopératoires<sup>82</sup>.

Le Kamra peut également être réalisé sur des patients ayant déjà subi un LASIK via une interface secondaire (poche cornéenne)<sup>15</sup>. Des symptômes similaires à ceux ressentis après le LASIK (tels que sécheresse oculaire, éblouissement, halo et perturbations de la vision nocturne) ont été signalés après la procédure Kamra chez d'anciens patients LASIK<sup>15</sup>.

Comme pour toutes les interventions, il faut conseiller soigneusement les patients et gérer leurs attentes<sup>15</sup>. La technique de la poche endommage beaucoup moins de nerfs cornéens qu'un volet conventionnel<sup>69</sup>. Cela peut réduire la prévalence des symptômes postopératoires de sécheresse oculaire et préserver les propriétés biomécaniques de la cornée<sup>69</sup>. Bien que la quantité de lumière transmise par l'implant soit réduite, il n'y a aucun signe de rétrécissement du champ visuel ou de scotome annulaire en raison de la position de l'implant<sup>69</sup>.

Une étude à long terme portant sur des patients ayant subi simultanément le LASIK et le Kamra a démontré la sécurité et l'efficacité de l'utilisation conjointe de ces techniques. Les procédures ont amélioré la vision de près avec un effet minimal sur l'acuité de loin<sup>83</sup>.

Nouvelles options chirurgicales pour la presbytie : Plusieurs implants transparents émergent, tels que le Raindrop Near Vision Inlay et le Flexivue Microlens, qui présentent tous deux un effet multifocal grâce à divers mécanismes d'action<sup>84</sup>.

L'Intracor est une technique peu invasive pour traiter la presbytie où des impulsions de laser femtoseconde sont utilisées pour restaurer la flexibilité du cristallin<sup>45</sup>. L'opacification isolée du cristallin est un effet secondaire potentiel<sup>45</sup>.

Les LIO multifocales sont une alternative aux procédures au laser, bien qu'elles présentent toujours un compromis par rapport à la fonction prépresbytique (tout comme les lentilles cornéennes multifocales)<sup>84</sup>. En théorie, une LIO accommodante reproduirait les performances d'un œil jeune, permettant ainsi au patient de faire la mise au point sur des cibles éloignées et proches. Cependant, les produits actuellement sur le marché n'ont pas donné des résultats cohérents et efficaces<sup>84</sup>.

Lentilles cornéennes et LASIK : Bien que le port de lentilles cornéennes et le LASIK comportent tous deux des risques, la plupart des gens supposent que la chirurgie est plus risquée que le port de lentilles cornéennes<sup>72</sup>. Dans le cas des lentilles, la perte de vision est attribuable à la kératite microbienne liée aux lentilles cornéennes (KMLC)<sup>63</sup>. La KMLC est une complication qui résulte principalement du port de lentilles de contact pendant la nuit et peut causer la cécité<sup>63</sup>. Avec le LASIK, les risques peuvent comporter plusieurs complications<sup>72</sup>. Fait intéressant, le risque associé aux lentilles cornéennes rigides perméables au gaz n'a jamais dépassé le risque associé au LASIK<sup>72</sup>.

Les lentilles cornéennes souples à port prolongé (conçues pour être conservées pendant le sommeil) présentent le risque le plus élevé de toutes les lentilles cornéennes et dépassent le risque de perte de vision associé au LASIK dans la plupart des cas<sup>72</sup>.

Le LASIK peut parfois fournir une meilleure correction que les lentilles de contact pour les patients souffrant d'astigmatisme grave dont la vision peut être affectée par la rotation des lentilles<sup>72</sup>. Le LASIK et les lentilles de contact ont tous deux été associés à des éblouissements, des halos, des « éclats d'étoile », de la sécheresse oculaire et des irritations oculaires. Pour de nombreux patients qui ont une myopie faible à modérée, le port de lentilles cornéennes

long terme peut en fait être plus risqué que la chirurgie LASIK<sup>72</sup>. Les lentilles de contact, bien qu'elles éliminent divers problèmes associés aux lunettes, sont difficiles à entretenir pour les soldats dans des conditions de combat en termes d'hygiène<sup>4</sup>. Dans une étude japonaise, 61,9 % des soldats n'ont pas du tout changé leurs lentilles de contact pendant les exercices militaires<sup>39</sup>. Depuis le début de l'opération Iraq Freedom, plus de 200 cas de CLMK ont été traités malgré une politique officielle interdisant l'utilisation de lentilles cornéennes<sup>4</sup>.

La notion selon laquelle le LASIK peut provoquer une sécheresse oculaire est effectivement bien documentée<sup>4</sup>. Cela peut être une préoccupation particulière dans les conditions environnementales extrêmes auxquelles un soldat peut être confronté, car les symptômes ont tendance à être aggravés<sup>4</sup>.

Bien que les études sur le LASIK monovision soient rares, il existe des données probantes suggérant que les patients qui ont subi l'opération sont plus satisfaits que ceux qui portent des lentilles cornéennes; 88 à 98 % de ceux qui ont subi le LASIK monovision étaient satisfaits des résultats de la procédure<sup>80</sup>.

À l'échelle mondiale, les données indiquent que les personnes qui subissent le LASIK jouissent d'une meilleure de vie que celles qui portent des lunettes ou des lentilles cornéennes<sup>22</sup>.

Une enquête longitudinale de trois ans qui a comparé la satisfaction visuelle avec le LASIK et les lentilles cornéennes a révélé que les anciens porteurs de lentilles cornéennes étaient d'avis que leur conduite nocturne s'était améliorée après avoir subi le LASIK<sup>25</sup>. Ces patients n'ont pas signalé une augmentation importante de la sécheresse oculaire et ont déclaré des niveaux de satisfaction plus élevés que leurs homologues qui continuaient de porter des lentilles cornéennes. De même, l'incidence des complications graves, telles que les ulcères cornéens, a diminué de manière significative chez ceux qui avaient subi un LASIK par rapport à ceux qui avaient continué à porter des lentilles cornéennes<sup>25</sup>. ●

## **CONCLUSION**

Des études à long terme menées dans le monde entier confirment que les procédures réfractives sont sûres et efficaces pour la correction de l'amétropie. Bien que toute intervention chirurgicale comporte des risques, un counseling approprié aux patients peut minimiser l'écart entre les attentes et les résultats.

## **DIVULGATION DE FINANCEMENT ET DE CONFLITS D'INTÉRÊTS :**

Aucun financement n'a été reçu pour ce projet, que ce soit directement ou indirectement. Sans rapport avec cet article, j'ai donné plusieurs conférences payées parrainées par CooperVision. J'ai également été payé par Alcon, B+L, et Johnson and Johnson comme précepteur pour les ateliers sur les lentilles cornéennes. Je suis aussi consultant pour Heine, Volk, Sun Pharma et Zocular.

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier Roslyn Cheung, OD, pour son aide dans la rédaction du manuscrit

## **AUTEUR-RESSOURCE**

Mark Eltis, OD, FAAO, Dipl ABO – mark.eltis@gmail.com

## RÉFÉRENCES:

- Stern C. New refractive surgery procedures in ophthalmology and the influence on pilot's fitness for flying. *Eur J Med Res.* 1999;4(9):382-384.
- Elbaz U, Yeung SN, Ziai S, et al. Collagen crosslinking after radial keratotomy. *Cornea.* 2014;33:131-136.
- Dirani M, Couper T, Yau J, et al. Long-term refractive outcomes and stability after excimer laser surgery for myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(10):1709-1717.
- Hammond MD, Madigan WP, Bower KS. Refractive surgery in the United States Army, 2000-2003. *Ophthalmology.* 2005;112(2):184-190.
- Horowitz J, Mezer E, Shochat T, et al. Refractive surgery in Israel Defense Forces recruits. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(2):243-246.
- Sandoval HP, Donnenfeld ED, Kohlen T, et al. Modern laser in situ keratomileusis outcomes. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(8):1224-1234.
- Kezirian GM, Parkhurst GD, Brinton JP, Norden RA. Prevalence of laser vision correction in ophthalmologists who perform refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(9):1826-1832.
- Murakami Y, Manche EE. Prospective, randomized comparison of self-reported postoperative dry eye and visual fluctuation in LASIK and photorefractive keratectomy. *Ophthalmology.* 2012;119(11):2220-2224.
- Alió JL, Piñero D, Muftuoglu O. Corneal wavefront-guided retreatments for significant night vision symptoms after myopic laser refractive surgery. *Am J Ophthalmol.* 2008;145(1):65-74.
- Solomon KD, Fernández de Castro LE, Sandoval HP, et al. LASIK world literature review: quality of life and patient satisfaction. *Ophthalmology.* 2009;116(4):691-701.
- Messmer JJ. LASIK: a primer for family physicians. *Am Fam Physician.* 2010;81(1):42-47.
- Zalentein WN, Tervo TMT, Holopainen JM. Seven-year follow-up of LASIK for myopia. *J Refract Surg.* 2009;25(3):312-318.
- Oruço lu F, Kingham JD, Kendü im M, Ayo lu B, Toksu B, Göker S. Laser in situ keratomileusis application for myopia over minus 14 diopter with long-term follow-up. *Int Ophthalmol.* 2012;32(5):435-441.
- Quito CFG, Agahan ALD, Evangelista RP. Long-Term Followup of Laser In Situ Keratomileusis for Hyperopia Using a 213nm Wavelength Solid-State Laser. *ISRN Ophthalmol.* 2013;2013:276984.
- Tomita M, Kanamori T, Waring GO, Nakamura T, Yukawa S. Small-aperture corneal inlay implantation to treat presbyopia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(6):898-905.
- Stein R, Stein R. Surgical Correction of Presbyopia : A Focus on New Techniques. *Ophthalmol Rounds.* 2014;10(6):1-8.
- Ivarsen A, Hjortdal J. Seven-year changes in corneal power and aberrations after PRK or LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(10):6011-6016.
- Ortega-Usobiaga J, García-Sáenz MC, Artaloytia-Usobiaga JF, Llovet-Osuna F, Beltrán-Sanz J, Baviera-Sabater J. Myopic LASIK in psychiatric patients. *Cornea.* 2012;31(2):150-154.
- Yuen LH, Chan WK, Koh J, Mehta JS, Tan DT. A 10-year prospective audit of LASIK outcomes for myopia in 37,932 eyes at a single institution in Asia. *Ophthalmology.* 2010;117(6):1236-1244.e1.
- Chao C, Golebiowski B, Stapleton F. The role of corneal innervation in LASIK-induced neuropathic dry eye. *Ocul Surf.* 2014;12:32-45.
- Gibson CR, Mader TH, Schallhorn SC, et al. Visual stability of laser vision correction in an astronaut on a Soyuz mission to the International Space Station. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(8):1486-1491.
- Queirós A, Villa-Collar C, Gutiérrez AR, Jorge J, González-Méjome JM. Quality of life of myopic subjects with different methods of visual correction using the NEI RQL-42 questionnaire. *Eye Contact Lens.* 2012;38(2):116-121.
- Jin GJC, Merkle KH. Retreatment after wavefront-guided and standard myopic LASIK. *Ophthalmology.* 2006;113(9):1623-1628.
- Li S-M, Zhan S, Li S-Y, et al. Laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK) versus photorefractive keratectomy (PRK) for correction of myopia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2:CD009799.
- Price MO, Price DA, Bucci FA, Durrie DS, Bond WI, Price FW. Three-Year Longitudinal Survey Comparing Visual Satisfaction with LASIK and Contact Lenses. *Ophthalmology.* 2016;123(8):1659-1666.
- American Academy of Ophthalmology Refractive Management/Intervention Panel. Preferred Practice Pattern® Guidelines. Refractive Errors & Refractive Surgery. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2007. Available at: WWW.aao.org/ppp.
- Dave R, O'Brart DPS, Wagh VK, et al. Sixteen-year follow-up of hyperopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(5):717-724.
- González-Pérez J, Villa-Collar C, González-Méjome JM, Porta NG, Parafita MÁ. Long-term changes in corneal structure and tear inflammatory mediators after orthokeratology and LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(9):5301-5311.
- Shtein RM. Post-LASIK dry eye. *Expert Rev Ophthalmol.* 2011;6(5):575-582.
- Eltis M. A Paradigm Shift in Primary Open Angle Glaucoma. *Can J Optom.* 2012;74(1):33-45.
- Torricelli AAM, Bechara SJ, Wilson SE. Screening of Refractive Surgery Candidates for LASIK and PRK. 2014;33(10):1051-1055.
- Kanski, JJ. Clinical Ophthalmology: A Systemic Approach 7th Ed. Oxford: Elsevier, 2011. 245-249.
- Sun C-C, Chang C-K, Ma DH-K, et al. Dry Eye After LASIK with a Femtosecond Laser or a Mechanical Microkeratome. *Optom Vis Sci.* 2013;90:1048-1056.
- Sarkar S, Vaddavalli PK BS. Image Quality Analysis of Eyes Undergoing LASER Refractive Surgery. *PLoS One.* 2016;11(2):e0148085.
- D'Arcy FM, Kirwan C, O'Keefe M. Ten year follow up of laser in situ keratomileusis for all levels of myopia. *Acta Ophthalmol.* 2012;90(4):e335-6.
- Chiseli D, Cantemir A, Stogrea A. [Laser refractive surgery for moderate or high myopic astigmatism--1 year outcome]. *Oftalmologia.* 2012;56(1):77-85.
- Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, et al. Long-term Visual and Refractive Outcomes After LASIK for High Myopia and Astigmatism From -8.00 to -14.25 D. *J Refract Surg.* 2016;32(5):290-297.
- Schallhorn SC, Venter JA, Teenan D, et al. Patient-reported outcomes 5 years after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(6):879-889.
- Harimoto K, Kato N, Shoji T, et al. [Trends of refractive correction in the Japanese Ground Self-Defense Forces: examination after the Great East Japan earthquake]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi - Acta Soc Ophthalmol Jpn.* 2014;118:84-90.
- Kohlhaas M. [Iatrogenic Keratectasia: A Review]. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2015;232(6):765-772.
- Bower KS, Burka JM, Subramanian PS, Stutzman RD, Mines MJ, Rabin JC. Night Firing Range Performance following Photorefractive Keratectomy and Laser In Situ Keratomileusis. *Mil Med.* 2006;171(6):468-471.
- Xiao J, Zhang M, Jiang C, Zhang Y, Qiu H. Laser in situ keratomileusis surgery is not safe for military personnel. 2012;15(2):77-80.
- Tanzer DJ, Brunstetter T, Zeber R, et al. Laser in situ keratomileusis in United States Naval aviators. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:1047-1058.
- Davis RE, Ivan DJ, Rubin RM, Gooch JM, Tredici TJ, Reilly CD. Permanent grounding of a USAF pilot following photorefractive keratectomy. *Aviat Sp Environ Med.* 2010;81:1041-1044.
- Mohammadi S-F, Nabovati P, Mirzajani A, Ashrafi E, Vakilian B. Risk factors of regression and undercorrection in photorefractive keratectomy: a case-control study. *Int J Ophthalmol.* 2015;8(5):933-937.
- Villa C, Gutiérrez R, Jiménez JR, González-Méjome JM. Night vision disturbances after successful LASIK surgery. *Br J Ophthalmol.* 2007;91(8):1031-1037.
- Lee EK, Kwon J-W, Hyon JY, Han YK. Satisfaction level of physicians who have undergone corneal refractive surgery. *Korean J Ophthalmol.* 2012;26(5):331-338.
- Lazon de la Jara P, Erickson D, Stapleton F. Visual and non-visual factors associated with patient satisfaction and quality of life in LASIK. *Eye (Lond).* 2011;25(9):1194-1201.
- Pasquali TA, Smadja D, Savetsky MJ, Reggiani Mello GH, Alkhaldeh F, Krueger RR. Long-term follow-up after laser vision correction in physicians: quality of life and patient satisfaction. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(3):395-402.
- Morse JS, Schallhorn SC, Hettlinger K, Tanzer D. Role of depressive symptoms in patient satisfaction with visual quality after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35:341-346.
- Abbott RL. Medical Malpractice Predictors And Risk Factors For Ophthalmologists Performing LASIK and PRK Surgery. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2003;101:233-268.

52. Bower KS, Sia RK, Ryan DS, Mines MJ, Dartt DA. Chronic dry eye in photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis: Manifestations, incidence, and predictive factors. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(12):2624-2634.
53. Levitt AE, Galor A, Weiss JS, et al. Chronic dry eye symptoms after LASIK: parallels and lessons to be learned from other persistent post-operative pain disorders. *Mol Pain.* 2015;11:21.
54. Lee JK, Chuck RS, Park CY. Femtosecond laser refractive surgery: small-incision lenticule extraction vs. femtosecond laser-assisted LASIK. *Curr Opin Ophthalmol.* 2015;26:260-264.
55. Zhang Y, Shen Q, Jia Y, Zhou D ZJ. Clinical Outcomes of SMILE and FS-LASIK Used to Treat Myopia: A Meta-analysis. *J Refract Surg.* 2016;32(4):256-265.
56. Garg A, Alió JL. Femtosecond Laser: Techniques and Technology. 1st ed. New Delhi Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; 2012:38-51, 146-149.
57. Eltis M. Seborrheic Blepharitis. *Clin Refract Optom.* 2010;21(10):229-232.
58. Marshall LL, Roach JM. Treatment of Dry Eye Disease. *Consult Pharm.* 2016;31(2):96-106.
59. Eltis M. Pingueculae and Their Clinical Implications. *Clin Refract Optom.* 2011;22(1):10.
60. Kanellopoulos AJ. Long-term safety and efficacy follow-up of prophylactic higher fluence collagen cross-linking in high myopic laser-assisted in situ keratomileusis. *Clin Ophthalmol.* 2012;6:1125-1130.
61. Brenner LF, Alió JL, Vega-Estrada A, Baviera J, Beltrán J, Cobosoriano R. Clinical grading of post-LASIK ectasia related to visual limitation and predictive factors for vision loss. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(10):1817-1826.
62. Li G, Fan Z-J, Peng X-J. Corneal collagen crosslinking for corneal ectasia of post-LASIK: one-year results. *Int J Ophthalmol.* 2012;5(2):190-195.
63. Eltis M. Contact-lens-related microbial keratitis: case report and review. *J Optom.* 2011;4(4):122-127.
64. Kanellopoulos AJ, Pamel GJ. Review of current indications for combined very high fluence collagen cross-linking and laser in situ keratomileusis surgery. *Indian J Ophthalmol.* 2013;61(8):430-432.
65. Farjo AA, Sugar A, Schallhorn SC, et al. Femtosecond lasers for LASIK flap creation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2013;120(3):e5-e20.
66. dos Santos AM, Torricelli AA, Marino GK, et al. Femtosecond Laser-Assisted LASIK Flap Complications. *J Refract Surg.* 2016;32(1):52-59.
67. Chen LY, Manche EE. Comparison of femtosecond and excimer laser platforms available for corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2016;27(4):316-322.
68. American Academy of Ophthalmology Refractive Management/Intervention Panel. Preferred Practice Pattern® Guidelines. Refractive Errors & Refractive Surgery. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2013. Available at: [www.aao.org/ppp](http://www.aao.org/ppp).
69. Seyeddain O, Bachernegg A, Riha W, et al. Femtosecond laser-assisted small-aperture corneal inlay implantation for corneal compensation of presbyopia: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(2):234-241.
70. Tanna M, Schallhorn SC, Hettlinger KA. Femtosecond laser versus mechanical microkeratome: a retrospective comparison of visual outcomes at 3 months. *J Refract Surg.* 2009;25(7):668-671.
71. Santhiago MR, Kara-Junior N, Waring GO 4th. Microkeratome versus femtosecond flaps: accuracy and complications. *Curr Opin Ophthalmol.* 2014;25(4):270-274.
72. McGee HT, Mathers WD. Laser in situ keratomileusis versus long-term contact lens wear: decision analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(11):1860-1867.
73. Liang G, Zhang F. [Advance of femtosecond small incision lenticule extraction (SMILE) in clinic application]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 2016;52(1):68-72.
74. Reinstein DZ, Pradhan KR, Carp GI, et al. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for Hyperopia: Optical Zone Centration. *J Refract Surg.* 2017;33(3):150-156.
75. Fernández J, Valero A, Martínez J, Piñero DP, Rodríguez-Vallejo M. Short-term outcomes of small-incision lenticule extraction (SMILE) for low, medium, and high myopia. *Eur J Ophthalmol.* 2017;27(2):153-159.
76. Kobashi H, Kamiya K, Shimizu K. Dry Eye After Small Incision Lenticule Extraction and Femtosecond Laser-Assisted LASIK: Meta-Analysis. *Cornea.* 2017;36(1):85-91.
77. Wu W, Wang Y, Zhang H, Zhang J, Li H, Dou R. One-year visual outcome of small incision lenticule extraction (SMILE) surgery in high myopic eyes: retrospective cohort study. *BMJ Open.* 2016;6(9):e010993.
78. Levinger E, Trivizki O, Pokroy R, Levartovsky S, Sholohov G, Levinger S. Monovision surgery in myopic presbyopes: Visual function and satisfaction. *Optom Vis Sci.* 2013;90:1092-1097.
79. Ziaei M, Mearza AA. Corneal inlay implantation in a young pseudophakic patient. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(7):1116-1117.
80. Alarcón A, Anera RG, Villa C, Jiménez del Barco L, Gutierrez R. Visual quality after monovision correction by laser in situ keratomileusis in presbyopic patients. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(9):1629-1635.
81. Luger MHA, Ewering T, Arba-Mosquera S. 3-Month experience in presbyopic correction with bi-apheric multifocal central presbyLASIK treatments for hyperopia and myopia with or without astigmatism. *J Optom.* 2012;5(1):9-23.
82. Alió JL, Abbouda A, Huseynli S, Knorz MC, Homs MEM, Durrie DS. Removability of a small aperture intracorneal inlay for presbyopia correction. *J Refract Surg.* 2013;29(8):550-556.
83. Igras E, O'Caomh R, O'Brien P, Power W. Long-term Results of Combined LASIK and Monocular Small-Aperture Corneal Inlay Implantation. *J Refract Surg.* 2016;32(6):379-384.
84. Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(6):920-930.