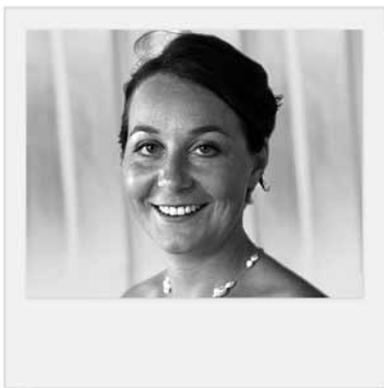


Intérêt de l'ORA dans le glaucome

RÉSUMÉ : L'*Ocular Response Analyzer*, premier appareil permettant de mesurer les paramètres biomécaniques de la cornée en pratique clinique, peut être d'une aide précieuse pour le glaucomatologue. Il peut aider au diagnostic des glaucomes débutants ou atypiques (glaucome à pression normale, hypertonies isolées...), aider au suivi de la pression intraoculaire chez les patients ayant des maladies cornéennes (dystrophies cornéennes...) ou des cornées modifiées par la chirurgie (greffe de cornée, chirurgie réfractive...) et enfin donner des indications pronostiques et de réponse au traitement.



→ **A. GRISE-DULAC**

Service de Chirurgie Réfractive,
de la Cataracte
et du Segment Antérieur,
Fondation A. de Rothschild,
PARIS.

Le diagnostic et le suivi des glaucomes passent inévitablement par la mesure de la pression intraoculaire (PIO). Le tonomètre à aplanation de Goldmann, développé au milieu des années 1950, est actuellement considéré comme la technique de référence pour mesurer la PIO. Ses limites sont l'influence de l'épaisseur cornéenne centrale et des caractères biomécaniques sur les mesures qu'il fournit. L'*Ocular Response Analyzer* (ORA, Reichert, USA) disponible depuis 2004, permet, en plus des paramètres biomécaniques de la cornée, de donner une mesure de la PIO s'affranchissant de leur influence.

Paramètres mesurés par l'ORA

L'*Ocular Response Analyzer* permet de quantifier un certain nombre de paramètres biomécaniques de la cornée. Il émet un jet d'air continu dirigé vers le dôme cornéen et permet de mesurer deux pressions d'aplanation consécutives :

- la première (P1) lors de la déformation cornéenne initiale consécutive à l'augmentation de pression ;
- la seconde (P2) au moment où la cornée retourne vers son état initial [1] (fig. 1).

A partir des valeurs de P1 et P2, le logiciel de l'ORA propose différents index.

1. PIO compensée pour la cornée ou PIOcc

L'ORA donne une mesure de la PIO s'affranchissant de l'influence des paramètres biomécaniques, appelée *Intra Ocular Pressure corneal-compensated* (PIO compensée pour la cornée). Celle-ci dérive d'un algorithme découlant de l'analyse par régression des mesures de la PIO avant et après Lasik, fondé sur l'hypothèse que la PIO restait la même ($PIO_{cc} = P2 - 0.43 \times P1$). La PIOcc n'est théoriquement pas corrélée à l'épaisseur cornéenne et est donc plus proche de la valeur réelle de la PIO que celle donnée par le tonomètre à aplanation de Goldmann [2].

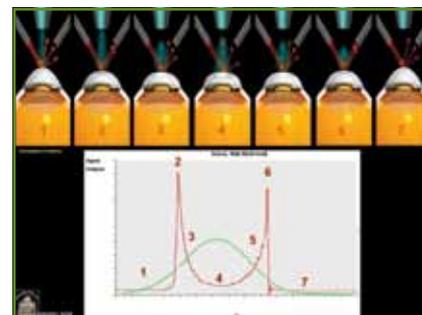


FIG. 1 : Principe et signaux fournis par l'ORA : l'ORA émet un jet d'air continu dirigé vers le dôme cornéen et permet de mesurer deux pressions d'aplanation consécutives : la première (P1) lors de la déformation cornéenne initiale consécutive à l'augmentation de pression et la seconde (P2) au moment où la cornée retourne vers son état initial.

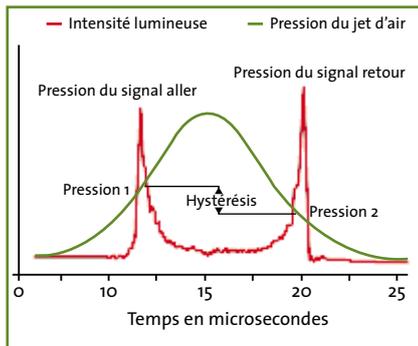


FIG. 2 : Le coefficient d'hystérèse (CH) est la différence entre la pression d'aplanation du pic 1 et celle du pic 2.

2. Coefficient d'hystérèse cornéenne ou CH

L'hystérèse est la propriété de certains systèmes physiques de différer dans le temps la réponse à une force qui leur est appliquée. L'hystérèse cornéenne (CH = *Corneal Hysteresis*) est la différence entre P1 et P2 (P1-P2). La valeur du CH est proportionnelle au degré de viscosité de la cornée et inversement proportionnelle à son degré d'élasticité (**fig. 2**).

3. Coefficient de résistance cornéenne ou CRF

Le CRF (P1-KxP2 où la valeur K (K = 0,7) a été déterminée à partir d'études cliniques et de modèles statistiques pour minimiser sa corrélation avec la valeur de l'épaisseur cornéenne centrale accorde une pondération favorable pour P1 vis-à-vis de P2.

Intérêt diagnostique

L'étude de la PIOcc, du CH et du CRF peut orienter le diagnostic positif ainsi que le diagnostic étiologique de glaucome.

La mesure de la PIO donnée par l'ORA et prenant en compte les paramètres biomécaniques (PIOcc) permet d'identifier les fausses hypertonies annoncées par le tonomètre de Goldmann et ainsi d'écarter (en association avec un bilan anatomique et fonctionnel du nerf optique) certains

diagnostics de glaucomes. De même, elle peut permettre de rattraper des sous-estimations de la PIO données par le tonomètre de Goldmann et d'éviter ainsi des retards diagnostiques et de mise en route de traitement. Enfin, la connaissance de la PIOcc peut orienter le diagnostic de glaucomes identifiés comme glaucomes à pression normale en véritables glaucome primitif chronique à angle ouvert (GPAO) lorsque celle-ci est élevée alors que la PIO-Goldmann était normale.

De nombreuses études de la littérature ont démontré que la cornée des patients glaucomeux présentait une hystérèse cornéenne plus basse que celle des sujets non glaucomeux [3]. Les patients souffrant de glaucome à pression normale présentent, en outre, un facteur de résistance cornéenne plus bas que les sujets sains et les sujets souffrant de glaucome à angle ouvert [4]. A contrario, l'hystérèse est plus élevée pour les cornées d'yeux présentant une hypertonie oculaire isolée que pour celles d'yeux normaux [5]. L'analyse du CH et du

CRF peut donc également orienter certains diagnostics de glaucomes (**fig. 3**).

Aide au suivi de la PIO

La mesure de la PIO par le tonomètre à aplatement de Goldmann, actuellement considérée comme la technique de référence, est fortement influencée par l'épaisseur, les paramètres biomécaniques et la courbure de la cornée. Chez les patients dont un ou plusieurs de ces paramètres sont modifiés, tels que les patients avec greffe de cornée (transfixiante ou lamellaire), les cornées œdémateuses, les dystrophies non glaucomeuses, les dystrophies de cornées décompensées, les cornées opérées de chirurgie réfractive, la PIOcc de l'ORA donne des résultats plus proches de la PIO réelle que la PIO-Goldmann [6, 7].

Sa plus grande indépendance à l'épaisseur cornéenne centrale en fait un outil plus adapté aux changements cornéens,

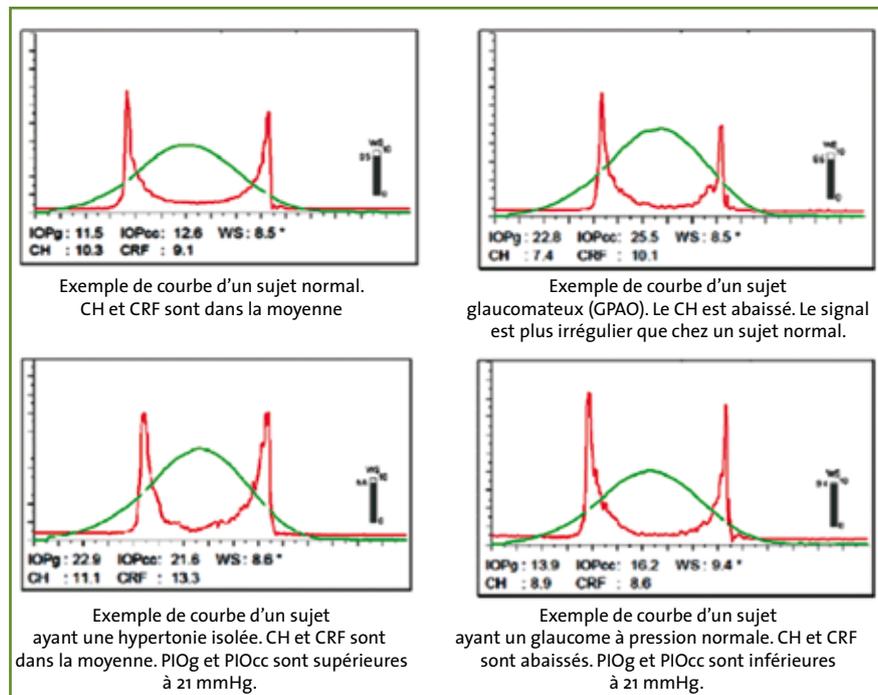


FIG. 3 : Exemples de courbes et indices donnés par l'ORA chez des sujets normaux, glaucomeux, ayant un glaucome à pression normale et une hypertonie intraoculaire.

REVUES GÉNÉRALES

Glaucome

qu'ils soient médicaux ou chirurgicaux, que la PIO-Goldmann.

Intérêt pronostique

Plusieurs études récentes de la littérature ont montré que la valeur du CH pouvait donner une indication pronostique de l'évolution du glaucome.

1. CH et gravité du glaucome

Selon l'étude de Congdon, un CH bas est corrélé à l'évolution du champ visuel [8] et pourrait refléter les caractéristiques biomécaniques de l'ensemble du globe oculaire. En effet, chez des sujets glaucomateux, la valeur du CH est corrélée à la déformation de la tête du nerf optique tandis que ce n'est pas le cas chez des sujets normaux [9]. Chez des sujets prédisposés, la réduction du CH pourrait traduire une altération des propriétés du tissu cornéen soumis à une hypertonie prolongée.

Chez les GPAO nouvellement diagnostiqués et non encore traités, les patients ayant un CH bas avaient des excavations papillaires plus importantes que ceux ayant un CH élevé, indépendamment de la PIO et de la taille du nerf optique [10]. Mansouri a mis en évidence une association significative entre la valeur du CRF et les altérations fonctionnelles dues au glaucome (MD en périmétrie automatisée) ainsi qu'entre les valeurs du CH et du CRF et les altérations structurelles (épaisseur RNFL en GDx) [11]. Ces études montrent donc qu'il existe une corrélation entre les paramètres biomécaniques de la cornée et les altérations du nerf optique dues au glaucome. L'étude de la biomécanique de la cornée lors de la découverte d'un glaucome peut orienter le clinicien sur la sévérité de celui-ci.

2. CH et réponse au traitement hypotonisant

Agarwal a récemment mis en évidence que le niveau du CH avant traitement était corrélé à la baisse de la PIO sous prosta-

POINTS FORTS

- S'affranchissant des paramètres biomécaniques de la cornée, la mesure de la PIOcc est plus fiable chez les patients ayant des cornées pathologiques ou opérées que la PIO donnée par le tonomètre à aplanation de Goldmann.
- Aide au diagnostic des glaucomes à pression normale et des hypertonies isolées.
- Sévérité du glaucome corrélée à l'abaissement de l'hystérèse cornéenne (CH).
- Indication pronostique de réponse à certains traitements médicaux grâce au facteur d'hystérèse cornéenne.

glandines, et ce indépendamment de la PIO prétraitement [12]. Selon cette étude, la présence d'un CH bas peut être considérée comme un facteur pronostique de meilleure réponse aux prostaglandines qu'un CH élevé. Cet élément nouveau peut être pris en compte avant la mise en route d'un traitement hypotonisant.

Conclusion

L'ORA est actuellement le seul appareil disponible en pratique clinique capable de mesurer les paramètres biomécaniques de la cornée et la PIO. La PIOcc, le CH et le CRF permettent d'orienter les diagnostics de glaucome, d'aider au suivi de la PIO chez les patients opérés et de donner des indications pronostiques et de réponse au traitement. Il s'agit donc d'un outil qui peut pleinement trouver sa place au sein de l'arsenal d'examen complémentaires utilisés pour le diagnostic et le suivi des patients glaucomateux.

Bibliographie

1. LUCE DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg*, 2005; 31: 156-162.
2. TOUBOUL D, ROBERTS C, KÉRAUTRET J *et al*. Correlation between corneal hysteresis, intraocular pressure, and corneal central pachymetry. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34: 616-622.
3. ABITBOL O, BOUDEN J, DOAN S *et al*. Corneal hysteresis measured with the Ocular Response Analyzer in normal and glaucomatous eyes. *Acta Ophthalmol*, 2010; 88: 116-119.

4. GRISE-DULAC A, SAAD A, ABITBOL O *et al*. Assessment of corneal biomechanical properties in normal tension glaucoma and comparison with open-angle glaucoma, ocular hypertension, and normal eyes. *J Glaucoma*, 2012; 21: 486-489.
5. SHAH S, CHATTERJEE A, MATHAI M *et al*. Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. *Ophthalmology*, 1999; 106: 2154-2160.
6. PEPOSE JS, FEIGENBAUM SK, QAZI MA *et al*. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following Lasik using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol*, 2007; 143: 39-47.
7. GATINEL D, CHAABOUNI S, ADAM PA *et al*. Corneal hysteresis, resistance factor, topography, and pachymetry after corneal lamellar flap. *J Refract Surg*, 2007; 23: 76-84.
8. CONGDON NG, BROMAN AT, BANDEEN-ROCHE K *et al*. Central corneal thickness and CH associated with glaucoma damage. *Am J Ophthalmol*, 2006; 141: 868-875.
9. WELLS AP, GARWAY-HEATH DF, POOSTCHI A *et al*. Corneal hysteresis but not corneal thickness correlates with optic nerve surface compliance in glaucoma patients. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008; 49: 3262-3268.
10. PRATA TS, LIMA VC, GUEDES LM *et al*. Association between corneal biomechanical properties and optic nerve head morphology in newly diagnosed glaucoma patients. *Clin Experiment Ophthalmol*, 2012; 40: 682-688.
11. MANSOURI K, LETTE MT, WEINREB RN *et al*. Association between corneal biomechanical properties and glaucoma severity. *Am J Ophthalmol*, 2012; 153: 419-427.
12. AGARWAL DR, EHRlich JR, SHIMMYO M *et al*. The relationship between corneal hysteresis and the magnitude of intraocular pressure reduction with topical prostaglandin therapy. *Br J Ophthalmol*, 2012; 96: 254-257.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

PREMIER SYMPOSIUM OPHTALMOLOGIE EN NORD

Actualités et Controverses

Samedi 15 Mars 2014 à Lille (Mercure Lesquin)

-9h00 : Début du programme-

CORNEE	
Président : JF Rouland	Modérateurs : T. Amzallag, M. Muraine, F. Mouriaux
-Grefe endothéliale peut-elle être à la portée de tous	<i>M.MURAINÉ</i>
-Traitement des ulcères cornéens : place des injections intra-cornéennes	<i>J. GUEUDRY</i>
-La cyclosporine collyre : pour ou contre ?	<i>S. MILAZZO</i>
-Inflammation et endothélium	<i>P. LABALETTE</i>
-Controverse : Cataracte et cornea guttata	
- l'intervention combinée	<i>JF. ROULAND</i>
- Intervention séquentielle	<i>T. AMZALLAG</i>
-L'orthokératologie rend-elle emmétrope ?	<i>H. BERTRAND</i>
VIDEOS best of : les meilleures vidéos 30mn	
DEJEUNER	
RETINE	
Président : P. Labalette, S. Milazzo	Modérateurs : A. Retout, S. Defoort-Delhemmes
- Conférence Invité :	
- OCT chez le myope	<i>D. GAUCHER (Strasbourg)</i>
Controverse : traitement des Trous maculaires	
-Vitréolyse enzymatique : quelle place dans le futur	<i>O. GENEVOIS</i>
-La chirurgie des TVM a encore sa place	<i>M. BENZERROUG</i>
-Anti VEGF : Switch ou godille	<i>T. DESMETTRE (FOCEC)</i>
-Controverse DMLA et nouveaux OCT :	
- EDI	<i>F. MALBREL</i>
-En face	<i>S. DUMAS</i>
-OCT chez l'enfant	<i>S.DEFOORT-DHELEMMES</i>
Inscriptions sur son@fr.oleane.com	



PROGRAMME

réalités

[Bulletin d'abonnement]

Je m'abonne à **réalités** Ophtalmologiques

- | | |
|---------------------------|--|
| Médecin | <input type="checkbox"/> 1 an : 60 € |
| | <input type="checkbox"/> 2 ans : 95 € |
| Étudiant/Interne | <input type="checkbox"/> 1 an : 50 € |
| (joindre un justificatif) | <input type="checkbox"/> 2 ans : 70 € |
| Étranger | <input type="checkbox"/> 1 an : 80 € |
| (DOM-TOM compris) | <input type="checkbox"/> 2 ans : 120 € |

BULLETIN À RETOURNER À :
PERFORMANCES MÉDICALES
 91, AVENUE DE LA RÉPUBLIQUE
 75011 PARIS

*Déductible des
frais professionnels*

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Ville _____

E-mail _____ Code postal _____

Règlement Par chèque (à l'ordre de Performances Médicales) Signature _____

Par carte bancaire (sauf American Express)

carte n° _____

cryptogramme _____

date d'expiration _____