

L'Année ophtalmologique

Quoi de neuf dans le glaucome ?



F. APTEL

Clinique Ophtalmologique Universitaire,
GRENOBLE,
Université, Grenoble-Alpes.

Les publications et présentations données lors des grands congrès de l'année passée laissent augurer de grands bouleversements dans le domaine du glaucome. La prise en charge des patients glaucomateux devrait être, dans les années à venir, organisée différemment de ce qu'elle est actuellement. Une partie des actes et peut-être même des consultations cliniques pourraient être déléguées à des auxiliaires médicaux (orthoptistes, etc.). De même, il est possible qu'une partie du diagnostic et du suivi des patients soit réalisée par télémedecine, à l'aide des moyens de communication qui permettent maintenant d'échanger et de stocker de façon sécurisée une grande quantité de données.

Dans le domaine du diagnostic et du suivi également, les derniers développements de l'optique et de l'informatique

permettent de proposer de nouvelles modalités d'OCT qui étendent le champ d'application de cette technologie : étude de la vascularisation de la tête du nerf optique et de la couche des fibres optiques grâce à l'angio-OCT, étude de la progression des glaucomes à un stade avancé grâce aux reconstructions tridimensionnelles de la portion antérieure du nerf optique, etc. Dans le domaine du traitement enfin, les résultats en termes d'efficacité et de tolérance des plusieurs micro-drains récemment développés sont très prometteurs, et il est possible que certains de ces drains remplacent en partie les chirurgies filtrantes conventionnelles trabéculotomie et sclérectomie.

De nouveaux modes d'organisation ?

1. Délégations de tâches

Dans les pays développés et notamment en France, l'allongement de la durée des études médicales et donc du coût de la formation des médecins, et également la pénurie actuelle en médecins, poussent vers la délégation de certains actes et de certaines tâches simples à des auxiliaires, tels que des orthoptistes pour les ophtalmologistes. Dans le domaine du glaucome, le récent décret définissant le champ de compétence des orthoptistes favorisera probablement la délégation de plusieurs examens complémentaires tels que la mesure de l'épaisseur cornéenne, la réalisation d'examens OCT ou de photographies de la tête du nerf optique. Au-delà de cette simple délégation d'examens complémentaires, plusieurs études en cours ont même pour but d'évaluer si

une partie des consultations de suivi d'un glaucome pourrait être réalisée par une orthoptiste, sous supervision d'un médecin référent mais sans que le patient ne voit à chaque fois le médecin. L'examen biomicroscopique direct de l'œil n'est bien sûr pas possible, mais la mesure de la PIO, l'examen du champ visuel et éventuellement l'examen par OCT permettent d'apporter des renseignements quant à l'efficacité du traitement et à la stabilité de la neuropathie glaucomateuse. Des algorithmes sont proposés pour aider l'orthoptiste qui examine le patient à décider si la progression du glaucome est suffisamment bien contrôlée et si le traitement peut être renouvelé, ou si l'avis de l'ophtalmologiste doit être sollicité plus rapidement. Ces procédures de délégation du suivi aboutiraient donc à partager les visites de suivi du patient lorsque la maladie est bien contrôlée.

2. Télémedecine

Le développement de la télémedecine est favorisé par les nouvelles techniques d'imagerie, les techniques de *monitoring* et de mesure en continu qui fournissent des données facilement exportables, les méthodes de communication modernes (réseau web mondial) et les méthodes de stockage permettant la conservation sécurisée et à distance de données volumineuses (serveurs, cloud, etc.). Les besoins d'utilisation de la télémedecine sont larges. Dans les pays en voie de développement, les compétences médicales sont souvent concentrées dans quelques grands centres urbains, et la majorité de la population n'a pas d'accès direct à des professionnels de santé. Le coût de la formation d'un

L'Année ophtalmologique

médecin et le coût du matériel médical rendent souvent une diffusion large et rapide de la médecine de haut niveau inenvisageable. Dans les pays développés, les zones rurales sont de moins en moins pourvues en médecins et autres professionnels de santé, alors qu'elles sont souvent habitées par des populations relativement âgées. Par ailleurs, les difficultés financières des systèmes de santé poussent les autorités à rationaliser les parcours de soins, et notamment à déléguer certains actes à des non-médecins, de façon à concentrer l'intervention des médecins sur les actes et décisions les plus complexes. Le glaucome constitue un bon domaine d'application de la télémedecine. Le glaucome est une pathologie fréquente, et dont la prévalence est appelée à augmenter fortement dans les prochaines décennies. C'est une pathologie qui atteint préférentiellement les pays en voie de développement (Afrique, Caraïbes, Amérique du Sud, Asie du Sud-Est). Enfin, les critères diagnostics et les algorithmes de prise en charge sont bien codifiés, et la plupart des données de l'examen d'un patient glaucomateux peuvent être exportées (mesure de la PIO, photos du segment antérieur et du fond d'œil, OCT, données du champ visuel).

Une méta-analyse récente a agrégé les résultats de 45 études sur l'application de la télémedecine au domaine du glaucome [1]. La télémedecine semble être une méthode relativement sensible et spécifique pour le dépistage du glaucome (83 % et 79 %, respectivement). Du fait des coûts moins élevés du dépistage par télémedecine comparé à l'examen direct des patients, le téléglaucome permet à ressources égales de dépister un plus grand nombre de cas de glaucomes que l'examen traditionnels des patients. Les auteurs concluent donc que le téléglaucome est intéressant, à la fois pour les patients (réduction des délais d'attente et des distances pour voir un spécialiste), pour les médecins (tri des patients permettant de concentrer son temps sur les cas les plus complexes), et pour les sys-

tèmes de santé (plus grand nombre de glaucomes dépistés à coût constant pour le système de soins) (*fig. 1*).

De nombreuses interrogations relatives à l'application de la télémedecine au domaine du glaucome ou même de l'ophtalmologie en France peuvent être posées. Les professions pouvant réaliser ces actes de télémedecine doivent être définies (ophtalmologiste, médecin généraliste, infirmière, orthoptiste/optométriste, secrétaire, etc.), ainsi que le lieu de réalisation (hôpitaux, centres mutualistes, maison de santé, mairie ou préfecture, etc.). Une tarification adaptée et séparant l'acte technique de l'acte intellectuel (interprétation) doit être élaborée. Seules quelques expériences très ponctuelles ont été réalisées, et les autorités n'ont pas encore défini de tarifs adéquats qui permettraient de généraliser la télémedecine.

De nouvelles technologies pour le diagnostic ?

Des travaux de différentes équipes de recherche sur l'anatomie du nerf optique ainsi que l'augmentation des capacités de traitement des images des dernières générations d'OCT ont permis le développement de nouveaux paramètres d'analyse améliorant l'intérêt clinique de ces méthodes d'imagerie [2-5].

1. Mesure de l'aire minimale de l'anneau neurorétinien

L'épaisseur de l'anneau neuro-rétinien peut-être mesurée en OCT. Les premiers algorithmes développés pour cela réalisaient généralement une mesure horizontale entre l'ouverture de la membrane de Bruch et la membrane limitante interne (paramètre appelé BMO-HRW *Bruch Membrane Opening Horizontal Rim Width*). Cette mesure réalisée selon un axe horizontal avait l'inconvénient de ne pas prendre en compte l'orientation variable des fibres optiques constituant l'anneau neu-

ro-rétinien. Une orientation très horizontale de celles-ci pouvait aboutir à une épaisseur mesurée anormalement importante même lorsque le nombre de fibres optiques résiduelles était faible, et vice-versa en cas d'orientation très verticale. Pour pallier ce possible biais de mesure, l'équipe de Bal Chauhan a développé une mesure de l'épaisseur minimale de l'épaisseur des fibres optiques au niveau de l'anneau neurorétinien (c'est-à-dire une mesure réalisée selon un axe perpendiculaire à l'orientation des fibres optiques). Cette mesure est appelée BMO-MRW (*Bruch Membrane Opening Minimal Rim Width*), et a l'avantage de permettre une mesure indépendante de l'orientation des fibres optiques. Différents travaux ont montré que ce paramètre avait une meilleure aptitude à différencier des sujets glaucomateux de sujets sains, et également une meilleure corrélation topographique aux atteintes du champ visuel, que la mesure horizontale de l'épaisseur de l'anneau. Ce paramètre restait par contre dépendant de la taille de la papille. Les grandes papilles ont physiologiquement des anneaux plus fins (car les fibres optiques sont réparties sur une circonférence plus grande), et vice-versa. Un nouveau paramètre consistant en la

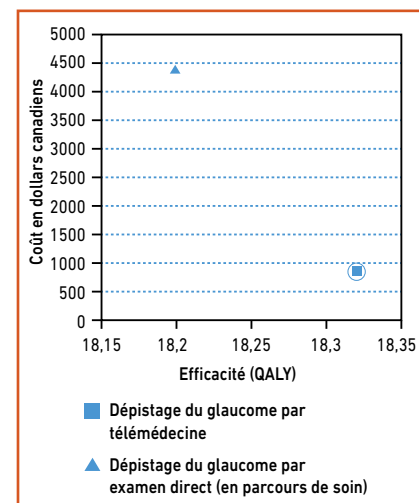


Fig. 1 : Rapport coût/efficacité pour le dépistage d'un sujet atteint de glaucome (d'après Thomas SM et al.) [1]. Noter le rapport de 1 à 4 pour le coût d'un cas dépisté.

I L'Année ophtalmologique

mesure de l'aire complète d'une section de l'anneau neurorétinien réalisée selon un plan perpendiculaire à l'orientation des fibres optiques a récemment été développée et intégrée à des OCT utilisables en pratique clinique pour corriger cela. Ce paramètre est appelé BMO-MRA (*Bruch Membrane Opening Minimal Rim Area*). Des travaux récents ont montré que ce paramètre ne variait pas significativement en cas de papilles de grandes tailles ou de petites tailles ($1,22 \pm 0,25 \text{ mm}^2$ pour des micro-papilles *versus* $1,26 \pm 0,27 \text{ mm}^2$ pour des papilles de grandes tailles), alors que les paramètres plus anciens comme par exemple l'épaisseur varient significativement (BMO-MRW : $243,14 \pm 43,12 \text{ }\mu\text{m}$ *versus* $338,97 \pm 69,39 \text{ }\mu\text{m}$) [3]. L'aptitude diagnostique de ce nouveau paramètre BMO-MRA était meilleure que celle de la mesure classique de l'épaisseur de la couche des fibres optiques péri-papillaires RNFL (aire sous la courbe ROC de 0,98 *versus* 0,84), avec une différence encore plus importante en cas de micro- ou macro-papille (*fig. 2*).

2. OCT angiographie

L'angiographie OCT permet à partir de coupes répétées d'une même structure (B-scans) de mettre en évidence les mouvements d'objets diffusant la lumière et ainsi de construire une représentation tridimensionnelle de la vascularisation et micro-vascularisation rétinienne, choroïdienne, et des différents réseaux vasculaires de la tête du nerf optique [2]. Des travaux récents ont montré que les patients glaucomateux présentaient souvent une raréfaction du réseau vasculaire présent au niveau du tissu composant l'anneau neurorétinien [2,6]. Cette raréfaction du réseau vasculaire semble être proportionnelle à la sévérité du glaucome. D'autres travaux publiés récemment ont également montré que les patients glaucomateux présentent comparativement à des sujets sains de même âge une diminution de la densité vasculaire des couches les plus internes de la rétine péri-papillaire et du pôle

postérieur, notamment de la densité des vaisseaux situés dans la couche des fibres nerveuses rétiniennes et donc impliquée dans la vascularisation des cellules ganglionnaires rétiniennes. Des paramètres quantitatifs issus de ces travaux permettent de distinguer des sujets glaucomateux de sujets sains avec une sensibilité et une spécificité élevée [6]. Des données présentées cette année montrent néanmoins certaines limites actuelles de l'utilisation de l'angio-OCT dans le domaine du glaucome [7-9] (*fig. 3*). D'une part la plupart des appareils commercialisés ne fournissent actuellement que des cartes de la vascularisation papillaire et péri-papillaire,

mais sans paramètres quantitatifs reproductibles qui permettraient de distinguer des sujets glaucomateux de sujets sains, ou de rechercher et quantifier une évolution d'un glaucome. L'analyse des données apportées est donc uniquement subjective. Enfin, quelques travaux réalisés avec des appareils permettant une analyse quantitative montrent une aptitude diagnostique pas meilleure que celle de l'analyse de l'épaisseur de la couche des fibres optiques (RNFL). L'angio-OCT apporterait donc une analyse supplémentaire mais pas réellement plus performante de celle de la couche des fibres optiques ou de la papille, dont la place reste à être précisée.

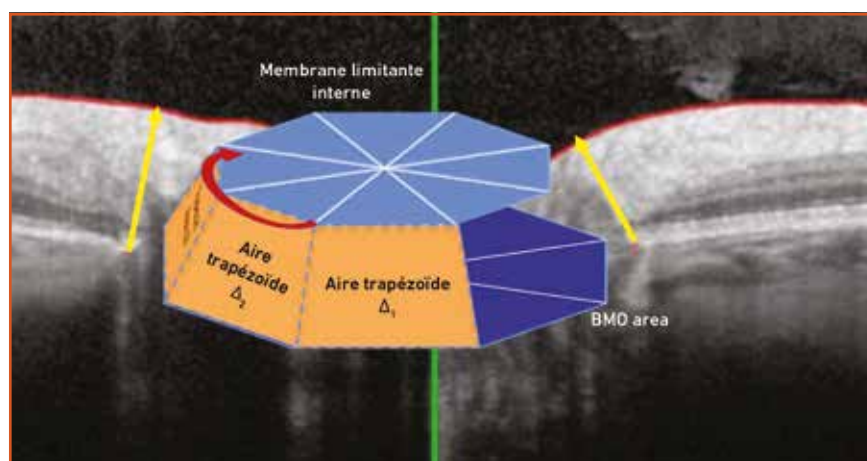


Fig. 2 : Calcul de l'aire minimale d'une coupe transversale de l'anneau neurorétinien, paramètre indépendant de la taille de la papille. D'après Enders *et al.* [3].

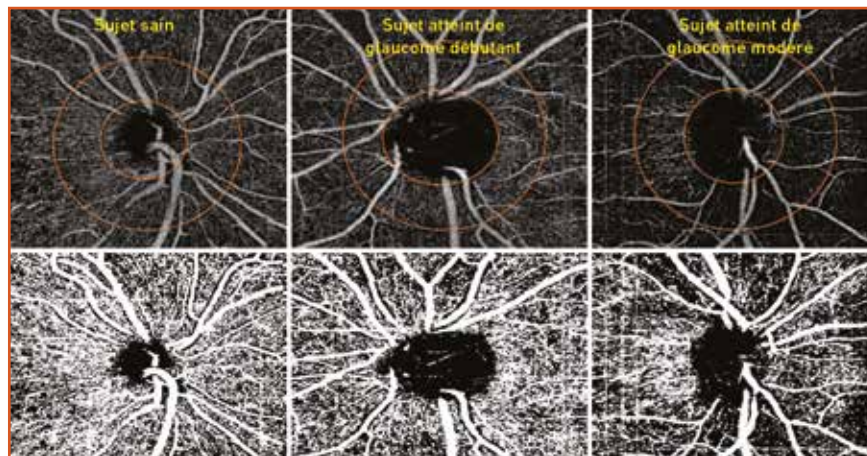


Fig. 3 : Comparaison de la densité du réseau vasculaire de l'anneau neurorétinien et des couches internes de la rétine chez un sujet sain, un sujet atteint de glaucome débutant pré-périmétrique et un sujet atteint de glaucome modéré. (D'après Yarmohammadi *et al.*) [9].

De nouvelles procédures chirurgicales ?

Ces 10 dernières années ont été développés de nombreux micro-drains destinés à réduire la PIO, mais d'une façon peu invasive et devant de ce fait permettre d'avoir moins de complications que les chirurgies filtrantes conventionnelles trabéculotomie et sclérectomie. Ces techniques sont nommées chirurgies micro-invasives du glaucome (*Minimally Invasive Glaucoma Surgery MIGS*) ou chirurgies indépendantes de la conjonctive (*Conjunctival Independent Glaucoma Surgery*), et peuvent être classées en procédures réalisées *ab externo* (sans ouverture de la paroi de l'œil), telles que la pose du drain Express, du drain InnFocus MicroShunt ou la procédure de canaloplastie, ou réalisées *ab interno* (nécessitant une ouverture de la paroi de l'œil), telles que le drain iStent, le drain intracanaliculaire Hydrus, la trabéculotomie par le dispositif Trabectome, les drains suprachoroïdiens Cy Pass, Goldshunt ou Starflo [11].

L'utilisation de ces micro-drains a probablement été limitée par des études montrant pour les générations les plus anciennes de ces dispositifs des résultats mitigés, avec notamment pour les procédures réalisées *ab interno* une aptitude à réduire la PIO modeste et inférieure à celle des chirurgies filtrantes.

En 2016 ont été présentés les premiers résultats de deux nouveaux micro-drains, qui semblent très prometteurs, et laissent augurer une possible utilisation de ceux-ci en remplacement des chirurgies filtrantes :

– le drain Midi-Arrow (InnFocus MicroShunt, Santen), composé d'un petit tube souple en matériaux biocompatibles inséré dans une petite pochette sclérale par voie externe de façon à mettre en communication la chambre antérieure et les espaces sous-conjonctivaux, semble permettre une baisse pressionnelle importante et comparable à celle permise par les chirurgies filtrantes convention-



Fig. 4 : Drain Xen inséré par voie interne et permettant le drainage de l'humeur aqueuse vers les espaces sous-conjonctivaux, avec visibilité de la bulle de filtration et des espaces liquidiens sous-conjonctivaux (aquesys.com/xen).

nelles. Ainsi, une publication a rapporté les résultats à 3 ans de ce micro-drain chez 14 patients opérés de pose du drain seule et 9 opérés avec une chirurgie de la cataracte associée. Le taux de succès (PIO ≤ 14 mm Hg et réduction de la PIO ≥ 20 %) était de 100 %, 91 %, et 95 % à 1 an, 2 ans et 3 ans. La PIO était réduite de $23,8 \pm 5,3$ à $10,7 \pm 2,8$, $11,9 \pm 3,7$, et $10,7 \pm 3,5$ mm Hg à 1 an, 2 ans et 3 ans. Les cas d'hypotonies étaient peu fréquents et transitoires (13 %). Aucun cas de fuite d'humeur aqueuse, érosion, migration du tube ou infection n'était rapporté ; – le drain Xen (Aquesys, Allergan) (**fig. 4**) composé lui aussi d'un petit tube en gel souple, mais inséré par voie interne après ouverture de la chambre antérieure dans l'angle jusqu'au niveau des espaces sous-conjonctivaux. De façon similaire, des résultats très prometteurs ont été présentés lors du congrès de l'*European Glaucoma Society* en juin 2016. Une cohorte importante de 111 yeux a bénéficié de la pose du drain. La PIO était réduite de 21,6 mm Hg à 14,3 mm Hg à 6 mois (réduction de 31,7 %) et 13,6 mm Hg à 12 mois (réduction de 35,8 %). Une réduction pressionnelle d'au moins 20 % était atteinte pour

86,4 % des yeux opérés. Les complications étaient peu nombreuses, avec notamment aucun cas d'endophtalmie ou de fuite d'humeur aqueuse.

BIBLIOGRAPHIE

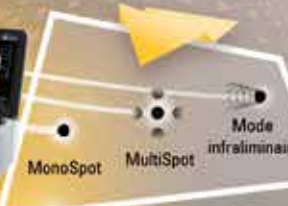
1. THOMAS SM, JEYARAMAN MM, HODGE WG *et al.* The effectiveness of teleglaucoma versus in patient examination for glaucoma screening: asystematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 2014;9:e113779.
2. DONG ZM, WOLLSTEIN G, SCHUMAN JS. Clinical Utility of Optical Coherence Tomography in Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57:556-567.
3. ENDERS P, ADLER W, SCHAUB F *et al.* Novel Bruch's Membrane Opening Minimum Rim Area Equalizes Disc Size Dependency and Offers High Diagnostic Power for Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57: 6596-6603.
4. GMEINER JM, SCHREMS WA, MARDIN CY *et al.* Comparison of Bruch's Membrane Opening Minimum Rim Width and Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Early Glaucoma Assessment. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57:575-584.
5. LEE EJ, LEE KM, KIM H *et al.* Glaucoma Diagnostic Ability of the New Circumpapillary Retinal

Première Mondiale
en Photocoagulation :
Cavité Laser à Fibre 577nm







NOUVEAU

- LONGUEUR D'ONDE PURE JAUNE
- RÉPARTITION HOMOGÈNE DE L'IMPACT LASER
- DURÉE DE VIE PROLONGÉE



Symposium SFO
Glaucome : du Diagnostic à la Thérapeutique
Samedi 6 mai 2017 - de 12h30 à 13h30 - Salle 241, Niveau 2
SFO, stand F13

Siège social : Tél : +33 (0)4 73 745 745
info@quantel-medical.fr
www.quantel-medical.fr



Le laser EASYRET est un laser pour applications ophtalmologiques et est un dispositif médical de classe IIb fabriqué par QUANTEL MEDICAL et dont l'évaluation de conformité a été réalisée par l'organisme UNEQ-MED « CE 0459 ». Il est destiné aux professionnels de santé dans le cadre du traitement de certaines affections oculaires. Lire attentivement la notice d'utilisation. Pour le bon usage de ce produit, il est recommandé de suivre les indications et contre-indications détaillées dans la notice d'utilisation du produit.
Document publicitaire à destination des professionnels de santé.
10/07/QUANTEMED/PM/003 Date de réalisation : JUILLET 2016

- Nerve Fiber Layer Thickness Analysis Based on Bruch's Membrane Opening. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57: 4194-4204.
6. GAO SS, JIA Y, ZHANG M *et al*. Optical Coherence Tomography Angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57:27-36.
 7. LIU L, JIA Y, TAKUSAGAWA HL *et al*. Optical Coherence Tomography Angiography of the Peripapillary Retina in Glaucoma. *JAMA Ophthalmol*, 2015;133:1045-1052.
 8. SCRIPSEMA NK, GARCIA PM, BAVIER RD *et al*. Optical Coherence Tomography Angiography Analysis of Perfused Peripapillary Capillaries in Primary Open-Angle Glaucoma and Normal-Tension Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57:611-620.
 9. YARMOHAMMADI A, ZANGWILL LM, DINIZ-FILHO A *et al*. Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density in Healthy, Glaucoma Suspect, and Glaucoma Eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2016;57:451-459.
 10. JIA Y, WEI E, WANG X *et al*. Optical coherence tomography angiography of optic disc perfusion in glaucoma. *Ophthalmology*, 2014;121:1322-1332.
 11. RICHTER GM, COLEMAN AL. Minimally invasive glaucoma surgery: current status and future prospects. *Clin Ophthalmol*, 2016;10:189-206.
 12. BATLLE JF, FANTES F, RISS I *et al*. Three-Year Follow-up of a Novel Aqueous Humor MicroShunt. *J Glaucoma*, 2016;25:e58-65.
 13. SHEYBANI A, LENZHOFFER M, HOHENSINN M *et al*. Phacoemulsification combined with a new ab interno gel stent to treat open-angle glaucoma: Pilot study. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:1905-1909.
 14. STALMANS I, VERA V. Evaluation of the XEN implant in patients with moderate primary open-angle glaucoma: 1-year results. Presented at EGS 2016.

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