LE DOSSIER
Chirurgie de la presbytie

Presbylasik : de la multifocalité à l'hyperprolaticité

RÉSUMÉ : Le presbylasik repose sur l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne centrale permettant l'apparition d'aberrations sphériques négatives et une augmentation de la profondeur de champ, et ainsi diminue la dépendance aux verres correcteurs chez les patients presbytes. Le degré d'asphéricité, personnalisable pour chaque patient, peut être modulé par la réalisation de différents *patterns* d'ablation. L'utilisation de l'optique adaptative dans la modulation de l'asphéricité permet de quantifier de façon personnalisée le degré d'aberrations sphériques à induire et constitue une technologie prometteuse pour optimiser la prise en charge de ces patients.

→ J. LETSCH[1], F. MALECAZE[2]
1. Service d'Ophtalmologie, CHU STRASBOURG.
2. Service d'Ophtalmologie, CHU TOULOUSE.

La compensation chirurgicale de la presbytie suscite toujours un vif intérêt afin de satisfaire des patients presbytes de plus en plus exigeants. Plusieurs techniques sont proposées à l'heure actuelle. Le principe optique commun à ces techniques est de compenser la perte du pouvoir accommodatif liée à l'âge en augmentant la profondeur de champ et ainsi diminuer la dépendance aux verres correcteurs en vision de près tout en conservant une focalisation satisfaisante en vision de loin. Le "presbylasik" repose sur l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne, permettant une augmentation de la profondeur de champ. Les techniques additives (inlays) ou relaxantes (Intracor) complètent l'approche cornéenne de la compensation chirurgicale de la presbytie.

Deux techniques chirurgicales de la presbytie

Deux techniques sont majoritairement utilisées dans la compensation chirurgicale de la presbytie : la monovision et la multifocalité.

>>> L'indication phare de la **monovision**, ou bascule, est la myopie chez le jeune presbyte. Cette technique consiste à induire une faible myopie sur l'œil dominé, l'œil dominant étant emmétropisé. Cette bascule est souvent très bien tolérée, mais peut parfois entraîner l'apparition de symptômes de fatigue oculaire ou une perte de la vision des reliefs (perte de la vision binoculaire).

>>> Le **presbylasik multifocal** repose sur l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne centrale permettant l'apparition d'aberrations sphériques négatives et une augmentation de la profondeur de champ.

Ces deux techniques peuvent être combinées chez un même patient. L'intérêt de cette association réside dans le fait que l'asphéricité induite "potentialise" la monovision et permet de diminuer le degré de la bascule. Quant à l'œil dominant, l'objectif sera l'emmétropisation qui représente une des premières exigences du patient.

L'asphéricité cornéenne est définie par le facteur Q. L'augmentation de l'asphéricité par induction d'une

Le dossier
Chirurgie de la presbytie

hyperprolaticité va entraîner l'apparition d'aberrations sphériques qui vont augmenter la profondeur de champ. L'aberration sphérique induite est liée au fait que les rayons périphériques (marginaux) et les rayons centraux (para-axiaux) vont se croiser sur l'axe de révolution en deux foyers d'images différents. Par convention, si les rayons marginaux convergent sur l'axe optique en avant du foyer image para-axial, l'aberration sphérique est dite positive. Dans le cas contraire, elle est négative. L'aberration sphérique peut également être décrite par l'analyse du front d'onde cornéen, en utilisant le polynôme de Zernike. Le terme pour l'aberration sphérique (aberration de quatrième ordre) est Z (4,0), exprimée en microns.

En moyenne, dans la population générale, la cornée est prolate, s'aplatissant du centre vers la périphérie, avec un facteur Q moyen de -0,260 µm (***fig. 1***). L'aberration sphérique cornéenne moyenne de la population générale est estimée à environ + 0,270 µm dans les 6 mm centraux. Chez le sujet jeune, cette aberration sphérique positive de la cornée est contrebalancée par l'aberration sphérique négative générée par le cristallin, permettant *in fine* une aberration sphérique oculaire nulle. Avec l'âge, on observe une augmentation de l'aberration sphérique de l'œil liée à l'augmentation de l'aberration sphérique cristallinienne qui a tendance à se positiver.

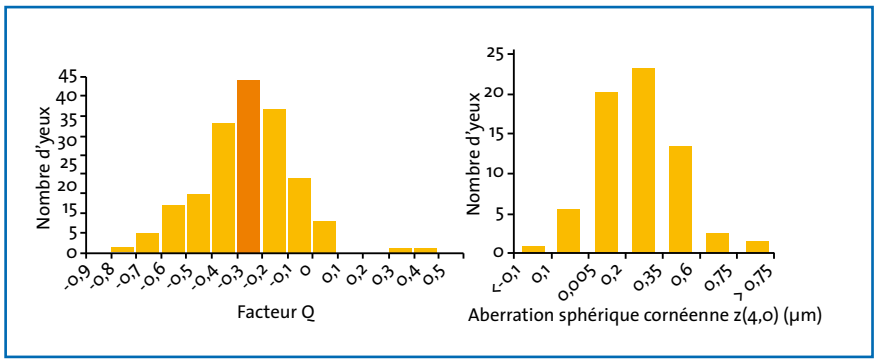

Fig. 1 : Facteur Q et aberration sphérique cornéenne (distribution).

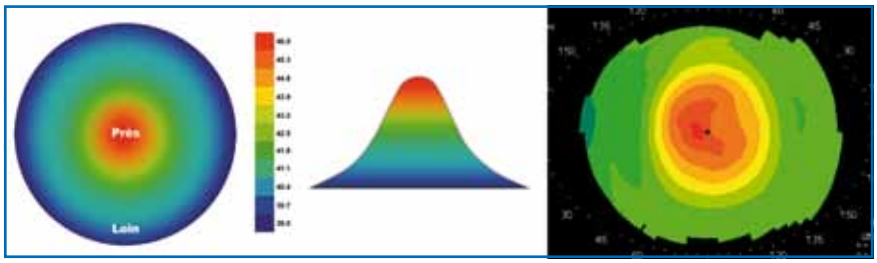

Fig. 2 : Profil d'ablation du presbylasik asphérique central.

L'apparition d'aberrations sphériques entraîne une augmentation de la profondeur de champ, liée à un étalement de la PSF (*Point Spread Function*). Le principe du presbylasik par induction d'une hyperprolaticité cornéenne est de provoquer l'apparition d'aberrations sphériques négatives et d'augmenter ainsi la profondeur de champ.

Les différents profils d'abblation

Plusieurs profils d'ablation ont été testés ces dernières années. Un décentrement du profil d'ablation vers le bas permettant d'induire une aberration comatique peut augmenter la profondeur de champ, mais entraîne trop souvent une dégradation de la qualité de vision.

>>> Le **presbylasik périphérique** est un profil d'ablation multifocal pour lequel la cornée périphérique est dévolue à la vision de près.

>>> Le **presbylasik central** est, quant à lui, basé sur l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne permettant une augmentation de la profondeur de champ, via l'apparition d'aberrations sphériques négatives (***fig. 2***). Cette dernière technique est la plus répandue à l'heure actuelle.

Ce profil de photo-ablation permet de moduler le degré d'aberrations sphériques négatives induites, par la réalisation de différents *patterns* d'ablation (***fig. 3***). Il présente l'avantage de pouvoir moduler le degré d'asphéricité cornéenne et d'aberrations sphériques négatives induites par la modification du facteur Q, possible par les dernières générations de laser excimer.

La question non résolue est la détermination de la valeur optimale de ces aberrations à induire. Il s'agit de trouver un équilibre subtil entre l'effet bénéfique (augmentation de la profondeur de champ) et néfaste (risque d'altération de la qualité de vision) de l'asphéricité cornéenne. La valeur idéale d'aberrations sphériques à induire est variable selon les individus et doit donc être personnalisée. À ce jour, peu d'études bien conduites ont pu évaluer la pseudo-accommodation induite par la modification de l'asphéricité.

>>> La **modulation de l'asphéricité cornéenne** permettrait d'induire une pseudo-accommodation estimée à 0,75 dioptries, mais ce résultat demeure relativement variable. Cette variabilité est liée à plusieurs pro-

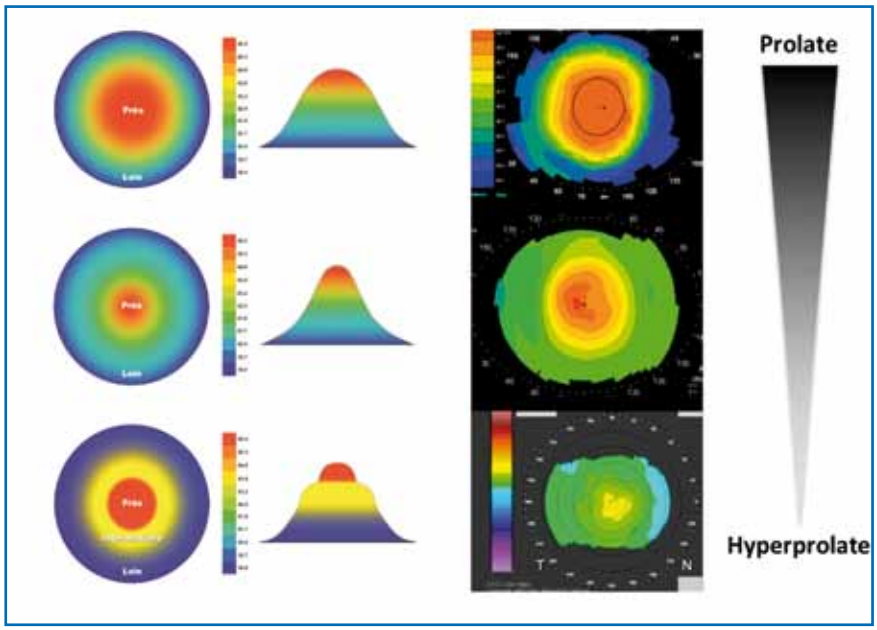

Fig. 3 : Presbylasik asphérique central : différents *patterns* d'ablation.

blématiques : induction d'un "shift myopique" lors de la modulation de la prolaticité cornéenne entraînant une diminution de la prédictibilité du résultat réfractif, induction d'une aberration comatique pouvant interférer avec l'aberration sphérique en cas d'angle kappa important, variation de l'aberration sphérique induite en fonction du jeu pupillaire propre à chaque patient, absence de corrélation parfaite entre modification de l'asphéricité et aberration sphérique induite. L'utilisation d'un simulateur d'optique adaptative permet d'évaluer en temps réel la modulation de l'asphéricité et sa répercussion sur le confort de vision du patient (aberrométrie dynamique) (***fig. 4***). Cette technique devrait permettre de mieux poser l'indication d'un profil asphérique et de définir le degré optimal d'aberrations sphériques à induire. L'induction d'une asphéricité cornéenne personnalisée, associée à une monovision, à une saturation de l'hypermétropie et au recrutement de l'accommodation résiduelle, permet ainsi d'engendrer une diminution de la dépendance aux lunettes tout en préservant la qualité de vision pour la majorité des patients.

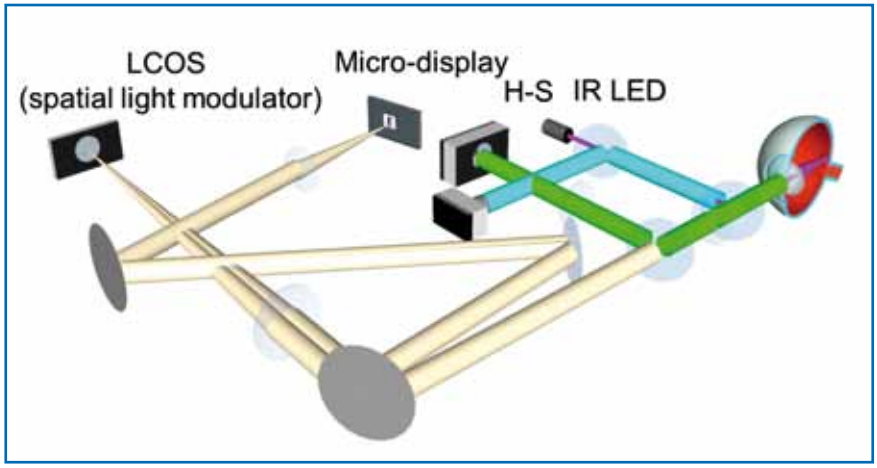

Fig. 4 : Simulateur d'optique adaptative (aberrométrie dynamique).

D'autres techniques

D'autres techniques permettent d'augmenter la profondeur de champ par modification de l'asphéricité cornéenne.

L'Intracor permet ainsi l'induction d'une hyperprolaticité cornéenne centrale par la réalisation de cinq incisions circonférentielles intrastromales au laser femtoseconde et est indiqué chez l'emmétrope ou le faible hypermétrope presbyte. Le centrage du traitement est crucial et le retraitement est possible en cas d'efficacité insuffisante.

Les techniques additives complètent l'approche cornéenne dans la compensation chirurgicale de la presbytie. Il s'agit de procédures monoculaires et réversibles. Ainsi, le Vue+ (*Revision Optics*) permet d'augmenter la profondeur de champ par modification de l'asphéricité centrale.

Les inlays constituent une alternative intéressante aux autres techniques de compensation de la presbytie, mais leur tolérance à long terme doit encore être évaluée.

Conclusion

Malgré l'efficacité grandissante des techniques de compensation chirurgicale de la presbytie, l'information des patients reste primordiale et doit s'attacher à expliciter le compromis inéluctable entre amélioration de la profondeur de champ et qualité de vision.