

## I Revues générales

# La kératopigmentation assistée au laser femtoseconde

**RÉSUMÉ:** La kératopigmentation à visée cosmétique est pratiquée depuis des années. Elle constitue une alternative pour améliorer l'aspect esthétique d'une cornée non fonctionnelle ou un defect irien. L'essor et la disponibilité croissante du laser femtoseconde permettent d'obtenir des résultats plus précis et une intervention moins invasive qu'une chirurgie d'éviscération ou une greffe de cornée. La kératopigmentation peut être une procédure de correction à long terme ou permanente. Les pigments de 3<sup>e</sup> génération micronisés présentent des risques minimes de toxicité oculaire et la satisfaction des patients est souvent au rendez-vous.



**L. FITOUSSI, D. GATINEL, A. SAAD**  
Service de Dermatologie,  
Fondation Rothschild, PARIS.

La kératopigmentation (KTP), mieux connue sous le nom de tatouage cornéen, est utilisée depuis des siècles pour la prise en charge cosmétique des opacités cornéennes [1]. Galien est considéré comme le premier à avoir pigmenté la cornée humaine, en utilisant du sulfate de cuivre réduit pour masquer un leucome cornéen [2]. Par la suite, la KTP a connu une popularité limitée pour diverses raisons.

Les lentilles de contact cosmétiques, l'énucléation ou l'éviscération avec prothèse orbitaire sont les méthodes les plus couramment répandues pour améliorer l'aspect esthétique des yeux invalides [3, 4]. Cependant, ces yeux présentent souvent une intolérance aux lentilles de contact [5], et les prothèses provoquent fréquemment des réactions inflammatoires et infectieuses [6]. La kératoplastie transfixiante comporte également des risques infectieux et de rejet du greffon. De plus, son utilisation à des fins cosmétiques est éthiquement irrecevable dans de nombreuses régions du monde en raison de la pénurie mondiale de donneurs de cornée.

La KTP s'est donc avérée une solution alternative pour ces patients [7, 8]. Récemment, différentes techniques

chirurgicales [9-12] utilisées à des fins diverses ont été décrites en appliquant de nouveaux pigments minéraux micronisés [13]. La KTP superficielle est donc une option possible pour les patients présentant des yeux non fonctionnels et demandeurs d'une solution esthétique, car elle peut contribuer à masquer les opacités cornéennes, les leucomes et la néovascularisation.

L'utilisation du laser femtoseconde (FAK) est une nouvelle technique pour la kératopigmentation.

Nous l'avons proposée à un patient de 59 ans intolérant aux lentilles de contact cosmétiques, présentant une acuité visuelle limitée à perception lumineuse positive, secondaire à une fibrose cornéenne totale associée à une néovascularisation.

### ■ Technique chirurgicale

L'intervention se déroule dans des conditions stériles, sous anesthésie topique au chlorhydrate d'oxybuprocaine 1,6 mg/0,4 mL.

La 1<sup>re</sup> étape avant la FAK consiste à mesurer la pachymétrie cornéenne afin

## POINTS FORTS

- La kératopigmentation est une alternative pour améliorer l'aspect esthétique d'une cornée non fonctionnelle.
- La disponibilité croissante du laser femtoseconde permet d'obtenir des résultats plus précis.
- Les pigments de 3<sup>e</sup> génération micronisés présentent des risques minimes de toxicité oculaire.

de déterminer la profondeur lamellaire appropriée pour le tunnel du laser femtoseconde [14, 15].

Les différentes techniques de FAK sont le simple tunnel et le double tunnel. Dans la première technique, le laser femtoseconde crée un tunnel circulaire dans la cornée. Cependant, la profondeur du tunnel ne doit pas être inférieure à 250 µm. Après l'ouverture, les pigments sont injectés par une canule plate. Dans la deuxième technique, deux tunnels intrastromaux sont créés par laser femtoseconde à des profondeurs différentes pour injecter des pigments de couleurs distinctes [16].

Dans notre cas, nous avons réalisé, après marquage de l'apex cornéen, 2 tunnels intrastromaux à 350 microns de profondeur à l'aide du laser femtoseconde Alcon Wavelight FS200 (*fig. 1*). Une dissection lamellaire manuelle a été effectuée pour aider à l'ouverture de ces tunnels intra-lamellaires.

Un pigment minéral brun micronisé approprié (Biochromaeyes de Biotic Phoece Labs) a été injecté à l'aide d'une canule d'hydro-dissection dans le tunnel et la cornée périphérique disséquée (*fig. 1*). Le traitement topique post-opératoire comprenait une combinaison d'antibiotiques topiques (ofloxacine 0,3 %) et de stéroïdes (dexaméthasone 0,1 %).

Actuellement, seul le pigment du laboratoire Biotic Phoece présente une certification européenne (marquage CE). Il est fabriqué en France, présente une palette de 20 couleurs différentes avec la possibilité de les associer et de les mélanger.

### ■ Discussion

>>> La kératopigmentation assistée au laser femtoseconde (FAK) est une des techniques possibles de kératopigmentation à visée cosmétique. Elle est plus précise, plus rapide, plus sûre, plus facile à

effectuer, avec moins de complications post-opératoires et un temps de récupération plus court par rapport au tatouage manuel intra-lamellaire et superficiel de la cornée [15].

>>> Les **complications** de la KTP sont essentiellement classées en complications organiques et fonctionnelles et concernent d'anciens pigments qui n'ont pas le marquage CE [16, 17]. La toxicité des pigments et leur durabilité ont été l'une des principales préoccupations. La limitation du champ visuel (4 %) et la sensibilité à la lumière (49 %) sont considérées comme des complications fonctionnelles. Le changement de couleur, la décoloration et la néovascularisation (7 %) sont décrits comme des complications organiques.

>>> Le principal **effet indésirable** qui persiste avec les nouveaux pigments de 3<sup>e</sup> génération est la sensibilité à la lumière qui disparaît dans 80 % des cas à 6 mois [16].

>>> Les **résultats** de la KTP peuvent être influencés par la profondeur de l'injection et la composition des pigments. Les études actuelles indiquent que les tunnels profonds ont de meilleurs résultats que les tunnels superficiels, car si le pigment entre en contact avec les larmes, il s'oxyde et risque d'évoluer vers une couleur plus foncée voire le noir. Le rinçage abondant per et post-opératoire diminuerait le risque de sensibilité à la lumière et l'irritation ressentie par le patient [16].

>>> La kératopigmentation a été appliqué dans **diverses situations** : des atrophies iriennes [14], le syndrome d'Urrets-Zavalía [15], des opacités cornéennes [7], des leucomes cornéens [11], la diplopie post-strabique [10] et à visée cosmétique [18].

>>> Malgré les complications rencontrées, **la plupart des patients** intégrés dans les études **sont satisfaits** des résultats fonctionnels et cosmétiques finaux

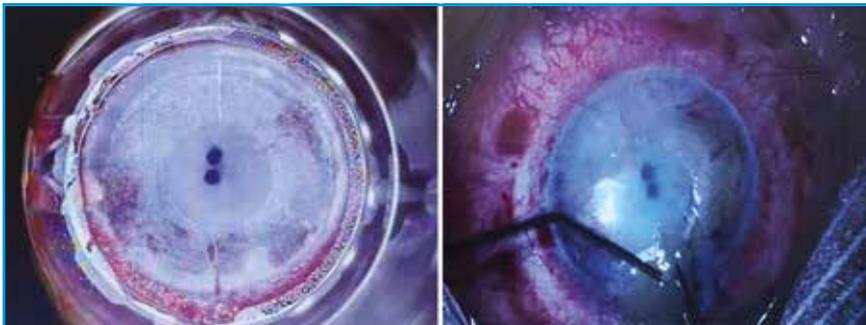


Fig. 1 : Découpe au laser femtoseconde puis dissection/injection du pigment.

## Revue générale



Fig. 2 : Résultats pré- et post-opératoire de la FAK (1 mois post-opératoire).

(fig. 2). La FAK avec la 3<sup>e</sup> génération de pigments présente des risques minimes en termes de toxicité oculaire. Elle permet de résoudre plusieurs problèmes fonctionnels oculaires tout en améliorant la confiance et l'estime de soi des patients vis-à-vis de leur apparence esthétique. C'est une procédure chirurgicale sûre, facile à apprendre et à réaliser, permettant d'éviter des procédures de reconstruction orbitaire plus vastes et plus invasives.

### Conclusion

La kératopigmentation assistée au laser femtoseconde utilisant des pigments minéraux micronisés peut être considérée comme une alternative pour les patients chez qui l'éviscération ou les prothèses seraient proposées pour améliorer l'apparence esthétique. Elle peut être une procédure de correction à long terme ou

permanente des altérations cosmétiques de l'œil chez les personnes qui présentent des cicatrices cornéennes invalidantes d'un point de vue esthétique.

### BIBLIOGRAPHIE

1. MANNIS MJ, EGHBALI K, SCHWAB IR. Keratopigmentation: a review of corneal tattooing. *Cornea*, 1999;18:633-637.
2. HOLTH S. Revival of Galen's corneal staining with coppersulfate and tannine should be abandoned. *Am J Ophthalmol*, 1931;14:378-379.
3. HALLOCK GG. Cosmetic trauma surgery. *Plast Reconstr Surg*, 1995;95:380-381.
4. HOEYBERGHS JL. Fortnightly review: cosmetic surgery. *BMJ*, 1999;318:512-516.
5. HALLOCK GG. Cosmetic trauma surgery. *Plast Reconstr Surg*, 1995;95:380-381.
6. CUSTER PL, KENNEDY RH, WOOG JJ *et al*. Orbital implants in enucleation surgery: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, 2003;110:2054-2061.

7. PITZ S, JAHN R, FRISCH L *et al*. Corneal tattooing: an alternative treatment for disfiguring corneal scars. *Br J Ophthalmol*, 2002;86:397-399.
8. KIM C, KIM KH, HAN YK *et al*. Five-year results of corneal tattooing for cosmetic repair in disfigured eyes. *Cornea*, 2011;30:1135-1139.
9. BURRIS TE, HOLMES-HIGGIN DK, SILVESTRINI TA. Lamellar intrastromal corneal tattoo for treating iris defects (artificial iris). *Cornea*, 1998;17:169-173.
10. LARIA C, ALIÓ JL, PIÑERO DN. Intrastromal corneal tattooing as treatment in a case of intractable strabismic diplopia (double binocular vision). *Binocul Vis Strabismus Q*, 2010;25:238-242.
11. LIU X, SHEN JH, ZHOU Q *et al*. Personalised lamellar keratoplasty and keratopigmentation in Asian corneal leucoma patients. *Int J Clin Exp Med*, 2015;8:9446-9453.
12. ALIÓ JL, RODRIGUEZ AE, EL BAHRAWY M *et al*. Keratopigmentation to Change the Apparent Color of the Human Eye: A Novel Indication for Corneal Tattooing. *Cornea*, 2016;35:431-437.
13. AMESTY MA, ALIO JL, RODRIGUEZ AE. Corneal tolerance to micronised mineral pigments for keratopigmentation. *Br J Ophthalmol*, 2014;98:1756-1760.
14. ALIÓ JL, RODRIGUEZ AE, TOFFAFA BT *et al*. Femtosecond-assisted keratopigmentation for functional and cosmetic restoration in essential iris atrophy. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:1744-1747.
15. ALIO JL, RODRIGUEZ AE, TOFFAFA BT *et al*. Femtosecond-assisted keratopigmentation double tunnel technique in the management of a case of Urrets-Zavalía syndrome. *Cornea*, 2012;31:1071-1074.
16. ALIO JL, AL-SHYMALI O, AMESTY MA *et al*. Keratopigmentation with micronised mineral pigments: complications and outcomes in a series of 234 eyes. *Br J Ophthalmol*, 2018;102:742-747.
17. ALAFALEQ M, GARRIDO J, FERRARI F. Femtosecond assisted keratopigmentation (FAK) with a 5-millimeter diameter aperture does not affect ocular examination. *European Journal of Ophthalmology*, 2023;33:1898-1902.
18. FERRARI F, VAN HASELEN R. The Safety and Effectiveness of a Novel Annular Keratopigmentation Method: A Case Report. *Case Rep Ophthalmol*, 2018;9:35-42.

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