

TRAITEMENT COMBINÉ DE L'HYPERMÉTROPIE ET DE LA PRESBYTIE PAR UN LASER EXCIMER À FAISCEAU LARGE GAUSSIEN

GOBIN L. *, TRAU R. *, TASSIGNON M.J. *

ABSTRACT

Aim: To analyze the performances of the Inpro-Gauss Excimer laser in the treatment of hyperopia and combined hypermetropia-presbyopia.

Methods: The hypermetropic treatment consisted in making 12 confluent ablation spots of 3.3 ± 0.1 mm at 4.5 mm from the corneal apex. The surgical parameters were simulated by a computer model of the corneal profile. The combined hypermetropic-presbyopic treatment was achieved by adding 4 spots of +2 D in the infero-nasal quadrant.

Our series included forty eyes of which eleven were treated for hyperopia only and twenty nine were treated both for hyperopia and presbyopia.

Results: The uncorrected postoperative visual acuity was equivalent or better than the preoperative corrected visual acuity in 82 % of cases. The averaged postoperative spherical equivalent was -0.2 ± 0.5 D. Near uncorrected visual acuity was one line better (in decimal notation) for the group treated for both hyperopia and presbyopia than in the single hyperopia group.

Conclusion: Surface laser treatment of hyperopia and presbyopia with a gaussian broad beam laser is safe, accurate and reproducible.

RÉSUMÉ

But: Analyser les résultats du traitement de l'hypermétropie et de l'hypermétropie combinée à la presbytie par le laser Excimer Inpro-Gauss (laser à faisceau large gaussien).

Méthodes: Le traitement de l'hypermétropie a été réalisé par 12 zones d'ablation équiréparties de

3.3 ± 0.1 mm de diamètre centrées à 4.5 mm de l'apex cornéen. Une simulation du profil cornéen ablaté par un faisceau à profil gaussien reproduit la méthode chirurgicale de traitement de l'hypermétropie. Le traitement combiné de l'hypermétropie et de la presbytie consiste en l'ajout en inféro-nasal de 4 zones visant à réaliser une addition de 2 D. Quarante yeux ont été inclus dans cette étude dont vingt neuf qui ont reçu un traitement combiné de l'hypermétropie et de la presbytie.

Résultats: Dans 82 % des cas, l'acuité visuelle postopératoire non corrigée a été identique ou supérieure à l'acuité visuelle préopératoire corrigée. L'équivalent sphérique postopératoire moyen a été de -0.2 ± 0.5 D. L'acuité visuelle de près du groupe des patients uniquement traités pour hypermétropie a été inférieure d'une ligne en notation décimale à celle du groupe des patients traités pour hypermétropie et presbytie.

Conclusions: Le traitement de surface de l'hypermétropie combinée à la presbytie avec un laser à faisceau gaussien large est sûr, précis et reproductible.

KEY WORDS

lasek, hyperopia, presbyopia, surface gaussian broad beam laser

MOTS-CLÉS

lasek, hypermétropie, presbytie, laser excimer de surface à faisceau gaussien

.....

* Département d'Ophtalmologie, Hôpital Universitaire d'Anvers (UZA), Université d'Anvers, Belgique

received: 03.04.07

accepted: 13.02.08

INTRODUCTION

Théo Seiler a publié en 1993 l'intérêt du faisceau à profil gaussien pour la chirurgie réfractive de la myopie (14). La société Inpro a réalisé ce faisceau en utilisant un système aléatoire de microlentilles diffractives. Nous avons publié nos résultats concernant les performances du laser Inpro-Gauss dans le traitement de la myopie seule ou associée à un astigmatisme, en concluant qu'il donne un profil d'ablation remarquablement lisse et régulier (2). Cette propriété du faisceau gaussien avait été auparavant décrite théoriquement par Seiler (14). Notre article se propose d'analyser les performances de ce laser utilisé dans le traitement "Laser Sub Epithelial Keratectomy" (Lasek) de l'hypermétropie et de l'hypermétropie combinée à la presbytie. Plusieurs auteurs se sont déjà intéressés à la correction cornéenne de la presbytie. Dans le début des années 80, Huber a proposé l'induction d'un astigmatisme cornéen (en jouant sur la tension des sutures) lors de la chirurgie de la cataracte afin de corriger la presbytie des pseudophakes (7). Bien que ses données ne soient pas probantes, on retrouve le même type de résultats dans d'autres publications. L'existence d'une réserve accommodative chez les patients pseudophakes présentant un astigmatisme a été également remarquée dès 1989 dans la publication de Datiles et de Verzella en 1993 (4, 17). En 1990, Sawusch développe une interprétation de cette réserve accommodative, en proposant également un optimum (12). En 1994, Anschütz a proposé plusieurs exemples de profils cornéens pour le traitement combiné de la myopie et de la presbytie (1). En 1997, Trindade démontre enfin clairement la réserve accommodative permise par l'existence d'un astigmatisme contre la règle (16). En 2001, le résumé proposé par Epstein *et al.* semble indiquer que la seule possibilité valable au traitement de la presbytie est la monovision (5). Le succès de la monovision est également confirmé

par Miranda (10). En 2004, Contu présente le traitement de surface de la presbytie avec la dernière génération de laser excimer (3). Nous proposons dans ce travail, une nouvelle méthode du traitement de la presbytie dont l'idée consiste à ajouter à la correction de l'hypermétropie un traitement dans la zone inférieure de la cornée pour obtenir une addition complémentaire. Nous en évaluons les performances par une étude rétrospective et par une approche théorique.

MATERIEL ET METHODES

CHIRURGIE DE L'HYPERMÉTROPIE AVEC UN LASER À FAISCEAU LARGE ET PROFIL GAUSSIEN

Considérons en premier lieu l'hypermétropie: la largeur du faisceau du laser Inpro-Gauss est modulable (de 2 à 6.5 mm) avec une précision de 0.1 mm, ce qui permet d'envisager l'utilisation du laser dans la zone périphérique cornéenne pour augmenter la courbure et donc induire une correction de l'hypermétropie (cf. fig. 1).

La chirurgie réfractive de l'hypermétropie avec le laser à faisceau gaussien Inpro-Gauss consiste en la réalisation de 12 points d'ablation de 3.3 ± 0.1 mm sur les douze heures d'un cadran de 4.5 mm de rayon.

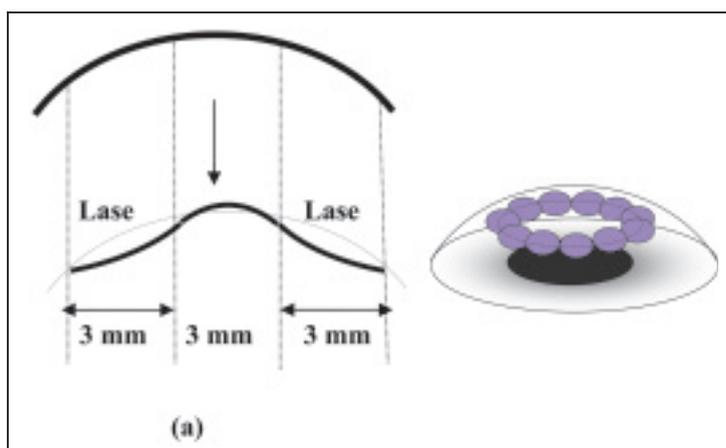


Fig. 1: Principe du traitement de l'hypermétropie: ablation périphérique avec un faisceau de 3 mm de largeur en 12 points du cadran de l'œil (a) schéma d'un profil d'ablation, (b) schéma de la position des points d'ablation.

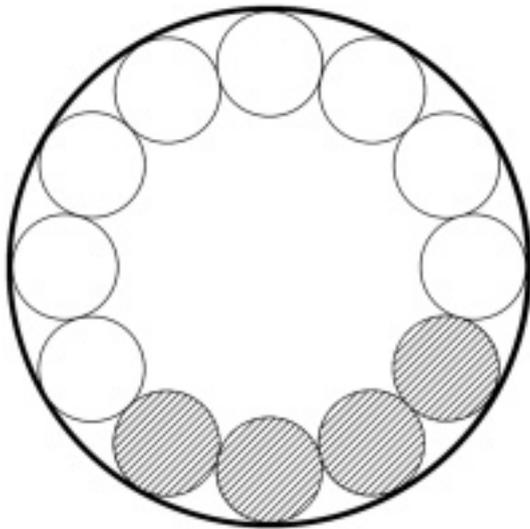


Fig. 2: Principe du traitement de la presbytie par un faisceau gaussien: 12 points orbitaux pour le traitement de l'hypermétropie; 4 points renforcés en inféronasal pour la correction de la presbytie (disques hachurés).

La superposition des douze points d'ablation induit un recouvrement des profils de chacun des points d'ablation.

CHIRURGIE DE LA PRESBYTIE

Le principe repose sur des observations précédentes d'Istre montrant que lors d'une kératotomie radiaire (RK) on obtenait une bonne correction de près en omettant les incisions dans la zone inférieure (8). Nous reproduisons le même effet topographique en ajoutant 4 zones supplémentaires (en forme de croissant) dans le quadrant inférieur (cf. fig. 2).

PROTOCOLE OPÉRATOIRE

L'examen préopératoire est réalisé selon un protocole standard et inclut la réfraction, la mesure de l'acuité visuelle corrigée, la topographie cornéenne (EyeSys Premier, Canada), l'examen biomicroscopique et l'examen orthoptique.

La réfraction ne tient pas compte des valeurs cycloplégiques mais se base sur la correction subjective maximale en lunettes, confirmée par la skiascopie. Les réfractomètres automatiques ne sont pas utiles, notamment en raison de leurs résultats peu fiables après traitement cornéen.

Les patients ont été traités par le même chirurgien (RT) selon un protocole identique.

Le traitement est appliqué sous anesthésie topique. L'œil est maintenu ouvert par un blépharostat. Le centrage est obtenu grâce à la fixation par le patient d'une source lumineuse (LED) verte clignotante située au centre du faisceau laser. Il est constamment contrôlé par l'opérateur à l'aide d'une grille graduée incluse dans l'oculaire du microscope. L'alignement cible-faisceau-grille est vérifié avant chaque traitement par un traitement simulé sur papier millimétré. A l'aide d'un double marqueur 3-6 mm, une solution d'alcool à 20 % est appliquée sur une zone circulaire périphérique de l'épithélium pendant 20 secondes. La cornée est ensuite rincée par une solution saline réfrigérée. Après débridement manuel de l'épithélium sur une couronne allant de 3 à 6 mm autour du centre de la cornée, le traitement est réalisé sur cette couronne avec un faisceau de 3.3 ± 0.1 mm de diamètre (valeur calculée par développement théorique de la simulation; voir fig. 10-11-12). L'épithélium est ensuite repositionné sur la zone traitée. Après traitement, une lentille de contact thérapeutique est placée sur la cornée et un traitement local à base d'anti-inflammatoires non stéroïdiens et d'antibiotiques est prescrit.

La technique consiste donc en l'ablation de 12 zones confluentes pour l'hypermétropie, puis l'ablation de 4 zones sur la cornée inférieure visant à réaliser une addition de 2 D, quel que soit l'âge du patient (fig. 2).

L'examen postopératoire, également standard, comprend la réfraction (voir examen préopératoire), l'acuité visuelle non corrigée de près et de loin, la topographie cornéenne et l'examen biomicroscopique.

Les examens pré- et postopératoires sont effectués par un observateur indépendant.

SIMULATION DE L'ABLATION CORNÉENNE PAR UN FAISCEAU GAUSSIEN

La quantité de matière ablatée à chaque impulsion par un faisceau gaussien, donnée par Seiler, a la forme suivante (en coordonnées cylindriques)(14):

$$F(r) = 0.136 e^{-\frac{2(r-r_0)^2}{w_0}} \mu m,$$

où r_0 est la distance à l'axe optique du tir. La quantité de matière ablatée peut être directement soustraite à un profil cornéen de rayon de courbure 7.7 mm. On obtient ainsi l'équation du profil ablaté:

$$z(r) = \sqrt{7.7^2 - r^2} - F(r).$$

Pour aboutir à la cartographie des puissances cornéennes simulées après ablation, il suffit de passer du profil géométrique calculé à la puissance cornéenne par le calcul du rayon de courbure local en chaque point du profil cornéen:

$$\rho(r) = \frac{(1 + z'(r)^2)^{1.5}}{z''(r)}$$

La puissance K est liée au rayon de courbure local r par la formule:

$$K = \frac{337.5}{\rho(r)}$$

La simulation d'une ablation gaussienne sur un profil cornéen sphérique a été réalisée sous Mathematica. Les caractéristiques du laser Inpro-Gauss que nous utilisons sont données par Beau-duin² (0.136 μm par pulse).

Les paramètres du laser Inpro-Gauss sont le nombre d'impulsions, la largeur du faisceau et la position du faisceau sur la cornée.

PATIENTS

Vingt-trois patients (40 yeux) présentant une hypermétropie (correction lunettes maximale) comprise entre +1 et +6 dioptries (D) avec un astigmatisme compris entre 0 et 1.5 D ont été traités pour hypermétropie et astigmatisme entre janvier 2002 et juin 2005. Le suivi de notre étude est de 11.4 ± 5.2 mois (7 à 27 mois). L'âge des patients est compris entre 41 et 68 ans (55 ± 8 ans). Cette population a été répartie en 2 groupes: 11 yeux traités seulement

pour l'hypermétropie et 29 yeux traités pour la combinaison hypermétropie et presbytie suivant la méthode décrite ci-dessus (cf. tableau I).

Nos résultats sont présentés sous la forme standard proposée par Waring pour évaluer les résultats obtenus après chirurgie réfractive (18). Nous avons noté les acuités visuelles sur une échelle décimale au lieu d'une échelle de Snellen.

RESULTATS

Nous rapportons dans la figure 3 la topographie cornéenne d'un patient uniquement traité pour hypermétropie (figure 3 a) et celle d'un patient traité simultanément pour hypermétropie et presbytie (figure 3 b). Nous pouvons constater la conservation de la dimension de la zone optique dans les deux types de traitements.

La réfraction équivalente sphérique préopératoire moyenne des deux groupes combinés était de 2.94 ± 1.24 D. La réfraction sphérique postopératoire est de $-0.12 - 0.43$ D.

La figure 4 compare l'acuité visuelle corrigée préopératoire à l'acuité visuelle non corrigée postopératoire: 32 yeux (80 %) ont une acuité visuelle corrigée préopératoire d'au moins 10/10. La moins bonne acuité visuelle préopératoire corrigée est de 6/10. Une acuité visuelle non corrigée postopératoire d'au moins 10/10 est obtenue dans 64.1 %. Dans 82 % des cas, l'acuité visuelle postopératoire non corrigée est identique ou meilleure à l'acuité visuelle préopératoire corrigée, comme l'indique la figure 5. L'acuité visuelle postopératoire de loin est de 0.94 ± 0.14 en valeur moyenne.

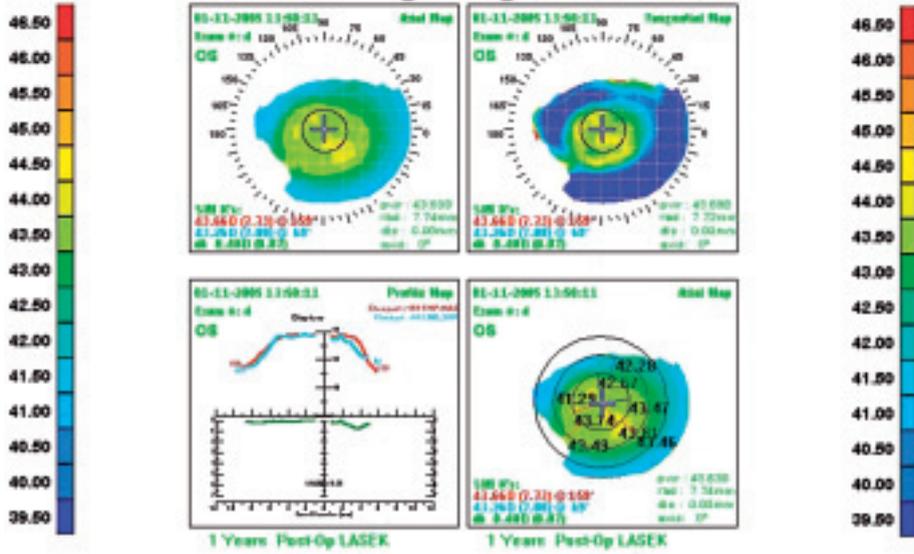
La figure 6 analyse la réfraction équivalente sphérique recherchée comparée à la réfraction équivalente sphérique obtenue; le coefficient de corrélation linéaire entre les deux étant de 0,8,

Tableau I: Population étudiée

- répartition aléatoire pour ne pas influencer les statistiques.
- les patients du traitement combiné ont été avertis qu'il s'agissait d'une technique nouvelle.

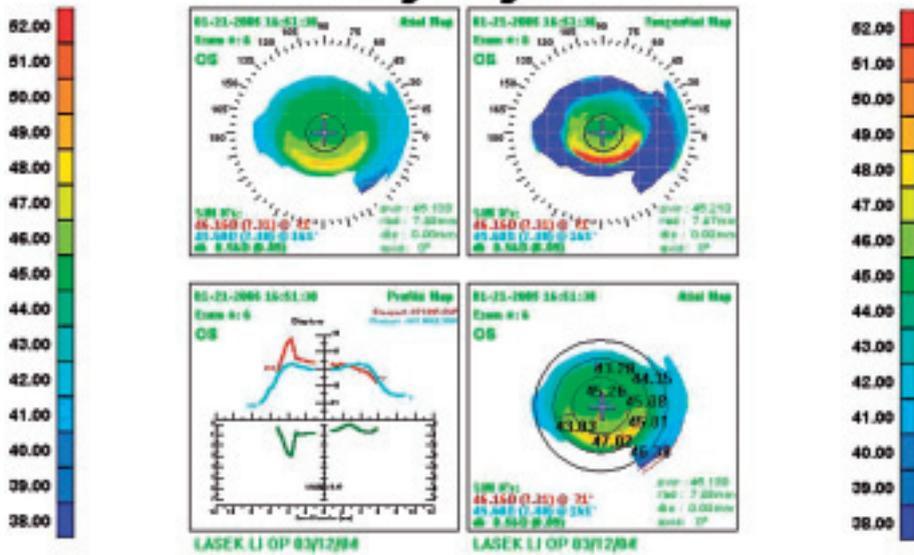
	Nombre d'yeux	Age
Traitement de l'hypermétropie	11	47 ± 7 ans (41 à 61 ans)
Traitement combiné de la presbytie et de l'hypermétropie	29	57 ± 7 ans (43 à 68 ans)

EyeSys



(a)

EyeSys



© 1990-1999 EyeSys Premier Version 4.2

(b)

Fig. 3: Topographie cornéenne d'un patient (a) ayant subi un traitement de l'hypermétropie avec le laser Inpro-Gauss, (b) ayant subi un traitement de l'hypermétropie associé à un traitement de la presbytie avec le laser Inpro-Gauss.

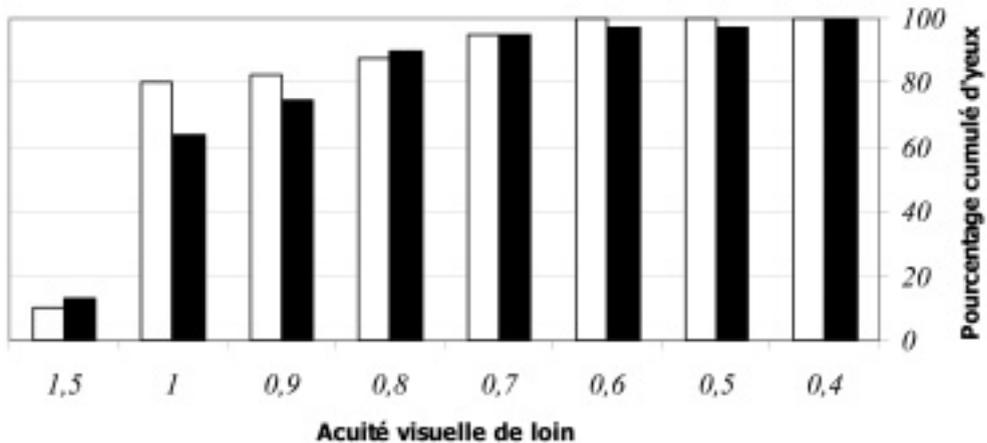


Fig. 4: Histogramme cumulé des acuités visuelles en valeurs décimales corrigées en préopératoire (blanc) et non-corrigées en postopératoire (noir) (1 = 10/10).

la corrélation entre les deux apparaît satisfaisante. Lorsque la réfraction obtenue n'est pas identique à celle recherchée, on observe plus fréquemment une sous-correction qu'une sur-correction postopératoire.

La figure 7 illustre la réfraction équivalente sphérique postopératoire obtenue qui, dans notre série, est égale à 0 D dans 87.5 % des cas. L'équivalent sphérique postopératoire moyen est de -0.2 ± 0.5 D.

Dans tous les cas, nous entendons par "réfraction" la mesure subjective des verres correc-

teurs (lunettes) sans cycloplégie, dans un éclairage photopique et avec des optotypes optimalement contrastés.

Une notion introduite par Waring est celle de la réfraction équivalente défocalisée qu'il définit comme étant la valeur absolue de la réfraction sphérique additionnée à la moitié de la valeur absolue de la réfraction cylindrique (18). Par exemple, un patient possédant une réfraction sphérique de -1 D et cylindrique de +2 D à 90° aura une réfraction équivalente sphérique de 0 D, mais par contre, une réfraction

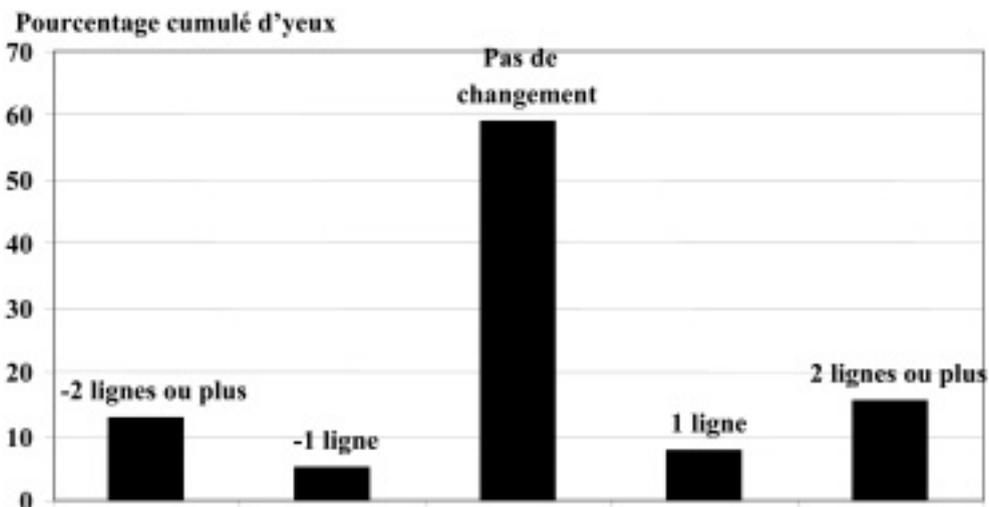


Fig. 5: Histogramme des gains/pertes en terme d'acuité visuelle non corrigée postopératoire par rapport à l'acuité visuelle corrigée préopératoire.

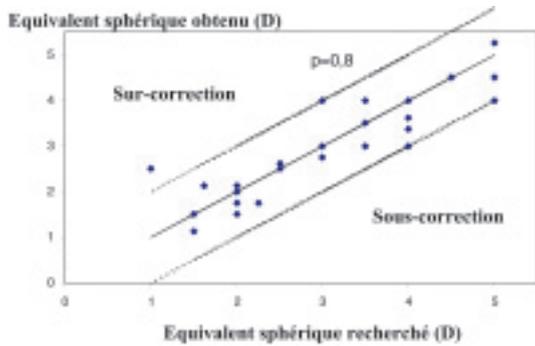


Fig. 6: Réfraction sphérique équivalente obtenue (en dioptries) en fonction de la réfraction sphérique équivalente recherchée. Le coefficient de corrélation linéaire obtenu pour ces valeurs est de $p = 0.8$.

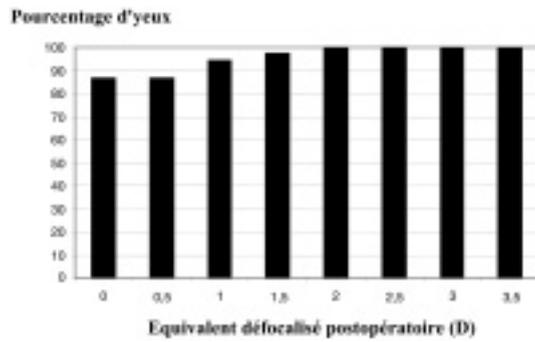


Fig. 8: Histogramme des réfractions défocalisées équivalentes (en dioptries). 94.6 % des yeux ont une réfraction défocalisée équivalente inférieure à 1 D.

équivalente défocalisée de 2 D. Cette notion analyse donc plus rigoureusement la réfraction et plus spécifiquement l'astigmatisme. Les résultats postopératoires sont analysés sur base de cette réfraction équivalente défocalisée à la figure 8. Ceci nous démontre que les corrections astigmatiques ont été correctement réalisées puisque les résultats entre équivalent sphérique et équivalent défocalisé sont similaires (c'est-à-dire = 1).

La presbytie préopératoire des patients était corrigée en moyenne de $2.11 D \pm 0.38 D$. La moyenne d'âge de l'échantillon présenté est de 55 ans \pm 8.5 ans, allant de 43 à 68 ans. En postopératoire, 100 % des patients n'ont plus besoin de leur correction de presbytie. La mesure de l'acuité visuelle de près se fait en pré-

sentant un texte à 30 cm du patient. La valeur reportée par exemple 0.64 à 30 cm, correspond à Parinaud 1.4 ou à 7/10. La figure 9 représente l'histogramme cumulé des acuités visuelles de près postopératoires pour les deux groupes de patients. Une excellente acuité visuelle de près est obtenue chez 32.4 % des patients. Une acuité visuelle de près de 1 (ce qui leur permet de lire confortablement le journal sans lunette) a été retrouvée chez 94.6 % des patients.

A ce stade de notre étude, nous avons comparé l'acuité visuelle de près (0.89 ± 0.24 ou environ 4.2/10) du groupe des patients uniquement traités pour hypermétropie à celle (0.77 ± 0.10 ou environ 5.1/10) du groupe des patients traités pour hypermétropie et presbytie. Un t-test sur ces deux groupes (11 yeux;

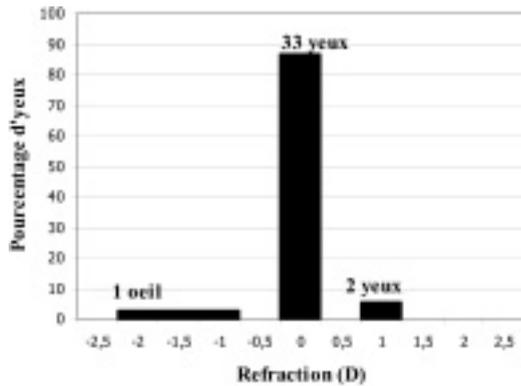


Fig. 7: Histogramme des réfractions postopératoires sphériques équivalentes en dioptries pour notre échantillon de 36 yeux.

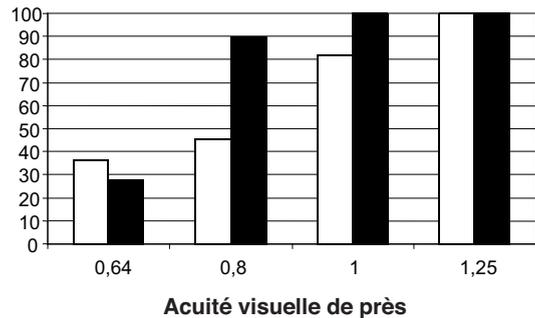


Fig. 9: Histogramme des acuités visuelles de près (axe x) pour les patients traités pour hypermétropie simple (blanc) et pour hypermétropie-presbytie combinée (noir).

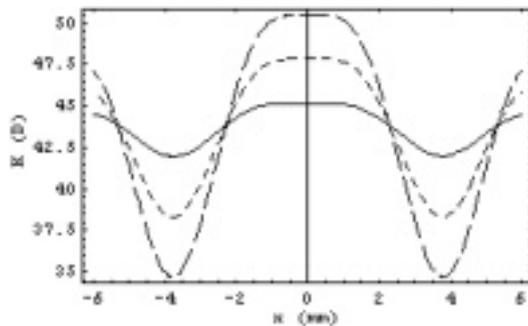


Fig. 10: Puissance cornéenne (D) simulée en fonction de la puissance du traitement réfractif pour une largeur de faisceau de 3.3 mm et un tir à un rayon de 4.5 mm du centre pupillaire [100 impulsions (courbe pleine), 300 impulsions (courbe pointillés courts), 500 impulsions (courbe avec pointillés longs)]. La zone optique diminue de largeur avec la puissance de traitement.

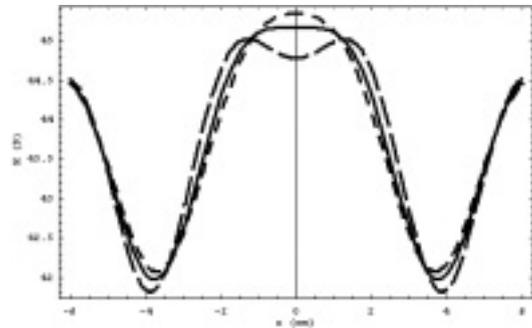


Fig. 12: Puissance cornéenne K simulée en fonction de la distance x à l'axe optique pour différentes largeurs de faisceau. La distance du tir à l'apex cornéen est de 5.5 mm et le nombre d'impulsions est de 100. La largeur du faisceau gaussien est de 3.5 mm (pointillés serrés), de 3.3 mm (pointillés larges) et de 3 mm (ligne continue).

traitement de l'hypermétropie seul ; **29** yeux: traitement hypermétropie + presbytie) a permis de montrer que le gain en acuité visuelle est significatif avec le traitement de la presbytie ($p < 0.05$). La population la plus âgée a donc une meilleure acuité visuelle de près que la population en moyenne de 10 ans plus jeune. En vision de loin, nous ne relevons pas de différence significative entre les deux groupes.

Les complications rencontrées ont été les suivantes: un œil a présenté une kératite virale postopératoire immédiate et a gardé un astigmatisme postopératoire inconfortable. Un re-

traitement a dû être réalisé. Trois yeux de 2 patients ont été myopisés (sur-correction) sans retraitement désiré pour l'instant car cet effet les place en monovision.

Notre modèle théorique de simulation par ordinateur nous a permis d'étudier l'influence des paramètres, tels que le nombre d'impulsion du laser (figure 10), la position du faisceau par rapport à l'apex cornéen (figure 11) et la largeur du faisceau du laser sur le profil cornéen obtenu (figure 12).

La figure 10 analyse l'influence de la puissance du faisceau sur la taille de la zone optique. La figure 10 illustre bien qu'en fonction du nombre d'impulsions et donc de la réfraction corrigée, la zone optique rétrécit.

Le profil d'ablation est plus ou moins régulier en fonction de la largeur et de la position du faisceau gaussien. Les figures 11 et 12 montrent notamment que le laser n'a pas d'action sur la zone centrale (qui sera la zone optique du patient) si le tir est trop loin de l'apex cornéen ou si le faisceau est trop étroit. Inversement, si le faisceau est trop large ou trop près du centre, la zone optique est inexistante.

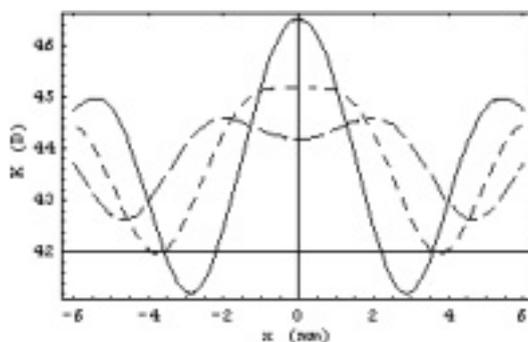


Fig. 11: Influence de la position du faisceau laser sur la cornée (pour une largeur à mi-hauteur de 3.3 mm et 300 impulsions). Puissance cornéenne K (D) simulée en fonction de la distance x à l'axe optique: courbe pleine pour une distance d de traitement à l'axe optique de d = 3.5 mm; courbe en pointillés serrés d = 4.5 mm; courbe en pointillés larges d = 5.5 mm.

DISCUSSION

Nous avons mis en valeur par cette étude le fait que le traitement de la presbytie par une ablation additive nasale inférieure permettait d'observer une amélioration de l'acuité visuelle de

près. Nos résultats répondent à la question légitime de savoir dans quelle mesure la réserve accommodative chez les patients hypermétropes emmetropisés aurait pu entrer en ligne de compte. Nous avons pu observer que la population traitée par la technique combinée, pourtant de 10 ans plus âgée, avait une acuité visuelle de près de 2 lignes meilleures que la population plus jeune mais non traitée pour la presbytie. Cette méthode permet donc bien de rétablir une perte d'accommodation de 2 D. L'efficacité du traitement de la presbytie est démontrée, bien que l'origine de cette restauration de l'accommodation ne soit pas clairement identifiée. En effet, l'explication la plus évidente est la multifocalité de la cornée traitée pour la presbytie. Or l'addition apportée n'est pas centrée sur l'axe optique et est même relativement périphérique. On peut dès lors se demander si le changement induit par la chirurgie réfractive n'implique pas aussi des composantes non seulement de multifocalité mais aussi de pseudoaccommodation. En effet, la déformation de la cornée normale induite par le processus d'accommodation génère une addition d'environ 0.6 D, ce qui sous-entend que la cornée peut être impliquée dans le processus accommodatif (19). Par ailleurs, le traitement de la presbytie tel que réalisé, donne des topographies cornéennes proches de celles des cornées présentant un kératocône. Le changement des propriétés biomécaniques des cornées présentant des kératocônes ainsi que des patients post-LASIK a été clairement démontré par l'abaissement de l'hystérésis cornéen (9). La question reste en suspens de savoir si l'amincissement de la cornée en périphérie lié au traitement de la presbytie entre en jeu. Nos résultats réfractifs sont tout à fait comparables à ceux obtenus par Pallikaris (Refractec ViewPoint CK system) dans le traitement de l'hypermétropie(11). Cet auteur obtient en effet une acuité visuelle d'au moins 10/10 dans 50 % des cas, et d'au moins 5/10 dans 89 % des cas. L'équivalent sphérique postopératoire est de -0.16 ± 0.80 D. Une acuité visuelle non-correctée postopératoire équivalente ou meilleure à l'acuité visuelle corrigée préopératoire est retrouvée chez 76 % des personnes traitées. Nos résultats sont également comparables à ceux de Spadea (Zeiss Meditec MEL 70 G scan Laser) pour qui l'acuité visuelle

moyenne est de 0.87 ± 0.1 , l'équivalent sphérique moyen est de 0.34 ± 0.92 D et 88 % des gens conservent sans correction leur acuité visuelle préopératoire avec correction (15). Nos résultats sont également comparables aux 65 % d'acuité visuelle supérieure ou égale à 1.0 après presbylasik (6, 13).

CONCLUSION

Le laser Inpro-Gauss dont la totalité du faisceau est à profil gaussien, donne de bons résultats réfractifs dans le traitement de l'hypermétropie. Il permet d'obtenir un gain accommodatif de 2 dioptries dans le traitement combiné de l'hypermétropie et de la presbytie. Il convient de limiter les indications de ce laser à l'hypermétropie modérée (≤ 6 D) dans le but d'éviter une zone optique centrale trop réduite. Nos résultats réfractifs obtenus dans le traitement combiné de l'hypermétropie et de la presbytie avec le laser de surface à faisceau large et profil gaussien, sont satisfaisants et comparables à ceux obtenus par d'autres techniques laser.

Présenté en partie au congrès de la SFO Mai 2006.

REFERENCES

- (1) ANSCHÜTZ T. – Laser correction of hyperopia and presbyopia. *Int. Ophthalmol. Clin.* 1994, 34, 107-137
- (2) BEAUDUIN P., GOBIN L., TRAU R., TASSIGNON M.J. – PRK with InPro-Gauss excimer laser: statistical analysis of results. *Bull. Soc. belge Ophtalmol.* 2002, 284, 65-71
- (3) CANTÙ R., ROSALES M.A., TEPICHÍN E., CURIUCA A., MONTES V., BONILLA J. – Advanced surface ablation for presbyopia using Nidek EC-5000 laser. *J. Refract. Surg.* 2004, 20, S711-S713
- (4) DATILES M.B., GANCAICO T. – Low myopia with low astigmatic correction gives cataract surgery patients good depth of focus. *Ophthalmology.* 1990, 97, 922-926
- (5) EPSTEIN D., VINCIGUERRA P., FRUEH B. – Correction of presbyopia with the excimer laser. *Int. Ophthalmol. Clin.* 2001, 41, 103-111
- (6) GUTTMAN C., WARING III G.O. – Interim results with hyperopic LASIK trial highly favorable. *Ophthalmol. Times.* 2005, 30, 8

- (7) HUBER C. – Planned myopic astigmatism as a substitute for accommodation in pseudophakia. *Am. Intraocul. Implant. Soc. J.* 1981, 7, 244-248
- (8) ISTRE M. – Chirurgie réfractive incisionnable. *Krak Printelp.* 1995, 49-64
- (9) LUCE D.A. – Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyser. *J. Cataract Refr. Surg.* 2005, 31, 156-162
- (10) MIRANDA D., KRUEGER R.R. – Monovision laser in situ keratomileusis for pre-presbyopic and presbyopic patients. *J. Refract. Surg.* 2004, 20, 325-328
- (11) PALLIKARIS I.G., NAOUMIDI T.L., PANAGOPOULOU S.I., ALEGAKIS A.K., ASTYRAKAKIS R.I. – Conductive keratoplasty for low to moderate hyperopia: 1-year results. *J. Refract. Surg.* 2003, 19, 496-505
- (12) SAWUSCH M.R., GUYTON D. – Optimal astigmatism to enhance depth of focus after cataract surgery. *Ophthalmology.* 1991, 98, 1025-1029
- (13) SCHRAEPEN P., ESKINA E., GOBIN L., TRAU R., TIMMERMANS J.P., TASSIGNON M.J. – Gaussian broad-beam excimer laser: clinical and experimental results. *Bull. Soc. belge Ophtalmol.* 2005, 297, 81-96
- (14) SEILER T., WOLLENSAK J. – Fundamental mode photoablation of the cornea for myopic correction: 1. Theoretical background. *Lasers Light Ophthalmol.* 1995, 5, 199-203
- (15) SPADEA L., SABETTI L., D'ALESSANDRI L., BALESTRAZZI E. – Photorefractive keratectomy and LASIK for the correction of hyperopia: 2-year follow-up. *J. Refract. Surg.* 2006, 22, 131-136
- (16) TRINDADE F., OLIBEIRA A., FRASSON M. – Benefit of against-the-rule astigmatism to uncorrected near visual acuity. *J. Cataract Refract. Surg.* 1997, 23, 82-85
- (17) VERZELLA F., CALOSSO A. – Multifocal effect of against-the-rule myopic astigmatism in pseudophakic eyes. *Refract. Corneal Surg.* 1993, 9, 58-61
- (18) WARING G.O. – Standard graphs for reporting refractive surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2000, 16, 459-466
- (19) YASUDA A., YAMAGUCHI T., OHKOSHI K. – Changes in corneal curvature in accommodation. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003, 29, 1297-1301

.....

Tirés à part et correspondance
 Laure GOBIN
 Oogheekunde, UZ Antwerpen
 Wilrijkstraat 10 - B-2650 EDEGEM
 gobin.laure@gmail.com