
UTILITE DE LA PACHYMETRIE CORNEENNE DANS L'HYPERTENSION OCULAIRE ET LE GLAUCOME CHRONIQUE

DETRY-MOREL M.*

SUMMARY

Among the numerous corneal variables that may influence the determination of the "true" intraocular pressure (IOP) from applanation tonometry measurements and considering the still non conclusive scientific data on all the different aspects of this topic, the measurement of the central corneal thickness (CCT) may be an interesting diagnosis tool in hypertensive and glaucomatous patients. As far as the physiologic variability of the corneal thickness is considered, the measurement of CCT can potentially become an important confounding variable when measuring applanation tonometry in patients with ocular hypertension. It could also improve the management of patients with normal tension glaucoma and patients with suspicious optic discs. In these three groups, the measurement of CCT may be useful in determining if there is an artefactual error in the IOP measurement due to a thicker (too high) cornea or thinner (too low) cornea. Therefore the IOP corrected by CCT may change or influence a decision to initiate or modify treatment. CCT measurement has also proved to be crucial in patients who have undergone laser refractive surgery.

RÉSUMÉ

Parmi les nombreux paramètres cornéens susceptibles d'influencer la mesure de la pression intraoculaire (PIO) et compte tenu de l'insuffisance de preuves scientifiques déterminantes, la mesure de l'épaisseur cornéenne centrale représente un outil diagnos-

tique intéressant chez les patients atteints d'hypertension oculaire et/ou de glaucome chronique. Pour autant que la variabilité physiologique de l'épaisseur cornéenne soit prise en considération, la pachymétrie cornéenne permet en effet de reclasser le risque réel encouru chez des sujets porteurs d'une hypertension oculaire. Elle peut aussi donner des renseignements précieux chez les patients atteints de glaucome à pression normale ou porteurs de papilles optiques suspectes. La mesure de l'épaisseur centrale de la cornée permet en effet, dans ces différents groupes, de mettre en évidence une erreur de mesure de la PIO liée à une cornée plus épaisse (valeurs surestimées) ou plus fine (valeurs sous-estimées) que la moyenne de la population normale. La connaissance de ce paramètre permet sans doute de mieux cibler le traitement. Les mesures de pachymétrie cornéenne ont aussi des implications importantes chez les patients qui ont bénéficié d'une chirurgie photoréfractive.

KEY WORDS

Corneal thickness, applanation tonometry, intraocular pressure, ocular hypertension, primary open angle glaucoma, photorefractive keratectomy.

MOTS-CLÉS

Épaisseur cornéenne, tonométrie par applanation, pression intraoculaire, hypertension oculaire simple, glaucome primitif à angle ouvert, chirurgie photoréfractive.

.....

* Cliniques universitaires St Luc, UCL, Bruxelles

received: 16.02.04

accepted: 08.04.04

Qu'il s'agisse de la mesure de la réfraction, du champ visuel ou encore celle de la longueur axiale du globe oculaire, la plupart des mesures que nous effectuons en pratique clinique sont entachées de nombreuses sources d'erreurs qui en masquent la valeur.

La tonométrie n'échappe pas à ce biais (9,35). Or la mesure de la pression intraoculaire (PIO) reste un paramètre important pour la détection et le monitoring du glaucome, une mesure statistique de 21 mm Hg servant encore très souvent de valeur frontière pour faire la différence entre une PIO normale et anormale.

Considérée comme le "gold standard" pour la mesure de la PIO, la tonométrie par aplanissement ou aplanation de Goldmann a été calculée à l'origine pour offrir la même précision dans tous les cas à l'exception des cornées pathologiques, précision indépendante de paramètres oculaires, tels que l'épaisseur de la cornée et son rayon de courbure (17). Cette notion fut toutefois remise en question dans le courant des années '70 par des auteurs tels que N. Ehlers et F. Hansen qui démontrèrent que l'épaisseur de la cornée était corrélée avec la PIO (11-14,19). Plus tard, les mesures réalisées à l'aide des pachymètres ultrasoniques, employés à l'origine par les chirurgiens réfractifs, les modifications importantes de la PIO observées par ces derniers après laser EXCIMER et plus récemment les conclusions du groupe américain de l'OHTS, étude multicentrique randomisée sur l'hypertension oculaire, ont permis de confirmer l'importance de la prise en considération des facteurs cornéens, et notamment de l'épaisseur cornéenne, dans l'interprétation de la mesure de la PIO. Ce thème a suscité une très abondante littérature (4,7,24,33). Ainsi, dans une récente étude métamérique, M. Doughty et M.Zaman ne recensent pas moins de 600 articles publiés sur ce sujet entre 1969 et 1998 (10).

La précision de la mesure de la PIO est considérée par certains comme un des "mythes" de l'ophtalmologie moderne (31). La question qui se pose à l'heure actuelle est donc de savoir jusqu'à quel degré l'ophtalmologue doit intégrer la pachymétrie cornéenne dans sa pratique clinique quotidienne.

PRINCIPES DE BASE

La *mesure de la PIO* par aplanissement de Goldmann est basée sur la loi d'Imbert-Fick, qui stipule que la force nécessaire pour aplatir ou aplanir une sphère (W) est égale au produit de la pression qui règne à l'intérieur de cette sphère (P) par la surface aplanie (A), soit $W = P \times A$.

La précision de cette équation suppose que

1/ le tissu cornéen est parfaitement élastique
2/ que la tension de surface du film lacrymal qui a tendance à faciliter l'aplanation et à amener le cône du tonomètre au contact de la cornée est négligeable,

3/ que la modification du volume du globe oculaire induite par l'aplanation est très petite et n'augmente pas artificiellement la PIO, et qu'en fin,

4/ la sclère, le limbe et la cornée sont homogènes et ont des propriétés élastiques comparables.

Goldmann et Schmidt avaient montré expérimentalement que ces deux forces de sens contraire, à savoir la tension de surface et la rigidité cornéenne étaient en équilibre et pouvaient être négligées pour une épaisseur cornéenne moyenne de 520 microns et un piston de 3.06 mm de diamètre, ce qu'ils avaient exprimé sous l'équation: $P + E = W/A - S$ dans laquelle E correspond au module d'élasticité de la déformation cornéenne, W à la force agissant sur le cône du tonomètre, A à la surface de contact située au contact du tonomètre et S à la force d'attraction liée à la tension de surface du film lacrymal.

En outre, leurs calculs supposaient que la pression nécessaire qui était exprimée sur la cornée pour l'aplanir était équivalente pour toutes les cornées (17). Or si une cornée est plus épaisse que la moyenne de la population, il semble logique de penser qu'il faut exercer une force plus grande pour l'aplanir et vice versa si la cornée est plus fine.

La *rigidité mécanique de la cornée elle-même*, c'est-à-dire la mesure de la capacité des tissus cornéens à changer de forme en réponse à la pression intraoculaire, est principalement liée aux lamelles stromales de fibrilles de collagène. C'est un paramètre qui joue également un rôle important dans la précision de tous les tonomètres, en particulier des tonomètres à aplanation (9,10)

A côté de ce dernier, différents tonomètres ont vu le jour au cours de ces dernières années. La plupart sont aussi influencés à des degrés divers par l'épaisseur de la cornée. Cet article se limitera toutefois à l'étude des relations qui existent entre la PIO et l'épaisseur cornéenne pour le tonomètre à aplanissement de Goldmann qui reste l'instrument de référence pour le diagnostic et le suivi des sujets hypertendus oculaires et des patients glaucomateux (3,10,27).

NORMES ET VARIATIONS NORMALES

Les causes d'erreur possibles de la tonométrie par aplanation sont nombreuses (35). L'épaisseur de la cornée n'est pas le seul paramètre physiologique susceptible d'influencer la précision de la tonométrie. Le rayon de courbure cornéen et l'existence d'un astigmatisme significatif sont également une source d'erreur, bien que leur rôle semble nettement moins important en pratique. Ces deux derniers paramètres ne seront pas envisagés ici (9,25,27).

1. La variabilité physiologique de l'épaisseur cornéenne est le premier facteur à prendre en considération.

- Au sein d'une population de sujets sains avec des cornées normales, la mesure de l'épaisseur centrale de la cornée suit une distribution normale avec une large déviation standard: la mesure en est de $530 \pm 29\mu$ pour la pachymétrie optique et de $544 \pm 34\mu$ pour la pachymétrie ultrasonique avec, dans le second cas, un coefficient de variation de 6.2% et des valeurs s'échelonnant entre 527 et 560μ (9,10,36).
- Une épaisseur $> 600\mu$ est rencontrée chez moins de 5% des sujets normaux (9,10).
- La différence entre les deux yeux n'excède pas 40μ (9,10).
- L'épaisseur cornéenne ne varie pas de manière significative avec l'âge durant la vie adulte (diminution de 6 à 10μ par décade) (10). On peut donc se contenter en pratique d'une seule mesure de pachymétrie comme guide sur ses effets sur la mesure de PIO.
- Les données relatives aux différences d'épaisseur cornéenne en fonction du sexe et de la

race sont encore contradictoires. Exception faite de la Barbados Eye Study dans laquelle les sujets avaient des cornées plus fines et une PIO plus élevée que leurs homologues de race blanche, la cornée des sujets africains et afro-américains apparaît plus fine que les sujets de race blanche, ce qui tend à expliquer que les valeurs mesurées de PIO sont généralement plus basses dans cette ethnie (9,10,23,29).

- L'épaisseur cornéenne varie très légèrement pendant la journée encore que cette variation ne contribuerait pas de manière significative aux variations nycthémerales de la PIO (10,32).
- Elle est en revanche corrélée avec la PIO et la rigidité oculaire. Des écarts significatifs de mesure de pachymétrie par rapport aux normes d'épaisseur cornéenne peuvent induire des erreurs importantes de mesure de la PIO à l'aplanation de Goldmann, tendant à surestimer les mesures de PIO en cas de cornée épaisse et à les sous-estimer en cas de cornée fine (9,10).
- L'impact de l'épaisseur cornéenne sur la mesure de la PIO apparaît enfin différent selon que l'œil est sain, qu'il est porteur d'une pathologie chronique, telle que l'hypertension oculaire et le glaucome chronique à angle ouvert, ou d'une pathologie aiguë, au cours d'une crise de glaucome aigu par fermeture de l'angle, par exemple (10).

2. Epaisseur cornéenne et hypertension oculaire et/ou glaucome.

a. *Hypertension oculaire simple*: c'est dans l'hypertension oculaire que les différences observées ont probablement l'impact le plus important. En effet, les différentes études et extrapolations qui en ont été faites sont arrivées à la même conclusion: entre 42% et même 56% des patients qui sont catégorisés au départ comme étant porteurs d'une hypertonie oculaire sur base d'une PIO élevée ont en fait une cornée épaisse, supérieure à 585 microns, et peuvent être reclassés, rectification faite, dans la catégorie des sujets "normaux" (2,8,9,10,20,21).

En outre, JD. Brandt et M.Kass, rapporteurs de l'OHTS ont confirmé que l'épaisseur centrale de cornée pouvait être un facteur prédictif important pour le développement d'un glaucome chro-

nique à angle ouvert. Aussi bien en analyse univariée qu'en analyse multivariée, les sujets qui avaient une cornée fine ($553 \pm 38.8 \mu$) avaient en effet 3x plus de risque de développer un glaucome que ceux qui avaient des cornées relativement épaisses ($574 \pm 37.8 \mu$) (4). Erreur simple de mesure ou facteur de risque à proprement parler? La question reste en suspens... Dans une étude plus récente encore, F.Medeiros et P.Sample ont montré que les sujets hypertendus oculaires qui présentaient des déficits en périmétrie bleu-jaune avaient une épaisseur cornéenne significativement diminuée par comparaison avec les sujets qui avaient un tracé normal (26).

b. *Glaucome primitif à angle ouvert (GPAO)*: Les patients porteurs d'un GPAO ont en moyenne une cornée d'épaisseur normale, ce qui sous-entend que les mesures de PIO sont en principe précises et fiables pour la majorité de ces glaucomes chroniques (9,10,21).

c. *Glaucome à pression normale (GPN)*: à l'opposé, les patients atteints d'un glaucome à pression normale ont des cornées plus fines (soit de 514μ en moyenne) que la normale (10,12,15). Pour Copt, jusqu'à 30% de ces patients ont leur PIO sous-estimée au départ et peuvent être reclassés comme de "vrais" glaucomes chroniques à angle ouvert (8). Cette constatation tend à confirmer que le GPN fait partie du continuum du GPAO et de l'hypertension oculaire

3. Les différents pachymètres

Les mesures d'épaisseur cornéenne sont à la fois l'indice de la structure, de l'hydratation et de l'état métabolique de la cornée.

Les pachymètres qui permettent de la mesurer précisément sont de deux types principaux.

Les mesures de pachymétrie optique réalisées à l'aide d'un oculaire à coïncidence demandent plus d'expérience et semblent donner des mesures plus variables, en partie subjectives. Cette technique a été quasi abandonnée au profit des pachymètres ultrasoniques d'emploi plus facile et de surcroît portables pour la plupart. Ils donnent en outre des mesures plus reproductibles et permettent de mesurer l'épaisseur cornéenne en l'espace de 3 à 4 minutes.

Eux-mêmes se différencient en pachymètres contact et non contact.

En pratique, en pachymétrie ultrasonique contact, on demande au patient, pupilles non dilatées, de regarder droit devant lui. On veillera à appliquer légèrement la sonde du pachymètre ultrasonique au centre de la cornée en la positionnant bien perpendiculairement.

Certains ne considèrent que la valeur la plus basse obtenue, correspondant évidemment à la position où la sonde était en principe dans la position la plus proche de la perpendicularité parfaite par rapport à la cornée. Beaucoup se contentent de faire la moyenne de 3 à 5 mesures consécutives, en négligeant toutes les valeurs s'écartant de plus de 5 microns.

On pensera à noter sur le dossier du patient le type d'instrument employé et l'heure où la mesure a été effectuée. L'ordre des mesures (aplination avant ou après pachymétrie ultrasonique??) semble indifférent (S.Pourjavan et coll: communication orale présentée lors du Congrès d'OB 2003, Bruxelles).

On veillera bien entendu à désinfecter soigneusement la sonde de mesure avant chaque patient et chez le même patient avant de passer aux mesures du second œil. En invitant le patient à cligner de temps en temps, la cornée sera de cette façon bien hydratée.

L'OLCR (Optical Low Coherence Reflectometry Pachymeter) est un pachymètre ultra-sonique non contact qui a l'avantage de pouvoir être utilisé par un personnel paramédical et d'éviter toute contamination microbienne.

La reproductibilité comparative des mesures obtenues avec l'OLCR et celles des pachymètres ultrasoniques est excellente. De plus la variabilité des mesures est plus faible avec l'OLCR. En revanche, c'est un appareil beaucoup plus onéreux.

Son principe est différent de celui des pachymètres ultrasoniques. Il utilise un rayonnement lumineux invisible qui assurerait une précision au micron près. La tête de mesure de l'OLCR émet 2 rayons rouges LED de focalisation qui convergent au point de focalisation du rayonnement invisible. L'opérateur positionne les rayons de focalisation sur la cornée au point de mesure et les déplace vers l'avant jusqu'à ce que les deux rayons fusionnent entre eux. Un signal sonore indiquera le positionnement correct. Dès que le système est focalisé, l'OLCR enregistre automatiquement la mesure de l'épaisseur cornéenne et l'inscrit sur le cadran de

contrôle avec les valeurs moyennes calculées et sa déviation standard.

Enfin, il est habituellement recommandé de réaliser les mesures de pachymétrie sur une cornée dite stable, c'est-à-dire plusieurs heures après le lever, bien à distance de l'ablation des lentilles de contact si le patient en porte (plusieurs jours!), au moins 3 mois après une intervention de cataracte et au minimum 6 mois après une chirurgie réfractive, pour autant que le patient n'est plus sous corticoïdes locaux depuis au minimum 1 mois (9).

4. Facteur correctif et recommandations

La multiplicité et la disparité des facteurs correctifs et des formules de correction qui ont été proposés pour l'évaluation de la PIO réelle en fonction de l'épaisseur suggèrent que toutes les données du problème de l'impact des propriétés élastiques de la cornée, de la sclère et du limbe sur les mesures de PIO ne sont pas encore connues avec précision.

Il n'y a en effet, pas de formule de correction unique qui permet de calculer la PIO "réelle" qui règne à l'intérieur de l'œil (4,5,9,10). L'OHTS ne propose d'ailleurs pas de formule ni de facteur correctif spécifique dans la présentation de ses résultats sur le traitement de l'hypertension oculaire (4).

Divers correctifs de mesure ont été proposés. Leur importance varie en fonction des méthodologies employées (mesures ultrasoniques ou manométriques), des valeurs de référence utilisées et des groupes de sujets étudiés.

En partant du plus petit vers le plus grand, ces correctifs s'échelonnent entre des valeurs de 0.11-0.19 mm Hg par tranche de 10 microns s'écartant en plus ou en moins des valeurs normales, ce qui peut paraître cliniquement négligeable et des valeurs nettement plus significatives de 0.71 mm Hg par tranche de 10 microns (5,10,11,14,34).

En supposant que la force d'attraction exercée par le film lacrymal sur le cône est de 0.415 g, il est en tout cas improbable que ce facteur correctif excède 4-5 mm Hg pour des cornées fines alors que l'erreur induite pour des cornées épaisses ne semble pas avoir de limite supérieure. Ainsi M. Johnson et M. Kass ont montré que l'aplanation avait surestimé la mesure de PIO de 24 mm Hg chez un patient qui avait

des cornées particulièrement épaisses (900 microns) (22).

L'un des correctifs de mesure les plus utilisés en pratique est celui qu'a dérivé M.J. Doughty de sa méta-analyse et qui consiste à ajouter ou à retrancher pour des pathologies chroniques, telles que l'hypertension oculaire et le glaucome chronique, un coefficient d'environ 2.5 mm Hg par tranche de 50 microns, soit 0.5 mm Hg/10 microns par rapport à une valeur de référence de 550 μ (10).

Ces différents facteurs correctifs sont cependant basés sur une relation linéaire qui n'est qu'une simplification à l'extrême des relations complexes qui existent entre l'épaisseur cornéenne et la PIO réelle, cette relation pouvant, entre autres, varier avec le niveau de PIO.

En se basant sur des valeurs de référence comprises entre 527 et 560 μ , la formule suggérée par J.Collignon et coll. (non publiée) a l'avantage de ne pas se baser sur une relation linéaire. Il y est en effet conseillé d'ajouter +0,5 mm Hg par tranche de 10 μ pour une cornée fine dont l'épaisseur est inférieure à 527 μ et de retrancher 0,70 mm Hg par tranche de 10 μ pour une cornée d'une épaisseur moyenne supérieure à 560 μ .

Enfin, toutes les données actuellement disponibles ne sont valables que sur des cornées normales. Les cornées oedématisées, cicatricielles ou les yeux ayant subi une kératoplastie perforante échappent bien entendu à ces correctifs de mesure.

MODIFICATIONS CORNEENNES IATROGENES

Ce chapitre se limitera aux modifications cornéennes associées à la chirurgie photoréfractive en raison de leurs importantes répercussions cliniques sur la mesure de la PIO.

La chirurgie réfractive modifie la tonométrie car elle modifie l'épaisseur, la courbure, la structure de la cornée et la topographie de la cornée. En outre, la perte de la Bowman associée à la PRK est supposée réduire d'autant la résistance de la cornée à l'aplanation.

Dans la kératectomie photoréfractive (PRK), le kératomileusis in situ (LASIK), le LASEK, la partie la plus profonde de la photo-ablation est si-

tuée au centre de la cornée, où sont habituellement réalisées les mesures de tonométrie.

Cette constatation prend toute son importance quand on sait que la myopie est un facteur de risque important pour le glaucome et qu'un certain nombre des patients qui bénéficient d'un laser excimer aujourd'hui sont génétiquement prédisposés à développer un glaucome dans les 10-15 années suivantes.

La photo-ablation à visée réfractive n'induit pas de glaucome mais elle en complique le diagnostic pour deux raisons essentielles:

1. Bien qu'on ne connaisse pas non plus ici avec précision de combien de mm Hg il faut corriger une mesure de PIO par aplanation après la photo-ablation (de 0,46-0,62 à 1 mm Hg par tranche de 10 μ d'ablation), les trois techniques employées sous-estiment les valeurs de PIO en principe proportionnellement à l'importance de la photo-ablation (6,7). Cette modification peut constituer un problème sérieux chez un patient qui néglige de rappeler à son ophtalmologue qu'il a subi dans le temps un LASIK et chez lequel une mesure de PIO de 18 mm Hg risque d'être considérée comme normale alors que l'épaisseur de sa cornée n'est plus que de 425 microns.

En tout cas, les modifications pressionnelles observées après PRK et LASIK sont connues comme étant fréquemment variables et non prédictibles. Les modifications isolées de l'épaisseur cornéenne ne sont vraisemblablement pas seules en cause, les changements du rayon de courbure de la cornée interviennent entre autres également (9). En outre, l'amincissement iatrogène induit par le laser ou la création d'une interface lamellaire sont susceptibles de modifier les propriétés d'indentation de la cornée résiduelle par rapport à une cornée congénitalement de même épaisseur. Le facteur de conversion obtenu ne s'applique donc pas forcément aux yeux qui n'ont pas eu de photo-ablation (9).

2. En mesurant des valeurs erronément basses, l'amincissement cornéen masque les éventuelles hypertopies oculaires cortico-dépendantes (9,18,24,30,33). D.S. Gartry et coll. relèvent une augmentation significative de la PIO chez seulement 14% des patients qui avaient reçu après PRK des corticoïdes locaux, contre 34% chez des sujets normaux (16).

D'où, en pratique...

- Comme la mesure périphérique de la PIO à l'aplanation de Goldmann comme au Tono-Pen n'est pas modifiée par la photoablation centrale au laser, il est conseillé de mesurer la tension oculaire sur la partie périphérique de la cornée, en temporal de préférence où la mesure est habituellement plus aisée (6).

- Il est habituellement recommandé d'employer, comme facteur correctif approximatif pour la tonométrie, la différence entre le niveau de PIO avant laser et de celui mesuré 6 à 12 mois après PRK, quand les modifications induites sont considérées comme stables et les corticoïdes interrompus (9).

- La prudence est de règle avant de traiter au laser un patient suspect de glaucome, un hypertendu oculaire et/ou un sujet qui a une histoire de glaucome familial.

En toute circonstance, un examen attentif de la papille optique pré et post laser sera toujours extrêmement important.

- Il est toujours avisé de remettre au patient une petite carte qu'il lui sera demandé de porter en permanence sur lui et sur laquelle il sera mentionné qu'il a fait l'objet d'une chirurgie phororéfractive antérieure.

- Si ce n'est pas le cas, il faut penser à demander systématiquement à un patient suspect de glaucome, surtout de glaucome à PIO normale, s'il n'a pas fait l'objet d'un tel traitement plusieurs années plus tôt, car il n'est pas rare que celui-ci l'ait oublié.

Les données relatives aux modifications éventuelles de la PIO après une PRK destinée à corriger un trouble hypermétropique sont moins bien connues et encore contradictoires (1,9,28).

CONCLUSIONS

Compte tenu de l'insuffisance de preuves scientifiques déterminantes, la mesure de l'épaisseur cornéenne centrale constitue assurément un outil diagnostique intéressant. En corrigeant les faiblesses de la tonométrie par l'aplanation, elle permet de reclasser le risque réel encouru par un hypertendu oculaire et/ou un patient atteint de glaucome chronique et par voie de conséquence, probablement aussi de mieux cibler le traitement.

L'absence de formule de correction unique ou du moins de formule optimale permettant de

corrélér précisément la mesure de la pachymétrie avec la mesure de PIO limite la valeur de ce paramètre dans une pratique de routine. L'intérêt essentiel de la pachymétrie est donc de pouvoir catégoriser les patients en sujets possédant une cornée fine, normale ou épaisse, de la même manière que l'on classe les disques optiques en disques "petits, normaux et larges" et de pouvoir dès lors apprécier plus justement la valeur réelle de la PIO qui pourrait être la moins dommageable pour le nerf optique.

Les valeurs de pachymétrie devront aussi être interprétées dans le contexte de la variabilité générale des lectures de tonométrie.

Les meilleures indications de la mesure de l'épaisseur cornéenne concernent les éventualités suivantes:

- en priorité les problèmes d'hypertension oculaire avec papille et champ visuel normaux afin d'éviter des traitements trop conséquents ou inutiles chez des sujets à faible risque. Chez un patient de 55 ans, qui a une mesure de PIO à l'aplanation de 25 mm Hg, une épaisseur cornéenne de 620 microns, et qui est déjà sous traitement, la logique est de lui arrêter son traitement mais la prudence est de continuer à le suivre régulièrement.
- toutes les fois que le tableau clinique n'est pas corrélé avec la PIO, surtout en cas de glaucome à pression normale dont les déficits s'aggravent en dépit de PIO apparemment bien contrôlées.
- en chirurgie réfractive où elle a des indications de très grande importance.
- elle peut aussi être très utile en cas de druses de la papille, éventualité où le suivi de la papille et du champ visuel risque d'être problématique en cas d'hypertension oculaire associée.

- la mesure de l'épaisseur cornéenne est, en revanche, peu utile en cas de glaucome établi. En toute circonstance, on se souviendra que la morphologie du disque optique est le "gold standard" pour le diagnostic d'un glaucome et l'évaluation de sa progression éventuelle, surtout chez des patients qui ont ou peuvent avoir une discordance entre les valeurs mesurées et les valeurs "réelles" de PIO.

Il n'est pas exclu d'ailleurs qu'un grand nombre des études qui ont été réalisées jusqu'à présent et qui se sont basées sur la seule valeur

de la PIO soient en partie faussées par la technique de mesure elle-même de la PIO qui ne correspondait pas nécessairement à la PIO réelle. Dans la même optique, il se pourrait que l'absence d'efficacité des collyres constatée chez certains patients soit liée à une épaisseur anormalement élevée de leur cornée. (J.D.Brandt et coll., communication orale présentée lors du "Glaucoma Society of the International Congress of Ophthalmology", Chantilly, 29-31-05-2003). L'avenir se tournera donc peut-être vers d'autres tonomètres, qui ne font pas intervenir l'épaisseur de la cornée, tels que le Tonomètre Contour Dynamique PASCAL.

La mesure de l'épaisseur cornéenne n'est, de toute façon, qu'une des composantes de la tonométrie qui est prise en compte. Aussi bien l'élasticité de la cornée qui pourrait, pour certains, être modifiée par des médicaments locaux au long cours que les propriétés biomécaniques de la cornée elle-même sont des paramètres encore mal connus. Enfin, la tonométrie par aplanation ne mesure que la pression qui règne dans la chambre antérieure de l'œil et non celle, probablement différente, que l'on pourrait mesurer en regard de la tête du nerf optique elle-même.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ARGENTO C., COSENTINO M.J., MOUSSALI M.A. – Intraocular pressure measurement after hyperopic LASIK. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:145.
- (2) ARGUS W.A. – Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology* 1995; 102:1810-1812.
- (3) BHAN A., BROWNING A.C., SHAH S., DAVE R.H.D., DUA H.S. – Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the Pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen. *Invest Ophthalmol and Visual Sci* 2002; 43:1389-1392.
- (4) BRANDT J.D., BEISER J.A., KASS M.A., GORDON M.O. and the OCULAR HYPERTENSION TREATMENT STUDY (OHTS) GROUP – Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) *Ophthalmology* 2001; 108:1779-1788.
- (5) BRON A., CHAPARD J., CREUZOT-GARCHER C., GUERZIDER V., D'ATHIS P. – Is corneal thickness measurement reliable and useful? *J Fr Ophtalmol* 1999; 22:160-168.

- (6) CENNAME G., ROSA N., LA RANA A., BIANCO S., SEBASTIANI A. – Non-contact tonometry in patients that underwent photorefractive keratectomy. *Ophthalmologica* 1997; 211:341-343.
- (7) CHATTEJEE A., SHAH S., BESSANT D.A., NAROO S.A., DOYLE S.J. – Reduction in intraocular pressure after Excimer Laser Photorefractive Keratectomy. Correlation with pre-treatment myopia. *Ophthalmology* 1997; 104:355-359.
- (8) COPT R.P., THOMAS R., MERMOUD A. – Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1999; 117:14-16.
- (9) DAMJI K.F., MUNI R.H., MUNGER R.M. – Influence of corneal variables on accuracy of intraocular pressure measurement. *J of Glaucoma* 2003;12: 69-80.
- (10) DOUGHTY M.J., ZAMAN M.L. – Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol* 2000; 44:367-408.
- (11) EHLERS N. – On corneal thickness and intraocular pressure. II. A clinical study on the thickness of the corneal stroma in glaucomatous eyes. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1970; 48:1107-1112.
- (12) EHLERS N., HANSEN F.K. – Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1974; 52:740-746.
- (13) EHLERS N., HANSEN F.K., AASVED H. – Biometric correlations of corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1975; 53:652-659.
- (14) EHLERS N., BRAMSEN T., SPERLING S. – Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1975; 53:34-43.
- (15) EMARA B.Y., TINGEY D.P., PROBST L.E., MOLTOKO M.A. – Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Can J Ophthalmol* 1999; 34:319-324.
- (16) GARTRY D.S., KERR MUIR M.G., MARSCHALL J. – Excimer laser photorefractive keratectomy: 18 month follow-up. *Ophthalmology* 1992; 99:1209-1219.
- (17) GOLDMANN H., SCHMIDT T. – Über Applanationstonometrie. *Ophthalmologica* 1957; 134:221-242.
- (18) HAMILTON D.R., MANCHE E.E., RICH L.F., MALONEY R.K. – Steroid-induced glaucoma after laser in situ keratomileusis associated with interface fluid. *Ophthalmology* 2002; 109:659-665.
- (19) HANSEN F.K., EHLERS N. – Elevated tonometer readings caused by a thick cornea. *Acta Ophthalmol* 1971; 49:775-778.
- (20) HERMAN D.C., HODGE D.O., BOURNE W.M. – Increased corneal thickness in patients with ocular hypertension. *Arch Ophthalmol.* 2001; 119:334-336.
- (21) HERNDON L.W., CHOUDHRI S.A., COX T., DAMJI K.F., SHIELDS M.B., ALLINGHAM R.R. – Central corneal thickness in normal, glaucomatous and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol* 1997; 115:1137-1141.
- (22) JOHNSON M., KASS M.A., MOSES R.A., GRODZKI W.J. – Increased corneal thickness simulating elevated intraocular pressure. *Arch Ophthalmol* 1978; 96:664-665.
- (23) LA ROSA F., GROSS R.L., ORENGO-NANIA S. – Central corneal thickness of Caucasians and African Americans in glaucomatous and non-glaucomatous populations. *Arch Ophthalmol* 2001; 119:23-27.
- (24) LEVI Y., HEFETZ L., ZADOK D., KRAKOWSKI D., NEMET P. – Refractive intraocular pressure increase after photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23:593-594.
- (25) MARK H.H. – Corneal curvature in applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1973; 76:223-224.
- (26) MEDEIROS F.A., SAMPLE P.A., WEINREB R.N. – Corneal thickness measurements and visual function abnormalities in ocular hypertensive patients. *Am J Ophthalmol* 2003; 135:131-137.
- (27) MORGAN A.J., HARPER J., GILMARTIN H. and B. – The effect of corneal thickness and corneal curvature on pneumotonometer measurements. *Current Eye Research* 2002; 25:107-112.
- (28) MUNGER R., DOHADWALA A.A., HODGE W.G. – Changes in measured intraocular pressure after hyperopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27:1254-1262.
- (29) NEMESURE B., WU S.Y., HENNIS A., LESKE C. – Corneal thickness and intraocular pressure in the Barbados Eye Studies. *Arch Ophthalmol* 2003; 121:240-244.
- (30) PHELAN P.S., MCGHEE C.N., BRYCE I.G. – Excimer laser PRK and corticosteroid induced IOP elevation: the tip of an emerging iceberg? (Letter) *Br J Ophthalmol* 1994; 78:802-3.
- (31) SHAH S. Accurate intraocular pressure measurement – The myth of modern ophthalmology (Editorial) *Ophthalmology* 2000; 107:1805-1806.
- (32) SHAH S., SPEDDING C., BHOJWANI R., KWARTZ J., HENSON D., McLEOD D. – Assessment of the diurnal variation in central cor-

- neal thickness and intraocular pressure for patient with suspected glaucoma. *Ophthalmology* 2000; 107:1191-1193.
- (33) SCHIPPER I., SENN P., NIESEN U. – Do we measure the right intraocular pressure after Excimer-Laser PRK for myopia? *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1995; 206:322-324.
- (34) WHITACRE M.M., STEIN R.A., HASSANEIN K. – The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1993; 115:592-596.
- (35) WHITACRE M.M., STEIN R.A. – Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol* 1993; 38:1-30.
- (36) WOLFS R.C.W., KLAVER C.C.W., VINGERLING J.R., GROBBEE D.E., HOFMAN A., De JONG

P.T.V.M. – Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: the Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol* 1997; 123:767-772.

.....

Tirés-à-part et correspondance
Prof. M.Detry-Morel
Cliniques Universitaires St Luc
10, avenue Hippocrate
B 1200 Bruxelles
Adresse e-mail: detry@ofta.ucl.ac.be