Le dossier – L'angle iridocornéen

La chirurgie micro-invasive trabéculaire

RÉSUMÉ : Les complications et difficultés de gestion postopératoires après chirurgies filtrantes conventionnelles ont stimulé la réflexion et la volonté de recherche d'alternatives thérapeutiques. L'abord trabéculaire ne présente en effet pas les inconvénients imputables à la bulle de filtration. Plusieurs technologies ont été développées pour exploiter et optimiser la filtration de l'humeur aqueuse par cette voie.

Le profil de tolérance est habituellement meilleur que celui des chirurgies conventionnelles et des chirurgies micro-invasives à filtration sous-conjonctivale. Les chirurgies MIGS trabéculaires sont moins efficaces que les chirurgies filtrantes conventionnelles. En effet, l'efficacité des chirurgies par la voie trabéculaire reste limitée par la pression veineuse épisclérale. La hiérarchie entre les différents mécanismes d'action des MIGS disponibles n'est pas déterminée avec précision. Le suivi au long cours du patient et son information sont nécessaires.

A. REZKALLAH, P. DENIS
Service d'Ophtalmologie,
Hôpital de la Croix-Rousse,
Hospices Civils de LYON.

D'évolution insidieuse, le glaucome est une neuropathie optique dont le principal facteur de risque modifiable est l'hypertonie oculaire [1]. Dans la prise en charge du glaucome, l'atteinte d'une pression intraoculaire (PIO) cible, pression permettant la stabilisation de la fonction visuelle et le maintien de la meilleure qualité de vie possible, demeure l'objectif principal. Les moyens thérapeutiques actuellement disponibles sont variés : traitement médical (escalade thérapeutique avec mono-, bi-, tri- voire quadrithérapie), par laser (trabéculoplastie au laser sélectif ou au laser argon), par cycloaffaiblissement (laser diode conventionnel, micropulsé, par ultrasons, endocycloaffaiblissement) ou chirurgical. Les complications des chirurgies filtrantes ainsi que les difficultés de gestion de la bulle de filtration postopératoires ont stimulé la réflexion et la recherche d'alternatives thérapeutiques plus sécuritaires.

C'est ainsi qu'ont été développées les chirurgies micro-invasives (MIGS). Quand bien même la définition des MIGS reste encore discutée, depuis leur avènement, la place de la chirurgie n'est plus la dernière intention. Dans les dernières recommandations de la Société européenne du glaucome, sont considérés comme MIGS les dispositifs n'entraînant pas la formation d'une bulle de filtration. Ainsi, les MIGS par abord trabéculaire restent dans cette définition.

Contrairement aux dispositifs chirurgicaux qui ont pour but de drainer l'humeur aqueuse vers l'espace sous-conjonctival, les MIGS par voie trabéculaire ne présentent pas les inconvénients de la gestion postopératoire, parfois complexe, de la bulle de filtration. En effet, les dispositifs MIGS ne peuvent être à l'origine ni d'encapsulation, ni de fibrose de la bulle de filtration. De même, les risques d'érosion conjonctivale et d'extériorisation sont anecdotiques. Cependant, l'efficacité des chirurgies par voie trabéculaire reste limitée par la pression veineuse épisclérale qui est de l'ordre de 8 à 9 mmHg [2].

Parmi les MIGS par abord trabéculaire, il convient de différencier :
– les dispositifs intratrabéculaires (iStent et iStent Inject W, Hydrus) ;
– l'abord trabéculaire par clivage (Trabectome, GATT, Kahook Dual Blade et laser Excimer) ;
– l'abord trabéculaire par dilatation (ABiC, OMNI).

Le dossier – L'angle iridocornéen

Les dispositifs intratrabéculaires

1. IStent

L'iStent Inject (***fig. 1***) et l'iStent W (***fig. 2***) permettent des micropontages trabéculaires. Ces micropontages ont pour but d'augmenter l'écoulement de l'humeur aqueuse par la voie trabéculaire. Plus de 500 000 iStent ont été posés dans le monde.

D'une lumière de 80 µm, l'iStent est composé de titane recouvert d'héparine. L'iStent W, quant à lui, présente une base plus large permettant une plus grande facilité de pose. Ils sont posés par deux dans le canal de Schlemm inféronasal (***fig. 3***). Une bascule aussi bien du microscope que de la tête du patient de 30° et l'usage d'un gonioprisme sont nécessaires à la visualisation de l'angle iridocornéen et à l'implantation des dispositifs.

Fig. 1 : iStent inject (source : Glaukos).

Fig. 2 : iStent W (source : Glaukos).

Fig. 3 : Visualisation gonioscopique peropératoire de la pose d'un iStent W dans le canal de Schlemm inféronasal (© Dr Rezkallah).

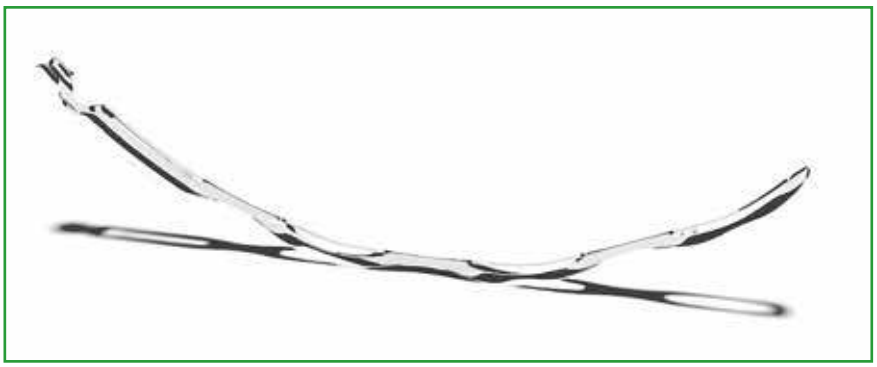

Fig. 4 : Implant Hydrus (source : www.ivantisinc.com/healthcare-professionals/hydrus-procedure/).

L'iStent est le seul dispositif de MIGS ayant une autorisation officielle de remboursement en France. En effet, la Haute Autorité de santé (HAS) a retenu son indication dans la chirurgie combinée de la cataracte et du glaucome minime à modéré non équilibré par les traitements locaux, ou chez les patients ayant une intolérance aux collyres ou souhaitant réduire leur traitement. La baisse pressionnelle est d'environ 16 % pour un suivi à 4,5 ans avec une réduction des traitements [3], voire plus pour 2 iStent ou plus [4]. L'hyphéma associé ou non à un pic d'hypertonie oculaire est la complication la plus souvent retrouvée et décrite [5, 6].

2. Hydrus

Composé principalement d'un alliage nickel et titane, l'Hydrus mesure 8 mm de longueur. Sa forme est censée épouser la circonférence angulaire (***fig. 4***). Il se place dans le canal de Schlemm et en occupe environ 90°.

Dans l'étude COMPARE, l'Hydrus est comparé à 2 iStent. Les patients du groupe Hydrus ont présenté une diminution de la PIO moyenne de 1,7 mmHg avec une réduction du nombre de traitement de 1,6. À 12 mois, environ 40 % des patients avaient une réduction pressionnelle de plus de 20 % pour une PIO moyenne d'environ 17,3 mmHg. Le taux de complications était faible, essentiellement des hyphémas transitoires (entre 1 et 2 %), un mauvais positionnement, une cyclo- ou iridodialyse [7].

L'abord trabéculaire par clivage

1. Trabectome

La procédure consiste à enlever le filtre trabéculaire et améliorer la filtration trabéculaire de l'humeur aqueuse (***fig. 5***). Une bascule du microscope de 30° et l'usage d'un gonioprisme sont nécessaires à la visualisation de l'angle iridocornéen. L'indication retenue est la chirurgie du glaucome minime à modéré combinée ou non à la chirurgie de la cataracte.

Il existe différentes sondes : TrabEx, Trabectome et la combinaison des deux. La baisse pressionnelle varie entre 20 et 40 % selon les études, jusqu'à près de 44 % dans une étude récente [8, 9]. La principale complication est la survenue d'un pic d'hypertonie oculaire et d'un hyphéma transitoires [8, 9].

Fig. 5 : Schéma montrant l'ablation du filtre trabéculaire par le Trabectome (source : NeoMedix Corporation [CA, USA]).

Le dossier – L'angle iridocornéen

2. Gonioscopy assisted transluminal trabeculotomy (GATT)

La trabéculotomie transluminale assistée par gonioscopie (GATT) vise à inciser circonférentiellement la paroi interne du canal de Schlemm. Deux incisions cornéennes sont réalisées. Un gonioscope direct est utilisé pour la visualisation de l'angle iridocornéen. Une incision de goniotomie est réalisée puis un microcathéter éclairé ou une suture en prolène est introduit dans le canal de Schlemm et enfilé à l'aide d'une pince microchirurgicale de 23 G, en suivant la circonférence de tout le canal, jusqu'à ce qu'il réapparaisse à l'extrémité opposée du canal de Schlemm. Les deux extrémités sont alors retirées, créant ainsi une incision de 360°.

Une étude avec un recul sur 2 ans incluant les yeux de 198 patients avec glaucome à angle ouvert, avec une pression moyenne ≥ 18 mmHg, a retrouvé une diminution moyenne de la PIO de 9,2 mmHg (37,3 %) avec une réduction du nombre de traitements de 1,43 chez les patients atteints de glaucome primitif à angle ouvert et une diminution moyenne de 14,1 mmHg (49,8 %) avec une réduction du nombre de traitements de 2 pour les glaucomes secondaires. Concernant le profil de sécurité, un hyphéma a été retrouvé chez la plupart des patients. D'autres événements indésirables (décollement choroïdien) ont été décrits [10].

3. Kahook Dual Blade (KDB)

La Kahook Dual Blade (***fig. 6***) est composée d'une double lame de goniotomie à usage unique qui permet l'ablation du trabéculum. Elle entraîne des incisions parallèles du trabéculum et son excision en bande [11]. La *Food and Drug Administration* a approuvé son usage en procédure autonome ou combinée à la chirurgie de la cataracte.

La tête du patient tout comme le microscope doivent être inclinés d'environ 30 à 45°. L'extrémité pointue de la lame

Fig. 6 : Ablation du trabéculum par le Kahook Dual Blade (source : insighteyecenter.com/kahook-dual-blade/).

est insérée à travers le trabéculum. Puis le talon du dispositif est placé contre la paroi du canal de Schlemm et est avancé dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse. Les événements indésirables les plus fréquemment rapportés sont le pic d'hypertonie oculaire et l'hyphéma [11]. D'autres complications rares ont été décrites : œdème cornéen, inflammation, cyclodialyse.

Plusieurs études ont comparé les résultats associant la procédure combinant la chirurgie de la cataracte à la goniotomie KDB à ceux de la chirurgie de la cataracte combinée à la pose d'iStent. Le groupe KDB a démontré que sa cohorte phaco-KDB a connu une réduction significativement plus importante de la PIO (23,7 contre 16,4 % ; $p < 0,001$) et une réduction du nombre de traitements (1,1 contre 0,9 ; $p = 0,001$) par rapport au groupe phaco-iStent à 6 mois de suivi [12]. Après 12 mois de suivi, le résultat principal (réduction de la PIO de 20 % ou plus ou réduction de la médication de 1 ou plus) a été atteint par 74/79 patients (93,7 %) dans le groupe phaco-KDB et 65/78 patients (83,3 %) dans le groupe phaco-iStent ($p = 0,04$).

L'abord trabéculaire par dilatation (ABiC, OMNI)

1. Ab-interno canaloplasty (ABiC)

L'ABiC peut être réalisé avec ou sans chirurgie de la cataracte. Une incision de 1,5 à 1,8 mm en cornée claire est réalisée en temporal. L'ABiC accède ensuite au réseau trabéculaire, au canal de Schlemm puis les cathétérise et les viscodilate.

Dans une étude de cohorte rétrospective, la PIO moyenne initiale était de 20,24 ± 5,92 mmHg ($n = 25$) et a été réduite à 12,55 ± 3,33 mmHg ($n = 22$; $p < 0,001$) à un an (réduction de 37,9 %) et 13,67 ± 2,15 mmHg ($n = 21$; $p < 0,001$) à 2 ans (réduction de 32,5 %). Un arrêt de tout traitement hypotonisant a été réalisé pour 80 % des yeux. La complication chirurgicale la plus fréquemment décrite est l'hyphéma [13, 14].

2. OMNI

La tête et le microscope sont également inclinés à environ 40°. Le système OMNI présente une canule à introduire dans la chambre antérieure puis à amener près du trabéculum nasal sous contrôle gonioscopique direct et à utiliser pour ouvrir le canal de Schlemm. Le microcathéter est avancé dans le canal de Schlemm sur 180°. Lorsque le microcathéter est rétracté dans la canule, la pompe à perfusion délivre un volume contrôlé de Healon GV pour obtenir une viscodilation du canal de Schlemm et des canaux collecteurs. La même procédure est répétée pour dilater les autres 180° du canal de Schlemm.

À 1 an, 40 % des yeux obtiennent une réduction de la PIO supérieure à 25 % par rapport à la valeur initiale. Le nombre moyen de médicaments est également diminué dans les yeux (de 3 à 2 ;

Le dossier – L'angle iridocornéen

p < 0,001). Le profil de sécurité est bon. Hyphéma et hypotonie (ou pic d'hypertonie oculaire) peuvent compliquer la procédure [15].

Conclusion

Quelle que soit la procédure choisie, un examen préopératoire consciencieux et une maîtrise de l'anatomie de l'angle iridocornéen sont des prérequis nécessaires avant une chirurgie par abord trabéculaire. L'orientation vers une chirurgie dépend, entre autres, du stade du glaucome, de l'expérience du chirurgien et des moyens thérapeutiques disponibles dans les institutions dans lesquelles il exerce. Les chirurgies MIGS trabéculaires sont moins efficaces que les chirurgies filtrantes conventionnelles ; la hiérarchie entre les différents mécanismes d'action des MIGS disponibles n'est pas déterminée avec précision. L'usage de MIGS par voie trabéculaire, même s'il ne dispense pas du suivi du patient au long cours, n'a pas l'inconvénient de la gestion postopératoire de la bulle de filtration.

Le patient occupe une place centrale dans sa prise en charge et doit bénéficier d'une information accessible sur sa pathologie et les traitements.

BIBLIOGRAPHIE

1. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD *et al.* The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*, 2002;120:714-20; discussion 829-830.
2. Gillmann K, Mansouri K. Minimally invasive glaucoma surgery: where is the evidence? *Asia Pac J Ophthalmol*, 2020;9:203-214.
3. Craven ER, Katz LJ, Wells JM *et al.* Cataract surgery with trabecular micro-bypass stent implantation in patients with mild-to-moderate open-angle glaucoma and cataract: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:1339-1345.
4. Belovay GW, Naqi A, Chan BJ *et al.* Using multiple trabecular micro-bypass stents in cataract patients to treat open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:1911-1917.
5. Le JT, Bicket AK, Wang L *et al.* Ab interno trabecular bypass surgery with iStent for open-angle glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019;3: CD012743.
6. Yook E, Vinod K, Panarelli JF. Complications of micro-invasive glaucoma surgery. *Curr Opin Ophthalmol*, 2018;29:147-154.
7. Ahmed IIK, Fea A, Au L *et al.* A prospective randomized trial comparing Hydrus and iStent microinvasive glaucoma surgery implants for standalone treatment of open-angle glaucoma: the COMPARE study. *Ophthalmology*, 2020;127:52-61.
8. Mizoguchi T, Nishigaki S, Sato T *et al.* Clinical results of Trabectome surgery for open-angle glaucoma. *Clin Ophtalmol*, 2015;9:1889-1894.
9. Kono Y, Kasahara M, Hirasawa K *et al.* Long-term clinical results of trabectome surgery in patients with open-angle glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2020;258:2467-2476.
10. Grover DS, Smith O, Fellman RL *et al.* Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy: an ab interno circumferential trabeculotomy: 24 months follow-up. *J Glaucoma*, 2018;27:393-401.
11. Seibold LK, Soohoo JR, Ammar DA *et al.* Preclinical investigation of ab interno trabeculectomy using a novel dual-blade device. *Am J Ophthalmol*, 2013;155:524-529.e2.
12. Dorairaj SK, Kahook MY, Williamson BK *et al.* A multicenter retrospective comparison of goniotomy versus trabecular bypass device implantation in glaucoma patients undergoing cataract extraction. *Clin Ophthalmol*, 2018;12:791-797.
13. Zhang J, Wang NL. Progression on canaloplasty for primary open angle glaucoma. *Int J Ophthalmol*, 2019;12: 1629-1633.
14. Kazerounian S, Zimbelmann M, Lörtscher M *et al.* Canaloplasty ab interno (AbiC) - 2-year-results of a novel minimally invasive glaucoma surgery (MIGS) technique. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2021;238:1113-1119.
15. Toneatto G, Zeppieri M, Papa V *et al.* 360° ab-interno Schlemm's canal viscodilation with OMNI viscosurgical systems for open-angle glaucoma-midterm results. *J Clin Med*, 2022;11:259.

A. Rezkallah a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article. P. Denis a déclaré avoir des liens d'intérêts avec AbbVie, Santen, Istar et Sanotek.