



Comparaison d'implantation torique entre le système d'alignement automatisé (*markerless*) et la méthode traditionnelle (manuelle)

Liêm Trinh¹, Vincent Villette¹, Sylvère Dupont-Monod¹, François Auclin¹,
Christophe Baudouin^{1,2}

La chirurgie de la cataracte connaît une évolution technologique importante avec l'avènement de la chirurgie assistée par ordinateur pour l'implantation torique. Il est désormais possible de s'affranchir de tout marquage manuel sur l'œil du patient grâce à la reconnaissance automatisée et le chirurgien est guidé dans l'oculaire du microscope grâce à la réalité augmentée.

Les implants toriques intraoculaires ont démontré leur efficacité pour corriger l'astigmatisme cornéen et obtenir de bons résultats réfractifs lors de la chirurgie de la cataracte [1]. Aujourd'hui, grâce à la précision de nos instruments de mesure tels que les biomètres non-contact et les topographes, la prédictibilité des résultats réfractifs repose principalement sur la précision de l'axe de référence et de l'axe d'implantation. Une erreur d'alignement peut être la conséquence de l'instabilité de l'implant dans le sac capsulaire qui peut être minimisée en fonction du design des aptiques [2] aussi bien qu'une erreur lors de la réalisation du marquage [1]. Une erreur de 11,5° entre l'axe théorique et l'axe réel d'implantation peut conduire à la production d'un astigmatisme résiduel de 40 % par rapport à l'astigmatisme initial, qui n'est que de 10 % pour 3° d'erreur d'alignement [3]. Ainsi, la plus grande précision est requise lors de l'alignement de l'implant avec son axe cible pour obtenir de bons résultats réfractifs postopératoires.

Traditionnellement, le marquage de référence (axe 0-180°) est réalisé manuellement, avec une erreur inhérente qui ne peut être évitée. Dans une étude prospective utilisant un marquage manuel [4], il a été rapporté que l'erreur moyenne dans la réalisation de l'axe de référence était de $2,4 \pm 0,8^\circ$ avant implantation. De plus, il existait une erreur de marquage de l'axe cible de $3,3 \pm 2,0^\circ$ par rapport au 0-180° et une erreur d'alignement de l'implant sur

cet axe cible de $2,6 \pm 2,6^\circ$. Le total conduisait à une erreur totale de l'alignement de l'implant en moyenne de $4,9 \pm 2,1^\circ$. Enfin, le marquage manuel a plusieurs inconvénients comme une anticipation du flux patient pendant le programme opératoire, un temps incompressible lors du marquage manuel avant la chirurgie, le fait de devoir faire asseoir le patient, la difficulté pour le patient à garder une fixation (spécialement sous anesthésie potentialisée) et la précision du geste de l'opérateur reposant globalement sur son expérience.

Un nouveau concept d'alignement sans marquage des implants toriques

Un concept d'alignement sans marquage (*markerless*) des implants toriques a été récemment mis sur le marché (en avril 2014), utilisé sur la plate-forme chirurgicale Zeiss Cataract Suite. Celle-ci repose sur un système de biométrie multimodale (biométrie, kératométrie et image de référence), un système d'assistance peropératoire par ordinateur, combiné à un microscope opératoire avec système d'injection d'image dans l'oculaire du chirurgien avec tous les paramètres permettant l'alignement de l'implant. Cette plate-forme permet au chirurgien de s'affranchir de tout marquage sur l'œil du patient grâce au repérage automatisé des vaisseaux limbiques par rapport à l'image du patient de référence capturée lors du calcul d'implant en consultation. Les erreurs inhérentes au marquage manuel doivent en théorie être minimisées.

1. Service d'ophtalmologie III, CHNO des Quinze-Vingts, Paris. 2. Institut de la Vision, Paris.

Chirurgie

Dans l'étude présentée ci-après, nous avons utilisé les différents systèmes dans leur version suivante : TorSo 1.0, Callisto Eye 3.1 markerless, IOLMaster 500 V7.7 ORI et Lumera 700 version 2.0. Le système s'intègre dans le circuit de consultation habituel à partir du biomètre IOLMaster qui permet de réaliser l'image de référence en même temps que la kératométrie. Les données sont transférées par clef USB vers le système Callisto Eye. Le IOLMaster 500 avec l'option « image de référence » acquiert automatiquement une image de référence lorsqu'il détecte un astigmatisme pendant l'examen de biométrie de routine. Cette image est liée à la mesure de kératométrie, le tout sur un seul et même équipement et dans la même phase de diagnostic. Les informations concernant la biométrie et l'image de référence sont transférées dans le système d'assistance peropératoire par ordinateur, le Callisto Eye.

Le Callisto Eye compare l'image de référence avec l'image du patient sous microscope (*matching*) pour le positionnement de l'axe cible et le système d'*eye tracking* suit les mouvements de l'œil du patient pendant la chirurgie en temps réel (*figure 1*). Le système d'injection d'image permet de superposer les informations (en haute résolution et en couleur) sur l'image en direct dans le microscope pendant la chirurgie pour positionner l'implant torique sur son axe avec précision. D'autre part, du point de vue du patient, le confort est accru car le geste peu agréable du marquage manuel est évité.

Une étude comparant le système d'alignement automatisé et la méthode manuelle

Une étude a été menée afin de comparer les différences entre les attentes et les résultats postopératoires de l'alignement d'implants selon l'axe cible, en utilisant la Zeiss Cataract Suite markerless (méthode automatique) et la méthode traditionnelle (manuelle avec utilisation d'un marqueur pendulaire et d'un anneau de Mendes) afin de voir si la méthode automatisée donne des résultats d'implantation plus fiables que la méthode traditionnelle. Cette étude randomisée et prospective a porté sur 19 yeux avec des cataractes séniles induisant une perte visuelle significative répartis en deux groupes : un groupe dit « manuel » composé de 12 yeux sur lesquels un marquage manuel a été effectué, et un groupe dit « automatique » composé de 7 yeux sur lesquels une photo de référence a été réalisée. Dans tous les cas, un appareil de photographie à J4 pour la capture photo de l'implant postopératoire et le software GIMP 2.8.3 ont été utilisés pour mesurer la différence d'angle entre l'axe théorique d'implantation et l'axe réel post-opératoire (*figure 2*).

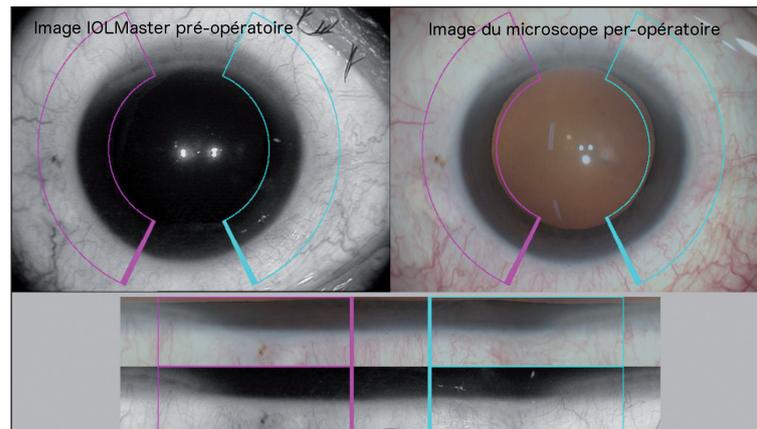


Figure 1. À gauche : image IOLMaster préopératoire. À droite : image peropératoire du microscope.

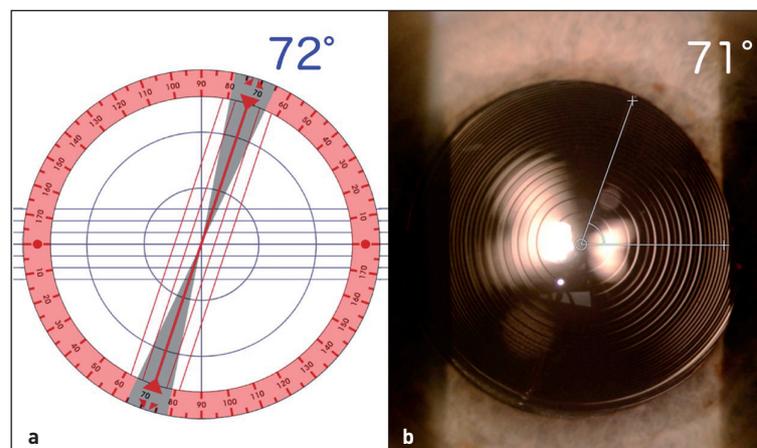


Figure 2. Mesure de la différence d'angle entre l'axe théorique d'implantation (a) et l'axe réel postopératoire (b).

Les différences entre les résultats attendus et les résultats postopératoires du positionnement de l'implant sur son axe ont été respectivement de $4,7 \pm 2,8^\circ$ pour le groupe manuel et de $3,6 \pm 1,5^\circ$ pour le groupe automatique. La différence n'est pas statistiquement significative ($p = 0,9$), alors qu'une plus petite variabilité est présente dans le groupe automatique. La déviation de l'axe de référence (0-180°) entre les marquages manuel et automatique a été aussi mesurée sur 9 cas (yeux) en condition peropératoire à l'aide du système Callisto Eye (*figure 3*). La déviation mesurée est de $2,1 \pm 1,7^\circ$, ce qui est conforme à la déviation moyenne de l'axe de référence avant implantation d'une lentille intraoculaire torique constaté dans l'étude précédente de Visser *et al.* [4]. C'est pourquoi il apparaît que la Zeiss Cataract Suite markerless apporte un béné-

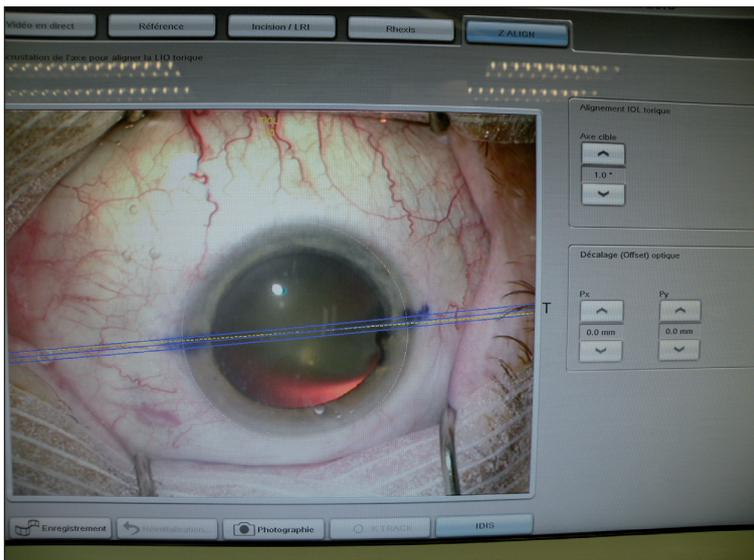


Figure 3. Mesure de la déviation de l'axe de référence (0-180°) entre le marquage manuel et le système d'alignement automatisé à l'aide du système Callisto Eye.

fice en termes d'alignement des implants intraoculaires par rapport à une technique dite manuelle, en raison d'une plus faible variabilité dans le positionnement de l'axe cible requis pour que la correction de l'astigmatisme soit optimale.

Conclusion

Dans notre étude, l'alignement des implants intraoculaires avec la Zeiss Cataract Suite markerless a été un petit peu plus précise qu'avec une méthode dite manuelle pour le repérage de l'axe de pose. Mais de notre point de vue, il est beaucoup plus facile, rapide et confortable sur l'ensemble de la procédure, avec un facteur opérateur dépendant beaucoup plus faible, voire quasi nul. L'implantation des implants toriques devient plus facile pour des chirurgiens débutants ou peu expérimentés et ne requiert pas la même expérience qu'avec la méthode manuelle de marquage et de positionnement. D'autre part, grâce au système d'injection d'image dans l'oculaire du microscope Lumera, le chirurgien ne quitte plus le champ de vision pour aligner l'implant, l'enchaînement des gestes opératoires se faisant comme pour une cataracte avec implant monofocal.

La reproductibilité obtenue lors de l'alignement des implants intraoculaires avec cette technologie permet une meilleure prédictibilité de la correction de l'astigmatisme et des résultats visuels globaux. D'autre part, ce positionnement automatique est compatible avec la chirurgie femtocataracte, même en cas d'hémorragie sous-conjonctivale, un des effets fréquents de cette chirurgie [5].

Bibliographie

1. Visser N, Bauer NJ, Nuijts RM. Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes and complications. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(4):624-37.
2. Chua WH, Yuen LH, Chua J *et al.* Matched comparison of rotational stability of 1-piece acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses in Asian eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(4):620-4.
3. Viestenz A, Seitz B, Langenbucher A. Evaluating the eye's rotational stability during standard photography: effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(3):557-61.
4. Visser N, Berendschot TT, Bauer NJ *et al.* Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(8):1394-402.
5. Donaldson E, Mele R, Cabot F *et al.* for the ACRS Refractive Cataract Surgery Subcommittee. Femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(11):1753-63.