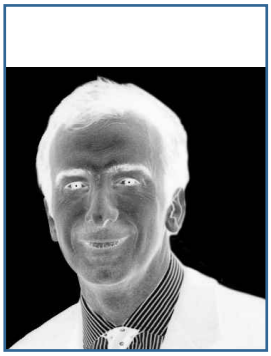

D. PIETRINI, T. GUEDJ
Centre Cornée Kératocône, PARIS.
docteurpietrini@gmail.com
tony.guedj@yahoo.fr

Évolutions des concepts de remodelage cornéen par implantation de segments ou d'anneaux intracornéens

La prise en charge d'une pathologie aussi anciennement connue que le kératocône demeure un *challenge* quotidien pour les spécialistes de la chirurgie cornéenne. Jusqu'à une période très récente, la prise en charge restait limitée à la correction optique par lentille rigide, ou à la réalisation d'une kératoplastie dans les cas d'intolérance ou d'échec du port des lentilles.

La situation des patients porteurs d'un kératocône s'est considérablement améliorée au cours des 15 ou 20 dernières années, avec l'apparition des anneaux intracornéens et du laser femtoseconde qui ont révolutionné leur chirurgie d'implantation, du *crosslinking*, du collagène cornéen, des photoablations guidées par la topographie ou l'aberrométrie, des implants phaques réfractifs et de la combinaisons de ces différentes options de réhabilitation visuelle chirurgicale et de contrôle de la maladie ectasiante.

L'implantation de segments d'anneaux intracornéens est une technique, désormais établie et validée, de remodelage cornéen réalisée sans aucune ablation tissulaire. Elle est indiquée dès que l'intolérance aux lentilles est patente. L'objectif principal d'une implantation de segments d'anneaux intracornéens est de réduire la déformation cornéenne et les valeurs kératométriques, en particulier au sommet de l'ectasie, de réduire également les aberrations de haut degré et d'améliorer ainsi l'acuité visuelle sans et avec correction. L'implantation d'anneaux intracornéens peut s'associer de façon synergique au traitement de la pathologie ectasiante (*crosslinking*) et à toutes les autres techniques de réhabilitation visuelle : photoablations guidées par la topographie ou implantation réfractive sur œil phaque. Dans l'immense majorité des cas, une kératoplastie peut être évitée.

Nous avons à notre disposition différent types de segments d'anneaux désormais bien connus, utilisés en France depuis maintenant 20 ans pour les premiers d'entre eux. Citons les anneaux de type Intacs, Keraring, Ferrara et MyoRing. Chaque système possède ses propres dessins et ses variantes.

Le système Keraring est, à l'heure actuelle, celui qui offre le plus grand nombre d'options disponibles : deux diamètres différents (5 et 6 mm), six longueurs d'arc (90°, 120°, 150°, 160°, 210°, 340°) et cinq épaisseurs allant de 150 à 350 microns par pas de 50 microns.

Le système est extrêmement versatile, et un nombre infini de combinaisons est possible pour customiser le traitement à chaque cornée kératocônique. Notre expérience personnelle depuis près de 20 ans et une revue de la littérature médicale prouvent que l'implantation d'anneaux intracornéens est une technique sûre et efficace dans l'immense majorité des cas. S'agissant de cornées pathologiques, il est important de rappeler à ce stade que l'implantation d'anneau n'est pas une chirurgie réfractive (et ne doit pas être présentée comme telle), et que sa prédictibilité topographique et réfractive est parfois faible. Le développement de nouveaux anneaux vise à améliorer cette prédictibilité et la customisation des traitements.

À la Clinique de la Vision, en collaboration avec le Centre de la Cornée et du Kératocône, nous avons investigué de nouvelles options de segments ou d'anneaux intracornéens : les anneaux de très grandes longueurs d'arc (340° et 355°) plus particulièrement destinés aux kératocônes centraux, les anneaux Keraring AS asymétriques avec épaisseur variable le long du segment et les Keraring SG (seconde génération) qui représentent un nouveau concept de remodelage cornéen.

LES ANNEAUX CIRCULAIRES DE 340° ET 355°

Ces anneaux ont été développés spécifiquement pour les kératocônes centraux ou paracentraux, même évolués. Ces kératocônes

répondent habituellement peu ou mal aux implantations des segments habituels. L'anneau circulaire initial de 355° (***fig. 1***) nécessitait initialement une implantation dans une poche stromale réalisée au laser femtoseconde, compte tenu des difficultés d'implantation dans un tunnel périphérique et de la proximité des extrémités de l'anneau au voisinage de la cicatrice, pouvant entraîner un risque d'amincissement stromal en regard. Pour contourner ces difficultés, l'anneau a évolué vers une forme plus ouverte de 340°, cette fois implantable dans un large tunnel périphérique. Les caractéristiques des anneaux sont décrites dans la ***figure 1***. Il existe deux épaisseurs disponibles : 200 et 300 microns.

Ces anneaux sont donc indiqués dans les kératocônes centraux présentant un faible astigmatisme avec kératométrie maximale supérieure à 60 dioptries (D) et cornée centrale transparente. L'anneau de 200 microns est choisi lorsque la réfraction sphérique est inférieure à 6D, l'anneau de 300 microns est utilisé au-delà de 6D.

Les résultats de ces anneaux ont fait l'objet d'une étude réalisée en collaboration avec le service d'Ophtalmologie du CHU de la Timone de Marseille et la Clinique de la Vision, dont la ***figure 2*** présente les résultats sur l'acuité visuelle sans correction, la meilleure acuité visuelle corrigée et l'équivalent sphérique. Chez ces patients, l'équivalent sphérique passait de –5.59 à –3.25D pour les anneaux de 340° et de 7.41 à 3.03D pour les anneaux de 355°.

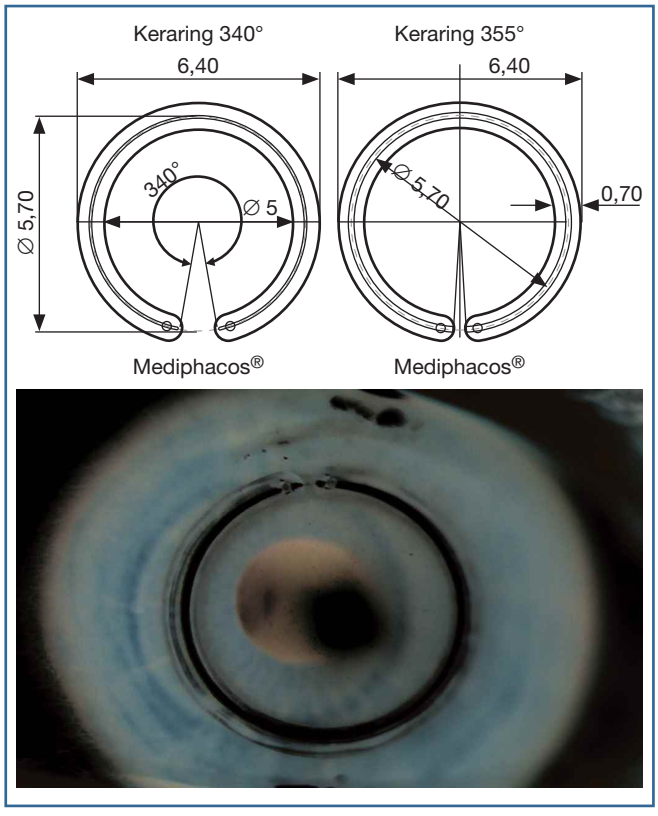

Fig. 1: Schéma des anneaux Keraring 355° et 340° et anneau 355° implanté.

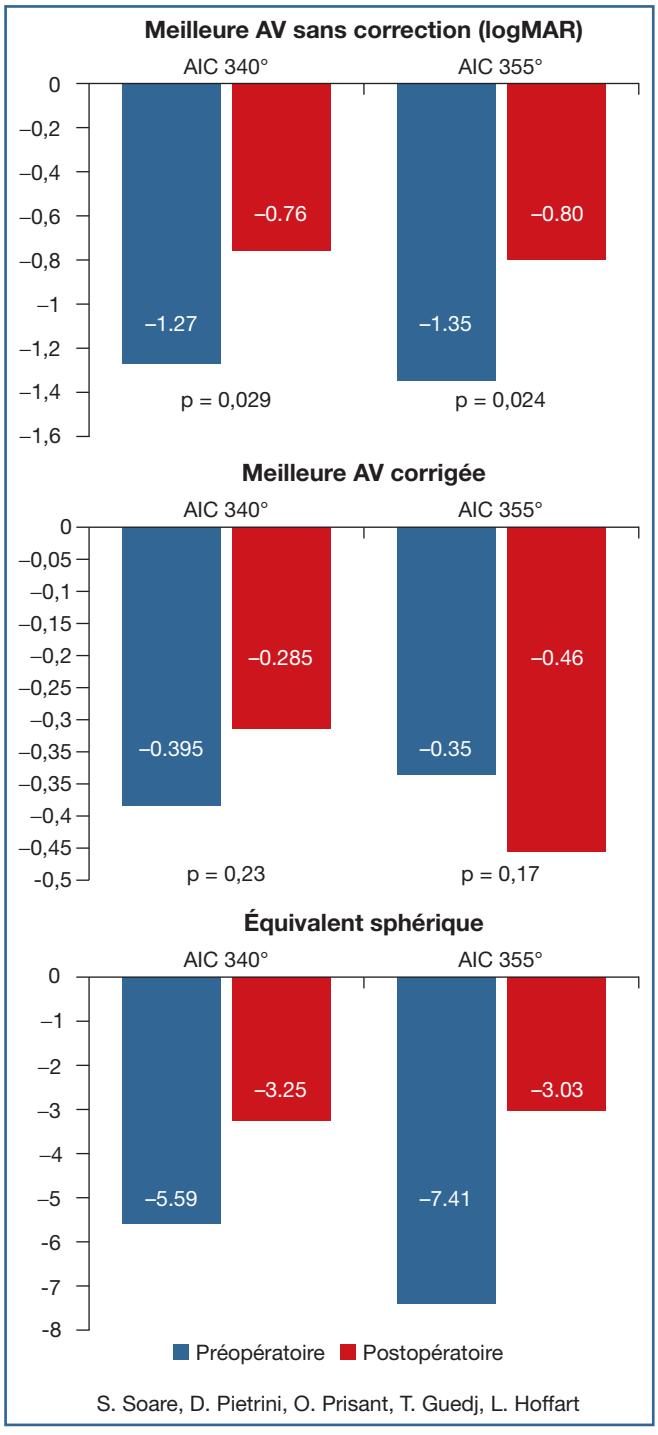

Fig. 2: Résultats des anneaux de 340° et de 355°.

Le cas clinique de la ***figure 3*** illustre l'effet obtenu en topographie Pentacam différentielle d'aplatissement cornéen large, atteignant 13D dans un cas de kératocône central très évolué, dont la kératométrie maximale passe de 58 à 46D.

Fig. 3.

LES KERARING AS

Les segments Keraring AS sont des anneaux asymétriques qui présentent une variation de leur épaisseur progressive sur leur longueur d'arc. Ils se distinguent peu des segments classiques en dehors de l'observation au microscope opératoire (***fig. 4***). Ces Keraring AS sont disponibles dans deux différents diamètres (5 mm et 6 mm), une seule longueur d'arc (160°), deux gradients différents d'épaisseur du segment (de 150 mm à 250 mm et de 200 mm à 300 mm). Enfin, la variation de l'épaisseur peut se faire dans le sens horaire ou antihoraire. Le choix de ces paramètres nécessite une bonne analyse de la topographie cornéenne préopératoire.

Il paraît logique de disposer de segments d'anneaux, dont l'effet n'est pas uniforme tout au long de leur trajet pour les nombreuses cornées kératocôniques qui présentent elles-mêmes des variations de courbure et d'épaisseur au sein même de la zone d'ectasie. L'objectif de ces segments d'épaisseur variable est de moduler cet effet tout au long de la zone d'implantation. Au fur et à mesure que l'épaisseur du segment augmente, l'effet de l'implant sur la courbure cornéenne augmente (***fig. 5***).

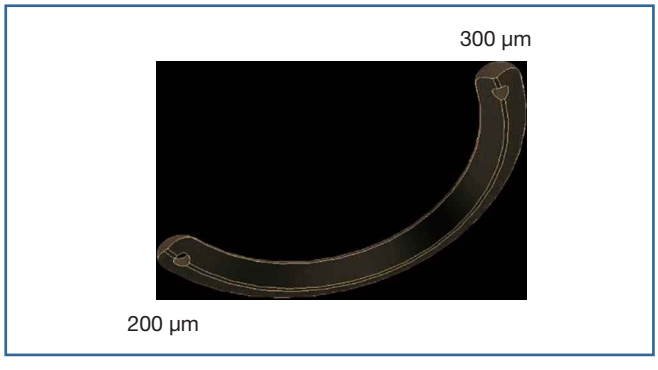

Fig. 4: Variation antihoraire de l'épaisseur du segment.

Ces anneaux sont particulièrement indiqués dans les kératocônes excentrés dits de phénotype ou de forme "croissant", ou "*snowman*" (bonhomme de neige).

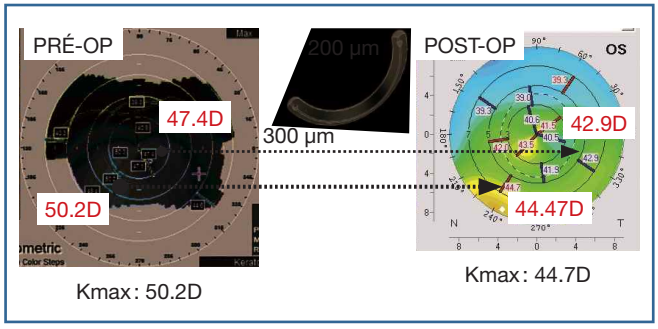

Fig. 5: Régularisation cornéenne d'un kératocône paracentral asymétrique par anneau Keraring AS. Sur cet œil gauche, l'effet de l'anneau Keraring AS "horaire" est plus marquée en nasal qu'en temporal, aboutissant à une régularisation homogène.

LES KERARING SG (SECOND GÉNÉRATION)

Les Keraring SG sont des nouveaux anneaux et segments d'anneaux au dessin original, qui traduit une conception totalement innovante de remodelage cornéen. Il s'agit de deux anneaux de diamètre différent (5 et 8 mm) interconnectés par des ponts dont l'angulation varie pour déterminer la puissance cornéenne centrale résultante (***fig. 6***).

Ce concept de remodelage cornéen est radicalement différent du concept de segment traditionnel. L'assemblage des deux anneaux constitue un véritable "endosquelette" cornéen dont la courbure est prédéterminée. L'arc de 8 mm auquel la zone optique centrale est attachée agit comme un "pseudo-limbe" (***fig. 7***). La courbure peut varier entre 30 et 45D. La cornée, moulée sur la prothèse, doit avoir la même courbure qu'elle.

Pour nos 6 premiers yeux opérés avec les anneaux SG, avec un recul supérieur à 3 mois, nous avons retrouvé un gain de 2 lignes d'acuité visuelle sans correction et un gain d'environ 2 lignes également de meilleure acuité visuelle corrigée. La réduction du cylindre atteint 45 %, et la kératométrie maximale était diminuée de 2D en moyenne. Cette réduction de kératométrie doit être interprétée en tenant compte d'un effet spécifique à ces anneaux de centralisation de l'asphéricité avec apparition fréquente d'aberration sphérique négative induite

Fig. 6: Schéma des anneaux Keraring SG 330° et 140° et aspects cliniques des anneaux implantés.

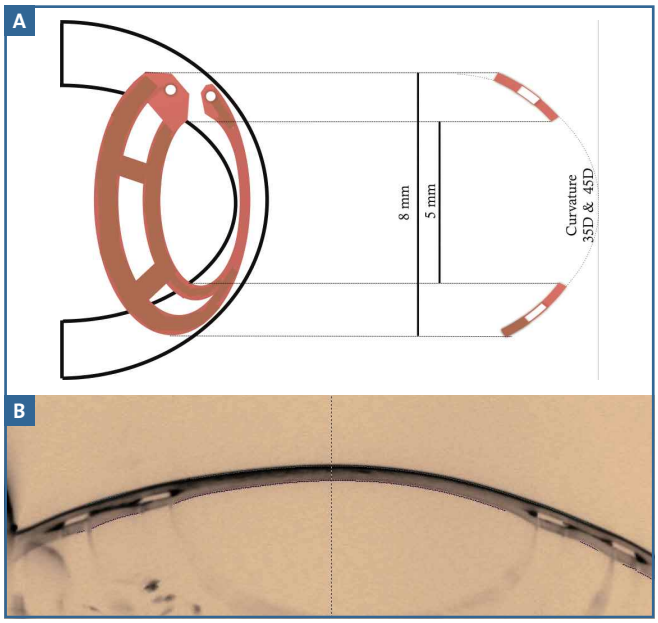

Fig. 7: **A.** Mode d'action des anneaux Keraring SG 330° (néo-limbe). **B.** Aspect OCT.

par le recentrage du kératocône et la préservation de l'asphéricité liée à ce type d'anneau à base incurvée.

CONCLUSION

L'arsenal thérapeutique pour la prise en charge du kératocône évolue et s'étoffe. Les nouveaux anneaux et segments autorisent une prise en charge plus précise de chaque cornée kératocônique. L'étape suivante sera probablement la simulation de l'effet d'un anneau et l'édition d'un anneau totalement personnalisé à la cornée du patient.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.