



Vitrectomie à haute vitesse de coupe

Pierre Negrier

Depuis la naissance de la vitrectomie au début des années 1970 grâce à Machemer et Kloti, la miniaturisation des sondes ainsi que la vitesse de coupe n'ont cessé d'évoluer pour améliorer la sécurité. L'un des principaux objectifs de la vitrectomie aujourd'hui est d'en améliorer l'efficacité.

Débuts de la vitrectomie

La vitrectomie est née dans les années 1970 grâce à Robert Machemer, avec la vitrectomie par la *pars plana* permettant de s'affranchir de la kératoplastie. Puis Conor O'Malley et Ralph Heinz ont utilisé une infusion séparée pour développer la vitrectomie 3 voies en 20 gauges (G) [1]. Le début des années 1990 a vu l'avènement de la vitrectomie 25 G pour un usage pédiatrique par De Juan et Hickingbotham, et 1995 la première présentation du 23 G par Singh *et al.*, mais ce n'est qu'à partir de 2002 que le 25 G s'est développé et en 2008, Tano *et al.* ont présenté le 27 G.

Miniaturisation des sondes

La miniaturisation des sondes de vitrectomie a modifié la pratique de la vitrectomie (figure 1). En effet la diminution du diamètre a permis d'améliorer l'étanchéité des

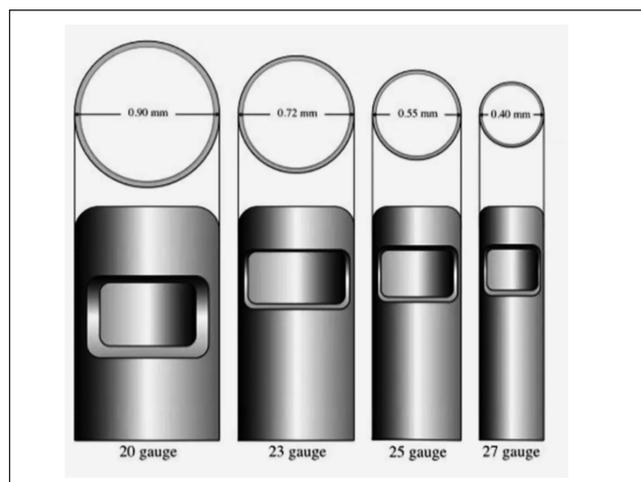


Figure 1. Comparaison des différentes tailles de vitréotomes.

CCA, service d'ophtalmologie de l'hôpital Lariboisière, université de Paris

orifices de sclérotomie, rendant la chirurgie vitréo-rétinienne moins invasive. Les travaux de Teixeira *et al.* [2] ont montré que la fréquence des tractions vitréo-rétiniennes augmentait avec le diamètre du vitréotome (amplifiant l'aspiration), tandis qu'elle diminuait avec la hausse de la vitesse de coupe, allant aujourd'hui jusqu'à 10 000 coupes par minute (cpm). Une vitesse de coupe élevée améliore en effet la fragmentation du vitré [3], ce qui permet également d'augmenter le débit d'aspiration de vitré.

Le débit du vitréotome dépend de plusieurs facteurs : la vitesse de coupe, le diamètre d'ouverture du vitréotome, le temps d'ouverture de la fenêtre du vitréotome par cycle (*duty cycle*), la force d'aspiration, la composition du vitré ainsi que les caractéristiques de la pièce à main. La diminution du diamètre des instruments entraîne une réduction de débit qui doit être compensée [3]. Pour obtenir un débit suffisant à travers un diamètre de plus en plus petit, il est nécessaire d'augmenter les vitesses de coupe et les pressions d'infusion, l'infusion permettant de compenser les volumes prélevés.

Vitréotomes à double système de coupe

D'après les travaux de Hubschman *et al.* [3], la sonde de vitrectomie idéale doit avoir le cycle de travail le plus élevé – défini comme le pourcentage de temps d'ouverture de l'orifice par rapport au temps total du cycle –, le plus grand diamètre interne et une guillotine efficace. Or, la miniaturisation des sondes de vitrectomie, et donc du diamètre interne, a diminué les capacités d'infusion et d'aspiration des machines. Malgré une pression maximale, l'aspiration avec un système 25 G est inférieure à celle d'un système 20 G [4]. Pour compenser cette baisse de débit, les fabricants ont développé des vitréotomes double lame permettant une augmentation de l'aspiration.

Le premier avantage des vitréotomes à double lame, comparativement aux vitréotomes classiques, est de

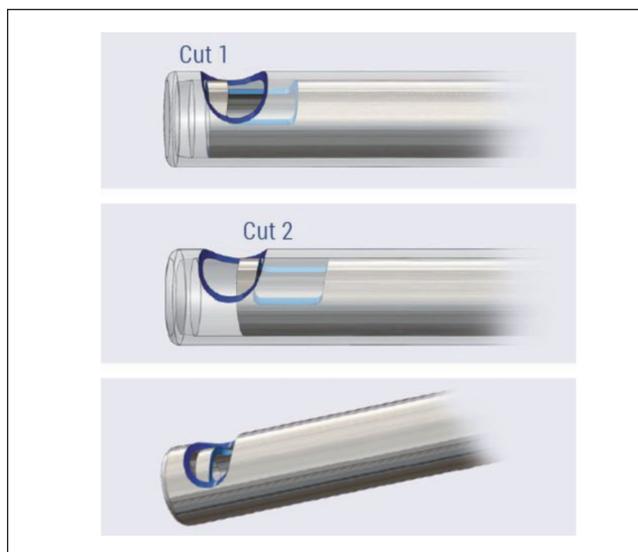


Figure 2. Illustration d'un vitréotome double lame (source : laboratoire DORC).

pouvoir réaliser une coupe à l'aller et au retour de la lame, soit 2 coupes à chaque cycle (figure 2). Le second est d'augmenter l'aspiration en évitant une occlusion complète du vitréotome, et ainsi de maintenir une aspiration toujours fonctionnelle. L'orifice d'aspiration du vitréotome reste ouvert tout au long du cycle, sans rupture d'aspiration du vitré, ce qui permet un débit régulier lors de la vitrectomie centrale et périphérique. L'intérêt d'un tel système est de pouvoir diminuer les tractions vitréo-rétiniennes et les turbulences, et d'obtenir de meilleures performances pour l'ablation des fragments cristalliniens.

Cette technologie a été introduite initialement par DORC avec un vitréotome TDC (« *Two Dimensional Cutting* »), permettant une vitesse de coupe jusqu'à 16 000 cpm avec une efficacité par cycle de 92%. Chez Bausch + Lomb, le vitréotome Bi-Blade autorise une vitesse de coupe jusqu'à 15 000 cpm. Le système Constellation® d'Alcon devrait bientôt proposer une sonde à double coupe Hypervit à 20 000 cpm, avec un système à double actionnement pneumatique pour une efficacité de près de 100%.

Sondes de vitrectomie

La commande de la guillotine du vitréotome est un autre paramètre à prendre en compte quand on augmente la vitesse de coupe. En effet, les sondes de vitrectomie à ressort, quand elles sont utilisées à des vitesses de coupe élevées, ont un cycle de travail et un débit réduits. Cela est dû au fait que la guillotine peut s'ouvrir et se fermer en dehors de la dynamique du ressort. Les conséquences sont une réduction du temps de travail et un obstacle à l'ouverture complète de l'orifice du vitréotome, diminuant ainsi ses performances. Une des avancées majeures des pièces à main sont les systèmes pneumatiques à double ligne d'impulsion d'air qui entraînent un contrôle actif de l'ouverture et de la fermeture de la guillotine, autorisant des vitesses de coupes plus élevées sans perte d'efficacité.

Une autre innovation est la modification de la pointe du vitréotome. Certains vitréotomes chez Alcon ont en effet une pointe biseautée permettant à l'orifice du vitréotome d'être plus proche de la rétine et de trouver plus facilement le plan de dissection des voiles néovasculaires qui sont ainsi mieux séparées de la rétine (figure 3).

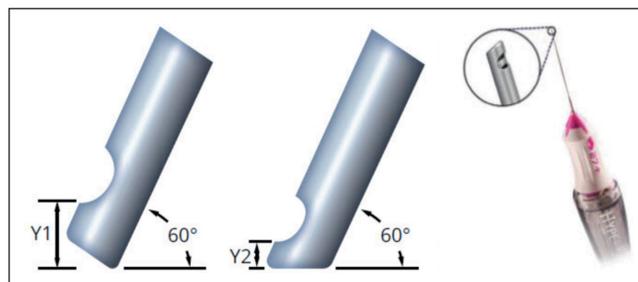


Figure 3. Comparaison sonde Alcon standard et Hypervit biseautée (source : laboratoire Alcon).

Conclusion

Les évolutions de la vitrectomie sont le résultat d'un équilibre nécessaire entre performance et sécurité. La miniaturisation des sondes a permis de rendre la vitrectomie plus précise, moins invasive, mais elle a imposé aux fabricants de trouver des solutions afin de maintenir le débit du vitréotome.

Références bibliographiques

- [1] O'Malley C, Heintz Sr RM. Vitrectomy with an alternative instrument system. *Ann Ophthalmol.* 1975;7(4):585-8,591-4.
 [2] Teixeira A, Chong LP, Matsuoka N *et al.* Vitreoretinal traction created by conventional cutters during vitrectomy. *Ophthalmology.* 2010;117(7):1387-92.

- [3] Hubschman JP, Gupta A, Bourla DH *et al.* 20-, 23-, and 25-gauge vitreous cutters: performance and characteristics evaluation. *Retina.* 2008;28(2):249-57.
 [4] Diniz B, Ribeiro RM, Fernandes RB *et al.* Fluidics in a dual pneumatic ultra high-speed vitreous cutter system. *Ophthalmologica.* 2013;229(1):15-20.