

Ectasie secondaire : diagnostic

David Touboul

L'ectasie secondaire à une chirurgie réfractive cornéenne est une complication redoutée des chirurgiens. Un certain nombre de mesures préventives sont à connaître pour, d'une part, éviter d'opérer des cornées à risque et, d'autre part, éviter de déstabiliser une cornée jugée normale. Le développement précoce de l'ectasie secondaire est lui aussi important à reconnaître dans le suivi postopératoire car des mesures thérapeutiques sont à présent disponibles pour stabiliser l'ectasie et améliorer son pronostic.

Une définition aux contours variables

Le premier cas d'ectasie a été décrit par Théo Seiler en 1998. L'incidence de la complication est à ce jour estimée entre 0,6 et 0,04 % des procédures, mais les cas sous-diagnostiqués ou non rapportés et les cas déclarés non publiés feraient certainement grossir les statistiques. L'ectasie secondaire est principalement décrite dans les suites d'un lasik, mais des cas isolés ont été décrits après kératectomie photoréfractive (PRK) et évoqués après procédure Intracor. Moins de 250 cas sont à ce jour publiés depuis 1988 pour cette pathologie iatrogène dont le délai de diagnostic est d'environ 12 mois pour 50 % des cas, mais il peut s'étendre au-delà d'une dizaine d'années.

D'un point de vue sémiologique, nous aimerions pouvoir distinguer les cas d'ectasie sur yeux non porteurs d'anomalie biomécanique préexistante, déclenchés par la chirurgie, et ceux déclenchés sur des formes suspectes ou frustes de kératocônes (KC), le plus souvent infra-cliniques, tout simplement accélérés par la chirurgie. En pratique, la frontière entre ces deux définitions reste floue car, à ce jour, il n'y a pas de corrélation bien établie entre les anomalies morphologiques, principaux arbitres de nos décisions thérapeutiques, et l'anomalie biomécanique sous-jacente à l'affection, non clairement exploitée en pratique.

Par ailleurs, il est plus probable qu'il n'existe pas de « normalité cornéenne », mais plutôt un continuum de susceptibilités biomécaniques allant d'une cornée suffisamment solide pour tolérer une chirurgie cornéenne à une cornée facilement instable, voire subrepticement évolutive vers une forme infraclinique de KC.

Centre de référence national du kératocône,
CHU de Bordeaux

Les hypothèses physiopathologiques sont principalement fondées sur des arguments biomécaniques et histologiques

Le mécanisme d'action de l'ectasie secondaire est mal connu mais certaines hypothèses sont formulées. La découpe mécanique ou par photoablation des lamelles antérieures du collagène entraînerait une perte de la rigidité globale de la cornée davantage liée à un glissement progressif et localisé des lamelles de collagène (type I) entre elles qu'à une distension de celles-ci, réputées très peu déformables au niveau du stress physiologique habituel. Le terme consacré est la « fracture interfibrillaire ». L'amincissement de la cornée, toujours associé à l'ectasie, et les anomalies de la membrane de Bowman sont ainsi les témoins indirects de ce glissement. La perte de rigidité localisée entraîne une redistribution des contraintes de pressions et entretient un cercle vicieux de protusions de la cornée concentré à l'endroit le plus fragilisé. L'ectasie cornéenne doit donc par définition correspondre à un amincissement asymétrique, progressif, irréversible et localisé de la cornée. Il est évident que l'affaiblissement biomécanique est plus important avec le lasik qu'avec la PRK, bien moins sujette aux cas d'ectasies secondaires. Les incisions de la procédure Intracor (Technolas Perfect Vision) ont par essence une action déstabilisante, mais celle-ci est théoriquement contrôlée en se limitant à une petite zone optique et en laissant intacte les 100 microns antérieurs de la surface stromale (figure 1). Il est en revanche fort probable qu'un Intracor réalisé sur un patient déjà traité par lasik aboutisse à une déstabilisation biomécanique beaucoup plus importante.

Les preuves histologiques

Les études histopathologiques réalisées sur des cas d'ectasies post-laser montrent des anomalies en tout

Dossier

point similaires à celles retrouvées sur les cornées de KC. Les cassures de la membrane de Bowman, le désordre et le défaut d'ancrage des lamelles antérieures, ainsi que l'amincissement stromal, sont des stigmates indifféremment retrouvés dans les deux populations.

Il est remarquable que l'amincissement ne concerne essentiellement que le mur résiduel postérieur dans les ectasies post-lasik et, en revanche, toute la cornée dans les ectasies post-PKR.

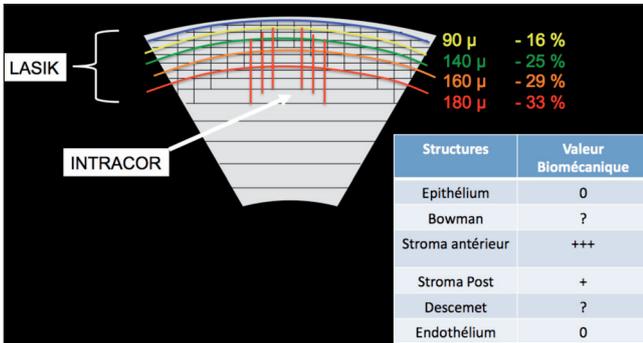


Figure 1. Rapport entre l'affaiblissement biomécanique et la profondeur de coupes des capots de lasik sans photoablation d'après les données de Krueger et al. Un capot de 180 microns diminue d'un tiers la dureté cornéenne (© D. Touboul).

Diagnostic rétrospectif des patients à risque d'ectasie secondaire

Un certain nombre de facteurs de risque pour l'ectasie secondaire sont à présent publiés et sont souvent rediscutés. Aucun de ces critères n'étant individuellement suffisant pour établir un risque réel, plusieurs auteurs ont donc proposé des scores d'évaluation du risque d'ectasie préopératoire reposant sur des observations rétrospectives de cohortes de cas d'ectasies déclarés. Le plus célèbre de ces scores a été établi par Randleman en 2003 (*Ectasia Risk Factor Score System*). Une valeur de ce score de 0 ou 1 correspond à un très faible risque, mais un score supérieur ou égal à 3 correspond à un risque pouvant faire recuser la chirurgie par lasik. D'autres scores de risque d'ectasie ont été publiés comme le *Strike Point System* (SPS) de Groden et Sichelman ou encore le score de Tabbara et Kotb. Enfin, le score KISA de Rabinowitz qui détecte le kératocône est utile pour éviter de recruter une forme infraclinique de KC (normalité si < 60 %).

Pour synthétiser, les principaux facteurs de risque les plus discutés dans la littérature sont, par catégories :

- *terrain favorable* : âge < 30 ans (la dureté de la cornée augmentant avec l'âge), KC familial et atopie (prédispositions génétiques), frottements oculaires (microstress répétés), myopie forte (correction d'un équivalent sphérique > 8 D ; risque de mur stromal résiduel faible) ;

- *topographie atypique* : I-S > 1,4, SRAX > 21°, Kmax > 47,2 D, PSF post > 50 microns, perte énanthiomorphique > 1 D, « D » pattern ;
- *tomographie atypique* : PMC < 500 µm, différence de pachymétrie centrale entre deux yeux > 20 µm (Saad, Gatnel), vitesse d'amincissement du centre à la périphérique trop grande (PTI > 1,15 ou index de déviation Belin-Ambrosio > 1,9 au Pentacam) ;
- *réfraction évocatrice* : astigmatisme évolutif et/ou indirect, coma verticale > 0,2 µm ;
- *biomécanique compatible* : CRF de l'ORA < 9,7 mmHg pour une PMC > 500 µm (Touboul) ;
- calcul d'un mur stromal résiduel prévisible < 250 µm.

Aucun de ces paramètres pris isolément ne suffit à annuler le risque d'ectasie secondaire ; des algorithmes basés sur les réseaux neuronaux et les fonctions dites discriminantes devraient améliorer les performances de prévention. Une illustration typique de cas subtilement à risque est fournie en figure 2.

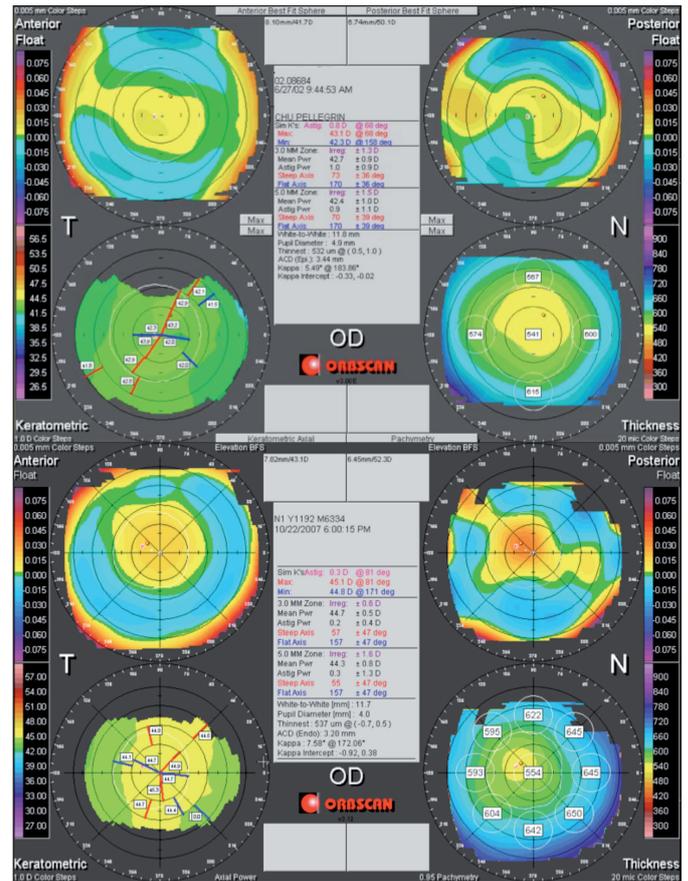


Figure 2. Comparaison entre une topographie de sujet dit « normal », en haut, et de « forme fruste de kératocône » (œil controlatéral évident), en bas. Noter que la pachymétrie au point le plus fin est identique ; l'élévation postérieure fait la nettement la différence.

Terminologie

BSF : Best Fit Sphere
 CRF : Croneal Resistance Factor (ORA)
 D pattern : bombement inférieur dans la classification topographique de Rabinowitz
 I-S : différence de courbure entre la partie supérieure et inférieure au niveau des 3 mm centraux
 ORA : Ocular Response Analyzer
 PMC : pachymétrie cornéenne centrale
 PSF : Point Spread Function
 PTI : Percentage Thickness Increase (Gradient d'amincissement de la cornée du centre à la périphérie - Ambrosio-Belin)
 SRAX : Skewed Radial AXes

Vérification des conditions opératoires

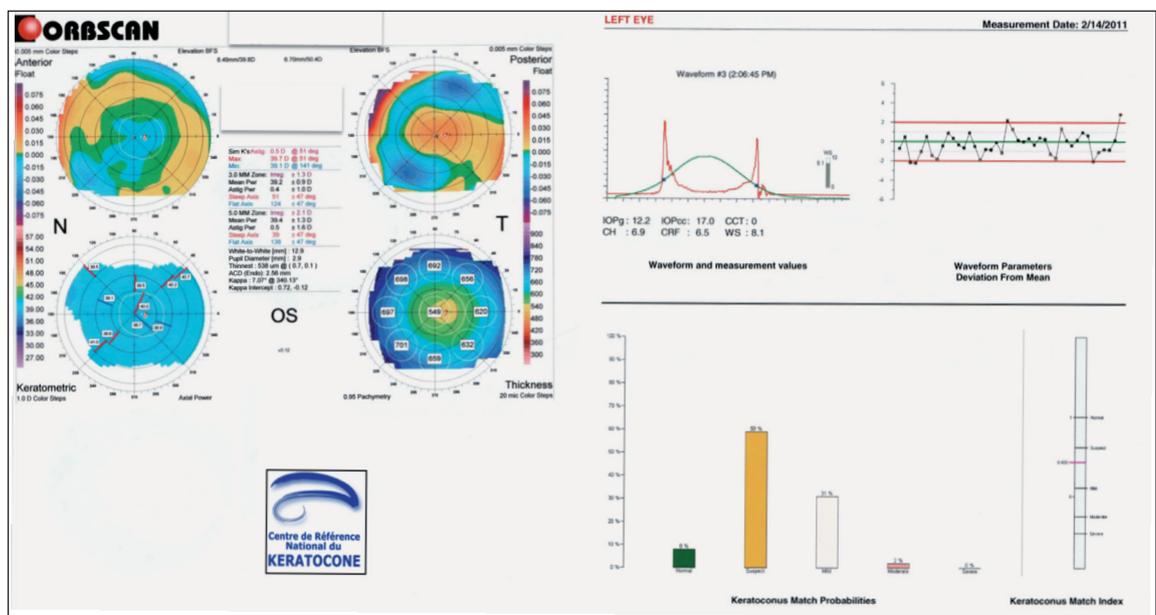
Une fois le patient qualifié apte pour recevoir une photoablation laser de la cornée, le calcul du mur résiduel postérieur est primordial afin de rester dans les limites admises. Les logiciels de photoablation comportent des options d'épargne tissulaires parfois intéressantes (*tissue saving*). Il faut retenir que les profils de photoablation personnalisés et optimisés sont souvent plus consommateurs de tissu que les algorithmes classiques dérivés de la formule de Munnerlyn (relation entre profondeur d'ablation, puissance réfractive et zone optique). Par ailleurs, les paramètres de découps devraient contribuer au raisonnement concernant la sta-

bilité biomécanique de la cornée traitée car, en effet, les capots épais, de grands diamètres et à bords ménisqués sont théoriquement les plus déstabilisants. Une mesure peropératoire de l'épaisseur effective de la découpe (lit stromal résiduel avant photoablation) est rarement réalisée et ce n'est qu'en postopératoire qu'une erreur de profondeur de découpe est diagnostiquée. Des systèmes automatisés de mesures du lit stromal se développent sur certains lasers. En cas de retouche réfractive, la mesure précise du lit résiduel est fortement recommandée, au mieux réalisée par microscopie optique confocal, ou bien par OCT haute résolution.

Diagnostic de certitude des cas déclarés

Les premiers signes infracliniques d'ectasie secondaire sont similaires à ceux retrouvés pour le KC fruste. D'un point de vue réfractif, ils ne doivent pas être confondus avec une régression, un décentrement ou une sous-correction. La majoration du non-parallélisme entre les deux faces de la cornée, par un bombement accru de la face postérieure, est un indice fortement en faveur de l'ectasie secondaire. Le caractère évolutif et asymétrique des relevés topographiques confirme le diagnostic avant même que l'amincissement soit devenu évident. La fiabilité des mesures en topographie d'élévation est cependant souvent critiquée en cas d'interface lasik. L'ORA est difficile d'interprétation après lasik car il montre des valeurs fortement altérées, proches de celles retrouvées en cas de kératocône (*figure 3*). Les examens de bilans pré- et postopératoires doivent être soigneusement gar-

Figure 3. Relevé de l'ORA de l'œil d'un patient après lasik montrant une réponse biomécanique comparable à celle attribuée à la probabilité de présenter un kératocône de sévérité modérée (barre jaune).



dés pendant plusieurs années afin de permettre d'établir le diagnostic de certitude. Si le patient est adressé, il faut faire le maximum pour obtenir le bilan préopératoire. En cas de développement confirmé d'ectasie secondaire, le pronostic dépend beaucoup du stade évolutif. On peut dire dans ce domaine, qu'« un patient averti en vaut deux » car c'est ce dernier qui verra le mieux les premiers changements réfractifs, survenant parfois la nuit exclusivement et plusieurs années après la phase de surveillance accrue post-laser. Il est par ailleurs évident que les patients initialement satisfaits reviennent peu en consultation, malgré les recommandations de leur chirurgien. Au moment de l'annonce du diagnostic d'ectasie secondaire, tout le temps nécessaire doit être pris pour expliquer clairement la situation au patient et éviter ainsi tout retard de prise en charge. Enfin, la publication des cas d'ectasie secondaire est un effort individuel très bénéfique permettant à la communauté chirurgicale de tester les limites de nos indices de sélection (*voir la revue bibliographique de ce dossier p.59*).

Conclusion

Le diagnostic précoce des ectasies secondaires à la photoablation cornéenne est difficile, d'autant plus que sa prévalence reste très faible, proche de celle du KC dans la population générale. Il repose grandement sur l'analyse du bilan préopératoire des patients et sur l'historique post-opératoire. De nombreux indices morphologiques sont à vérifier, incluant les paramètres dépendants de la technique opératoire. Les scores de risque sont imparfaits mais doivent faire partie du raisonnement, au moins dans une perspective médico-légale. Dans l'ave-

nir, l'objectif des logiciels d'aide au diagnostic sera de diminuer la part de subjectivité interindividuelle dans l'interprétation des données préopératoires. La technologie apportera aussi de nouveaux outils prenant plus en compte l'aspect tridimensionnel de la cornée ainsi que sa susceptibilité biomécanique. Enfin, l'information des patients reste primordiale pour dépister et prendre en charge au plus tôt cette complication qui à présent peut bénéficier des nouvelles technologies cornéoplastiques.

Bibliographie

- Ambrósio R Jr, Dawson DG, Salomão M *et al*. Corneal ectasia after LASIK despite low preoperative risk: tomographic and biomechanical findings in the unoperated, stable, fellow eye. *J Refract Surg* 2010; 26(11):906-11.
- Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD *et al*. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2035-8.
- Chan CC, Hodge C, Sutton G. External analysis of the Randleman ectasia risk factor score system: a review of 36 cases of post LASIK ectasia. *Clin Experiment Ophthalmol* 2010;38(4):335-40.
- Dawson DG, Randleman JB, Grossniklaus HE *et al*. Corneal ectasia after excimer laser keratorefractive surgery: histopathology, ultrastructure, and pathophysiology. *Ophthalmology* 2008;115(12):2181-91.
- Klein SR, Epstein RJ, Randleman JB, Stulting RD. Corneal ectasia after laser in situ keratomileusis in patients without apparent preoperative risk factors. *Cornea* 2006;25:388-403.
- Randleman JB, Russell B, Ward MA *et al*. Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2003;110:267-75.
- Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008;115:37-50.
- Seiler T, Koufala K, Richter G. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 1998;14:312-7.
- Touboul D, Bénard A, Mahmoud AM *et al*. Early biomechanical keratoconus pattern measured with an ocular response analyzer: curve analysis. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(12):2144-50.