

Appareils d'imagerie pour l'étude de la cornée et du cristallin

Michel Puech

L'imagerie de la cornée et du segment antérieur ainsi que les techniques de calcul d'implant en cas de chirurgie cristallinienne permettent d'obtenir des informations de plus en plus pertinentes pour l'amélioration du confort du patient après chirurgie. Les différents appareils d'imagerie peuvent par ailleurs être une aide au diagnostic ou à l'analyse d'un résultat réfractif discordant du résultat escompté en matière de chirurgie réfractive et en matière de chirurgie du cristallin. La multiplication des matériels de mesures ou d'imagerie pousse à être plus sélectif sur le choix des appareils essentiels à notre pratique courante.

Biométrie et calcul d'implant

Le calcul d'implant repose sur deux mesures principales qui sont la kératométrie et la longueur axiale permettant d'utiliser des formules de calcul de plus en plus sophistiquées. Les situations complexes peuvent survenir notamment en matière de chirurgie réfractive cornéenne, mais aussi avec l'évolution des nouveaux matériaux comme l'arrivée des implants phaqes, des implants multifocaux, des implants toriques.

La mesure de la puissance cornéenne peut être réalisée grâce aux topographes cornéens, aux kératomètres automatiques ou aux biomètres optiques qui incluent un module de kératométrie. La mesure de la puissance cornéenne ne se fait pas sur le même diamètre en fonction des différents appareils.

Les différentes formules classiques ayant été éditées à partir des valeurs de kératométrie, les mesures sur des diamètres différents peuvent entraîner quelques différences de la puissance calculée de l'implant.

La mesure de la longueur axiale par les modes ultrasonore ou infrarouge permet une bonne précision de la mesure. La précision est accrue en mode infrarouge mais dépendante des opacités cristalliniennes ou des opacités vitréennes. Cette situation nécessite de maîtriser une

technique de mode biométrique par ultrasons soit en biométrie en mode A, soit, de façon plus précise, en biométrie en mode B (figure 1).

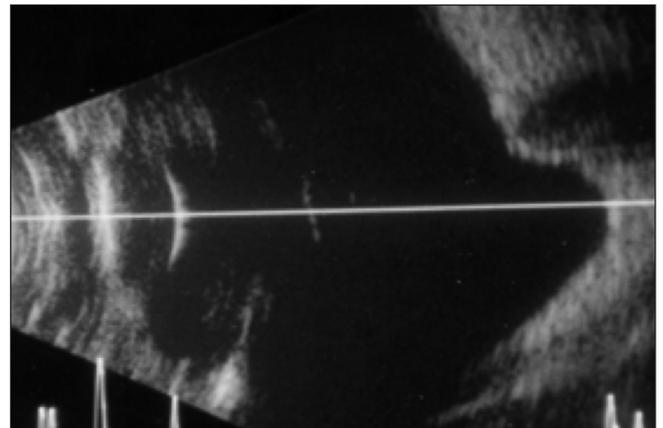


Figure 1. Coupe horizontale axiale permettant de guider la mesure échographique par une image en mode B. Cette technique est très utile en cas d'absence de réponse des biomètres optiques par perte de transparence des milieux ou bien en cas de forte myopie avec staphylome.

Le calcul d'implant après chirurgie réfractive est surtout pénalisé par la chirurgie cornéenne qui modifie l'équilibre du dioptré cornéen en faussant l'indice classique de réfraction de la cornée. De nombreuses formules sont proposées pour limiter les erreurs de calcul, mais l'élément de référence reste l'histoire réfractive du patient qui nécessite de connaître la kératométrie et la réfraction avant la chirurgie réfractive et la réfraction quelques mois après

Compte rendu rédigé d'après les communications du congrès « Imagerie en ophtalmologie : de la théorie à la pratique » (24 septembre 2010, Paris).

Centre Explore Vision, Paris

Matériel

l'intervention à visée réfractive. La réfraction en préopératoire de cataracte peu être faussée par une myopie d'indice et ne doit pas être utilisée pour les calculs.

Les calculs d'implants phaqes et multifocaux doivent bénéficier d'une attention particulière, d'une analyse fine des différentes mesures ainsi que d'un choix judicieux des formules les plus adaptées. Pour les calculs d'implants toriques, les logiciels, en général fournis par les fabricants d'implants, permettent d'affiner le choix de la puissance cylindrique de l'implant ainsi que le positionnement de l'axe de correction, en grande partie guidé par la topographie cornéenne.

En cas d'erreur de calcul d'implant, la responsabilité médicale de l'ophtalmologiste peut être engagée, avec la nécessité de fournir un dossier médical complet montrant, notamment pour les cas les plus complexes, la mise en œuvre des méthodes de calcul d'implants les plus appropriées.

Analyse aberrométrique oculaire

Le principe de l'aberrométrie est basé sur l'observation des déformations d'un front d'onde traversant l'ensemble du globe oculaire, permettant d'obtenir une analyse de tous les éléments pouvant aboutir à une qualité visuelle plus ou moins performante. Ces systèmes offrent la possibilité de classer les aberrations en différents ordres.

La chirurgie guidée par aberrométrie permet de gagner en qualité de vision dans le cadre des différentes techniques de chirurgie cornéenne ablative pilotée par laser.

Les systèmes aberrométriques sont souvent couplés au laser excimer servant au traitement du patient, ce qui permet d'optimiser une chaîne cohérente d'analyse et de traitement pilotés par les données observées en préopératoire. Cet élément ajoute une considération supplémentaire dans le choix de l'appareillage pour chaque plateau technique en faisant porter la décision non seulement sur la qualité du laser de traitement mais aussi sur la qualité de l'imagerie couplée aux différents lasers.

En matière d'implants intraoculaires, l'aberrométrie permet de détecter les éléments de perturbation de la qualité des images perçues par le patient qui pourraient être liés aux différents implants utilisés ou aux complications liées à la capsule cristallinienne.

Topographie cornéenne

La topographie cornéenne analyse les rayons de courbure de la cornée en de très nombreux points, avec la possibilité d'obtenir les rayons de courbure des faces antérieure et postérieure de la cornée.

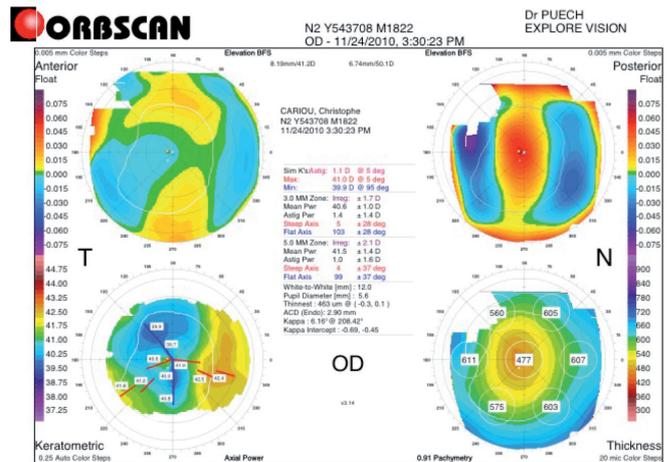


Figure 2. Analyse en topographie cornéenne d'une cornée opérée par lasik. Les rayons de courbures au centre ont été modifiés par la chirurgie ablative. La topographie cornéenne donne une bonne analyse de la modification des rayons de courbure mais aussi de l'épaisseur de la cornée centrale.

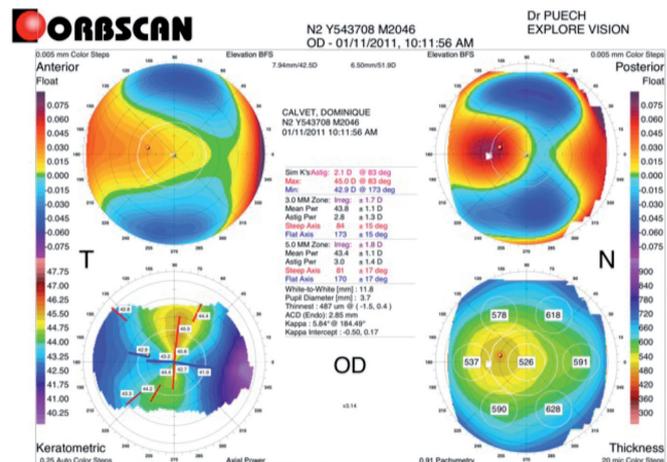


Figure 3. L'asymétrie entre le haut et le bas d'une cornée, associée à un amincissement cornéen localisé, peut représenter un signe important de kératocône. L'analyse de la cartographie d'élévation apporte une information importante, notamment en cas d'élévation postérieure supérieure aux valeurs normales.

En matière de chirurgie réfractive cornéenne, la topographie permet un bilan préopératoire complet, puis une analyse des résultats après intervention, de façon à obtenir des informations précieuses sur la qualité de la cicatrisation cornéenne et de son retentissement sur la qualité de la vision par l'analyse du dioptré principal oculaire représenté par la face antérieure de la cornée (figure 2).

Dans le cadre de la détection du kératocône, la topographie cornéenne permet d'analyser les signes d'asymétrie entre le haut et le bas d'une cornée, mais aussi les signes d'asymétrie entre les deux yeux (figure 3).

Matériel

L'analyse des cartographies d'élevation de la face antérieure, mais surtout de la face postérieure de la cornée, ajoute un élément diagnostique précieux.

Pour les greffes de cornée, la topographie cornéenne apporte des éléments essentiels pour la gestion de l'astigmatisme postopératoire. Elle offre la possibilité de guider quelques gestes complémentaires destinés à réduire l'astigmatisme post-greffe.

L'exploration cornéenne

L'exploration cornéenne a longtemps été le domaine de prédilection de l'examen à la lampe à fente.

L'arrivée d'appareils permettant l'examen des différentes couches de la cornée et l'analyse en très haute résolution permettent d'obtenir un complément d'information sur différentes pathologies.

Le module cornéen du HRT II (*Heidelberg Retina Tomograph*) donne des images plan par plan de toute l'épaisseur cornéenne et permet d'observer à très haute résolution les cellules de l'épithélium, la structure du stroma ou de l'endothélium. Focalisé sur la conjonctive, il permet l'analyse des structures conjonctivales ainsi que des vaisseaux permettant de disposer de documents objectifs.

La microscopie spéculaire est destinée à l'analyse des cellules endothéliales avec la possibilité de numération de la densité cellulaire endothéliale, mais aussi une analyse de la forme et de la répartition des cellules endothéliales sur les différents secteurs de la cornée (*figure 4*).

L'ORA (*Ocular Response Analyzer*) permet d'obtenir des informations sur les propriétés biomécaniques de la cornée lorsqu'elle est soumise à un jet d'air. En fonction

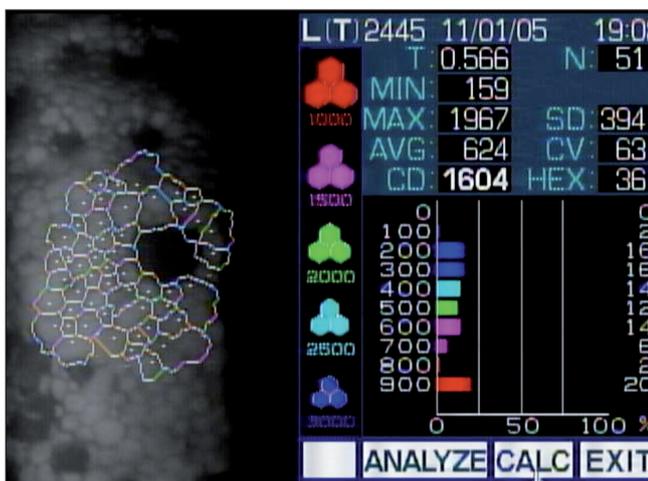


Figure 4. Le décompte du nombre de cellules endothéliales avec l'analyse de la forme et de la répartition des cellules apporte un élément indispensable dans le suivi des patients atteints de cornea guttata par exemple.

de la réponse dynamique de la cornée, certains critères, comme l'hystérèse cornéenne (HC), permettent de compléter le bilan de détection précoce du kératocône.

La mesure de l'épaisseur de la cornée avec les appareils de pachymétrie soit ultrasonore, soit par cartographies pachymétriques (Orbscan ou OCT), permet de disposer d'informations précieuses pour le suivi des patients glaucomateux (*figure 5*). En cas de cornée épaisse, une tension élevée pourra être analysée de façon pondérée. En cas de cornée fine, la pachymétrie permettra d'alerter l'ophtalmologiste sur un suivi de glaucome parfois étiqueté glaucome à pression normale.

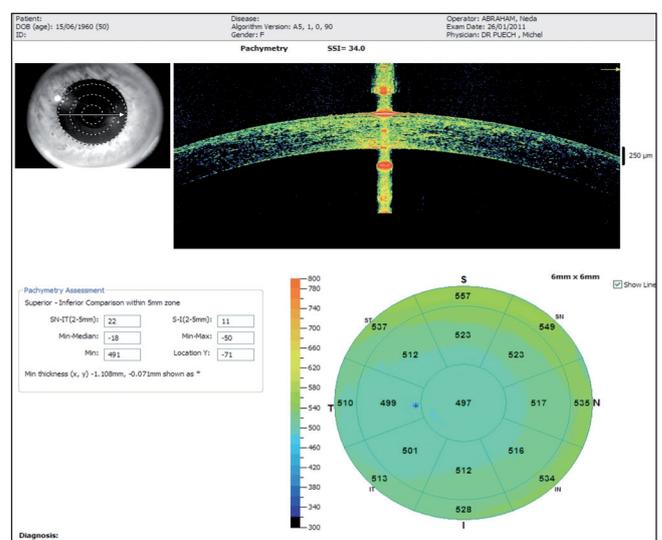


Figure 5. Cartographie pachymétrique en OCT de segment antérieur. Ces cartes permettent de dépister des cornées d'épaisseur très variable d'un patient à l'autre avec des conséquences sur les mesures de tension oculaire prises avec des tonomètres à aplation ou des tonomètres à air.

La pachymétrie intervient aussi en chirurgie réfractive avant la prise de décision d'une chirurgie ablative. Les cornées fines offriront moins de possibilités de traitement des amétropies fortes. L'examen des différentes couches cornéennes après lasik est utile, notamment en permettant l'analyse de l'épaisseur du mur postérieur en cas de décision de retraitement. Cette analyse est aussi utile en cas d'évolutivité d'une myopie après chirurgie ablative pour éliminer un risque d'ectasie cornéenne.

Remerciements

Alain Abenhaim, Jean-Louis Arné, Michaël Assouline, Vincent Borderie, Béatrice Cochener, Joseph Colin, Damien Gatinel, Antoine Labbé, Yves Lachkar, Laurent Laroche, Dan Alexandre Lebuissou, Jean-Pierre Rozenbaum, Pascal Rozot, Jean-Jacques Saragoussi.