

I Revues générales

La chirurgie réfractive actuelle chez le myope

RÉSUMÉ : La chirurgie réfractive actuelle chez le myope est composée des techniques de chirurgie cornéenne au laser et des techniques de chirurgie intraoculaire. La photokératectomie réfractive (PKR), le Lasik et le Smile sont les techniques de correction chirurgicale réfractive cornéenne utilisant le laser excimer et/ou le laser femtoseconde. Il existe également des procédés chirurgicaux intraoculaires consistant à modifier la puissance réfractive du cristallin, soit en ajoutant une lentille intraoculaire en avant du cristallin appelée implant phaque, soit en remplaçant le cristallin lors d'une phacoexérèse par une lentille intraoculaire.



L. TRINH
Service d'Ophtalmologie,
CHNO des Quinze-Vingts, PARIS.

La chirurgie réfractive actuelle chez le myope regroupe les techniques chirurgicales permettant de restaurer la fonction visuelle altérée par le défaut réfractif de la myopie. Elle se divise en deux catégories :

- la chirurgie réfractive cornéenne : son but est de modifier la courbure du dioptre cornéen à l'aide d'un laser en l'aplatissant, rendant le système réfractif oculaire moins puissant ;
- la chirurgie réfractive intraoculaire : l'autre paramètre corrigeable par la chirurgie est la puissance du cristallin, soit en lui additionnant une lentille juste en avant (implant phaque), soit en le substituant par une lentille intraoculaire (chirurgie du cristallin).

La chirurgie réfractive cornéenne

La chirurgie réfractive cornéenne est la méthode chirurgicale la plus répandue pour corriger la myopie car cette technique est très efficace et peu invasive. Elle consiste à rendre la cornée plus plate proportionnellement au degré d'amétropie à l'aide d'un laser. Aujourd'hui, 3 techniques de chirurgie réfractive cornéenne sont utilisées avec des indications différentes.

1. La photokératectomie réfractive (PKR), dite "laser d'ablation de surface"

La PKR consiste à procéder à l'aplatissement cornéen par ablation de tissu au laser excimer à la surface de la cornée après sa désépithélialisation (*fig. 1*).

>>> Technique chirurgicale

La PKR est également appelée "chirurgie au laser d'ablation de surface" car elle consiste à utiliser le laser excimer pour réaliser l'ablation de tissu cornéen en surface juste sous l'épithélium, proportionnellement au degré de myopie. Le premier temps est la désépithélialisation, réalisée soit manuellement au scarificateur après application d'alcool à 20 %, soit au laser excimer lors d'une procédure appelée PKR transépithéliale. Le laser excimer est ensuite appliqué sur la surface de la cornée séchée pour vaporiser le tissu cornéen (*fig. 1*). Le laser excimer réalise donc une photoablation cornéenne dont le profil est plus épais au centre qu'en périphérie, afin d'aplatir la courbure de la cornée et de corriger ainsi la myopie.

Un ulcère cornéen postopératoire suite à la désépithélialisation provoque une forte douleur oculaire pendant

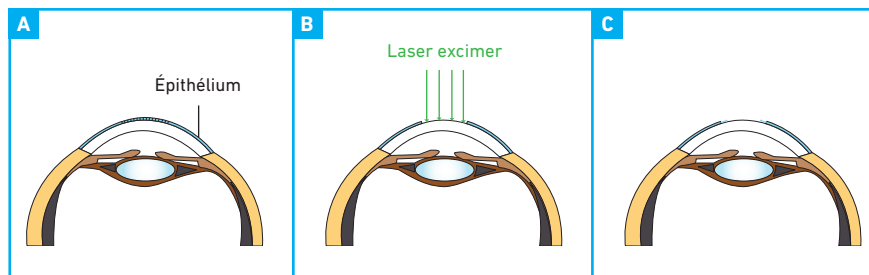


Fig. 1 : Photokératectomie réfractive (PKR) dite "laser d'ablation de surface". **A :** désépithélialisation centrale. **B :** photoablation cornéenne au laser excimer. **C :** l'épithélium cicatrise ensuite en 48 heures.

48 heures, le temps que la cornée se réépithélialise. La récupération visuelle prend au total 3 semaines.

>>> Indications

Bien que cette technique soit la plus anciennement utilisée, il reste toujours des indications incontournables à la PKR, qui s'est révélée être une technique sûre et fiable.

La PKR est une technique de choix pour les myopies faibles (< 2 dioptries) même si, en l'absence de contre-indication, un Lasik (*Laser In Situ Keratomileusis*) ou un Smile (*Small Incision Lenticule Extraction*) pourraient être choisis pour leur récupération plus rapide et l'absence de douleur. Néanmoins, la PKR sera privilégiée dans plusieurs situations telles que les contre-indications au Lasik pour des raisons de risque de déplacement de capot (sport de combat ou de ballon, métier à risque) et également en cas de facteurs de risque d'ectasie post-Lasik [1-3]. Un kératocône avéré (ayant dépassé le stade suspect) reste une contre-indication à toute chirurgie réfractive. Une PKR peut être en revanche discutée pour un kératocône suspect, mais avec la plus grande prudence et certaines règles de précaution doivent être impérativement respectées.

2. Le Lasik

Le Lasik est une technique chirurgicale de correction de la myopie apparue après la PKR dans les années 1990, s'appuyant sur les mêmes principes d'aplatissement

de la cornée par le laser excimer. En revanche, la photoablation se déroule non plus en surface mais en profondeur, sous un capot cornéen permettant de s'affranchir des inconvénients de la PKR tels que la douleur postopératoire liée à l'ulcère cornéen et le long délai de récupération visuelle, le patient récupérant dès le lendemain d'un Lasik.

>>> Technique chirurgicale

Le Lasik se déroule en deux temps : la découpe du volet cornéen puis la photoablation au laser excimer après soulèvement du capot (**fig. 2**). La découpe du volet cornéen se réalise soit encore à l'aide du microkératome mécanique, soit de manière plus répandue au laser femtoseconde. La découpe au laser femtoseconde a permis d'améliorer la précision, la reproductibilité et la sécurité du geste par rapport au microkératome mécanique et s'est imposée dans les années 2000. La photoablation au laser excimer est ensuite réalisée sous le capot cornéen après l'avoir soulevé, de la même manière que dans la PKR mais à une profondeur plus importante.

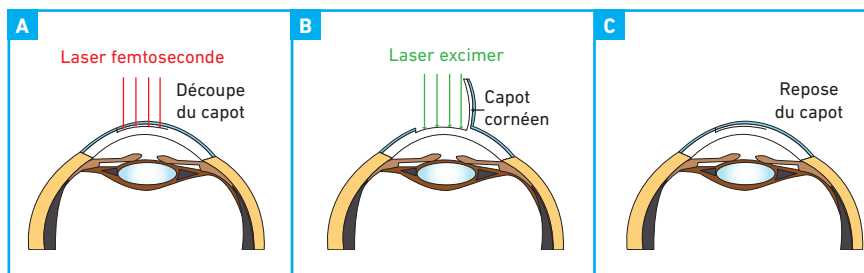


Fig. 2 : Déroulement d'un Lasik. **A :** découpe d'un capot cornéen au laser femtoseconde. **B :** photoablation au laser excimer du lit stromal après soulèvement du capot cornéen. **C :** repose du capot cornéen.

>>> Indications

Le Lasik est devenue dans les années 1990 la technique la plus utilisée pour corriger la myopie, dépassant la PKR grâce à son caractère peu douloureux en postopératoire immédiat et sa récupération visuelle très rapide. Néanmoins, l'apparition d'ectasie post-Lasik a permis de mieux cibler ses indications, d'identifier les patients à risque et de conserver la PKR dans certains cas. Le Lasik est communément proposé pour corriger la plupart des myopies de -0,5 dioptrie à -10 dioptries sous certaines conditions. La détection d'un kératocône suspect en topographie est cruciale et contre-indique formellement le Lasik [4] (kératométrie moyenne > 47 dioptries, *pattern* topographique en nœud papillon asymétrique, asymétrie inférieure > 1 dioptrie, pachymétrie < 500 µm, perte de l'énantiomorphisme entre les 2 yeux, SRAX [*Skewed Radial AXis*]).

3. Le Smile

Le Smile est la technique de chirurgie réfractive cornéenne la plus récente, consistant en une ablation d'un lentille cornéen intrastromal (découpé au laser femtoseconde) à travers une minicision sans découpe de capot (**fig. 3**). Il présente comme principal avantage par rapport au Lasik d'être moins invasif (par l'absence de capot) et plus conservateur pour l'architecture cornéenne, induisant une sécheresse oculaire moindre et une résistance cornéenne théorique supérieure [5-8].

Revue générale

>>> Technique chirurgicale

La technique Smile est une chirurgie réalisée entièrement au laser femto-seconde (sans laser excimer), lequel réalise une découpe intrastromale sans capot d'un lenticule cornéen ultérieurement extrait manuellement à travers une mini-incision (**fig. 3**). La chirurgie se déroule en deux temps, le premier est la découpe du lenticule au laser femto-seconde et de la mini-incision. Le profil du lenticule soustrait est équivalent au profil d'ablation tissulaire au laser excimer, c'est-à-dire plus épais au centre qu'en périphérie, d'un profil convexe pour la correction de la myopie et de l'astigmatisme myopique. La deuxième étape est l'extraction manuelle du lenticule, consistant à disséquer le lenticule à l'aide d'un micromanipulateur et à l'extraire à travers la mini-incision.

>>> Indications

Actuellement, le Smile n'est indiqué que pour les corrections chirurgicales de la myopie et de l'astigmatisme myopique. Les valeurs des corrections d'amétropies programmables en Smile sont :

- myopie : de $-0,50$ à -12 D ;
- astigmatisme : de $-0,25$ à -5 D.

La correction de l'hypermétropie en Smile est en cours d'évaluation et les premiers résultats à 12 mois semblent excellents [9].

Depuis l'avènement de cette technique chirurgicale, plusieurs cas d'ectasie cornéenne post-Smile ont été décrits dans la littérature internationale [10, 11]. Les patients ayant développé une ectasie unilatérale ou bilatérale avaient pour la plupart une cornée suspecte au départ et des critères de facteurs de risque d'ectasie reconnus dans le Lasik. À l'heure actuelle en 2021, pour ces raisons, les indications de chirurgie Smile conservent les mêmes critères topographiques et pachymétriques que pour le Lasik.

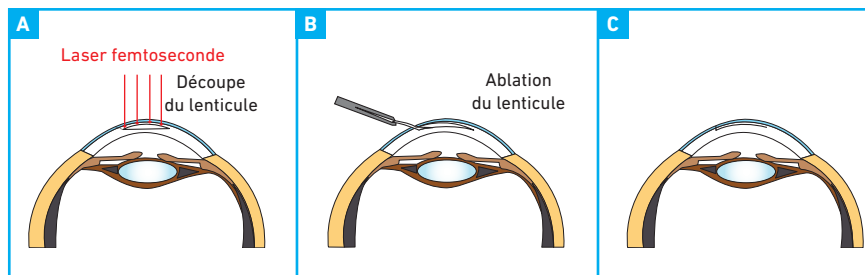


Fig. 3 : Déroulement d'un Smile. **A :** découpe d'un lenticule cornéen intrastromal et d'une mini-incision cornéenne au laser femto-seconde. **B :** extraction du lenticule à travers la mini-incision. **C :** lenticule retiré.

La chirurgie réfractive intraoculaire

L'autre paramètre de la réfraction corrigable chirurgicalement est le cristallin. Au niveau cristallinien, il est possible soit de modifier sa puissance en ajoutant une lentille intraoculaire devant le cristallin, soit d'extraire le cristallin pour le substituer par une lentille intraoculaire.

1. Chirurgie réfractive par addition d'un implant intraoculaire paque

Les implants paques sont des lentilles intraoculaires posées en conservant le cristallin (en avant de celui-ci), en opposition aux implants pseudopaques posés en remplacement du cristallin (dans la chirurgie du cristallin). La chirurgie par addition d'un implant paque est une excellente alternative chirurgicale pour la correction de la myopie en cas de contre-indication à la chirurgie cornéenne au laser soit à cause d'une myopie trop forte, soit par une contre-indication cornéenne. Aujourd'hui les implants paques utilisés sont les implants pré cristalliniens de chambre postérieure.

>>> Technique chirurgicale

Les deux implants paques pré cristalliniens de chambre postérieure disponibles aujourd'hui sont l'implant Visian ICL (Staar Surgical Company AG, Nidau, Suisse) V5, de forme navette, en collimateur (**fig. 4**), et l'implant IPCL (Care Group India, Gujarat, Inde) [12], en acrylique (**fig. 5**). Ces implants sont injectés

après dilatation pupillaire à travers une mini-incision de 2,75 mm en temporal pour être mis en place derrière l'iris dans l'axe horizontal de l'œil.

>>> Indications

L'indication de l'implantation paque est la contre-indication à la chirurgie cornéenne par une trop forte myopie (> 10 dioptries) ou une contre-indication cornéenne (pachymétrie trop fine pour l'amétropie, contre-indications au Lasik

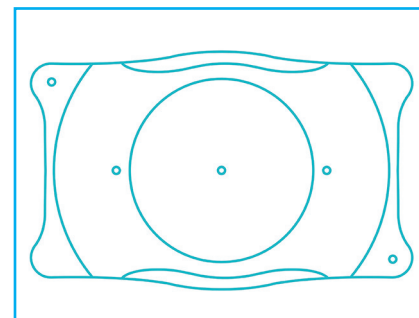


Fig. 4 : Implant paque pré cristallinien Visian ICL V5 (Staar Surgical Company, Nidau, Suisse).

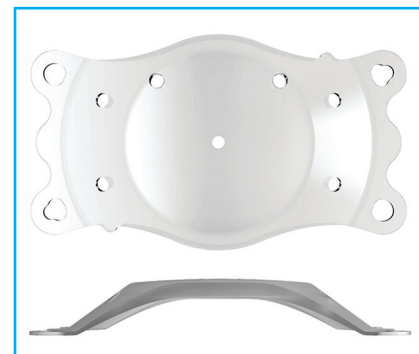


Fig. 5 : Implant paque pré cristallinien IPCL (Care Group India, Gujarat, Inde).

POINTS FORTS

- En chirurgie réfractive cornéenne chez le myope, en cas de non-contre-indication, sans facteur de risque d'ectasie secondaire, une chirurgie Lasik ou Smile sera préconisée. En cas de cornée fine ou irrégulière stable dans le temps, une PKR pourra être proposée.
- En cas de myopie trop forte pour pouvoir être corrigée en chirurgie cornéenne au laser, une chirurgie intraoculaire par pose d'un implant phaqué sera à envisager à condition de remplir certains critères anatomiques (profondeur de chambre antérieure et densité endothéliale en microscopie spéculaire).

Conclusion : indications dans la chirurgie réfractive de la myopie

Les solutions chirurgicales pour corriger la myopie sont nombreuses et en constante évolution. Leurs indications sont bien différentes et doivent prendre en compte : l'âge, le degré de myopie, la stabilité de la myopie, les caractéristiques cornéennes (pachymétrie, topographie) [15] et oculaires (profondeur de chambre antérieure, examen de la rétine). Ces indications sont résumées dans la **figure 6**.

ou au Smile). L'indication idéale est en pratique un patient avec une myopie très forte non accessible au laser et ne tolérant plus ses lentilles. Les critères d'inclusion sont : un âge strictement supérieur à 23 ans, une réfraction stable depuis au moins 2 ans, un comptage endothélial $> 2\,300$ cellules/mm² et une profondeur de chambre antérieure > 3 mm (à partir de l'endothélium).

2. Chirurgie du cristallin clair

La chirurgie du cristallin consistant en son extraction et son remplacement par une lentille intraoculaire (implant pseudophaque) par phacoémulsification est une technique chirurgicale envisageable pour corriger la myopie en choisissant la puissance de l'implant adéquate. Néanmoins, en absence de cataracte (c'est-à-dire en cas de cristallin clair), cette option à but uniquement réfractif est à réaliser avec la plus grande prudence. En effet, le risque de décollement de rétine non négligeable doit être pris en compte dans la balance bénéfice/risque lors de la décision d'indication opératoire.

Le risque global de décollement de rétine après chirurgie de cataracte a été évalué à 0,99 % sur 4 ans, avec comme principaux facteurs de risque la myopie forte et le jeune âge (< 54 ans), dont le risque de décollement de rétine associé était évalué respectivement à 9,21

et 3,64 % à 4 ans. Il y a 25 fois plus de risque de développer un décollement de rétine chez un patient myope jeune (entre 40 et 54 ans) que chez un patient non myope de plus de 75 ans après chirurgie de cataracte [13]. Le risque de développer un décollement de rétine est 4 fois plus élevé après chirurgie de cataracte que sans chirurgie [14]. Ce risque augmentant avec le temps, il est donc recommandé de proposer une chirurgie du cristallin clair chez les myopes le plus tard possible, après examen complet du fond d'œil afin de vérifier la présence du décollement postérieur du vitré et l'absence de lésions rétinienues prédisposantes.

La chirurgie réfractive cornéenne est la technique la moins invasive qui sera privilégiée. Parmi les chirurgies cornéennes, en cas d'absence de contre-indication, un Lasik ou un Smile sera proposé plus facilement en premier. En cas de contre-indication (kératocône fruste stable, pachymétrie fine) une PKR pourra être une alternative. En cas d'impossibilité de PKR (myopie trop forte, pachymétrie trop fine, pachymétrie totale postopératoire < 400 µm), une chirurgie par implantation phaqué peut être alors proposée, notamment pour les myopies > 10 dioptries. En cas de myopie forte et d'âge > 70 ans, on pourra également envisager une chirurgie du cristallin clair avec précaution.

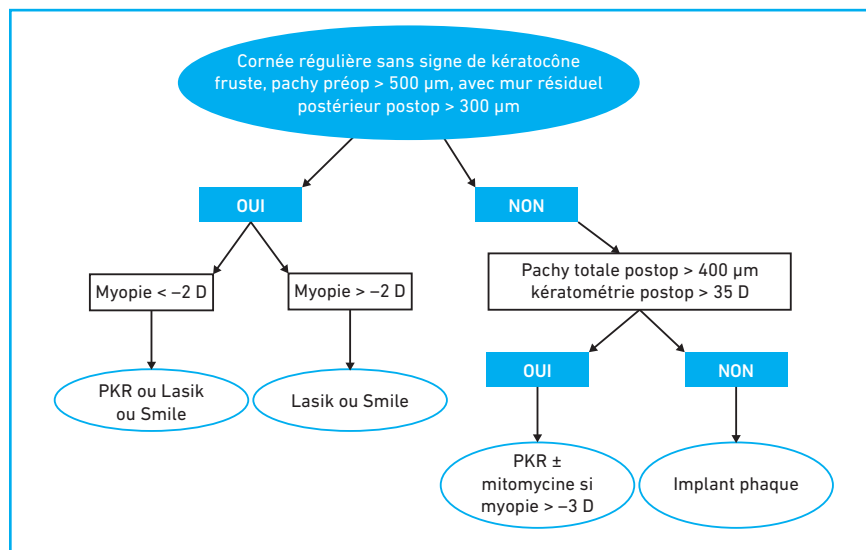


Fig. 6 : Arbre décisionnel de chirurgie réfractive de la myopie.

Revue générale

Enfin, la chirurgie réfractive n'étant jamais dénuée de risque, l'abstention doit être choisie sans hésitation si aucune technique chirurgicale n'est convenable.

BIBLIOGRAPHIE

1. SORKIN N, KAISERMAN I, DOMNIZ Y *et al.* Risk assessment for corneal ectasia following photorefractive keratectomy. *J Ophthalmol*, 2017;2017:2434830.
2. RANDLEMAN JB, WOODWARD M, LYNN MJ *et al.* Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology*, 2008;115:37-50.
3. GUEDJ M, SAAD A, AUDUREAU E *et al.* Photorefractive keratectomy in patients with suspected keratoconus: five-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:66-73.
4. RANDLEMAN JB. Evaluating risk factors for ectasia: what is the goal of assessing risk? *J Refract Surg*, 2010;26:236-237.
5. REINSTEIN DZ, ARCHER TJ, RANDLEMAN JB. Mathematical model to compare the relative tensile strength of the cornea after PRK, Lasik, and small incision lenticule extraction. *J Refract Surg*, 2013;29:454-460.
6. DENOYER A, LANDMAN E, TRINH L *et al.* Dry eye disease after refractive surgery: comparative outcomes of small incision lenticule extraction versus Lasik. *Ophthalmology*, 2015;122:669-676.
7. RANDLEMAN JB, DAWSON DG, GROSSNIKLAUS HE *et al.* Depth-dependent cohesive tensile strength in human donor corneas: implications for refractive surgery. *J Refract Surg*, 2008;24:S85-S89.
8. SINHA ROY A, DUPPS WJ JR, ROBERTS CJ. Comparison of biomechanical effects of small-incision lenticule extraction and laser in situ keratomileusis: finite element analysis. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40:971-980.
9. PRADHAN KR, REINSTEIN DZ, CARP GI *et al.* Small Incision Lenticule Extraction (Smile) for hyperopia: 12-month refractive and visual outcomes. *J Refract Surg*, 2019;35:442-450.
10. EL-NAGGAR MT. Bilateral ectasia after femtosecond laser-assisted small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:884-888.
11. MATTILA JS, HOLOPAINEN JM. Bilateral ectasia after femtosecond laser-assisted Small Incision Lenticule Extraction (Smile). *J Refract Surg*, 2016;32:497-500.
12. VASAVADA V, SRIVASTAVA S, VASAVADA SA *et al.* Safety and efficacy of a new phakic posterior chamber IOL for correction of myopia: 3 years of follow-up. *J Refract Surg*, 2018;34:817-823.
13. DAIEN V, LE PAPE A, HEVE D *et al.* Incidence, risk factors, and impact of age on retinal detachment after cataract surgery in france: a national population study. *Ophthalmology*, 2015;122:2179-2185.
14. BJERRUM SS, MIKKELSEN KL, LA COUR M. Risk of pseudophakic retinal detachment in 202,226 patients using the fellow nonoperated eye as reference. *Ophthalmology*, 2013;120:2573-2579.
15. SANTHIAGO MR, GIACOMIN NT, SMADJA D *et al.* Ectasia risk factors in refractive surgery. *Clin Ophthalmol*, 2016;10:713-720.

L'auteur a déclaré être consultant pour Carl Zeiss Meditec.