



Réflexions

Ophthalmologiques

256

juin
2022
Tome 27

- Cataracte**
Chirurgie de la cataracte sur pupille étroite
- Glaucome**
Le glaucome à la SFO 2022
- Surface oculaire**
Les nouveaux immunosuppresseurs topiques

“Save the date”

2^e Congrès ophtalmologique de La Rochelle (CORelle)

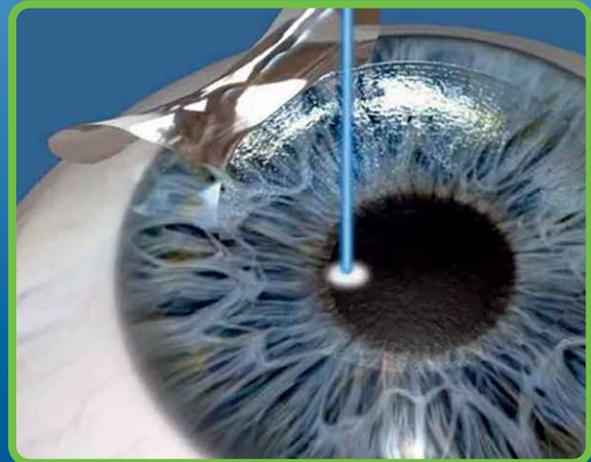
Vendredi 23 et samedi 24 septembre 2022, Espace Encan

3^e Congrès POP

Vendredi 18 et samedi 19 novembre 2022, WTC, Marseille

Dossier

Chirurgie réfractive : choisir la bonne technique pour le bon patient



Coordination scientifique :
Olivier Prisant

ISSN : 1274-5243

DPC

Développement
Professionnel
continu

COMITÉ SCIENTIFIQUE

J.P. ADENIS	J.L. DUFIER	P. MASSIN
J.L. ARNE	P. GASTAUD	D. MILEA
G. BAIKOFF	A. GAUDRIC	M. MONTARD
Ch. BAUDOUIN	Ph. GIRARD	J.P. NORDMANN
J.P. BERROD	T. HOANG XUAN	G. RENARD
A. BRON	J.F. KOROBELENIK	J. SAHEL
G. CHAINE	D. LEBUISSON	J.J. SARAGOUSSI
I. COCHEREAU	J.F. LE GARGASSON	G. SOUBRANE
Ch. CORBE	P. LE HOANG	D. TOUBOUL
G. COSCAS	Y. LACHKAR	M. WEBER
Ph. DENIS	E. LE BLOND	M. WEISER

COMITÉ DE RÉDACTION ET DE LECTURE

Glaucome : Alain BRON, Muriel POLI
Infectiologie : Tristan BOURCIER, Arnaud SAUER
Rétine médicale : Oudy SEMOUN, Eric SOUIED
Uvéïtes : Bahram BODAGHI
Neuro-ophtalmologie : Catherine VIGNAL-CLERMONT
Ophtalmo-oncologie : Anh Minh NGUYEN
Surface oculaire : Serge DOAN, Antoine ROUSSEAU
Cornée : Marc MURAINÉ, Olivier PRISANT
Cataracte : Pascal ROZOT, Patrice VO TAN
Contactologie : Houda BAIZ
Rétine chirurgicale : Sébastien BONNEL, Frank BECQUET, Laurent KODJIKIAN
Chirurgie réfractive : Alexandre DENOYER
Paupière et orbite : Eric LONGUEVILLE, Jean-Marie PIATON
Strabo/ophta pédiatrie : Emmanuel BUI QUOC
Chirurgie crânio-faciale : Jérôme ALLALI

Directeurs de la rédaction :
Bahram BODAGHI et Pierre-Yves SANTIAGO
Rédacteur en chef : Olivier PRISANT

UNE ÉDITION J.B.H. SANTÉ

53, rue de Turbigo - 75003 Paris
Tél. : 01 44 54 33 54
E-mail : la@jbhsante.fr
Site : www.jbhsante.com
Fondateur : Dr Jacques HALIMI
Directrice de la publication : Emmanuelle GORSSE
Secrétariat général de rédaction : Anne HARHAD
Maquette : Clémence KINDERF
Service commercial : Coraline FIFI
Site Web : Jérémie MARINHO
Abonnements : Louise ASCOLI

Imprimerie Cyan12, Paris
ISSN : 1274-5243
Commission paritaire : 0224 T 81079
Dépôt légal : 2^e trim. 2022

Les articles de "Réflexions Ophtalmologiques" reflètent l'opinion des auteurs et n'engagent en aucune façon la responsabilité de la Société éditrice. Aucun article publié dans ce numéro ne peut être reproduit quels que soient la forme et les procédés sans l'autorisation expresse de l'éditeur.

SOMMAIRE

7 Edito : Choisir la bonne technique pour le bon patient ————— Olivier Prisant

DOSSIER

Chirurgie réfractive : choisir la bonne technique pour le bon patient

9 Presbytie : chirurgie cornéenne ou chirurgie du cristallin ? ————— Cati Albou-Ganem

14 Presbytie : choisir le bon implant pour le bon patient ————— Pierre Bouchut

19 Chirurgie du kératocône :
comment optimiser le résultat réfractif ? ————— Olivier Prisant, Elodie Pottier

25 Chirurgie laser : PKR, Lasik ou SMILE ? ————— Liem Trinh

29 Myopie forte : chirurgie laser ou implant ? ————— Louis Hoffart, Gaëlle Ho Wang Yin

35 Forte hypermétropie : quelles alternatives chirurgicales ————— Laurent Gauthier-Fournet

Cataracte

41 Chirurgie de la cataracte sur pupille étroite ————— Arié Danan

Glaucome

45 Le glaucome à la SFO 2022 ————— Aymeric Barbaroux

Surface oculaire

51 Les nouveaux immunosuppresseurs topiques ————— Gilles Martin, Antoine Rousseau

Congrès

SFO 2022, 7-9 mai, Paris

55 Technologie DIMS : données cliniques et bénéfiques à long terme
de la freination myopique de l'enfant et du jeune adulte ————— Novissi Devo

59 Adapter la profondeur de champ en chirurgie de la cataracte,
quelles offres aujourd'hui ? ————— Émilie Agard, Cati Albou-Ganem

17 **Abonnement**

39, 61 **Agenda**

62 **Rencontres...**

Éléments joints : Une brochure de 6 pages COReille 2022, est coroutée avec ce numéro.

Olivier Prisant

*Cabinet Alma Vision, Clinique de la Vision, Paris
oprisant@gmail.com*

Rédacteur en Chef de Réflexions Ophtalmologiques

Les progrès de la chirurgie réfractive sont tels que les résultats visuels sont de plus en plus excellents et l'attente des patients de plus en plus forte.

La réussite de cette chirurgie repose essentiellement sur le choix des bonnes indications. Choisir la bonne technique pour le bon patient nous a paru un sujet intéressant à actualiser dans ce dossier de chirurgie réfractive.

Chirurgie réfractive : choisir la bonne technique pour le bon patient

Nous avons souhaité mettre l'accent sur **la chirurgie de la presbytie**, qui concerne potentiellement tous les patients de plus en plus demandeurs d'une autonomie visuelle totale aussi bien en vision de loin qu'en vision de près, avec un minimum d'effets secondaires.

Outre la correction d'une éventuelle amétropie sphéro-cylindrique, cette chirurgie consiste à introduire dans l'œil une certaine dose de multifocalité soit au niveau de la cornée, soit au niveau du cristallin.

Cati Ganem détaille les critères sur lesquels repose le choix de la technique cristallinienne ou cornéenne.

Pierre Bouchut dans son article met en évidence la panoplie des implants multifocaux ou EDOF désormais disponibles ainsi que les critères permettant de choisir le bon implant pour le bon patient.

L'article consacré à la chirurgie réfractive sur **les cornées déformées** montre comment il est possible de faire remonter la meilleure acuité en corrigeant les aberrations d'ordre supérieur mais surtout de corriger l'essentiel des fortes amétropies sphéro-cylindriques souvent associées à ces déformations cornéennes.

Liem Trinh détaille ensuite les indications respectives des différentes chirurgies cornéennes au laser excimer ou par découpe d'un lenticule intra-stromal.

Concernant les fortes myopies, faut-il poser un implant phake de type ICL ou bien réaliser une chirurgie cornéenne au laser excimer ?

Louis Hoffart nous donne les clés de réponse à cette question importante.

Enfin, **Laurent Gauthier-Fournier** nous donne les principales alternatives chirurgicales disponibles pour corriger les fortes hypermétropies.

Nous espérons que ce numéro répondra à l'essentiel des questions que vous pouvez vous poser. Nous vous souhaitons une bonne lecture à tous.

Presbytie : chirurgie cornéenne ou chirurgie du cristallin ?

Cati Albou-Ganem, *Clinique de la Vision, Paris*

résumé

La correction chirurgicale de la presbytie a fait la preuve de son efficacité, à condition de bien poser les indications.

Les possibilités sont nombreuses et en perpétuelle évolution pour plus de confort et de précision.

Les techniques sont dominées par 2 approches : la chirurgie cornéenne avec le presbyLASIK et la chirurgie du cristallin avec les implants à profondeur de champ multifocaux.

Les indications dépendent essentiellement de l'âge et des données de l'examen.

La question se pose lorsque le cristallin est clair et que le patient a autour de 60 ans.

De nombreux arguments sont en faveur de la chirurgie cornéenne au laser.

La chirurgie cornéenne : le presbyLASIK (Figure 1)

■ Introduction

- Définition : terme générique incluant toutes les stratégies de photoablation qui visent la réhabilitation de la vision de près sans perte de la vision de loin.
- Principe : induire une pseudo-accommodation par des profils hyperprolates ou multifocaux qui génèrent des aberrations sphériques (AS), ces AS induisant elles-mêmes une profondeur de champ.
- De nombreuses publications confirment la performance des résultats et la satisfaction des patients, depuis la première en 1998 ⁽¹⁾ à aujourd'hui ^(2 à 7) : 83 à 87 % des yeux opérés de presbyLASIK ont une AVSCL \geq 8/10 et une AVSCP \geq J2, et un taux de satisfaction à près de 90 %.

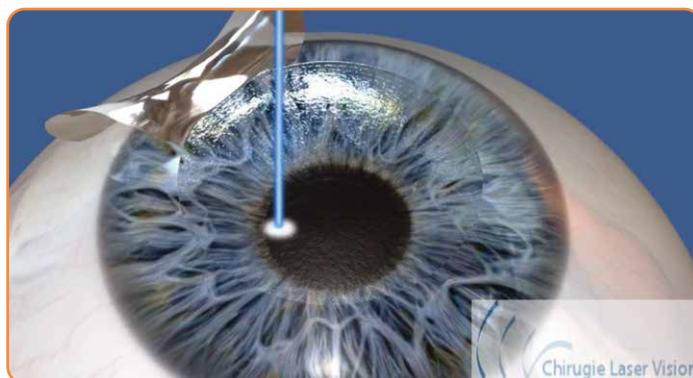


Figure 1 : Chirurgie cornéenne : LASIK, photoablation au laser excimer après avoir soulevé le volet réalisé au laser femtoseconde.

Les preuves scientifiques permettent de proposer le presbyLASIK aux patients éligibles à la chirurgie réfractive qui souhaitent s'affranchir d'une correction.

- Le presbyLASIK est proposé par toutes les plateformes de laser excimer avec des profils d'ablation en perpétuelle évolution. Toutes donnent de bons résultats.
- La satisfaction des patients est grande à condition de réserver ce traitement aux patients motivés acceptant les aléas, en particulier une possible réduction de la qualité de vision binoculaire.

■ Trois impératifs pour obtenir de bons résultats avec le presbyLASIK

Réaliser un bilan pré-opératoire complet, poser les bonnes indications, informer les patients.

▶▶▶ Le bilan pré-opératoire du presbyLASIK

Certains examens et tests sont spécifiques à la chirurgie de la presbytie au laser. Ils doivent être méthodiques et bien

compris par le patient. Le résultat final de la chirurgie en dépend. Ils doivent compléter un interrogatoire policier (habitudes de vie, attentes, objectifs, besoins visuels des patients).

- La réfraction doit être précise. Une acuité visuelle corrigée à 10/10 P2 à chaque œil est indispensable à un bon résultat.

La réfraction doit inclure un test de la dominance oculaire et un test de la tolérance à la micro-monovision. La tolérance à l'anisométrie est testée avec l'œil dominant corrigé plano et l'œil non dominant myopisé à -1/-1,5 D :

- > Si le patient n'a pas conscience de cette différence, il est dit tolérant à la micro-monovision.

- > En cas d'intolérance, il faut soit réduire l'anisométrie, en sachant que l'évaluation au réfracteur représente le pire des cas car elle ne tient pas compte de l'augmentation de la profondeur de champ induite par le profil d'ablation ; soit essayer d'inverser l'anisométrie pour voir si la tolérance est meilleure avec un brouillage de 1,5 D de l'œil dominant.

- Un examen ophtalmologique complet avec analyse de la surface oculaire s'impose. L'équilibre de la surface oculaire est impératif avant toute chirurgie au laser, en particulier la chirurgie de la presbytie.

- Les examens complémentaires comprennent un bilan topographique pour analyse de la morphologie de la cornée, une aberrométrie, l'analyse du film lacrymal et des glandes de Meibomius, une rétinographie, un OCT maculaire chez les patients de plus de 60 ans et, éventuellement, un bilan orthoptique, surtout chez l'hypermétrope.

- Enfin, les contre-indications ophtalmologiques à la chirurgie sont recherchées.

▶▶▶▶ Les indications du presbyLASIK

- Tous les patients demandant de s'affranchir de leur correction pour la plus grande partie de leurs activités peuvent être des candidats au presbyLASIK. Cela concerne en particulier les patients âgés entre 45 et 65 ans, toutes amétropies confondues, sans antécédents ophtalmologiques ou généraux, ayant un examen ophtalmologique normal, en particulier un cristallin clair, une surface oculaire saine et une topographie normale, acceptant de porter une petite correction d'appoint pour certaines activités de précision, acceptant un éventuel geste chirurgical complémentaire en cas d'amétropie résiduelle, acceptant le possible délai du confort optimal lié à la neuroadaptation.

- Les candidats à éliminer

- > Les pathologies oculaires pouvant laisser présager une récupération visuelle non parfaite, les kones frustes, les pathologies oculaires pouvant s'aggraver secondairement

telles que Guttata, pathologie rétinienne ou vitréenne, rétinopathie diabétique, glaucome mal contrôlé, etc.

- > Les pathologies générales pouvant être responsables de complications oculaires : immunosuppression, diabète sévère mal équilibré.

- > Les conditions socio-professionnelles particulières : patients ayant des besoins visuels importants, conducteurs de véhicules, pilotes, etc.

- > Les patients très exigeants.

▶▶▶▶ L'information

Le compromis obtenu doit être expliqué au patient de manière claire et exhaustive : la vision de loin est moins performante qu'avant la chirurgie, surtout les premières semaines ; les halos sont fréquents les premières semaines ; une correction peut être nécessaire pour les extrêmes (conduite la nuit, et lecture prolongée, surtout en mauvaise condition d'éclairage) ; le résultat n'est pas immédiat, il s'évalue en binoculaire après quelques semaines de neuroadaptation qui fait le plus souvent disparaître les aléas.

Chirurgie du cristallin (Figure 2) et implants à profondeur de champ

■ Introduction

Les implants multifocaux pseudo-accommodatifs sont les seuls implants actuellement efficaces pour obtenir une vision nette plusieurs foyers.

Les implants multifocaux ont été introduits sur le marché à la fin des années 1980. Seules les optiques bi-focales étaient disponibles et sont encore très utilisées. Elles ont beaucoup évolué et permettent aujourd'hui d'obtenir des résultats à la hauteur de l'exigence des patients, qui ne cesse de croître.

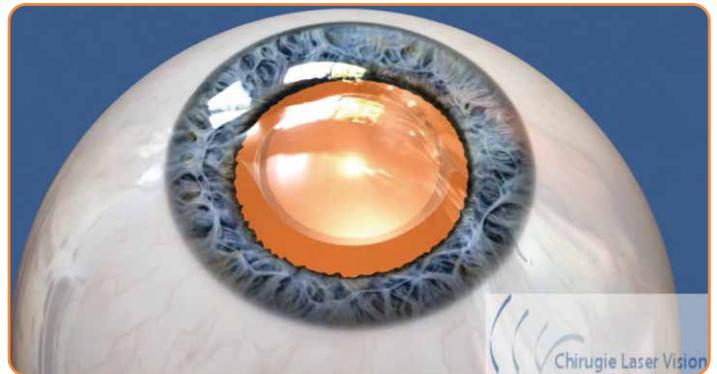


Figure 2 : Chirurgie du cristallin.

Les implants multifocaux sont très nombreux et peuvent être classés en familles selon leur puissance en vision de près, leur défocalisation, la répartition de la lumière, leur matériau et leur géométrie.

Le principe optique est celui de la vision simultanée. L'image focalisée qui correspond au point focal de la lentille est vue nette. Les images défocalisées seront neutralisées par le cerveau, car perçues avec moins de contraste et de netteté. Ces optiques nécessitent une intégrité maculaire pour obtenir un résultat optimal.

■ Le bilan

Les impératifs pour obtenir de bons résultats avec les implants multifocaux sont les mêmes que pour le presbyLASIK : réaliser un bilan pré-opératoire complet, poser les bonnes indications, informer les patients.

▶▶▶▶ Le bilan pré-opératoire

Il est identique à celui du presbyLASIK auquel s'ajoute le calcul (au mieux en biométrie optique) et le choix de l'implant adapté au patient, avec l'analyse précise de l'astigmatisme, mesure de la kératométrie postérieure comprise.

Chez le myope, l'écho B avec l'analyse de l'état du vitré peut s'avérer nécessaire, tout comme l'avis d'un rétinologue sur l'opportunité de retirer le cristallin s'il est clair.

▶▶▶▶ Les indications

Tous les patients demandant de s'affranchir de leur correction pour la plus grande partie de leurs activités peuvent être candidats à la chirurgie réfractive du cristallin, surtout s'il existe un début de cataracte, avec un examen ophtalmologique normal en dehors de la cataracte, en particulier en OCT maculaire. Le myope est un cas particulier : il est conseillé d'attendre le décollement postérieur du vitré.

▶▶▶▶ L'information

Elle est capitale, comme pour le presbyLASIK. Le patient doit être prévenu que les performances visuelles augmentent avec le temps, la vision de loin est légèrement altérée du fait de la baisse de la sensibilité aux contrastes, la mise au point en vision de près peut être plus rapprochée, la lecture nécessite plus de lumière et le patient doit être informé du risque de halos, surtout dans les premiers mois. Par ailleurs, le résultat n'est pas immédiat. Il s'évalue en binoculaire après quelques semaines de neuroadaptation qui fait le plus souvent disparaître les aléas.

■ Quelle indication pour quel patient ?

Le choix entre chirurgie cornéenne ou cristallinienne dépend de la densité du cristallin : chez un patient ayant un début de cataracte et demandeur d'une chirurgie de la presbytie, la chirurgie du cristallin est indiquée. Si le cristallin est clair et que le patient est jeune (moins de 55 ans), le presbyLASIK est indiqué.

La question se pose entre 55 et 65 ans chez les patients ayant un cristallin clair.

Plusieurs arguments sont en faveur du presbyLASIK : la chirurgie est plus simple, rapide, bilatérale d'emblée, les risques du LASIK sont quasiment nuls, les résultats sont très précis, le réajustement des focales est facile. Le presbyLASIK évite les risques d'inconfort que l'on retrouve parfois après implantation multifocale chez certains patients même parfaitement opérés. La chirurgie cornéenne évite le risque de décollement de rétine chez le myope opéré jeune⁽⁸⁾. Par ailleurs, le presbyLASIK ne partage pas la lumière. Enfin, la chirurgie est moins chère que celle du cristallin clair avec implant multifocaux.

■ Conclusion

Nous avons aujourd'hui des solutions chirurgicales performantes et efficaces pour corriger la presbytie de nos patients. Les indications dépendent essentiellement de l'âge et des données de l'examen.

La question se pose lorsque le cristallin est clair et que le patient a autour de 60 ans.

De nombreux arguments sont en faveur de la chirurgie cornéenne au laser qui permet de corriger la presbytie et les amétropies associées pour une vision sans correction pendant 10-15 ans... En attendant la chirurgie du cristallin. ■

Liens d'intérêts : Pas de liens d'intérêt avec le thème de cet article

Que retenir ?

La correction chirurgicale de la presbytie est dominée par 2 approches : la chirurgie cornéenne avec le presbyLASIK et la chirurgie du cristallin avec les implants à profondeur de champ multifocaux.

Si le cristallin est clair et que le patient est jeune (moins de 55 ans), le presbyLASIK est indiqué.

La question se pose entre 55 et 65 ans chez les patients ayant un cristallin clair.

Plusieurs arguments sont en faveur du presbyLASIK : la chirurgie est plus simple en étant bilatérale d'emblée, les risques du LASIK sont quasiment nuls, les résultats sont très précis, le réajustement des focales est facile en cas d'inconfort. Le presbyLASIK évite les risques d'inconfort liés aux implants multifocaux chez certains patients même parfaitement opérés. La chirurgie cornéenne évite le risque de décollement de rétine chez le myope opéré jeune. Par ailleurs, le presbyLASIK ne partage pas la lumière. Et la chirurgie est moins chère que celle du cristallin clair avec implant multifocaux.

RÉFÉRENCES

1. Vinciguerra P, Nizzola GM, Bailo G, Nizzola F, Ascari A, Epstein DJ. Excimer laser photorefractive keratectomy for presbyopia: 24-month follow-up in three eyes. *Refract Surg* 1998.
2. Shetty R, Brar S, Sharma M, Dadachanji Z, Lalgudi VG. PresbyLASIK: A review of PresbyMAX, Supracor, and laser blended vision: Principles, planning, and outcomes. *Indian J Ophthalmol* 2020;68:2723-31.
3. Vargas-Fragoso V, Alió JL. Corneal compensation of presbyopia: PresbyLASIK: an updated review. *Eye Vis (Lond)* 2017;4:11.
4. Albou-Ganem C. Presbyopia and refractive surgery]. *J Fr Ophtalmol* 2019;42:790-8.
5. Boucenna W, Hagège A, Lussato M, Morfeq H, Kochbati E, Jany B et al. PresbyPRK vs presbyLASIK using the SUPRACOR algorithm and micromonovision in presbyopic hyperopic patients: visual and refractive results at 12 months. *J Cataract Refract Surg* 2021;47:878-85.
6. Villanueva A, Vargas V, Mas D, Torky M, Alió JL. Long-term corneal multifocal stability following a presbyLASIK technique analysed by a light propagation algorithm. *Clin Exp Optom* 2019;102:496-500.
7. Abrieu-Lacaille M, Saib N, Rambaud C, Berguiga M, Fenolland JR, Bonnel S et al. Management of presbyopic hyperopes by centered presbyLASIK. *J Fr Ophtalmol* 2014;37:682-8.
8. Qureshi MH, Steel DHW. Retinal detachment following cataract phacoemulsification-a review of the literature. *Eye* 2020;34:616-31.

Presbytie : choisir le bon implant pour le bon patient

Pierre Bouchut, *clinique Thiers, Bordeaux*

La prise en charge cristallinienne de la presbytie est désormais une préoccupation quotidienne pour tout chirurgien proposant les traitements de la presbytie, mais aussi pour tout chirurgien désireux d'offrir une approche réfractive de la chirurgie de la cataracte.

La chirurgie du cristallin clair est bien codifiée et peut être proposée pour la prise en charge de la presbytie pour des amétropies réfractives, hypermétropie, astigmatisme ou presbytie de l'emmetrope. L'accès à cette chirurgie se fait à partir de 54 ans, hors cas particuliers, notamment angles étroits ou très fortes amétropies sphéro-cylindriques non myopiques. De nombreuses études ont prouvé que l'incidence du décollement de rétine comme de l'œdème maculaire n'était pas augmentée après une chirurgie du cristallin clair réalisée dans ces indications par rapport à une chirurgie de cataracte du sujet plus âgé et d'autant que le patient présente un décollement de vitré préalable. En revanche, pour le cas particulier du sujet myope, et il faut le souligner, compte tenu du risque de décollement de rétine, une chirurgie du cristallin à visée réfractive ne peut être proposée par prudence qu'après 60 ans, sauf en cas de cataracte ou dans des cas très particuliers.

Le choix des implants est capital pour obtenir un résultat en adéquation avec les attentes du patient. Les options sont nombreuses et il est primordial de bien s'informer du désir du patient ainsi que de connaître les caractéristiques des implants et leurs limites afin de proposer un schéma thérapeutique cohérent.

Il n'y a pas de recette « miracle » ni d'implant « idéal », mais il est possible, avec un raisonnement, d'analyser et d'approcher au mieux la solution du meilleur compromis.

Toute chirurgie de la presbytie correspond à l'art du compromis entre l'obtention d'une vision adaptée à toutes les distances et pour un taux d'effets visuels secondaires minimal, dans le but de proposer le choix le plus raisonnable. De nombreuses approches différentes existent, et elles fonctionnent pour la plupart. La sensibilité du chirurgien

peut aussi influencer les choix et cela ne doit pas être négligé. Il faut aussi retenir que les attentes des patients peuvent varier selon leur profession, âges et/ou loisirs.

La prise en charge de la presbytie peut se faire avec tout type d'implant, du monofocal au polyfocal en passant par les EDOF.

Il faut cependant distinguer deux grandes catégories de patients. La première regroupe les patients présentant une pathologie ophtalmologique associée au trouble de la réfraction (DMLA, anomalie rétinienne, anomalie du nerf optique, de la cornée, sécheresse, amblyopie profonde, pathologie générale, diabète évolué, etc.). La seconde catégorie regroupe les patients pour lesquels l'amétropie, la presbytie ou la cataracte sont les seuls critères de pathologie rencontrés.

Avant de rentrer plus en détail dans les indications, voici un tableau qui permet de classer les implants en fonction de leur technologie et non pas seulement en fonction de critères marketings ou commerciaux. C'est à cette classification ci-dessous que l'on se référera dans la suite de l'article (*Figure 1*).

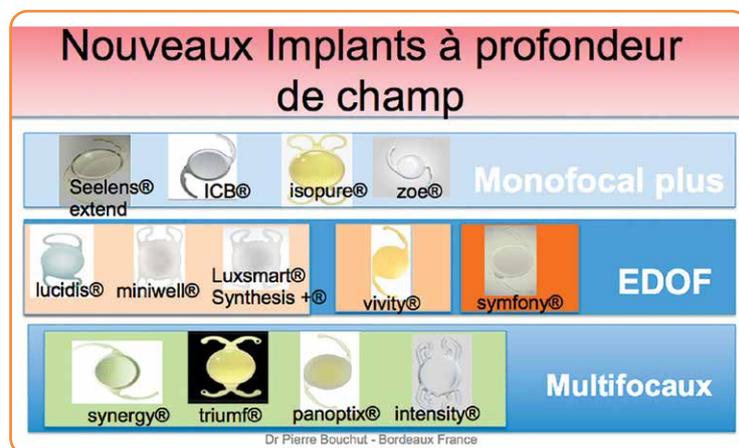


Figure 1 : Classification des différents implants.

Sur œil avec pathologie associée

Dans le cadre d'une pathologie associée, le choix de l'implant en chirurgie de la cataracte doit permettre une amélioration de l'état réfractif, mais sans avoir d'effet délétère pour la pathologie associée.

Quel implant choisir dans ce cas ?

Les implants monofocaux, monofocaux plus et les EDOF peuvent être envisagés pour peu que la fonctionnalité de l'œil soit encore suffisante pour bénéficier des optiques élaborées de ces implants.

Il est en effet illusoire de proposer une prise en charge de la presbytie sur un glaucome évolué ou sur une rétinopathie diabétique ou sur toute maculopathie patente, ou DMLA avérée.

Ces patients peuvent donc bénéficier d'une certaine approche réfractive de leur presbytie s'ils le souhaitent. Il faut cependant reconnaître que, si la pathologie sous-jacente est présente et connue du patient, les demandes et les attentes concernent surtout l'amélioration de la vision de loin et la correction de la presbytie par verre est souvent retenue. À retenir cependant, le cas particulier du patient qui lit sans lunettes sur une myopisation unilatérale de sa cataracte.

- L'implantation monofocale en bascule peut être une première approche pour garder une certaine autonomie et compenser la presbytie ; la bascule se devra d'être modérée (autour de 1,50 D), testée si possible au préalable et bien expliquée au patient. Cette cible réfractive permettra une relative autonomie en vision intermédiaire. Les implants monofocaux n'altéreront pas les contrastes, n'apporteront que peu d'effets photiques, permettront un bon accès du fond d'œil. L'anisométrie modérée induite, quant à elle, sera compensable par lunettes. Afin d'optimiser la vision sans correction, la prise en charge du cylindre réfractif avec un implant torique est fortement recommandée, sur l'œil en vision de loin mais aussi sur l'œil dédié à la vision de près.

- La proposition d'implants « monofocaux plus » (parfois appelés monofocaux EDOF) [Eyhance°, Isopure°, Seelens Extend°] est une alternative qui permet d'offrir une certaine profondeur de champ, en vision intermédiaire notamment. Ces implants n'altèrent pas les contrastes, n'apportent que peu d'effets photiques et n'ont pas de contre-indication en cas de pathologie associée.

En effet, leur optique est souvent comparée à celle d'implants monofocaux en ce qui concerne l'accessibilité au fond d'œil, les troubles photiques, etc. Bien entendu, les résultats fonctionnels seront liés à la fonctionnalité oculaire sous-jacente.

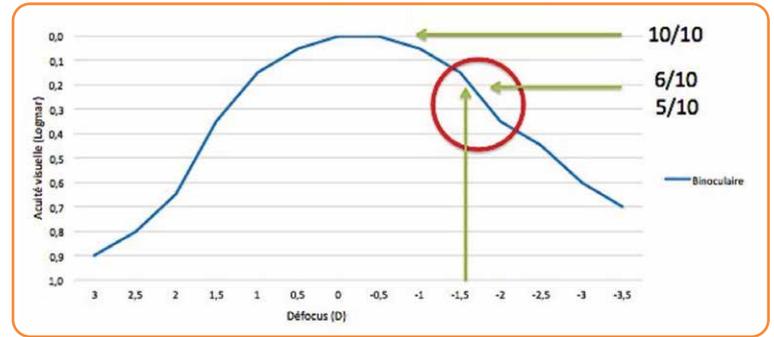


Figure 2 : Courbe de défocus générale ICB.

Une implantation bilatérale incrémente les résultats, comme toujours en chirurgie réfractive.

Pour conserver une bonne vision de loin, l'emmétropie post-opératoire sphéro-cylindrique est recommandée.

Une implantation avec bascule peut être proposée pour combiner une augmentation de profondeur de champ de l'implant avec une myopisation. Le gain par rapport à une bascule avec implants monofocaux reste très modéré.

Les patients bénéficient d'une vision intermédiaire mais le recours aux lunettes reste très fréquent pour la vision de près (**Figure 2**).

- L'utilisation d'implants EDOF non diffractifs est possible (Vivity°, Synthesis+°, Luxsmart°, Miniwell°, Lucidis°). Ces implants ont un réel potentiel pour améliorer la vision intermédiaire et la vision intermédiaire rapprochée. Ils ont l'avantage de ne pas entraîner de perte d'intensité lumineuse, de permettre une bonne accessibilité du fond d'œil et de ne pas entraîner de troubles photiques. Ces implants sont très efficaces sur la vision intermédiaire mais ont une prédictibilité plus faible sur leur efficacité en vision plus rapprochée. Certains patients peuvent approcher l'autonomie aux verres de lunettes en post-opératoire. Il faut cependant préciser que les modifications d'asphéricité de ces implants sont corrélées pour certains à leur efficacité en vision rapprochée et peuvent par corollaire parfois limiter la vision, de loin notamment.

Une emmétropie post-opératoire est souhaitable pour un bon résultat fonctionnel. En fonction de l'implant utilisé, une microbascule peut être proposée (Vivity°), mais ce n'est pas le cas pour tous les implants EDOF.

- Les implants EDOF diffractifs (Symfony°, BunnyActive°, ATLara°, topcon Comfort°), les implants multifocaux diffractifs (Panoptix°, Synergy°, Intensity°, Symbiose°, Triumf°) sont des implants efficaces pour la vision de près et très prédictifs du fait de leur réseau diffractif, mais ils peuvent engendrer une

perte de contraste, des effets photiques et une accessibilité plus délicate du fond d'œil et ne sont donc pas recommandés dans cette indication où l'œil présente une pathologie qui altère ses performances.

Sur œil sain sans pathologie associée

Nous sommes dans le cadre de la chirurgie d'un cristallin cataracté ou d'une chirurgie du cristallin clair. Si les mêmes implants peuvent être utilisés, ce sont les attentes des patients qui vont guider en partie le choix.

- L'implantation monofocale en bascule : elle peut rester une solution efficace pour les patients équipés en lentilles de contact avec bascule (souvent myopes) ou en cas de myopisation unilatérale sur cataracte ou bien en cas d'anisométrie ancienne modérée sans amblyopie. Cette solution est simple et procure une vision de près unilatérale et prédictible. Néanmoins, la vision de loin est portée par un seul œil et la vision intermédiaire est limitée.

Cette proposition convient plus en chirurgie de cataracte qu'en chirurgie du cristallin clair pour laquelle les attentes fonctionnelles sont plus importantes.

- L'implantation avec des implants EDOF non diffractifs (Vivity®, Synthesis+®, Luxsmart®, Miniwell®, Lucidis®) procure les avantages d'une profondeur de champ relativement prédictible. La vision de près en revanche se limite souvent à une vision utile à « bout de bras » et ne peut convenir en cas d'attente importante pour la lecture. La prédictibilité de ces implants ne permet pas de garantir une vision P2 pour le près. Leur intérêt en chirurgie de cataracte est certain, mais attention aux attentes en cristallin clair. Le choix doit être expliqué et justifié au patient.

Comme évoqué précédemment, ces implants sont efficaces quant à la vision intermédiaire mais les modifications d'asphéricité, pour certains d'entre eux, peuvent procurer une limitation dans la vision de loin, non corrigée par verres. Il est difficile d'anticiper ces effets qui dépendent de nombreux facteurs tels l'asphéricité cornéenne, le diamètre pupillaire, la kératométrie, etc.

L'implant Vivity® avec une optique Wavefront Shaping s'affranchit de ces réserves, mais la prédictibilité en vision de près sera toujours inférieure à celle d'un implant diffractif. L'implant Vivity® peut aussi être implanté en bascule pour incrémenter la VP (**Figure 3**).

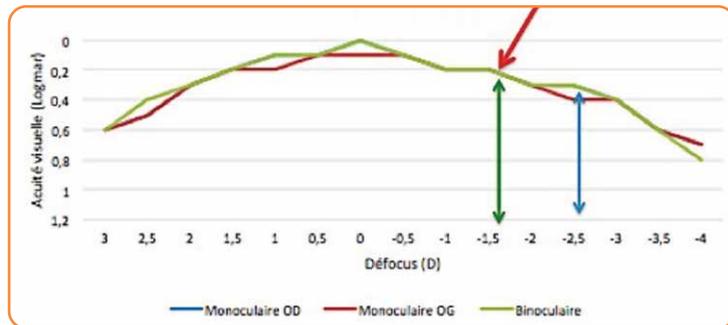


Figure 3 : Courbe de défocus Vivity®.

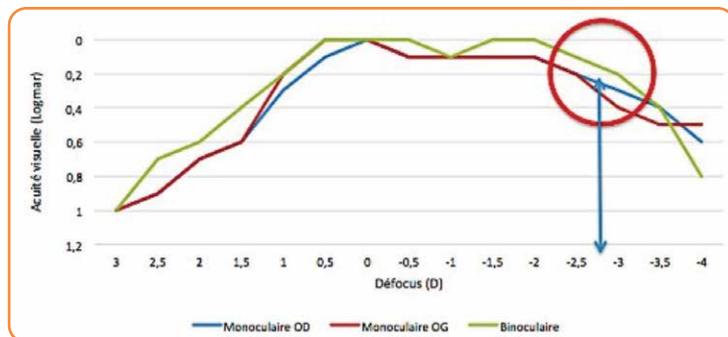


Figure 4 : Courbes de défocus Intensity®.

- L'implantation EDOF diffractive (Symfony®, BunnyActive®, ATLara®, topcon Comfort®) est une alternative. Ces implants sont proposés car ils présentent l'avantage d'une bonne prédictibilité des résultats au prix de quelques effets photiques maîtrisés. Ceux-ci sont très modérés, car l'addition est plus faible que pour des multifocaux traditionnels et les traitements modernes des optiques (contrôle des asphéricités, traitement du bord des marches, compensation des aberrations chromatiques) diminuent tous les effets photiques pour peu que l'on obtienne une bonne emmétropie sphéro-cylindrique en post-opératoire. La vision de loin et la vision intermédiaire sont bonnes. La vision de près, très reproductible et efficace, est souvent de l'ordre du P3 ou P4.

- L'implantation multifocale diffractive (Panoptix®, Synergy®, Intensity®, Symbiose®, Triumf®) reste aujourd'hui le meilleur moyen de garantir une vision de près indépendante des lunettes à près de 90 % (**Figure 4**). Les implants diffractifs de dernière génération associent les avantages de la prédictibilité des implants diffractifs traditionnels et ceux apportés par les implants EDOF diffractifs. Avec ces nouveaux implants trifocaux, quadrifocaux trifocalisés ou pentafocaux, la perte d'énergie lumineuse est très limitée (10 %). Les optiques récupèrent par exemple les énergies d'ordre 1 ou 2 selon les

implants pour en faire bénéficier les foyers de loin ou de près. Les compensations des aberrations chromatiques, la filtration de certaines longueurs d'ondes de la lumière, les traitements asphériques associés, les traitements de marches et des bords des implants, permettent d'optimiser les résultats visuels par rapport aux anciens implants diffractifs. Ces implants ont souvent un label marketing EDOF car le continuum de vision entre les différents foyers est très efficace avec des courbes de défocalisation qui soulignent des visions > 8/10 de loin jusqu'en vision de près.

Conclusion

La prise en charge de la presbytie est aujourd'hui très facilitée par la multitude d'implants à notre disposition. Conserver une bonne vision de loin avec un implant de presbytie est possible aujourd'hui. Une emmétropie sphérocyindrique participe à ce bon résultat et doit être obtenue.

Les implants monofocaux plus et EDOF aident à la prise en charge de la presbytie mais seuls les implants diffractifs offrent la prédictibilité du P2 en post-opératoire. L'implantation bilatérale du même implant incrémente les résultats visuels sans sommation des éventuels effets secondaires, néanmoins leur utilisation en *mix and match* peut être proposée dans certains cas avec de bons résultats.

La vie moderne ne nécessite pas d'obtenir une vision de près à P2 et le panel d'implants à notre disposition nous permet d'offrir au patient la vision utile et de qualité qu'il attend désormais après une chirurgie du cristallin qui s'avère de plus en plus réfractive et compensatrice non seulement de la pathologie mais qui se doit d'améliorer le bilan réfractif. Le choix de l'implant se fait *in fine* avec le patient après avoir analysé ses attentes, déterminé ses besoins, et l'ensemble doit être complété par les données d'examen clinique. Cela permettra d'obtenir de très bons résultats dans la prise en charge de la presbytie. ■

Liens d'intérêts : Consultant pour : Alcon, Johnson & Johnson, Thea, Hanita, Bausch + Lomb

Que retenir ?

- La chirurgie du cristallin clair est bien codifiée quelles que soient les amétropies.
- Le choix du type d'implant est primordial pour obtenir le résultat conforme aux attentes des patients.
- La prise en charge de la presbytie peut se faire avec de nombreux types d'implants.

Chirurgie du kératocône : comment optimiser le résultat réfractif ?

Olivier Prisant, Elodie Pottier

Cabinet Alma Vision, Clinique de la Vision, Paris
oprissant@gmail.com

Le kératocône (KC) est une déformation cornéenne évolutive entraînant une baisse d'acuité visuelle d'autant plus importante que la cornée est déformée. Sa prise en charge chirurgicale consiste à régulariser la cornée afin d'améliorer la vision. Elle comprend 2 méthodes, que l'on combine souvent d'une manière séquentielle :

- une méthode additive (anneaux intracornéens),
- une méthode ablatrice (laser Excimer topoguidé ou Topolink) toujours associée au cross-linking (CXL) de manière à éviter une aggravation de la déformation sous l'effet de la photoablation.

Ces 2 méthodes chirurgicales dites cornéoplastiques permettent d'améliorer la vision de 2 manières :

- elles permettent une remontée de la meilleure acuité (MAVC) en régularisant la géométrie cornéenne et en réduisant les aberrations d'ordre supérieur (HOA),
- elles permettent surtout de corriger l'amétropie sphéro-cylindrique, en particulier un astigmatisme souvent irrégulier et important, présent chez la plupart des patients kératocôniques.

C'est ce deuxième aspect réfractif de l'amélioration visuelle qui apporte l'essentiel de la satisfaction de ces patients, bien plus que la remontée de la MAVC. En effet, les patients kératocôniques sont presque toujours demandeurs d'un maximum d'autonomie visuelle sans correction, en d'autres termes d'une correction la plus complète possible de leur amétropie sphéro-cylindrique souvent forte associée au KC.

Nous allons voir comment chacune de ces 2 techniques permet dans une certaine mesure de corriger la sphère et le cylindre. Chaque KC étant différent, le succès réfractif de cette chirurgie repose sur le choix judicieux des anneaux puis sur une programmation ajustée du laser topoguidé afin de s'approcher au plus près de l'emmétropie post-opératoire.

Les anneaux intracornéens

Optimisation du choix des anneaux

Les anneaux intracornéens (AIC), initialement utilisés en chirurgie réfractive, permettent de corriger la déformation cornéenne sans amincir la cornée. C'est une technique réversible et peu invasive. L'effet des anneaux peut être visualisé sur la carte kératométrique différentielle obtenue par soustraction entre les cartes kératométriques pré- et post-opératoires. Cette carte différentielle montre le profil d'aplatissement cornéen généré par les anneaux, corrélé aux variations réfractives que l'on cherche à induire. Ce profil d'aplatissement peut varier qualitativement en fonction du nombre d'anneaux (1 ou 2) et de leur longueur angulaire et quantitativement en fonction de leur épaisseur, (*Figure 1*).

- **Longueur angulaire** : elle varie de 90° à 355°. Plus la longueur angulaire est courte et plus l'effet d'aplatissement est localisé, ce qui entraîne un effet torique prédominant. Inversement, les anneaux de longueur angulaire importante génèrent un aplatissement diffus mettant un accent prédominant sur la correction de la sphère plutôt que du cylindre. Il faut noter par ailleurs que les anneaux ne peuvent entraîner qu'un effet d'aplatissement et donc une hypermétropisation.

- **Épaisseur** : elle varie de 150 à 350 µm. Plus l'anneau est épais et plus son effet réfractif est important.

Plus récemment sont apparus des anneaux asymétriques (Keraring AS, AJL Pro+, etc.) dotés d'un gradient d'épaisseur d'environ 100 µm entre les extrémités proximales et distales de l'anneau. Leur effet d'aplatissement est plus important en regard de l'extrémité la plus épaisse, permettant de corriger de façon plus précise les déformations asymétriques

kératocôniques en « bonhomme de neige » ou en « canard » principalement (**Figure 1**).

Optimiser le choix des anneaux revient à choisir le bon profil d'aplatissement et à positionner les anneaux d'une manière précise conformément au plan de traitement lors de la chirurgie. Lorsque l'on débute dans cette chirurgie, on s'aide

volontiers du nomogramme fourni par le laboratoire. C'est avec l'expérience que l'on parvient à dessiner soi-même le plan de traitement et à adapter au mieux le choix des AIC.

■ Optimisation de la programmation du tunnel

Le tunnel intracornéen est programmé au laser femtoseconde en fonction des paramètres suivants :

- Profondeur du tunnel à 75 % de la pachymétrie minimale sur la zone tunnalisée,
- localisation de l'incision à travers laquelle est inséré l'anneau, choisie en fonction du plan de traitement,
- surtout, largeur du tunnel conditionnant l'effet de « stretching » cornéen souhaité en fonction de la correction réfractive que l'on cherche à apporter. Plus le tunnel est étroit, plus l'effet mécanique de l'anneau et la correction réfractive sont importants et inversement (**Figure 2**). Pour les anneaux circulaires, la largeur du tunnel est majorée de manière à pouvoir insérer l'anneau sur 360° sans difficulté.

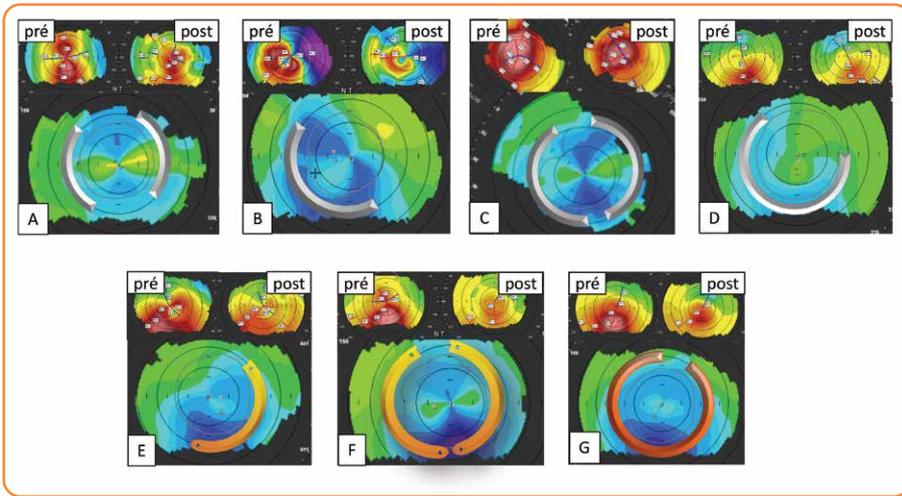


Figure 1 : Cartes différentielles (profils d'aplatissement) obtenues par soustraction des cartes kératométriques pré- et post-opératoires après anneaux montrant l'effet d'aplatissement des anneaux posés. Chaque anneau ou combinaison d'anneaux génère un profil spécifique, à tel point qu'il est possible de deviner les anneaux qui ont été posés rien qu'en analysant cette carte différentielle.

Profils d'aplatissement avec anneaux standard : avec 2 anneaux de 120° (A), avec 1 anneau de 160° (B), avec 2 anneaux de 160° (C), avec 1 anneau de 210° (D).

Profils d'aplatissement avec anneaux asymétriques (à gradient d'épaisseur) : avec 1 Keraring AS 160° utilisé pour les kératocônes de phénotype « canard » (E), avec 2 Keraring AS 160° utilisés pour les kératocônes de phénotypes « bonhomme de neige » (F), avec 1 Keraring AS 330° utilisé pour les kératocônes paracentraux (G).

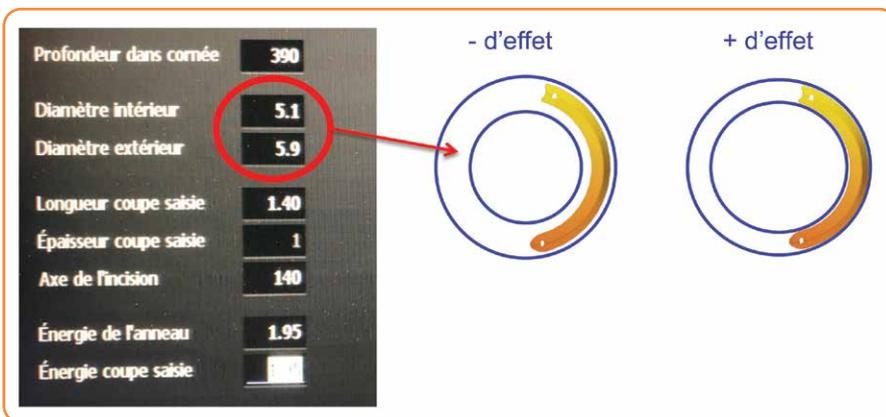


Figure 2 : Programmation du tunnel au laser femtoseconde.

On peut moduler l'effet de l'anneau en jouant sur la largeur du tunnel : réduction de l'effet de « stretching » en élargissant le tunnel et inversement. Pour les anneaux de 5 mm non circulaires, nous programmons actuellement un tunnel de 5 par 5,9 mm de diamètre.

■ Optimisation du positionnement de l'anneau

Le résultat visuel après anneaux intracornéens dépend essentiellement du bon positionnement de ces derniers, aussi bien du positionnement angulaire que du centrage par rapport à l'axe visuel.

- **Le positionnement angulaire** est surtout important pour les anneaux de longueur angulaire courte à effet torique prédominant. Il est fondamental de marquer l'axe horizontal en position assise de manière à éviter un effet de cyclotorsion en position allongée. L'anneau est centré sur le méridien le plus plat. Ce positionnement généralement situé en aval du cône permet de le réduire et de le recentrer, ce qui se traduit d'un point de vue réfractif par une correction

de la sphère et du cylindre (Figure 3).

- **Le centrage par rapport à l'axe visuel** est surtout très important lorsque l'on insère 2 anneaux ou un anneau circulaire. En effet, un anneau décentré peut entraîner des éblouissements et halos insupportables, surtout lorsque la pupille est large. Dans certains cas, il peut être préférable de positionner des anneaux de plus grand diamètre en sachant que l'effet réfractif en sera réduit. En pratique, l'axe visuel est marqué sous le laser Excimer au niveau du réflexe de Purkinje. Le tunnel réalisé au laser femtoseconde est ensuite centré sur cette marque.

Le laser topoguidé (topolink)

Le topolink est une photoablation couplée à la topographie cornéenne. En pratique, nous utilisons la topographie générée par le Pentacam et transmise au laser Excimer EX500 (WaveLight®, Alcon). Le laser génère un profil d'ablation personnalisé, censé réduire les irrégularités cornéennes et donc les aberrations d'ordre supérieur. Dans la limite de la pachymétrie disponible, ce laser peut également avoir un effet réfractif afin de viser une emmétropie post-opératoire.

Il peut être réalisé en première intention chez les patients ayant un KC peu avancé avec faible baisse de la MAVC ou faible amétropie. Il est cependant le plus souvent réalisé quelques mois après la pose des anneaux de manière à compléter l'effet thérapeutique de ces derniers avec plus de précision. Le topolink est toujours associé à un CXL afin de stabiliser les KC évolutifs ou d'éviter l'aggravation de la déformation sous l'effet de la photoablation même si le KC est stable. Il est contre-indiqué ou doit être ajusté chez les patients ayant une pachymétrie minimale inférieure à 400 µm. Nous avons montré dans une étude rétrospective sur 154 yeux présentée à la SAFIR 2022 que cette photo-

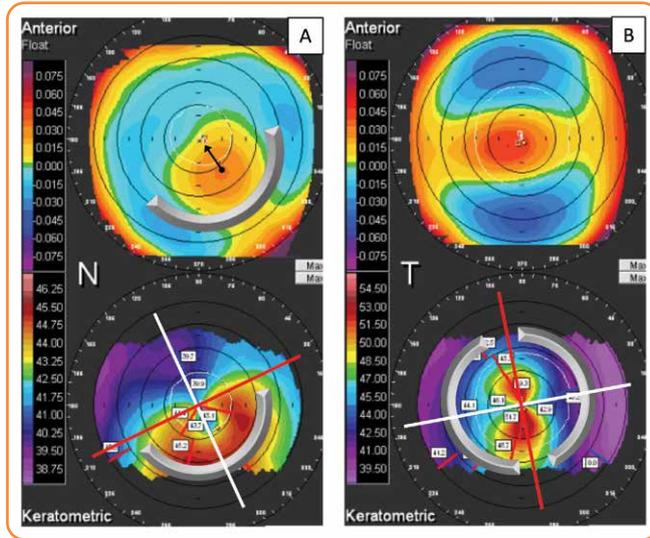


Figure 3 : Positionnement angulaire des anneaux : plan de traitement.
 A : Pour un KC décentré, l'anneau est positionné en aval du cône et centré sur le méridien le plus plat (en blanc) de manière à réduire et recentrer le cône (flèche noire).
 B : Pour un KC central avec astigmatisme, 2 anneaux sont positionnés de part et d'autre du méridien cambré (en rouge) de manière à corriger l'astigmatisme et à réduire le cône.

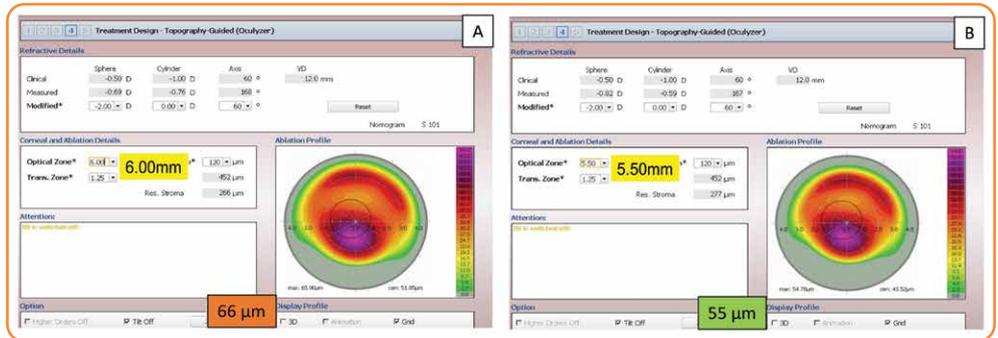


Figure 4 : Ajustement de la profondeur d'ablation du Topolink.
 Pour une correction donnée, la profondeur d'ablation peut être réduite en diminuant le diamètre de la zone optique. Pour -0.50(-1.00)60° dans cet exemple, la profondeur d'ablation est de 66 µm pour une zone optique de 6 mm (A) et de 55 µm pour une zone optique de 5.5 mm (B).

ablation n'aggrave pas la déformation cornéenne avec un recul de plusieurs années, à condition qu'elle soit systématiquement couplée au CXL.

Optimisation de la programmation du laser

La profondeur d'ablation sur cornée kératocônique ne doit idéalement pas excéder 50 µm afin de ne pas induire une déformation cornéenne supplémentaire. Lorsque la pachymétrie est suffisante, il est possible de dépasser modérément ce seuil.

Comme en chirurgie réfractive, il est possible de faire varier la profondeur d'ablation en ajustant le diamètre de la zone optique (Figure 4). Nous essayons dans l'idéal de programmer la correction totale de l'amétropie sphéro-cylindrique.

Optimisation de la séquence thérapeutique

La grande majorité des patients kératocôniques justifie une chirurgie conservatrice combinée par anneaux intracornéens dans un premier temps puis par laser topoguidé dans un second temps (**Figure 5A**). Cette séquence thérapeutique est justifiée par le fait que les anneaux, dotés d'un fort pouvoir de régularisation, accomplissent l'essentiel de la correction réfractive avec une précision moindre. L'amétropie résiduelle après pose d'anneaux est ensuite corrigée à l'aide du laser topoguidé dont le pouvoir de régularisation est plafonné par la nécessité de limiter la profondeur d'ablation mais dont la précision est supérieure à celle des anneaux

permettant ainsi d'affiner le résultat réfractif final. Les anneaux agissent donc comme facteur d'économie tissulaire contribuant à une meilleure stabilité biomécanique.

La **Figure 5B** montre que lorsque la myopie initiale est forte et dépasse les capacités de correction des anneaux et du laser topoguidé, il peut être nécessaire de finaliser la correction chirurgicale réfractive par la pose d'un implant phaqué de type ICL, une fois la cornée régularisée et stabilisée. Inversement, lorsque le KC est peu avancé avec faible baisse de la MAVC et faible amétropie sphéro-cylindrique, une seule procédure par laser topoguidé associé au CXL peut suffire à emmétropiser le patient (**Figure 5C**). La **Figure 5D** montre

H. 28 ans	PREOP	POST AIC	POST Topo CXL
MAVC	6/10 -3.50(-3.50)0°	7/10 -2.50(-1.50)50°	9/10 -0.50(-0.50)60°
KMAX	53 D	52 D	46.9 D
ASTIG K	3.9 D	1.1 D	0.4 D

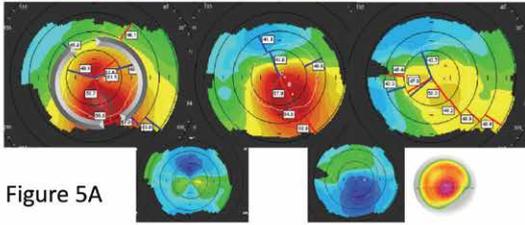


Figure 5A

F. 24 ans	Pré-op	Post-anneau	Post-TopoCXL	Post ICL
MAVC	4/10 -12.00(-6.00)20°	5/10 -9.50 (-1.50)30°	7/10 -7.50(-1.50)10°	8/10 +0.25(-0.50)0°
KMAX	62 D	58 D	52 D	52 D
ASTIG K	4 D	2 D	2.5 D	2.5 D

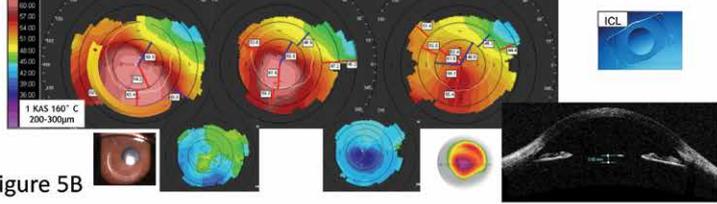


Figure 5B

H. 25 ans	PRE OP	POST Topo CXL
MAVC	7/10 -3.00(-1.00)115°	10/10 -0.25(-0.25)35°
KMAX	47.3 D	44.3 D
ASTIG K	1.3 D	0.5 D

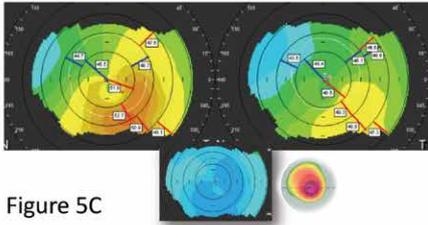


Figure 5C

F. 32 ans	PREOP	POST AIC	POST Topo CXL
MAVC	4/10 +0.75(-1.75)0°	5/10 +3.00(-1.50)170°	8/10 -0.50(-0.25)10°
KMAX	50.9 D	45.6 D	46.4 D
ASTIG K	2 D	1.9 D	1.2 D

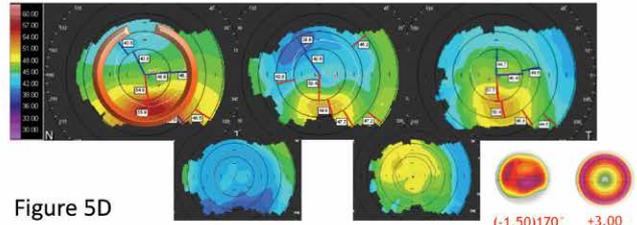


Figure 5D

Figure 5 : Exemples cliniques de chirurgie conservatrice chez des patients kératocôniques.

5A : Prise en charge en 2 étapes chez un patient de 28 ans ayant une MAVC pré-opératoire de 6/10 avec $-3.50(-3.50)0^\circ$ avec pose de 2 anneaux de 160° dans un premier temps puis laser topoguidé avec CXL quelques mois plus tard. Cette séquence a permis de faire remonter la MAVC à 9/10 avec $-0.50(-0.50)60^\circ$.

5B : Prise en charge en 3 étapes chez une patiente de 24 ans présentant un KC très avancé avec un Kmax à 62 D et une très forte myopie. Nous avons posé un Keraring AS 160° puis avons réalisé un topolink avec CXL quelques mois plus tard. Ces 2 procédures ont permis de faire remonter la MAVC de 4 à 7/10° avec une réfraction résiduelle de $-7.50(-1.50)10^\circ$. Une fois la cornée régularisée et stabilisée, nous avons posé un implant phaqué ICL ayant permis d'emmétropiser la patiente et de faire remonter la MAVC à 8/10.

5C : Prise en charge d'un KC peu avancé chez un patient de 25 ans avec le protocole d'Athènes : topolink + CXL.

Cette chirurgie a permis de faire remonter la MAVC de 7 à 10/10 et de corriger la réfraction du patient qui est passée de $-3,50$ D d'équivalent sphérique à $-0,25$ D.

5D : Utilisation du laser Excimer en 2 étapes sur une patiente de 32 ans hypermétropisée après la pose d'un Keraring AS 330° .

Nous sommes ici en présence d'un KC avec un Kmax à 50,9 D et une MAVC abaissée à 4/10 mais un équivalent sphérique proche de 0 en pré-opératoire. L'anneau posé a permis de faire remonter la MAVC à 5/10, mais a induit une hypermétropisation de $+2,25$ D en ES. Nous avons alors réalisé la photoablation au laser Excimer en 2 étapes, toujours couplée au CXL :

- une phase topoguidée centrale pour régulariser la cornée et faire remonter la MAVC. Nous avons ici programmé uniquement l'astigmatisme en cylindre négatif.
- une phase très périphérique dans laquelle nous avons programmé la correction de l'hypermétropie.

Ce protocole en 2 phases de traitement permet de faire remonter la MAVC tout en corrigeant l'amétropie des patients. Il a permis ici d'obtenir 8/10 avec $-0.50(-0.25)10^\circ$ en post-opératoire.

le protocole utilisé sur les patients hypermétropes après anneaux pour lesquels 2 phases de laser Excimer sont réalisées : une phase topoguidée centrale qui régularise la cornée et corrige l'astigmatisme puis une phase très périphérique qui cherche à corriger l'hypermétropie.

Alors que le protocole d'Athènes préconise la photoablation topoguidée et le CXL dans le même temps opératoire, certains auteurs ont mis en avant l'intérêt de réaliser le CXL séparément et préalablement au laser topoguidé de manière à augmenter la prédictibilité réfractive. Dans leur expérience, la photoablation a lieu 6 à 12 mois après le CXL. Le nomogramme d'ablation du laser topoguidé est alors ajusté, puisque la photoablation d'un stroma cross-linké est moins importante que celle d'un stroma non traité. Cependant, dans notre expérience, le protocole d'Athènes donne d'excellents résultats visuels et permet d'éviter une intervention supplémentaire aux patients.

Conclusion

La chirurgie conservatrice du KC comporte un arsenal thérapeutique sans cesse enrichi par notre expérience croissante et l'apparition de nouveaux dispositifs (anneaux asymétriques, nouveaux nomogrammes de photoablation et de CXL, etc.), permettant une approche réfractive emmétropisante chez la majorité des patients kératocôniques, tous très demandeurs d'un maximum d'autonomie visuelle sans correction. ■

Liens d'intérêts : aucun

RÉFÉRENCES

1. d'Azy CB, Pereira B, Chiambaretta F, Dutheil F. Efficacy of Different Procedures of Intra-Corneal Ring Segment Implantation in Keratoconus: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Trans Vis Sci Tech* 2019;8:38.
2. Prisant O, Pottier E, Guedj T, Hoang Xuan T. Clinical Outcomes of an Asymmetric Model of Intrastromal Corneal Ring Segments for the Correction of Keratoconus: Cornea. Published online October 2019:1.
3. Kanellopoulos AJ. Ten-Year Outcomes of Progressive Keratoconus Management With the Athens Protocol (Topography-Guided Partial-Refractive PRK Combined With CXL). *J Refract Surg* 2019;35:478-83.
4. Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg* 2009;25(9):S812-818.
5. Zhu AY, Jun AS, Soiberman US. Combined Protocols for Corneal Collagen Cross-Linking with Photorefractive Surgery for Refractive Management of Keratoconus: Update on Techniques and Review of Literature. *Ophthalmol Ther* 2019;8(Suppl 1):15-31.

Chirurgie laser : PKR, Lasik ou SMILE ?

Liem Trinh

Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts, Paris

Points clés

Les facteurs de risque d'ectasie post-LASIK sont :

- un kératocône suspect en topographie cornéenne,
- un mur postérieur résiduel postopératoire < 300 microns,
- une pachymétrie pré-opératoire < 500 microns,
- un âge < 21 ans,
- une myopie forte,
- un pourcentage de tissu altéré (PTA) < 40 %.

■ Introduction

Les progrès technologiques en chirurgie réfractive ces dernières années ont permis d'accroître les offres chirurgicales. La photokératectomie réfractive (PKR), le LASIK et le SMILE sont les techniques de correction chirurgicale réfractive cornéenne de routine utilisant le laser excimer et/ou le laser femtoseconde. Chaque technique opératoire comporte ses avantages et inconvénients, et il est donc important de connaître leurs indications et contre-indications. Nous présenterons ici ces différentes chirurgies et donnerons les clés pour pouvoir choisir quelle technique pour quel patient.

■ La chirurgie réfractive cornéenne au laser

La chirurgie réfractive cornéenne est la méthode chirurgicale la plus répandue car cette technique est très efficace et peu invasive. Son but est de modifier la courbure du dioptre cornéen à l'aide d'un laser pour rendre l'œil emmétrope. La photoablation cornéenne est réalisée soit au laser excimer (par photokératectomie réfractive [PKR] ou

par LASIK), soit par extraction d'un lentille intrastromal découpé au laser femtoseconde (*SMall Incision Lenticule Extraction* [SMILE]).

■ La photokératectomie réfractive (PKR) dite « laser d'ablation de surface »

▶▶▶ Description

La PKR consiste à procéder au remodelage cornéen par ablation de tissu au laser excimer à la surface de la cornée après sa désépithélisation (**Figure 1**). Cette technique est la plus ancienne parmi les techniques actuelles, et toujours utilisée pour son recul de plus de 30 ans et son risque d'ectasie post-opératoire moindre par rapport aux techniques plus récentes ⁽¹⁾.

▶▶▶ 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, même si en l'absence de contre-indication, un LASIK ou un SMILE 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-indi-

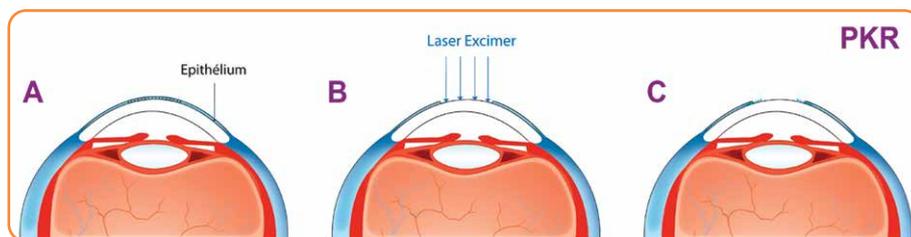


Figure 1 : Photokératectomie réfractive (PKR) dite « laser d'ablation de surface ». A) Désépithélisation centrale. B) Photoablation cornéenne au laser excimer. C) L'épithélium cicatrise ensuite en 48 heures.

cations au LASIK pour des raisons de risque de déplacement de capot (sport de combat, métier à risque), et également en cas de facteur de risque d'ectasie post-LASIK. Un kératocône avéré reste une contre-indication absolue à toute chirurgie réfractive. Une PKR peut être en revanche proposée pour un kératocône suspect, mais avec la plus grande prudence et certaines règles de précaution doivent être impérativement respectées. Tout d'abord, en cas de kératocône suspect, un contrôle topographique doit être réalisé pour s'assurer de l'absence d'évolutivité. Il est également souhaitable d'attendre l'âge de 30 ans pour le patient. Ensuite, la correction sphérique doit être faible afin que l'ablation cornéenne soit modérée. Enfin, la pachymétrie pré-opératoire doit être supérieure à 480 microns afin de ne pas trop affiner la cornée. Si toutes ces conditions ne sont pas remplies devant un kératocône suspect, la PKR sera proscrite.

■ Le LASIK (*Laser in situ Keratomileusis*)

▶▶▶ Description

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. Par contre, la photoablation se déroule non plus en surface mais plus en profondeur sous un capot cornéen (**Figure 2**) permettant de s'affranchir des inconvénients de la PKR tels que la douleur post-opératoire liée à l'ulcère cornéen et le long délai de récupération visuelle, le patient récupérant dès le lendemain d'un LASIK.

▶▶▶ Indications

Le LASIK est devenu dans les années 1990 la technique la plus utilisée pour corriger la myopie, dépassant la PKR grâce à son caractère peu douloureux en post-opératoire immédiat et sa récupération visuelle très rapide. Néanmoins, l'apparition d'ectasies post-LASIK a permis de mieux connaître leurs facteurs de risque⁽²⁾ 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 (kératométrie moyenne > 47 dioptries, pattern topographique en nœud papillon asymétrique, asymé-

trie inférieure > 1 dioptrie, pachymétrie < 500 microns, perte de l'énantiomorphisme entre les 2 yeux, SRAX [*Skewed Radial Axis*]). L'âge du patient est également un facteur de risque d'ectasie post-LASIK et un âge > 23 ans est un minimum à condition d'avoir une myopie stable depuis plus de 2 ans. Pour calculer le degré maximal de myopie possible à corriger en LASIK pour le patient, certains paramètres doivent être calculés en amont et respecter certaines normes : un mur postérieur résiduel post-opératoire > 300 microns et un pourcentage de tissu altéré (PTA) < 40 %⁽³⁾. Le pourcentage de tissu altéré correspond à l'épaisseur du volet cornéen et de tissu retiré au laser excimer rapporté à la pachymétrie pré-opératoire. Si un de ces paramètres ne remplit pas les conditions ci-dessus, le LASIK sera alors écarté.

■ Le SMILE (*SMall Incision Lenticule Extraction*)

▶▶▶ Description

Le SMILE (*SMall Incision Lenticule Extraction*) est la technique de chirurgie réfractive cornéenne la plus récente, consistant en une ablation d'un lenticule cornéen intrastromal (découpé au laser femtoseconde) à travers une mini-incision sans découpe de capot (**Figure 3**). Le SMILE présente comme principal avantage par rapport au LASIK d'être moins invasif (par l'absence de capot) et plus conservateur pour l'architecture cornéenne.

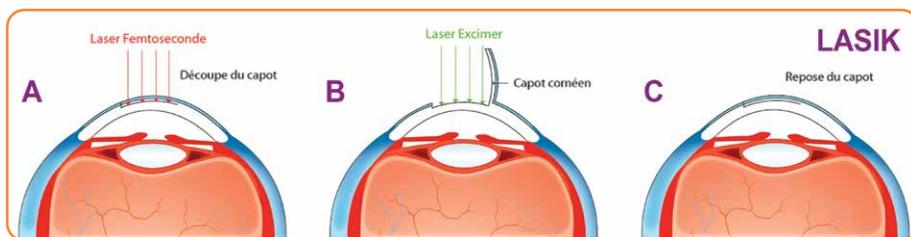


Figure 2 : Déroulement d'un LASIK. A) Découpe d'un capot cornéen au laser femtoseconde. B) Photoablation au laser excimer du lit stromal après soulèvement du capot cornéen. C) Repos du capot cornéen.

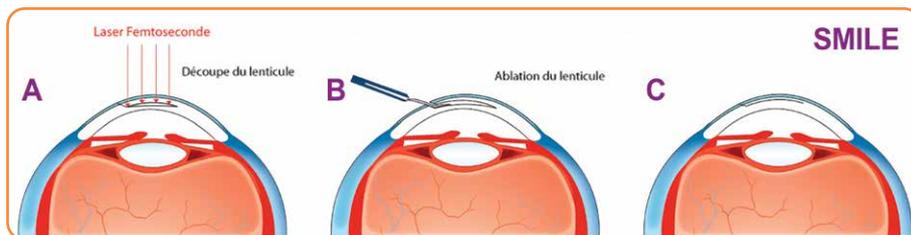


Figure 3 : Déroulement d'une chirurgie SMILE. A) Découpe d'un lenticule cornéen intrastromal et d'une mini-incision cornéenne au laser femtoseconde. B) Extraction du lenticule à travers la mini-incision. C) Lenticule retiré.

▶▶▶ 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 D à -12 D ;
- astigmatisme : de -0,25 D à -5 D.

Depuis l'avènement de cette technique chirurgicale, plusieurs cas d'ectasie cornéenne post-SMILE ont été décrits dans la littérature internationale ^(4,5). 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 2022, pour ces raisons, **les indications de chirurgie SMILE conservent exactement les mêmes critères topographiques et pachymétriques que le LASIK, et les contre-indications du SMILE sont les mêmes que celles du LASIK.**

Même si le SMILE provoque moins de sécheresse oculaire post-opératoire que le LASIK pendant les 6 premiers mois ⁽⁶⁾, il est contre-indiqué en cas de sécheresse oculaire pré-opératoire importante, tant qu'elle n'aura pas été traitée au préalable.

■ Conclusion : quelle technique pour quel patient ?

Les solutions chirurgicales pour corriger la myopie sont nombreuses et en constante évolution. Leurs indications sont bien différentes et doivent prendre en compte pour chaque patient : l'âge, le degré d'amétropie, la présence d'anomalie topographique cornéenne faisant évoquer un kératocône infraclinique, la pachymétrie, le mur résiduel postérieur simulé et la kératométrie post-opératoire simulée. L'arbre décisionnel entre PKR, LASIK et SMILE est résumé dans le **Tableau**.

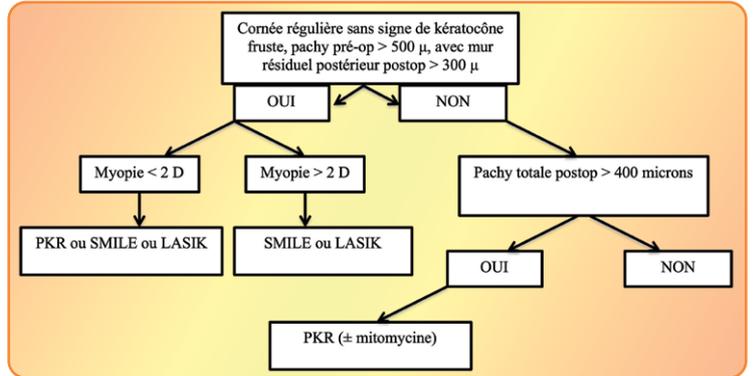


Tableau 1 : Arbre décisionnel de chirurgie réfractive cornéenne au laser pour choisir quelle technique pour quel patient.

En cas d'absence de kératocône infraclinique en topographie cornéenne, avec pachymétrie pré-opératoire > 500 microns et mur résiduel postérieur post-opératoire simulé > 300 microns, un LASIK ou un SMILE sera proposé en premier. Mais en cas de contre-indication au LASIK (kératocône infraclinique, pachymétrie fine < 500 microns, mur résiduel postérieur < 300 microns), une PKR pourra être proposée. Néanmoins, en cas de myopie trop forte, de pachymétrie trop fine avec une pachymétrie totale post-opératoire simulée < 400 microns, la PKR ne sera pas possible et une chirurgie par implantation phaque pourra être discutée. Enfin, la chirurgie réfractive n'étant jamais dénuée de risque, l'abstention doit être choisie sans hésitation si aucune technique chirurgicale n'est convenable. ■

Liens d'intérêts : Consultant Carl Zeiss Meditec

RÉFÉRENCES

1. Sorkin N, Kaiserman I, Domniz Y, Sela T, Munzer G, Varssano D. Risk Assessment for Corneal Ectasia following Photorefractive Keratectomy. *J Ophthalmol* 2017;2017:2434830.
2. Randleman JB. Evaluating risk factors for ectasia: what is the goal of assessing risk? *J Refract Surg* 2010;26:236-7.
3. Santhiago MR, Giacomini NT, Smadja D, Bechara SJ. Ectasia risk factors in refractive surgery. *Clin Ophthalmol* 2016;10:713-20.
4. El-Naggar MT. Bilateral ectasia after femtosecond laser-assisted small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:884-8.
5. Mattila JS, Holopainen JM. Bilateral Ectasia After Femtosecond Laser-Assisted Small Incision Lenticule Extraction (SMILE). *J Refract Surg* 2016;32:497-500.
6. Denoyer A, Landman E, Trinh L, Faure JF, Auclin F, Baudouin C. Dry eye disease after refractive surgery: comparative outcomes of small incision lenticule extraction versus LASIK. *Ophthalmology* 2015;122:669-76.

Myopie forte : chirurgie laser ou implant ?

Louis Hoffart, Gaëlle Ho Wang Yin

Clinique Monticelli-Vélodrome, Marseille

La myopie forte est un véritable handicap visuel car elle s'accompagne d'une dépendance totale aux moyens de correction traditionnels (lunettes, lentilles de contact). Les verres correcteurs sont de plus inesthétiques (bords épais, rétrécissement concentrique du visage au travers d'eux, reflets) et inconfortables du fait de leur poids et 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. L'apparition d'une intolérance aux lentilles de contact est un motif de consultation pour chirurgie réfractive très fréquent chez ces patients. Si les myopies faibles et moyennes représentent certainement les meilleures indications de la chirurgie réfractive cornéenne, la correction de la myopie forte est sujette à controverses.

Comment définir la myopie forte ?

La myopie forte peut être définie par sa puissance réfractive (myopie > -6 D) ou par la mesure de la longueur axiale (> à 26 mm). Le nombre de myopes ne cesse de progresser dans le monde et on parle aujourd'hui de pandémie de myopie, qui est encore aggravée par les conditions de vie actuelles qui impliquent une forte utilisation des écrans, qui stimule fortement l'accommodation par les efforts en vision de près. En Asie, 90 % des adolescents et jeunes adultes en zones urbaines sont myopes. Le taux de myopie en Europe est d'environ 1 personne sur 3, soit 40 % des 12-54 ans. On estime qu'en 2050, 50 % de la population mondiale seront myopes et que 20 % de la population mondiale seront atteints d'une myopie forte ⁽¹⁾.

Il est difficile de fixer une limite supérieure précise pour la correction de la myopie par laser et la faisabilité de la chirurgie sera déterminée grâce à la confrontation des éléments

recueillis lors du bilan pré-opératoire et des attentes du patient. Les myopies fortes, au-delà d'un certain degré, ne seront pas accessibles à la chirurgie cornéenne mais nécessiteront une implantation phaque, voire de chambre postérieure en fonction des caractéristiques visuelles et biométriques du patient.

Les techniques chirurgicales disponibles pour corriger la myopie forte

Photoablation

Trois méthodes de correction ablative cornéenne de la myopie sont envisageables si la pachymétrie, la topographie et la pupille mésopique le permettent :

- le femtoLASIK,
- la PKR avec application de mitomycine,
- le SMILE.

L'efficacité de ces méthodes semble équivalente, mais limitée à partir d'environ 8 dioptries ⁽²⁾. En plus des effets indésirables classiques, le patient myope fort sera ainsi plus particulièrement prévenu des limitations suivantes :

- l'imprécision relative (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 ;
- la réduction de la qualité de vision scotopique ⁽³⁾ 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. Afin de prévenir une ectasie cornéenne secondaire, le respect d'un mur stromal postérieur d'épaisseur supérieure ou égale à 250 μm , en femtoLASIK ou SMILE, est un consensus adopté par la majorité des chirurgiens réfractifs ⁽⁴⁾. Concernant la PKR, une pachymétrie post-opératoire de 400 μm est un objectif raisonnable. Quelle que soit l'importance de la correction, un kératocône infraclinique doit être éliminé. Il sera évoqué grâce à un examen de topographie cornéenne. Contrairement aux hypermétropes, la conformation orbitaire et oculaire des myopes forts favorise une bonne exposition du globe pour la chirurgie réfractive cornéenne. En cas de réalisation d'un femtoLASIK, la taille du capot sera 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 le moins cambré induit un pourtour elliptique à la photoablation. La pupille est souvent légèrement décalée en nasal chez le myope fort et peut nécessiter un léger recentrage du traitement photoablatif afin d'optimiser les dimensions du lit stromal disponible.

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, et la mesure pré-opératoire de la longueur axiale pourra permettre d'évaluer l'origine de cette nouvelle dégradation de l'acuité visuelle.

Le respect des contre-indications et l'information du patient quant aux particularités de la réalisation et aux résultats de la chirurgie réfractive cornéenne dans ce contexte permettent de concilier sécurité et satisfaction post-opératoire pour le patient et son chirurgien.

■ Implants paques de chambre postérieure

La pose d'implants dits « paques » présente l'intérêt de corriger de fortes amétropies sans modifier significativement le profil cornéen ni supprimer l'accommodation. La chirurgie réfractive par implant paque présente des avantages qui sont :

- la réversibilité,
- l'absence d'induction d'aberrations optiques,
- une zone optique de taille supérieure pour les myopies fortes à celle obtenue par photoablation.

Les implants paques sont indiqués préférentiellement à la chirurgie laser si :

- la myopie ou le méridien le plus myope est supérieur à - 8,00 D ;
- la pachymétrie est inférieure à 500 μm ;

- le mur postérieur résiduel après chirurgie par femtoLASIK est inférieur à 250 μm ;
- la topographie cornéenne présente un ou plusieurs signes en faveur d'un kératocône infraclinique ;
- la pupille mésopique est supérieure à 6 mm.

Le bilan pré-opératoire doit vérifier les points suivants :

- une profondeur de chambre antérieure (à partir de l'endothélium) > 2,80 mm ;
- un angle iridocornéen ouvert ;
- l'absence de syndrome de dispersion pigmentaire ;
- l'absence d'anomalie qualitative ou quantitative de l'endothélium cornéen ;
- l'absence d'anomalie zonulaire qui pourrait favoriser la luxation de l'implant dans le segment postérieur.

L'intervention est rapide et peut être réalisée de façon bilatérale avec certaines précautions garantissant la limitation du risque infectieux. Le résultat fonctionnel est rapidement obtenu, mais la stabilité réfractive peut prendre jusqu'à 4 semaines (du fait des perturbations induites par le myotique utilisé en fin d'intervention).

La sécurité est devenue optimale avec les multiples améliorations de l'implant et de la procédure depuis 20 ans (plus de 750 000 implants posés). L'insertion d'implants paques expose aux risques de toute chirurgie intraoculaire : infection, glaucome, inflammation. Les implants paques sont également vecteurs potentiels de complications spécifiques : la perte endothéliale post-opératoire et l'induction d'une cataracte ⁽⁵⁾. Des complications plus rares sont également rapportées : dispersion pigmentaire, syndrome d'Urrets-Zavalía, blocage pupillaire, hémorragie maculaire. Enfin, l'asphéricité de l'optique des implants paques n'est pas optimisée pour compenser l'aberration sphérique cornéenne de la myopie forte et la perception de halos, ou d'éblouissements en conditions mésopiques est signalée par une proportion non négligeable de patients ayant reçu ce type d'implant ⁽⁶⁾.

Les évolutions majeures récentes en termes de sécurité sont à noter :

- ajout de perforations dans l'optique (**Figure 1**), permettant une fluidique de l'humeur aqueuse améliorée, avec disparition quasi complète des risques de cataracte précoce (moins de 1 %) et évitant la réalisation d'une iridectomie périphérique ainsi que le risque de blocage pupillaire, sans modifier la performance optique ou visuelle de l'implant.



Figure 1 : Implant paque de chambre postérieure IPCL (Care group).

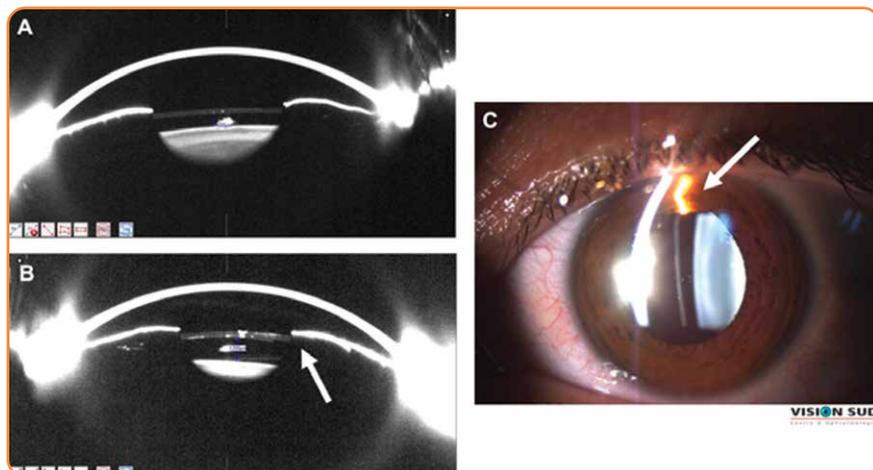


Figure 2 : A. Implant phaques de chambre postérieure avec « vaulting » conforme aux préconisations. B et C : « vaulting » excessif avec capture du bord pupillaire supérieur par l'implant en conditions mésopiques.

- L'amélioration des méthodes de dimensionnement de l'implant évite les problèmes de vaulting excessif ou insuffisant (**Figure 2**), notamment par les mesures en UBM et en OCT de segment antérieur, qui permettent d'obtenir une meilleure précision dans la mesure des diamètres du sulcus.

Chirurgie cristallinienne

Elle est particulièrement efficace optiquement et fonctionnellement dans la myopie forte, en cas de cataracte débutante ou après 50 ans, à condition de contrôler les risques rétinien.

La biométrie en échographie mode B est conseillée, car les causes d'erreur (fixation excentrée, interfaces opaques, déformation du pôle postérieur) peuvent réduire la fiabilité de la biométrie optique. Pour une correction donnée, la chirurgie cristallinienne présente la meilleure taille de zone optique effective, le moins d'aberrations optiques d'ordre supérieur, le meilleur agrandissement de l'image fovéolaire, et permet de restaurer une transparence cristallinienne parfaite, chez des patients fort myopes qui sont très souvent porteurs d'une cataracte nucléaire précoce et méconnue. Elle doit être réservée aux cas pour lesquels le risque vitréo-rétinien est acceptable (détachement postérieur du vitré complet).

Elle est indiquée préférentiellement :

- chez le sujet de plus de 50 ans,
- en cas de cataracte déjà significative,

- en cas d'évolutivité constatée de la réfraction en l'absence de croissance axiale du globe (myopie d'indice).

Les implants multifocaux ne sont pas contre-indiqués en cas d'intégrité neuro-sensorielle ⁽⁷⁾. Le choix du design et du matériau de l'implant doit favoriser la prévention de l'opacification capsulaire postérieure (bords carrés sur 360°, angulation postérieure), du phymosis capsulaire (zonule lax) et des effets photiques.

Le choix de la technique

La correction de la myopie forte peut faire appel à de nombreuses méthodes par

addition d'un élément optique intraoculaire (implant phaques de chambre postérieure, implant cristallinien) ou par modification de la forme de la cornée par soustraction ablatif de tissu (PKR, femtoLASIK, SMILE) ⁽⁸⁾.

S'il existe des indications évidentes en dehors des contre-indications classiques pour la chirurgie réfractive par laser ou par implants phaques, il existe de nombreuses indications situées à la frontière des techniques disponibles qui feront privilégier une implantation intraoculaire à une chirurgie cornéenne, telles que :

- les myopies au-delà de 6 D, surtout s'il existe conjointement une grande taille de pupille mésopique et un risque de kératométrie post-opératoire < 36 D,
- les cornées trop fines par rapport au degré de myopie à corriger,
- les cornées topographiquement suspectes.

Conclusion

L'arbre décisionnel de la chirurgie de la myopie forte peut être résumé ainsi (**Figure 3**) :

- de - 6,00 à - 8,00 D si la pachymétrie, la topographie et la pupille mésopique le permettent : techniques photoablatives (femtoLasik, SMILE ou PKR avec application de mitomycine),
- au-delà de -8,00 ou en cas de pachymétrie, de topographie ou de pupillométrie défavorables à la chirurgie cornéenne : implant phaques de chambre postérieure,

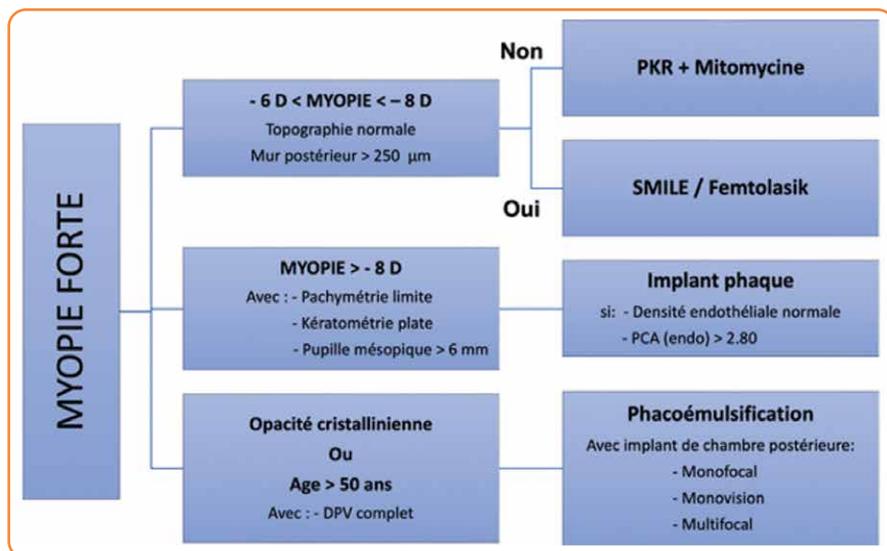


Figure 3 : Arbre décisionnel de la chirurgie réfractive de la myopie forte.

- en cas d'opacité cristallinienne ou d'âge > 50 ans et de décollement postérieur du vitré complété : chirurgie cristallinienne. ■

Liens d'intérêts : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

RÉFÉRENCES

1. Morgan IG, French AN, Ashby RS et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res* 2018;62:134-49.
2. Barsam A, Allan BD. Excimer laser refractive surgery versus phakic intraocular lenses for the correction of moderate to high myopia. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;6:CD007679.
3. 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;25:663-9.
4. Melki SA, Azar DT. Lasik complications. etiology, management, and prevention. *Surv Ophthalmol* 2001;46:95-116.
5. Maldonado MJ, Garcia-Feijoo 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;113:1283-8.
6. Cheng AC, Yuen KS, Lam DS. Long-term results of implantation of phakic posterior chamber IOLs. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:4.
7. Martiano D, Cochener B. Multifocal IOLs in the high myope, 6-year follow-up. *J Fr Ophthalmol* 2014;37:393-9.
8. Assouline M. Lasik or not Lasik ? Arbre décisionnel de la chirurgie de la myopie. *Pratiques en Ophtalmologie* 2014;75:144-9.

Forte hypermétropie : quelles alternatives chirurgicales

Laurent Gauthier-Fournet

Saint-Jean-de-Luz

La chirurgie de la forte hypermétropie a été pendant longtemps le parent pauvre de la chirurgie réfractive. L'hypermétropie forte peut se définir sur le plan optique par une correction supérieure à 5 dioptries en correction à 12 mm.

Elle se heurte à de nombreuses problématiques cumulatives :

- la relative rareté de ce type d'amétropie ;
- des difficultés anatomiques intrinsèques :
 - œil plus petit avec souvent peu d'espace pour un dispositif intra-oculaire,
 - plus grande difficulté technologique pour cambrer une cornée plutôt que de l'aplatir dans des conditions de qualité optique comparables,
 - configuration d'accès à l'œil plus difficile en raison de configurations orbitaires défavorables ;
- des difficultés sensorielles :
 - amblyopie fréquente,
 - spasme accommodatif important,
 - astigmatisme associé souvent important ;
- compréhension plus compliquée de sa situation sensorielle évolutive d'un hypermétrope par rapport à un myope.

Les critères de choix suivent :

▶▶▶▶ 2 critères principaux :

- l'âge : plus il sera élevé, plus il fera pencher pour une chirurgie du cristallin,
- le degré d'hypermétropie élevé fera préférer une chirurgie intra-oculaire ;

▶▶▶▶ 2 critères secondaires :

- la configuration anatomique :
 - les cornées de petit diamètre, souvent bombées, limiteront l'indication des chirurgies cornéennes,

- les faibles profondeurs de chambre antérieure feront éviter les chirurgies intra-oculaires additives,
- l'épaisseur cornéenne est rarement un problème car la soustraction d'épaisseur de cornée est réalisée en périphérie là où cette dernière est plus épaisse avec un terrain génétique éloigné en général du kératocône ;
- la situation sensorielle :
 - l'amblyopie significative fera renoncer à une chirurgie multifocale ou une monovision significative,
 - l'amblyopie sévère augmentera nos devoirs d'information du patient.

La chirurgie du patient de moins de 50 ans

Elle s'adresse à des patients pas ou peu presbytes ayant souvent un fort potentiel accommodatif.

Les patients portant leur pleine correction et ne présentant donc pas de spasmes accommodatifs sont les meilleures indications. Heureusement, cette situation est de plus en plus fréquente en raison du dépistage scolaire et médical précoce conduisant à une cycloplégie réalisée dans l'enfance ou l'adolescence avec une prescription d'une correction optique totale ou quasi totale.

Les patients sous-correctés optiquement, voire non corrigés, sont des cas beaucoup plus épineux. Si la différence entre la réfraction objective sous cycloplégique et la correction portée est faible, une chirurgie visant à apporter une correction intermédiaire peut être proposée. Si cette différence est trop importante, la chirurgie ne pourra être réalisée

directement et le patient devra porter une correction optique par lunettes ou lentilles de plus en plus forte afin de sa rapprocher de sa correction totale. Cette période d'accoutumance à la pleine correction peut couramment s'étaler sur une année. Elle nécessite une très bonne information du patient et peut limiter les indications en cas de défaut de compréhension.

■ Les chirurgies cornéennes

- La PKR n'est pas retenue dans ces indications malgré la mitomycine en raison de régressions majeures.
- Le LASIK : son acceptabilité dans ce type d'indication dépend étroitement des conditions de réalisation. Une correction pouvant aller jusqu'à +8 sous de très strictes conditions de réalisation de très larges photo-ablations permises par :

> un très large flap réalisé de manière systématique dès lors qu'une indication de LASIK a été posée :

- par un laser femtoseconde mais tous les lasers n'offrent pas la même possibilité de grands capots dans toutes les configurations anatomiques et une bonne expérience chirurgicale devient importante. La taille des capots obtenus contraint souvent à limiter la taille de la photo-ablation ⁽¹⁾,
- par un microkératome : c'est aujourd'hui toujours la solution la plus performante pour réaliser ces très grands flaps (**Figure 1**), mais peu de chirurgiens sont à la fois dotés de ce matériel spécifique différent du myope et la réalisation pratique de ce genre de capot est souvent plus difficile, nécessitant une solide expérience.

Dans tous les cas on ne pourra traiter la cornée que l'on n'a pas et les petits diamètres cornéens souvent associés à une cornée bombée limiteront la correction maximale cible.

> une photo-ablation adéquate. Des plateformes récentes permettent de réaliser dans d'excellentes conditions des photoablations pour des amétropies pouvant aller jusqu'à +8 dioptries, à condition de réaliser des traitements extralarges d'au moins 9 mm total (**Figure 2**). Les astigmatismes très souvent associés, dans cette configuration, seront particulièrement bien traités par des plateformes incluant un *eye tracker* actif traquant une cyclotorsion pendant toute la chirurgie.

De même, les traitements pour fortes hypermétropies sont particulièrement longs et les lasers à très haute fréquence de tir deviennent intéressants car ils limitent le temps de traitement.

La prise en compte d'un angle kappa est bien sûr souhaitable chez ces fort hypermétropes mais l'élargissement des zones optiques rend ce point moins crucial dans cette indication.

Les aberrations induites sont très directement liées à la qualité de la photoablation avec un respect de la charnière (hinge syndrome : tir sur la charnière).

Sous ces conditions, un LASIK est une bonne solution pour traiter un hypermétrope jeune jusqu'à +8 ⁽²⁾.

Les résultats de ces procédures se sont considérablement améliorés, avec adoption de ces profils de photoablation bien réalisés.

Le non-respect de ces conditions opératoires pourra engendrer :

- une baisse de qualité visuelle, avec une augmentation déraisonnable des aberrations sphériques ⁽³⁾,
- une sous-corrrection et une régression à distance,
- une baisse de la MAVAC allant au-delà de celle qui, naturelle, est liée à la perte de la magnification de l'image.

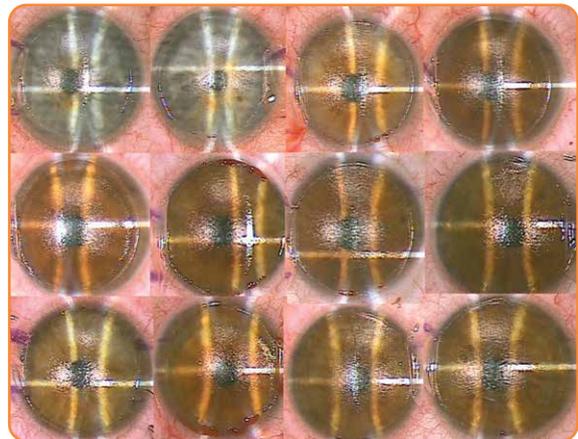


Figure 1 : Très larges capots systématiques nécessaires.

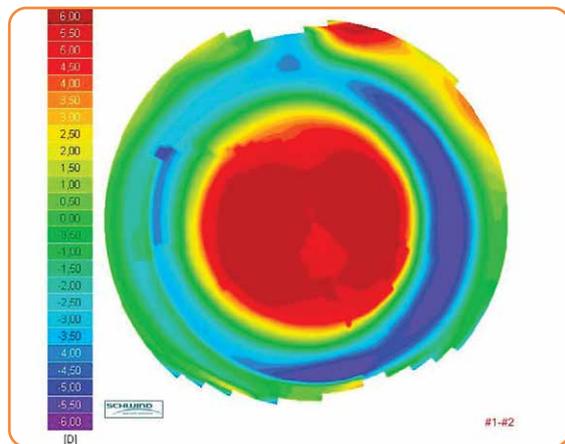


Figure 2 : Large photoablation homogène.

Le respect de ces contraintes chirurgicales bien documentées aujourd'hui est la base de la faisabilité de cette technique. Une discrète régression limitée par des photoablations de qualité, une discrète sous-correction initiale rendue souvent nécessaire au confort d'un patient ayant du mal à vaincre son spasme accommodatif ainsi qu'une augmentation naturelle de l'hypermétropie après 50 ans peuvent amener à une correction optique de faible importance ou à une reprise chirurgicale sur le long terme.

▶▶▶ Le SMILE hypermétropique

Il n'en est encore qu'à ses débuts et souffre toujours d'une accessibilité très limitée.

Selon ses promoteurs, il permettrait de corriger des hypermétropies fortes avec cependant certaines limites ⁽⁴⁾ :

- une baisse de la MAVAC de 1 ligne pour 16 % des patients,
- une amplitude d'erreur réfractive élevée, de -2,20 à 3 dpt,
- des cas traités d'hypermétropie se limitant à +6,9 (moyenne 5,61).

L'auteur par ailleurs mesure une zone optique topographique supérieure à celle obtenue par LASIK mais le manque de définition précise de la notion de zone optique traitée rend ces comparaisons hasardeuses.

Les résultats d'une étude multicentrique publiée nous permettront de mieux évaluer l'état de l'art quant à cette technologie.

Cette technique chirurgicale n'en n'étant qu'à ses débuts, on peut espérer une amélioration des résultats obtenus.

▶▶▶ Les lentilles intracornéennes

Ils représentent en théorie une solution séduisante.

Les lentilles synthétiques de différentes générations n'ont pas brillé par leur biocompatibilité et les séries de pose sont restées confidentielles et entachées de problèmes à moyens terme.

Les lentilles biologiques issus en particulier de cornée humaine sont sûrement une voie d'évolution prometteuse mais sont encore en développement.

■ Les chirurgies intraoculaires

À cet âge, elles se limiteront à des implants paques.

Contrairement à la myopie dans laquelle les implants à fixation irienne peuvent garder certaines indications, la configuration anatomique avec souvent une chambre antérieure étroite et un angle étroit lié à la protrusion cristallinienne restreignent le choix d'implant paque qui se portera systématiquement sur des implants pré-cristalliniens.

Deux versions de ces implants existent (**Figure 3**) :



Figure 3 : ICL versus IPCL : 2 implants paques possibles.

- l'ICL de Staar en copolymère qui est très limité par la correction maximale apportée qui selon les biométries peut être limitée à +9, voire un peu moins ;
- l'IPCL de Care Group en acrylique permet de corriger des défauts beaucoup plus importants.

Une version diffractive pour presbytie existe mais est très confidentielle.

Dans les 2 cas, la profondeur de chambre antérieure est l'élément limitant le plus important avec une distance endothélium cristalloïde antérieure recommandée au-delà de 3 mm.

Le problème du sizing est d'autant plus crucial qu'un vaulting excessif peut réduire encore cette chambre antérieure souvent déjà étroite avec un risque potentiel de dispersion pigmentaire.

Les séries publiées sont rares mais elles ne semblent pas montrer plus de cataractes que sur les versions myopiques ⁽⁵⁻⁶⁾.

L'avantage est bien sûr chez ces patients de conserver leur pouvoir accommodatif.

La chirurgie du patient de plus de 50 ans

La phacoexérèse avec pose d'un implant de chambre postérieure sera alors privilégiée et son acceptation par un patient très handicapé sera excellente.

Techniquement, c'est le champ d'action de prédilection du Prelex (extraction claire avec pose d'un implant multifocal).

En effet, la faiblesse ou l'inexistence de l'accommodation résiduelle permettent sans arrière-pensée de sacrifier cette

dernière, et ce d'autant plus que la perspective d'une cataracte commence à être appréhendable par le patient. Cette technique a pour elle sa performance, le côté définitif du résultat et la prévention d'une cataracte ultérieure.

Deux problématiques sont prédominantes :

▶▶▶▶ problématique anatomique

- le risque de décollement de rétine post-exérèse du cristallin n'est pas nul, mais il est extrêmement faible chez le fort hypermétrope, des études multiples montrent que ces décollements sont exceptionnels dans les très courtes longueurs axiales (7-8).

Le jeune âge est un facteur de risque de moindre importance, qui nous fera peser le ratio risque-bénéfice avec circonspection chez le patient entre 50 et 55 ans, mais le bénéfice augmentant avec le degré d'hypermétropie alors que le risque diminue, le choix se fera de plus en plus en faveur de la phaco-exérèse.

- Le bénéfice de cette chirurgie chez des patients présentant souvent un angle étroit, voire un iris plateau, peut être déterminant et co-justifier cette intervention.

- Un examen maculaire rigoureux est aujourd'hui indispensable dans ce type d'indication, avec en particulier un OCT maculaire systématique pré-opératoire à la recherche notamment d'une membrane épirétinienne asymptomatique dont l'évolution pourrait être accélérée par la chirurgie.

La fréquence plus importante des membranes épirétiniennes à distance de la chirurgie est couramment admise et fera suivre ces patients par un OCT régulier.

▶▶▶▶ Problématique sensorielle

Elle est fondamentale et est au cœur de la stratégie thérapeutique, car elle détermine le type d'implant intra-oculaire à poser.

Nous étions initialement défiants envers les implants multifocaux pour différentes raisons :

- la tolérance sensorielle à ces implants où une perte de contraste viendra s'ajouter à une baisse de la magnification de l'image souvent importante en pré-opératoire.

Cette acceptation sensorielle se révèle excellente et similaire à une implantation chez un patient proche de l'emmétropie.

- La difficulté du calcul d'implant est beaucoup plus importante chez ces globes courts, mais l'utilisation de formules modernes dopées à l'intelligence artificielle permet de réduire les amétropies post-opératoires.

Le recours à la chirurgie cornéenne de rectification doit être une possibilité facilement mise en œuvre si nécessaire.

- La moindre amblyopie devra nous rendre très prudents quant à une multifocalité qui pourrait rendre insuffisante la



Figure 4 : Diffractif versus réfractif.

quantité de lumière focalisée par un implant multifocal diffractif sur un œil unique fonctionnel. La diffusion récente des implants multifocaux réfractifs avec une zone centrale de vision de près nous fera peut-être, avec l'expérience, changer de paradigme (Figure 4).

- La monovision vraie du pseudophaque (monofocal) est entre nos mains une solution complètement supplantée par les implants multifocaux.

Elle pourra être envisagée avec prudence dans le cadre d'une monovision aménagée avec un implant à profondeur de champ car oscillant souvent entre le trop et le trop peu.

La chirurgie cornéenne restera une solution, en cas de contre-indication à la chirurgie intra-oculaire ou en cas de réticence à cette dernière.

Dans ce cas, le patient devra être mis en garde contre sa faible accommodation résiduelle ainsi que la baisse proche de cette dernière impactant non seulement sa vision de près mais aussi celle de loin en cas de sous-correction beaucoup mieux tolérée à un plus jeune âge.

Conclusion

La chirurgie de l'hypermétropie forte reste très nettement plus compliquée que celle de la myopie.

Elle passe par une compréhension éclairée du patient, de sa problématique acquise au décours de consultations longues et très personnalisées.

La poussée des chirurgies de phacoexérèse est évidente, mais doit toujours être mise en balance d'effets négatifs certes rares mais potentiellement problématiques.

Une stricte réalisation des procédures chirurgicales est encore plus que chez le myope le gage d'un succès thérapeutique. ■

Liens d'intérêts : aucun

Que retenir ?

- Les chirurgies cornéennes sont réalisables sous réserve du respect d'un très stricte cahier des charges technique. Elles nécessitent une information solide du patient quant à sa pathologie optique mais aussi sensorielle.
- Les implants phaqes se limiteront aux implants pré-cristalliniens mais nécessiteront une configuration anatomique favorable pas toujours présente. Ils peuvent être une solution d'attente avant la phaco-exérèse.
- La phaco-exérèse est une solution performante en constante augmentation sans que la question de l'âge inférieur de réalisation selon les situations ne soit complètement tranchée. Les implants multifocaux sont largement utilisés. La place des nouveaux implants multifocaux non diffractifs est à étudier.

RÉFÉRENCES

1. Alió JL, El Aswad A, Vega-Estrada A, Javaloy J. Laser in situ keratomileusis for high hyperopia (>5.0 diopters) using optimized aspheric profiles: efficacy and safety. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:519-27.
2. Gauthier-Fournet L, Penin F, Arba Mosquera S. Six-Month Outcomes After High Hyperopia Correction Using Laser-Assisted In Situ Keratomileusis With a Large Ablation Zone. *Cornea* 2019;38:1147-53.
3. Plaza-Puche AB, Vargas V, Yébana P, Arba-Mosquera S, Alió JL. Stability of corneal topography and aberrometry after hyperopic laser in situ keratomileusis with a 500-Hz excimer laser platform: A 3-year follow-up study. *Eur J Ophthalmol* 2020;30:1238-45.
4. Pradhan KR, Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, Dhungana P. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for Hyperopia: 12-Month Refractive and Visual Outcomes. *J Refract Surg* 2019;35:442-50.
5. Davidorf JM, Zaldivar R, Oscherow S. Posterior chamber phakic intraocular lens for hyperopia of +4 to +11 diopters. *J Refract Surg* 1998;14:306-11.
6. Kocová H, Vlková E, Michalcová L, Rybárová N, Motyka O. Incidence of cataract following implantation of a posterior-chamber phakic lens ICL (Implantable Collamer Lens) - long-term results. *Cesk Slov Oftalmol* 2017;73:87-93.
7. Qureshi MH, Steel DHW. Retinal detachment following cataract phacemulsification-a review of the literature. *Eye (Lond)*. 2020;34:616-31. Erratum in: *Eye (Lond)* 2019 Oct 28.
8. Thylefors J, Jakobsson G, Zetterberg M, Sheikh R. Retinal detachment after cataract surgery: a population-based study. *Acta Ophthalmol* 2022.