



Nouveautés dans le dépistage du kératocône

Patrick Loriaut

Le dépistage du kératocône fruste représente l'un des principaux enjeux de la consultation préopératoire en chirurgie réfractive. En effet, la préexistence d'un kératocône constitue un facteur de risque majeur d'ectasie cornéenne post-lasik, avec un préjudice visuel potentiellement important chez des patients initialement asymptomatiques. L'essor de cette chirurgie s'est accompagné d'une généralisation des appareils de topographie cornéenne et de méthodes d'analyse plus approfondies.

Parmi les progrès récents, les logiciels d'aide au diagnostic du kératocône fruste sont apparus, comme le Score Analyzer, ou en cours de développement. Par ailleurs, les OCT spectral domain de segment antérieur permettent dorénavant l'analyse de l'épaisseur épithéliale et demain peut-être l'analyse de la couche de Bowman.

De nombreux auteurs ont établi des critères cliniques et topographiques pour dépister l'existence d'un kératocône fruste, et ainsi évaluer le risque préopératoire de développer une ectasie après lasik.

En dehors des cas avancés où le diagnostic se fait à l'examen clinique, le kératocône est mis en évidence par la topographie. Classiquement, il existe un astigmatisme irrégulier, avec un bombement inférieur plus marqué, et une angulation entre les héli-axes supérieurs et inférieurs (*skewed radial axes* – SRAX). Sur les cartes d'élévation antérieure et postérieure, l'apex cornéen est souvent décentré en inféro-temporal et correspond au point le plus fin sur la carte pachymétrique.

De nouvelles techniques de diagnostic se sont ajoutées aux topographes cornéens, notamment l'*Ocular Response Analyzer* (ORA), qui étudie les propriétés biomécaniques de la cornée, souvent modifiées dans le kératocône.

Toutes ces données sont susceptibles d'orienter l'examineur vers une suspicion de kératocône fruste, mais aucun de ces critères isolés n'a de sensibilité et spécificité suffisantes pour constituer un test diagnostique fiable.

Les logiciels d'aide au diagnostic

Depuis la publication de Rabinowitz et McDonnell en 1989, de nombreuses méthodes de détection automatique du kératocône ont été mises au point.

Actuellement, plusieurs topographes proposent même une aide au diagnostic avec une analyse automatique

grâce à un logiciel de détection intégré (par exemple Pentacam®, Oculus ou OPD Scan II, Nidek).

Cependant, selon le seuil de détection du logiciel, les faux négatifs et les faux positifs sont fréquents. Jusqu'à présent, aucun système de détection automatisé ne présente une fiabilité suffisante pour se substituer à l'analyse d'un examinateur expérimenté. Pourtant, dans ce contexte de chirurgie fonctionnelle et de risque visuel majeur en cas d'ectasie iatrogène, la limitation de la courbe d'apprentissage et de la variabilité inter-examineur est un enjeu majeur.

Score : un indice pour séparer les formes frustes de kératocône des cornées normales

Partant de l'idée que l'utilisation d'un faible nombre de critères ne permet pas de dépister un kératocône fruste avec une sensibilité et une spécificité suffisantes, Gatinel et Saad ont élaboré un score combinant l'analyse d'un ensemble de variables [1]. L'analyse rétrospective des données topographiques (Orbscan®) de cornées normales, de formes frustes ou avérées de kératocône, a permis la sélection de douze variables pour élaborer un indice permettant de séparer les formes frustes de kératocône des cornées normales avec une sensibilité de 93% et une spécificité de 92%. Les résultats se présentent sous la forme d'une valeur numérique, le Score (*Screening Corneal Objective Risk of Ectasia*).

Une valeur négative correspond à une cornée jugée normale alors qu'une valeur positive prédit une cornée suspecte d'être atteinte d'une forme fruste de kératocône. Plus la valeur du Score est positive, plus les caractéristiques topographiques de la cornée considérée sont

Centre hospitalier national d'ophtalmologie
des Quinze-Vingts, Paris

proches de celles d'un kératocône, et inversement (figure 1).

Le Score s'accompagne d'un diagramme de type radar, présentant sur six demi-axes les indices topographiques les plus discriminants (l'épaisseur du point le plus fin, l'élévation maximale postérieure, l'irrégularité dans les 3 mm centraux de la face antérieure, le décentrement vertical du point le plus fin, la différence entre l'épaisseur centrale moyenne et l'épaisseur la plus fine, la valeur de la différence I-S topographique). Une échelle de couleur allant du vert (valeur normale) au rouge (valeur anormale) permet une visualisation rapide des éventuelles anomalies.

Enfin, l'analyse est complétée par des courbes pachymétriques :

- la courbe d'épaisseur moyenne, constituée des valeurs moyennes d'épaisseur de la cornée de la périphérie vers le centre (point le plus fin),
- la courbe du taux d'amincissement, correspondant à la vitesse d'amincissement de la périphérie vers le centre de la cornée. Plus cette vitesse est élevée, plus la suspicion d'un kératocône infraclinique est forte.

Ainsi, la multiplication des paramètres discriminants utilisés par le Score Analyzer permet une amélioration des performances intrinsèques du test par rapport à l'analyse isolée de chacun de ces critères.

Plusieurs autres modèles de diagnostic du kératocône fruste sont en cours de développement. La disponibilité de plusieurs appareils de mesure permet de nouvelles possibilités, intégrant les données de la topographie cornéenne avec celle de l'ORA ou la cartographie OCT, et pourrait renforcer encore la sensibilité et la spécificité du dépistage des formes frustes de kératocône.

L'analyse des couches cornéennes en OCT

Avec l'apparition des OCT spectral domain de segment antérieur, une nouvelle sémiologie est apparue. De nouveaux critères et indices diagnostiques ont été proposés pour la détection du kératocône fruste.

Analyse de l'épaisseur épithéliale

Alors que les cartes de pachymétrie cornéenne ont été largement étudiées, plusieurs auteurs se sont intéressés particulièrement aux variations d'épaisseur de l'épithélium. Un algorithme a été développé pour générer automatiquement une cartographie de l'épaisseur épithéliale [2]. En plus du mapping épithélial sur les 6 mm centraux, le logiciel affiche six autres variables incluant l'épaisseur épithéliale minimale, la différence entre l'épaisseur en supérieur et en inférieur (S-I), la différence entre épais-

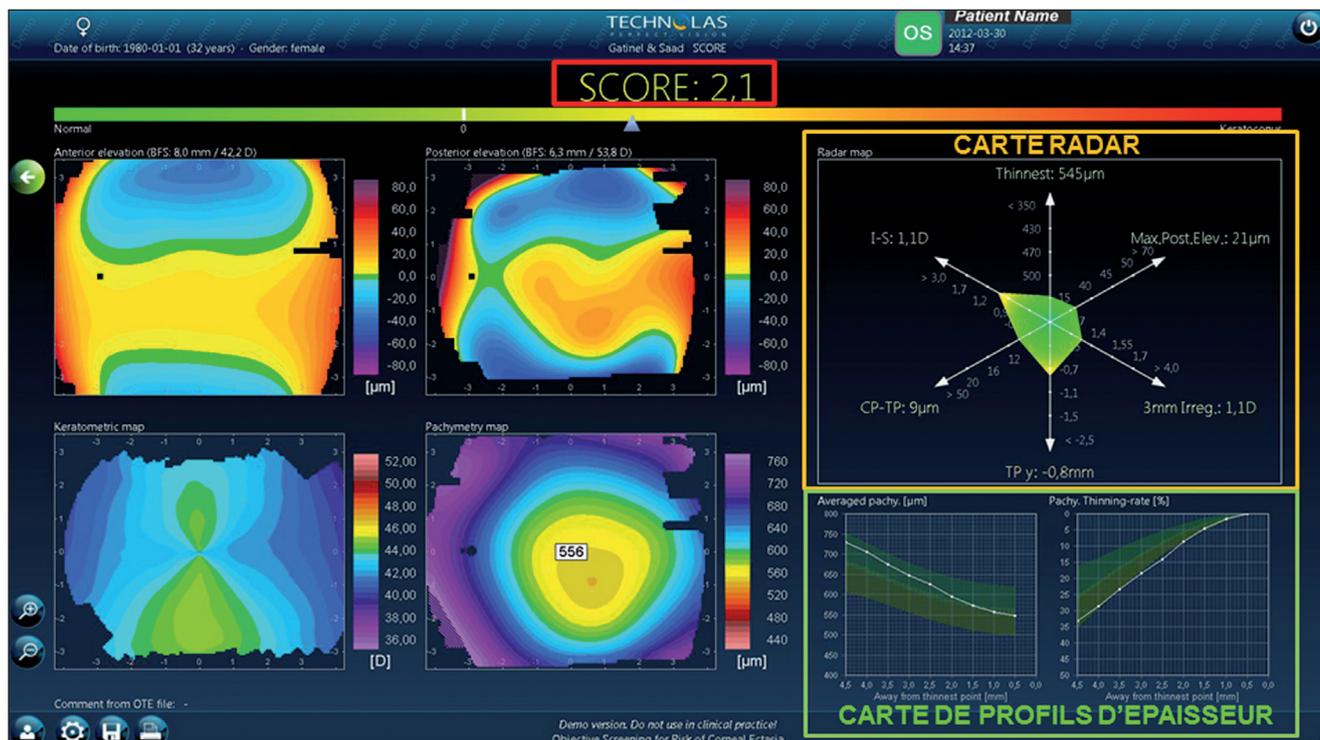


Figure 1. Score positif indiquant une suspicion de kératocône infraclinique. Le radar met en évidence un I-S trop élevé et un décentrement vertical douteux du point le plus fin. La vitesse d'amincissement cornéen est également trop élevée. (Image www.gatnel.com)

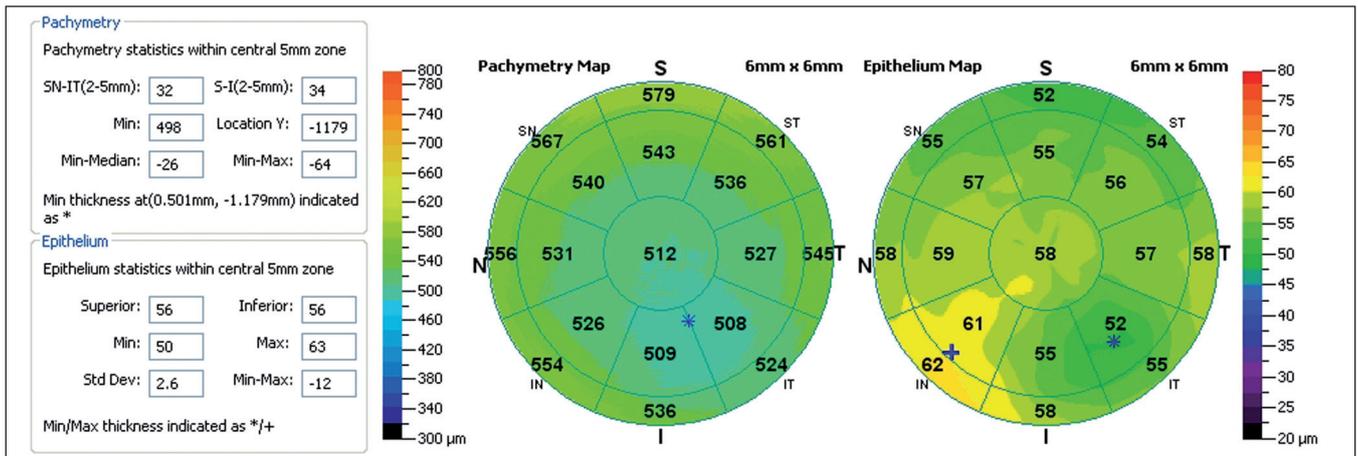


Figure 2. SD-OCT (RTVue, EBC), carte pachymétrique (à droite) et mapping épithélial (à gauche) très évocateurs d'un kératocône. Le point pachymétrique le plus fin est décentré et correspond à l'épaisseur épithéliale la plus fine. (Image CHNO des Quinze-Vingts)

seurs minimale et maximale (min-max) et la déviation standard (figure 2).

L'analyse OCT a permis de mettre en évidence des caractéristiques évocatrices de kératocône :

- un amincissement épithélial décentré en inféro-temporal, en regard de la zone d'amincissement stromal. Cet amincissement est classiquement entouré d'un épaissement épithélial circonférentiel (*doughnut pattern*) [3] ;
- une différence S-I augmentée, un min-max plus négatif, une déviation standard plus importante.

De manière similaire aux cartes de topographie cornéenne, des scores analysant le mapping épithélial sont actuellement proposés pour le diagnostic précoce du kératocône, associant les données précédemment décrites [4].

Perspectives : analyse de la couche de Bowman

Alors que la résolution des OCT de segment antérieur actuellement commercialisés est de l'ordre de 5 µm, de nouveaux appareils sont en cours de développement, permettant une étude de la cornée à l'échelle histologique. Cette extrême résolution permet l'analyse précise des différentes couches cornéennes. Une équipe a récemment réalisé un mapping de l'épaisseur de la couche de

Bowman et propose de nouveaux critères pour la détection précoce du kératocône [5].

La généralisation de ces OCT devrait être à l'origine d'une nouvelle sémiologie d'imagerie et aboutira probablement à de nouveaux tests diagnostiques pour le kératocône fruste.

Conclusion

Avec plus de 200 000 interventions de chirurgie réfractive réalisées chaque année en France, l'intérêt suscité par le diagnostic du kératocône fruste est devenu majeur. La question de réduire les risques d'ectasie cornéenne est plus que jamais d'actualité, et de nombreuses équipes développent de nouveaux tests diagnostiques, avec un objectif de standardisation du dépistage.

L'OCT de la cornée se révèle être un outil précieux, permettant l'étude précise des différentes couches de la cornée et de leurs variations en cas de kératocône.

Le diagnostic précoce du kératocône bénéficiera très probablement du développement de nouveaux appareils de mesures, tels que la nouvelle génération d'OCT qui permettra une analyse quasi histologique de la cornée in vivo. Mais, des progrès sont également attendus avec l'apparition de nouveaux indices et critères de diagnostic avec les appareils existants, tels que les aberromètres et l'ORA [6].

Références

1. Saad A, Gatinel D. Retrospective testing of the Score for the detection of ectasia susceptibility: a case report of ectasia 7 years after lasik. *Int J Kerat Ect Cor Dis*. 2013;2(2):73-8.
2. Li Y, Tan O, Brass R, Weiss JL, Huang D. Corneal epithelial thickness mapping by Fourier-domain optical coherence tomography in normal and keratoconic eyes. *Ophthalmology*. 2012;119(12):2425-33.
3. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Corneal epithelial thickness profile in the diagnosis of keratoconus. *J Refract Surg*. 2009;25(7):604-10.
4. Qin B, Chen S, Brass R et al. Keratoconus diagnosis with optical coherence tomography-based pachymetric scoring system. *J Cataract Refract Surg*. 2013;39(12):1864-71.
5. Abou Shousha M, Perez VL, Fraga Santini Canto AP et al. The use of Bowman's layer vertical topographic thickness map in the diagnosis of keratoconus. *Ophthalmology*. 2014 Jan 24. [Epub ahead of print]
6. Ventura BV, Machado AP, Ambrósio R Jr et al. Analysis of wave-form-derived ORA parameters in early forms of keratoconus and normal corneas. *J Refract Surg*. 2013;29(9):637-43.