

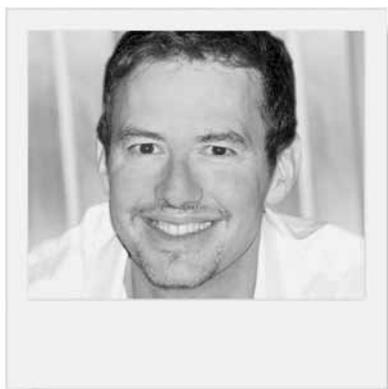
DOSSIER

Correction chirurgicale des amétropies fortes

Place du Lasik pour la correction de la myopie forte

RÉSUMÉ : Technique de choix pour les myopies faibles et moyennes, le Lasik est concurrencé par d'autres techniques chirurgicales sur le terrain de la myopie forte. Le Lasik n'implique pas de pénétration chirurgicale endoculaire et présente un aspect bien moins invasif et/ou mutilant que les techniques nécessitant la pose d'un implant intraoculaire plus ou moins associée à l'exérèse du cristallin. Le recul et la sécurité observée à long terme dont bénéficie le Lasik (20 ans pour les premiers cas) représentent également un bénéfice appréciable.

Toutefois, il est crucial pour le chirurgien de connaître les particularités techniques et les limites du Lasik pour la correction des fortes amétropies myopiques. Le bilan préopératoire revêt une importance particulière, afin de déterminer l'opérabilité du patient et lui fournir un pronostic réaliste vis-à-vis du résultat escompté. Quand les conditions favorables à un résultat fonctionnel conformes aux attentes du patient sont rassemblées, le Lasik est une technique tout à fait adaptée à la correction chirurgicale de la forte myopie.



→ D. GATINEL
Service d'Ophtalmologie,
Fondation A. de Rothschild, PARIS.

Si les myopies faibles et moyennes représentent certainement les meilleures indications du Lasik, la correction de la myopie forte en est une plus discutée. La myopie forte peut être définie par sa puissance exprimée en dioptrie (ex. : myopie > -8 D), ou par la mesure de la longueur axiale oculaire (ex. : supérieure à 25 mm); il est difficile de fixer une limite supérieure précise pour la correction de la myopie en Lasik. La faisabilité de la chirurgie sera déterminée grâce à la confrontation des éléments recueillis lors du bilan préopératoire et des attentes du patient.

Les avantages du Lasik vis-à-vis des alternatives chirurgicales

Si le Lasik demeure la technique de choix pour les myopies faibles et moyennes, d'autres alternatives

chirurgicales le concurrencent sur le terrain de la myopie forte :

>>> L'insertion d'implants dits "phaques" présente l'intérêt de corriger des fortes amétropies sans modifier significativement le profil cornéen ni supprimer l'accommodation (contrairement au remplacement du cristallin par un implant emmétropisant : chirurgie du cristallin clair). Les implants phaques, qu'ils soient de chambre antérieure ou postérieure, visent la correction de l'équivalent sphérique, mais ne permettent pas la réduction d'un astigmatisme associé. L'insertion d'implants phaques expose aux risques de toute chirurgie intraoculaire : infection, glaucome, inflammation en sont les majeurs. En fonction de leurs caractéristiques, les implants phaques sont également les vecteurs potentiels de complications plus spécifiques : la perte endothéliale est l'apanage des implants de chambre antérieure (à support angulaire et

DOSSIER

Correction chirurgicale des amétropies fortes

irien) [1], l'ovalisation pupillaire celle des implants à support angulaire [2], et l'induction d'une cataracte est essentiellement rencontrée avec les implants de chambre postérieure [3]. Des complications plus rares sont également rapportées : dispersion pigmentaire, syndrome d'Urrets-Zavalía, blocage pupillaire, hémorragie maculaire [2, 4, 5], etc.

Contrairement à une opinion couramment répandue et relayée par certains fabricants, la qualité de vision obtenue après implantation phaque n'est pas forcément supérieure à celle obtenue avec le Lasik pour les myopies accessibles aux deux techniques (jusqu'à 10D environ) [6]. Comme le Lasik, la pose d'implants phaqes provoque une augmentation des aberrations optiques de haut degré.

Au moment de l'implantation, il est difficile de déterminer la position de l'axe visuel, et le contrôle du centrage vis-à-vis de la pupille d'entrée est entaché d'une certaine imprécision pour les implants à fixation irienne. Ceux-ci provoquent également une réduction progressive du diamètre pupillaire mésopique [7].

Pour les implants à support angulaire, le centrage vis-à-vis de la pupille demeure en partie aléatoire car fonction de paramètres anatomiques comme le diamètre du sulcus et la position de la pupille (ex. : son degré de décentrement nasal). Même pour un chirurgien aguerri, le centrage sur la pupille d'un implant à fixation irienne demeure difficile, et en partie contingenté par la réponse du tissu irien à son enclavement au niveau des haptiques. Même si le décentrement est modéré, ces implants sont de forte puissance négative et induisent un taux significatif d'aberrations de type coma.

Enfin, l'asphéricité de l'optique des implants phaqes n'est pas optimisée

pour compenser l'aberration sphérique cornéenne. Au final, la perception de halos, d'éblouissements, voire de diplopie monoculaire en conditions mésopiques sont signalés par une proportion non négligeable de patients ayant reçu ce type d'implant [2, 4, 5].

>>> **La chirurgie du cristallin clair** (lenséctomie à visée réfractive) possède une bonne précision réfractive et permet de corriger pratiquement n'importe quel degré d'amétropie myopique. Même si l'augmentation de l'incidence du décollement de rétine après ce type de chirurgie n'est pas formellement démontrée avec les techniques modernes de phacoémulsification, cette technique supprime l'accommodation chez le myope non presbyte ; elle est à réserver aux forts amétropes ayant passé la quarantaine.

Le Lasik présente l'avantage de ne pas exposer à la plupart des effets indésirables ou complications suscitées, comme le risque d'infection endoculaire ou de perte endothéliale. La correction étant délivrée dans le plan de la cornée, le Lasik permet également d'espérer un gain de meilleure acuité visuelle corrigée vis-à-vis de celle mesurée en correction par verres de lunettes (magnification de l'image rétinienne).

Pour éviter certaines complications spécifiques et réduire l'incidence des effets indésirables, la réalisation d'un Lasik pour une myopie forte suppose le respect de certaines précautions d'indications, et de règles d'exécution qui seront détaillées plus loin.

Evaluation préopératoire : savoir poser l'indication du Lasik chez le myope fort

L'indication opératoire en Lasik chez le myope fort sera posée selon les éléments suivants :

1. La motivation du patient

La myopie forte est très invalidante car elle s'accompagne d'une dépendance totale aux moyens de corrections additifs traditionnels (lunettes, lentilles de contact). Les verres correcteurs de lunettes sont de plus inesthétiques (bords épais, rétrécissement concentrique du visage au travers d'eux, reflets) et inconfortables à cause de leur poids, et ils diminuent la taille de l'image perçue. Le port de lentilles de contact représente une solution optique séduisante pour la correction de la myopie forte, à condition qu'il soit confortable et que le patient en accepte les contraintes (entretien et manipulations). L'apparition d'une intolérance aux lentilles de contact est un motif de consultation pour chirurgie réfractive très fréquent.

Le dialogue entre le chirurgien et le patient revêt une importance capitale. Toute attitude dogmatique est à bannir ; une écoute bienveillante est utile pour cerner les raisons qui motivent le patient pour se débarrasser de sa myopie. Des explications claires et imagées (recours à un support visuel explicatif) et une information loyale et objective permettront de contenir les attentes du patient dans un cadre réaliste.

La myopie forte est souvent vécue par ceux qui en souffrent comme une véritable infirmité que la chirurgie réfractive pourrait "gommer" de manière définitive. Le mot "handicap" revient souvent dans la bouche des patients. Bien que souhaitable, la très forte motivation du myope fort lui permettra souvent une meilleure acceptation des limitations et des effets indésirables du Lasik (ex. : halos, légère sous-correction résiduelle), mais ne doit pas "forcer la main" du chirurgien qui devra bien évaluer les avantages et inconvénients de cette technique, et expliquer au patient ses limites dans ce contexte particulier.

En plus des effets indésirables classiques, le patient myope fort sera ainsi plus particulièrement prévenu des limitations suivantes :

- l'imprécision relative du Lasik pour les myopies fortes (importante régression cicatricielle secondaire), la possibilité d'un retraitement, mais aussi le bénéfice éventuel d'une myopie résiduelle modérée chez un sujet myope déjà presbyte. Les myopes forts acceptent souvent l'idée de myopie résiduelle dans la mesure où les verres correcteurs seront moins épais et pas toujours indispensables, en particulier pour certaines activités sociales (dîner entre amis) ou domestiques (pouvoir se lever le matin sans avoir à chausser leurs lunettes),
- la réduction de la qualité de vision scotopique [8] avec survenue très probable de halos et/ou d'éblouissements nocturnes (dus à une asphéricité cornéenne très oblate inductrice d'aberration sphérique positive) qui seront d'autant mieux acceptés par un patient motivé, intolérant aux lentilles de contact,
- la nécessité d'une surveillance ophtalmologique régulière (examen de la périphérie rétinienne) après l'intervention,

La motivation des patients étant souvent proportionnelle à leur degré d'amétropie, les facteurs précédemment énoncés ne constituent pas un écueil suffisant pour renoncer à la chirurgie réfractive. Par ailleurs, certaines situations particulières peuvent amener à indiquer la technique du Lasik chez le myope fort. En cas d'anisométrie importante, la suppression de l'écart réfractif entre les yeux représente un bénéfice intéressant pour les patients qui ne peuvent tolérer une correction totale en lunettes en raison de l'anisoconie que provoque la différence de puissance des verres correcteurs.

Devenus presbytes, les patients myopes forts sont souvent demandeurs d'une chirurgie vers la quarantaine, afin de

ne pas avoir à jongler avec différents types de correction optique (lentilles et lunettes pour la presbytie, verres progressifs, etc.). Pour ces patients, la myopie ne constitue pas vraiment une aide pour voir de près sans lunettes : le *punctum remotum* (point de vision nette sans effort) d'un patient myope de -8D n'est situé qu'à 12,5 cm de son visage, ce qui n'est pas une distance de lecture très commode...

Chez ces patients, il faut cependant discuter de la possibilité (ou, en cas de cornée insuffisamment épaisse, la nécessité) d'une sous-corrrection, en visant une réfraction résiduelle proche de -1.50 à -2 D qui leur permettra de lire à une distance confortable après l'intervention, tout en réduisant grandement le flou en vision de loin. Un myope dont l'amétropie passe de -10 D à -1 D perçoit une amélioration importante de sa capacité de discrimination visuelle. Même si celle-ci demeure insuffisante pour la conduite ou les spectacles, elle lui permet de déambuler confortablement dans un environnement familial (domicile, bureau) sans forcément avoir à porter des verres correcteurs de -1 D, qu'il peut toutefois garder à portée de main en cas de besoin ponctuel.

En cas de correction totale (emmétropisation), la joie d'être enfin délivré de leur myopie et la restauration d'une bonne acuité visuelle non corrigée à distance compense largement la dépendance à la correction de près chez les patients presbytes motivés pour voir de loin sans lunettes ou lentilles.

2. Le bilan préopératoire du myope fort

La myopie forte est une anomalie oculaire rarement isolée. Le bilan préopératoire d'un patient myope fort demandeur de chirurgie réfractive ne se limite pas au recueil d'informations à visée optique, mais doit aussi per-

mettre grâce à un interrogatoire précis de jauger la motivation du patient (*cf.* paragraphe précédent) et à un examen ophtalmologique complet d'éliminer une contre-indication au Lasik :

- cataracte débutante (forme nucléaire en particulier),
- glaucome : la pression oculaire critique devra être réajustée en fonction de l'amincissement cornéen après Lasik. Cependant, la prise en charge et le suivi moderne du glaucome reposent sur d'autres éléments que la pression oculaire. Il est également possible de postuler que la réduction de la "rigidité" cornéenne puisse être bénéfique vis-à-vis du stress exercé par l'hypertonie sur l'émergence au niveau de la lame criblée des fibres nerveuses des cellules ganglionnaires. Or la simple section de la membrane de Bowman par la réalisation du capot modifie la viscoélasticité de la cornée [9],
- distension du pôle postérieur (staphylome et rupture de la Bruch) : l'existence d'une pathologie maculaire doit faire reconsidérer l'indication chirurgicale chez le myope : risque d'instabilité réfractive et de complications secondaires, en particulier hémorragiques [10]. La mesure d'une réduction de la meilleure acuité visuelle corrigée, constatation non rare chez le myope fort, ne doit pas être mise systématiquement sur le compte d'une amblyopie, ni dispenser de la recherche d'une complication maculaire associée,
- une profondeur de la chambre antérieure insuffisante pour l'insertion d'un implant phaqué de chambre antérieure est en faveur de la réalisation du Lasik.

3. Les dimensions de la zone optique de photoablation et l'épaisseur du mur résiduel postérieur

Le diamètre pupillaire peut être mesuré au moyen de méthodes classiques (règle graduée, pupillomètre de type Colvard) ou plus récentes

DOSSIER

Correction chirurgicale des amétropies fortes

(mesure lors du recueil de l'examen topo aberrométrique). Les mesures de diamètre pupillaire fournies par le module d'analyse du segment antérieur de l'Orbscan ou du Pentacam sont difficilement interprétables en raison de l'ambiance lumineuse photopique liée à l'éclairage des mires projetées lors de l'examen. Les topographes d'élévation permettent en revanche la mesure de l'épaisseur cornéenne, qui peut également être obtenue par pachymétrie optique ou ultrasonique. Le port prolongé de lentilles de contact peut être à l'origine de variations de l'épaisseur cornéenne. Celle-ci est plus élevée dans les heures suivant le réveil. En cas de port prolongé de lentilles rigides, il est important de respecter un délai d'au moins 1 mois de retrait de lentille, voire plus en cas de *corneal warpage*.

Il est admis que le risque de halos dépend de l'importance de la correction délivrée, ainsi que des dimensions de la zone d'ablation : l'influence du diamètre pupillaire mésopique est controversée. Pour une même magnitude de traitement, la valeur du diamètre maximum de la zone optique est dictée par la nécessité de respecter un mur postérieur de 250 microns, qui dépend elle-même de la valeur de l'épaisseur cornéenne préopératoire. Quelle que soit celle-ci, la réalisation d'un capot fin permet de préserver une épaisseur plus importante de mur résiduel postérieur. La prédictibilité supérieure offerte par le laser femtoseconde vis-à-vis des microkératomes mécaniques pour le contrôle de l'épaisseur de la découpe stromale en fait un atout indéniable. Cependant, les capots fins sont plus instables et sujets au microplis, surtout quand ils sont repositionnés sur un mur résiduel postérieur à la géométrie profondément remaniée. Dans notre expérience, il est préférable de ne pas réaliser de découpe stromale d'épaisseur inférieure à 110 microns si l'on veut s'affranchir du risque de microplis.

La profondeur d'ablation P d'un traitement réfractif conventionnel est proportionnelle à la magnitude traitée D et au carré du diamètre de la zone optique programmée S :

$$P = \frac{1}{3} DS^2$$

Il n'est pas possible, pour des raisons physico-mathématiques, de réduire la profondeur d'ablation par rapport à cette estimation ; les fabricants de certains lasers annoncent parfois des profondeurs inférieures sur de grandes zones d'ablation, mais celles-ci incluent aussi la zone de transition (à visée non optique), et la réduction de la profondeur d'ablation s'effectue alors aux dépens du diamètre de la zone optique réelle. Insistons sur le fait que les lois de la physique sont incontournables et nous enseignent que sur une zone optique de 6 mm, il n'est pas possible de corriger une dioptrie de myopie sans creuser à moins de 12 microns un centre (en réalité, ce chiffre, issu de la formule simplifiée de Munnerlyn, est plutôt sous-estimateur : en pratique, on peut compter 14 microns par dioptrie sur ce même diamètre) [11].

Le recours à certains programmes de photoablation dit de "réduction tissulaire", bien que légitime, représente une option qui ne devrait pas avoir lieu d'être, et souligne en fait que certaines plateformes ont été à l'origine conçues pour délivrer des photoablations plus coûteuses en tissu cornéen que ce qu'imposent les lois de l'optique : ces programmes de photoablations pourraient être abandonnés car il n'y a aucun intérêt à retirer plus de tissu cornéen qu'il n'est nécessaire. Certains lasers Excimer ont été d'emblée dotés de programmes en adéquation avec les lois de l'optique, et de fait équivalents aux modes dits de "réduction tissulaire". Cela a privé paradoxalement leurs fabricants (voire le chirurgien utilisateur) d'un

atout de communication marketing... et d'une source de revenus additionnels quand on réalise que les programmes dits d'économie tissulaire sont souvent facturés sous forme de carte de traitement ou de "click fee" !

Afin de prévenir une ectasie cornéenne secondaire, le respect d'un mur stromal postérieur d'épaisseur supérieure ou égale à 250 microns est un consensus adopté par la majorité des chirurgiens réfractifs [12]. L'épaisseur minimale physiologique de la cornée est située dans la région centrale para-apicale. Une méta-analyse a retrouvé une épaisseur cornéenne centrale moyenne égale à 534 microns [13]. Il existe toutefois une dispersion importante autour de cette moyenne, des cornées plus épaisses offrant alors la possibilité d'une photoablation plus importante.

Quelle que soit l'importance de la correction à effectuer, un diagnostic de kératocône infraclinique doit être éliminé. Il sera évoqué grâce à un examen de topographie cornéenne révélant un ou plusieurs des signes suivants (liste non exhaustive) : astigmatisme irrégulier, point de plus faible épaisseur en position excentrique temporelle inférieure, faible épaisseur cornéenne, réduction de l'énantiomorphisme (symétrie entre les yeux). La survenue d'une ectasie cornéenne au décours d'un Lasik effectué sur des yeux avec un mur postérieur résiduel d'épaisseur supérieure à 250 microns fait suspecter l'existence de formes non dépistées de kératocône infraclinique (kératocône fruste). Nous avons récemment démontré que pour le dépistage de ces formes précoces de kératocône infraclinique, la topographie postérieure et la tomographie (pachymétrie optique point par point, recueillie grâce aux topographes d'élévation comme l'Orbscan) offraient un bénéfice indiscutable en termes de sensibilité et spécificité sur

la seule utilisation de la topographie spéculaire antérieure de Placido [14]. Dans certains cas, la mesure de la viscoélasticité cornéenne par l'*Ocular Response Analyzer* (ORA) peut être utile pour étayer une suspicion de cornée "à risque ectatique" (réduction

de l'hystérèse, aspect particulier du signal d'aplanation).

Ainsi, la correction de la myopie forte par Lasik se heurte à des limites anatomiques et fonctionnelles propres à chaque patient, et il est difficile

d'avoir une attitude dogmatique en ce domaine. En pratique, les puissances maximales de myopie traitées sont comprises entre de -10 et -12 dioptries pour un diamètre de zone optique compris entre 5,5 et 6 mm (**fig. 1 et 2**). Chez un patient dont la cornée est

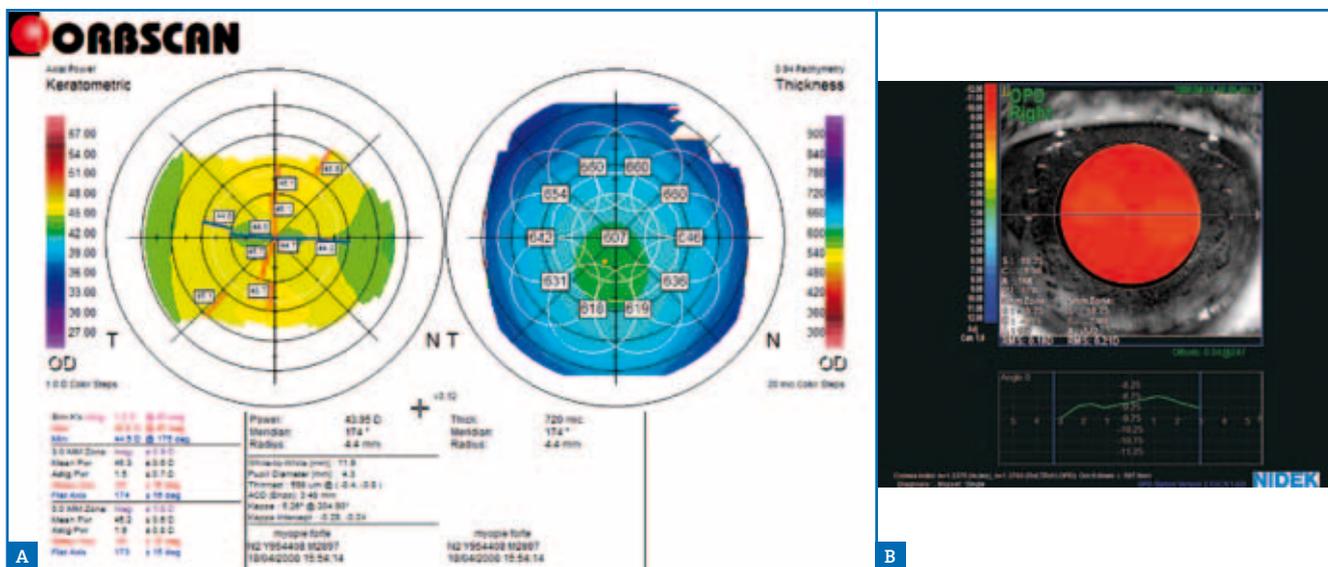


FIG. 1 : A : carte Orbscan (courbure axiale, pachymétrie). B : carte OPDscan de réfraction dans la pupille préopératoire (œil droit) chez une patiente de 29 ans présentant une myopie bilatérale de -11 (+ix90°) D (correction dans le plan des lunettes, stable depuis 3 ans. Après avoir reçu une information détaillée sur les avantages et les inconvénients du Lasik, la patiente prend la décision de bénéficier de cette technique. Une technique de Lasik est effectuée: elle associe la découpe au laser femtoseconde d'un volet de 110 microns et une photoablation délivrée de 155 microns avec le laser Nidek EC 5000, sur une zone optique de 6 mm (et une zone de transition 7,5 mm sur le méridien le moins cambré).

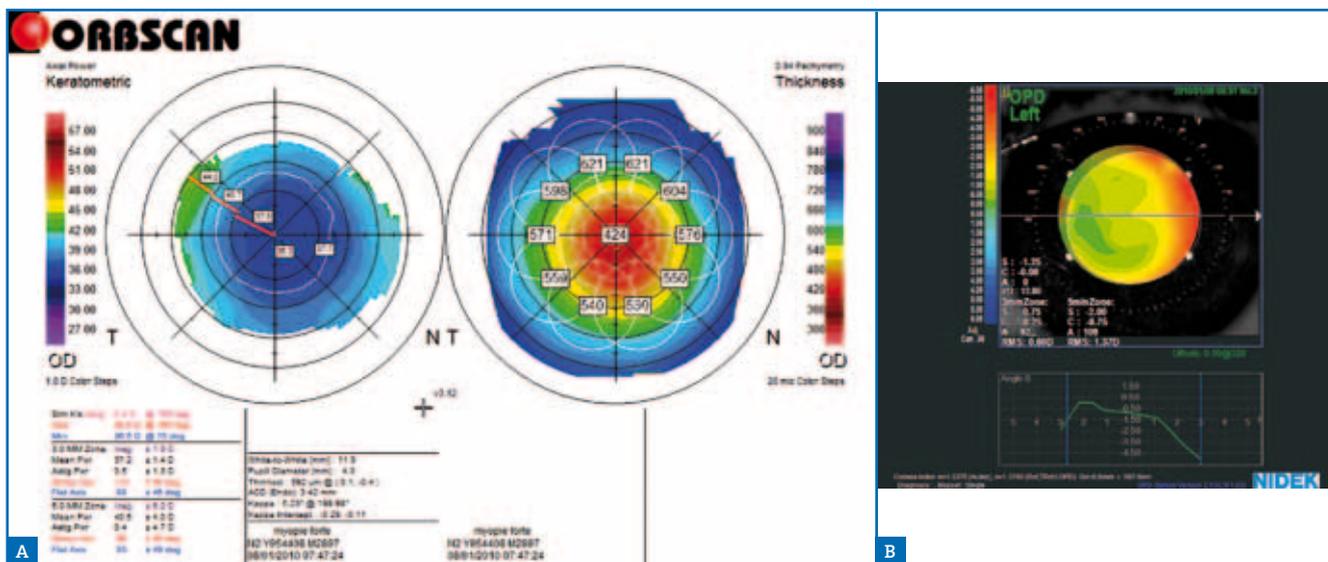


FIG. 2 : A : carte Orbscan (courbure axiale, pachymétrie). B : carte OPDscan (œil droit) réalisée 2 ans après Lasik bilatéral. L'acuité visuelle monoculaire non corrigée est de 12/10 sans correction aux deux yeux. Des halos nocturnes ont été perçus en postopératoire et sont très atténués et subjectivement peu gênants.

DOSSIER

Correction chirurgicale des amétropies fortes

saine mais fine – ex. : épaisseur cornéenne minimale de 510 microns – la profondeur maximale d’ablation ne devra pas excéder 150 microns (en se basant sur une épaisseur de capot de 110 microns). La réalisation d’une zone d’optique de 5,5 mm (diamètre que nous jugeons minimum si on ne veut pas induire de dégradation trop importante de la qualité de vision) ne permettra pas de traiter plus de 12 dioptries ; mais ce chiffre est en lui-même non négligeable et la grande majorité des consultants en chirurgie réfractive se présentent avec une myopie bien moindre.

Particularités techniques du Lasik pour la correction des fortes myopies

Contrairement aux hypermétropes, la conformation orbitaire et oculaire des myopes forts favorise une bonne exposition du globe pour le Lasik. En dehors d’une longueur axiale et d’une profondeur de chambre antérieure supérieure à la normale, il n’existe pas de particularités biométriques spécifiques à la myopie forte. La taille du capot est déterminée par les dimensions de la zone d’ablation ; elle devra être légèrement supérieure en cas d’astigmatisme associé à la myopie, car l’élargissement nécessaire de la zone de transition en regard du méridien initialement le moins cambré induit souvent un pourtour elliptique à la photoablation. La pupille est souvent légèrement décalée en nasal chez le myope fort, et un léger recentrage de l’anneau de succion limbique sur celle-ci permet d’optimiser les dimensions du lit stromal disponible pour la photoablation.

L’obtention d’un capot fin peut être un objectif délibéré pour réduire les risques d’ectasie secondaire : une technique de séparation intrastromale utilisant le laser femtoseconde

nous semble préférable à une découpe mécanique au microkératome. En raison des risques plus importants de déplacement et de plis du capot, le marquage épithélial doit être systématique.

La durée de la photoablation est proportionnelle à la magnitude du traitement et l’utilisation d’un *eye-tracker* performant est requise pour les systèmes à balayage par spots. Une durée excessive induit une modification du taux d’ablation (déshydratation du lit stromal cornéen), lui-même source d’imprécision réfractive. Les lasers à faisceau plein ou à balayage par fente sont bien adaptés au traitement de la myopie forte, de même que les lasers à balayage par spots à condition que la fréquence de tir soit élevée.

Les résultats du Lasik pour la correction de la myopie forte

Au début des années 2000, le taux de reprise pour sous-corrrection après Lasik pour myopie forte était estimé à environ 20 % [15]. Une étude rétrospective plus récente [16] a permis d’évaluer de manière rétrospective 10 ans d’évolution après Lasik pour myopie forte. Elle a inclus un total de 196 yeux de 118 patients qui présentaient une myopie ou un astigmatisme myopique composé supérieur à -10D. L’âge moyen des patients opérés était de 33 ans, et leur réfraction comprise entre -10.0 et -24.5 D (moyenne : -13.95 D). A 10 ans, 30 % des yeux étaient à ± 0.5 D de l’emmétropie, et 42 % à ± 1.0 D. 63 % des yeux présentaient un gain de la meilleure acuité visuelle corrigée.

Certaines myopies fortes évoluent constamment au cours de l’existence. Le patient doit être informé de la possibilité de réapparition d’une myopie légère, même tardive (ex. : après 35 ans). La mesure préopératoire de la

longueur axiale pourra ultérieurement aider à différencier l’effet de la régression myopique (l’excès de cicatrisation cornéenne et d’hyperplasie épithéliale ne modifient significativement pas la longueur axiale) d’une élongation oculaire en cas de réapparition rapide d’une myopie chez un patient qui était initialement complètement corrigé.

En postopératoire, le recours à l’aberrométrie est irremplaçable pour identifier et quantifier les aberrations optiques engendrées par l’intervention. L’effet d’éventuels microplis de capot ou d’anomalie de l’interface est mieux apprécié par l’utilisation de techniques d’aberrométrie par “double pass” (*Ocular Quality Analyzer System* : OQAS).

Conclusion

Le Lasik occupe une place de choix dans l’arsenal des techniques capables de corriger la forte myopie, et peut être indiqué jusqu’à -12 D environ pour les cas les plus favorables. Le respect des contre-indications et l’information du patient quant aux particularités de la réalisation et des résultats du Lasik dans ce contexte permettent de concilier sécurité et satisfaction postopératoire pour le patient et son chirurgien.

Bibliographie

1. FECHNER PU. Late loss of corneal endothelial density with refractive iris-claw IOLs. *J Cataract Refract Surg*. 2010 ; 36 : 352-353.
2. LECCISOTTI A, FIELDS SV. Clinical results of ZSAL-4 angle-supported phakic intraocular lenses in 190 myopic eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2005 ; 31 : 318-323.
3. MALDONADO MJ, GARCIA-FEJOO J, BENITEZ DEL CASTILLO JM, TEUTSCH P. Cataractous changes due to posterior chamber flattening with a posterior chamber phakic intraocular lens secondary to the administration of pilocarpine. *Ophthalmology*, 2006 ; 113 : 1283-1288.
4. ALIO JL, ABDELRAHMAN AM, JAVALOY J, IRADIER MT, ORTUNO V. Angle-supported anterior chamber phakic intraocular lens explantation causes and outcome. *Ophthalmology*, 2006 ; 113 : 2213-2220.

5. CHENG AC, YUEN KS, LAM DS. Long-term results of implantation of phakic posterior chamber IOLs. *J Cataract Refract Surg*, 2006; 32: 4.
6. LEMARINEL B, RACINE L, HOANG-XUAN T, GATINEL D. Etude des conséquences sur la qualité de vision de la position du centre d'un implant clipsé sur l'iris, vis-à-vis du centre pupillaire. 115^e Congrès de la Société Française d'Ophtalmologie, Paris, 12/05/09.
7. LEMARINEL B, RACINE L, ROHART C, HOANG-XUAN T, GATINEL D. Long-term changes in pupil size after implantation of an Artisan phakic intraocular lens for correction of high myopia. *J Fr Ophtalmol*, 2007; 30: 11-16.
8. HOLLADAY JT, DUDEJA DR, CHANG J. Functional vision and corneal changes after laser in situ keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare testing and corneal topography. *J Cataract Refract Surg*, 1999; 25: 663-669.
9. GATINEL D, CHAABOUNI S, ADAM PA *et al*. Corneal hysteresis, resistance factor, topography, and pachymetry after corneal lamellar flap. *J Refract Surg*, 2007; 23: 76-84.
10. MEUNIER I, BRAHIM R, SOUBRANE G, COSCAS G. Evolution des ruptures de la membrane de Bruch de la région maculaire dans la myopie dégénérative. *Bull Soc Ophtalmol Fr*, 1992; 3: 249-256.
11. GATINEL D, MALET J, HOANG-XUAN T, AZAR DT. Analysis of customized corneal ablations: theoretical limitations of increasing negative asphericity. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002; 43: 941-948.
12. MELKI SA, AZAR DT. Lasik complications. etiology, management, and prevention. *Surv Ophthalmol*, 2001; 46: 95-116.
13. DOUGHTY MJ, ZAMAN ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol*, 2000; 44: 367-408.
14. SAAD A, GATINEL D. Topography and tomography properties of forme fruste keratoconus corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010.
15. BRAHMA A, MCGHEE CNJ, CRAIG JP *et al*. Safety and predictability of laser in situ keratomileusis enhancement by flap relevation in high myopia. *J Cataract Refract Surg*, 2001; 27: 593-603.
16. ALIO JL, MUFTUOGLU O, ORTIZ D *et al*. Ten-year follow-up of laser in situ keratomileusis for high myopia. *Am J Ophthalmol*, 2008; 145: 55-64.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflit d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.