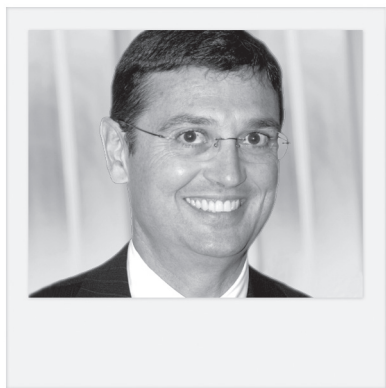


MISES AU POINT INTERACTIVES

Chirurgie réfractive du cristallin

Cataracte emmétropisante avec ou sans femtoseconde



→ **T. AMZALLAG**
Institut Ophtalmique Nord de France,
SOMAIN.

En 2016, la chirurgie de la cataracte constitue une opportunité d'emmétropisation. Elle permet de corriger la myopie, l'hypermétropie, les astigmatismes cornéens réguliers symétriques ainsi que de compenser la presbytie dans certains cas. Dans tous les cas, la précision réfractive est indispensable à un bon résultat postopératoire, ce qui n'est pas encore toujours le cas, surtout pour les fortes amétropies.

Un des principaux écueils demeure, malgré d'indéniables progrès, la prédiction de la position de l'implant après la cicatrisation postopératoire du sac capsulaire. Les principales formules de calcul ne se basent que sur la kératométrie et la longueur axiale. Il est également difficile de prévoir l'astigmatisme induit par la chirurgie, non pas la moyenne mais plutôt les atypies

Quelle est la précision réfractive actuelle ?

1. En chirurgie du cristallin

La précision réfractive s'est notablement accrue ces 15 dernières années, essentiellement du fait de l'apport de la biométrie par interféromètre à cohérence partielle (*Partial coherence interferometry* [PCI]), qui a multiplié par 10 la précision de la mesure de la longueur axiale. Cependant, même en utilisant la PCI, les mesures les plus précises et les formules de calculs les mieux adaptées, il persiste de 25 à 37,5 % d'erreur moyenne absolue (*Mean absolute error* [MAE]) > 0.5D et 5 à 7,6 % > 1D [1, 2].

On constate que les principales amétropies résiduelles concernent les faibles longueurs axiales (< 22 mm) et plus encore les fortes longueurs axiales (> 26 mm). Par ailleurs, les valeurs réfractives sont assez stables dans le temps en dehors des myopies fortes.

2. En chirurgie réfractive cornéenne

Mais qu'en est-il de la chirurgie réfractive cornéenne ? V. Katsanevaki a présenté à l'ESCRS 2014 [3] une revue systématique de la littérature des résultats à long terme.

>>> **Pour la PKR**, elle a inclus sept études ayant un suivi supérieur à 10 ans. L'erreur réfractive était < 1D dans 55 à 75 % des cas, d'autant plus que les amétropies sont faibles. Les patients lisaient 10/10 sans correction dans 14 à 67 %.

>>> **Pour le Lasik**, elle a inclus quatre études ayant un suivi de 5 à 20 ans. L'erreur réfractive était < 1D dans 42 à 83 % des cas, d'autant plus que les amétropies sont faibles. Les patients lisaient 10/10 sans correction dans 3 à 57 %.

Il va sans dire que les populations ne sont pas comparables à celle de la chirurgie du cristallin tant en termes d'âge que d'amétropie, mais on constate que la précision à long terme est moins bonne qu'attendue.

Causes d'erreur réfractives

Les principales causes d'erreurs réfractives sont, selon Norrby [4] et dans l'ordre :

- la prédiction de la position effective de l'implant (ELP) ;
- la mesure de réfraction postopératoire ;
- la mesure préopératoire de la longueur axiale ;
- le diamètre pupillaire par l'intermédiaire des aberrations sphériques.

Les mesures de la longueur axiale étant notablement plus précises, en pratique, les formules de calcul sont à placer au premier plan.

La technique chirurgicale, qui peut comporter des variables dont celle du capsulorhexis et la calibration des incisions, intervient dans un second plan. On sait maintenant que le capsulorhexis joue un rôle minime [5].

Les implants dont le dessin, le matériau et la puissance réelle (qui peut varier



FIG. 1 : Biomètres, kératomètres : ARK-1, Nidek ; AL-Scan, Nidek ; IOLMaster 700, Zeiss ; Aladdin, Topcon.

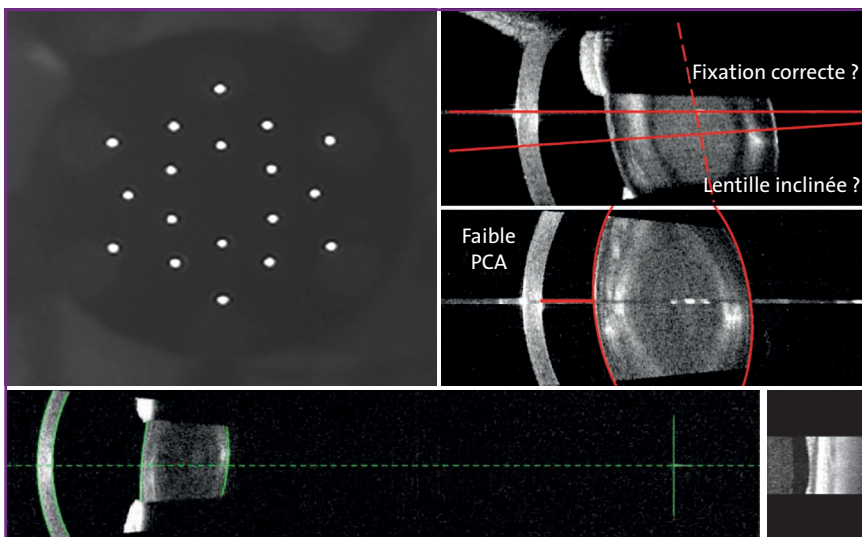


FIG. 2 : IOLMaster 700, Zeiss : kératométrie télécentrique 3 zones pour une mesure reproductible, visualisation du point de fixation et image de référence pour la Zeiss Cataract Suite markerless.



FIG. 3 : Verion™ Image Guided System, Alcon.

de $\pm 0.3D$ à $\pm 1D$ en fonction de la puissance) peuvent influencer la précision réfractive. Le déplacement antéropostérieur des lentilles intraoculaires (LIO) – angulées, rigides, grandes zones d'appuis équatoriales – lors de la cicatrisation du sac capsulaire est à prendre en considération : tout déplacement de $\pm 0,5$ mm génère une amétropie de $\pm 1D$.

Voies d'améliorations vers l'emmétropie

Elles concernent plusieurs domaines pré-, per- et postopératoires.

1. Préopératoires

De nouveaux appareils de mesure préopératoires ont été développés, aussi bien concernant la kératométrie que la longueur axiale (fig. 1). De nouvelles formules de calculs font leur apparition.

Le nouveau biomètre IOLMaster 700 est doté d'un OCT *Swept Source* qui permet de vérifier la fixation du patient. Il est équipé d'un système kératométrique télécentrique 3 zones, qui permet de repérer et d'éliminer les valeurs inadéquates liées à des anomalies de fixation (fig. 2).

L'absence de fixation fovéale en OCT fait rejeter les valeurs obtenues. Il permet également de mesurer la constante C [6], qui sépare la face antérieure de la cornée de la moitié de l'épaisseur du cristallin, supposée être la future position de la LIO. Certains de ces biomètres sont connectés au microscope opératoire et au système d'injection d'image, pour une meilleure précision du positionnement des implants surtout toriques (fig. 3 et 4).

La formule de Olsen permet une amélioration par rapport à la formule SRK-T de 15 % et 14 % pour l'erreur moyenne absolue, et de 39 % et 85 % de réduction du nombre d'erreurs importantes ($> 1D$).

MISES AU POINT INTERACTIVES

Chirurgie réfractive du cristallin



Biométrie
IOLMaster 500

Chirurgie assistée par ordinateur
Callisto Eye

Visualisation du champ opératoire
OPMI Lumera family²

FIG. 4 : Cataract Suite *markerless*, Zeiss.

dans les deux séries (centre public et privé), respectivement ($p < 0,0001$) [6].

Si la formule de Olsen prend en compte la longueur axiale, la kératométrie, la profondeur de chambre antérieure, l'épaisseur du cristallin et la réfraction, la formule de Holladay 2 prend en compte la longueur axiale, la kératométrie, la profondeur de chambre antérieure, l'épaisseur du cristallin et la réfraction, la distance de blanc à blanc, l'âge du patient. On essaie donc de devenir plus prédictif en prenant en compte plus de caractéristiques propres à chaque patient.

Une des pistes pour le futur réside dans l'étude des facteurs prédictifs de la position effective de l'implant (ELP) par l'étude postopératoire de la profondeur de chambre antérieure à l'aide de la méthode du *ray tracing*, qui est une méthode de calcul du comportement de la lumière passant par l'axe visuel mais aussi par les différents points de la zone pupillaire. Elle permet, entre autres, la prise en compte des aberrations sphériques.

L'astigmatisme résiduel doit être naturellement pris en charge par le choix d'une LIO torique si l'on souhaite l'amétropie. La prise en compte de l'astigmatisme postérieur n'est pas systématique.

2. Peropératoire

La technique opératoire n'a finalement qu'assez peu d'influence sur l'emmétropie, si l'on s'en réfère à la littérature. Selon Oliver Findl [5] qui a étudié l'influence de la taille et de la position du capsulorhexis manuel sur la position d'implants modernes :

- il n'y a pas de différence significative concernant la variation de profondeur de la chambre antérieure (CA) (Shift) corrélée à la précision réfractive et à la stabilité réfractive;
- il existe une différence minimale de 0,08 mm concernant le décentrement, cliniquement non significative;
- il n'y a pas de différence concernant le *tilt*.

Il conclut qu'il n'y a pas d'argument en faveur d'une amélioration potentielle de la précision réfractive par l'amélioration de la précision et de la prédiction des paramètres du capsulorhexis par le LFS.

Une des voies pour le futur réside dans l'utilisation de systèmes de type ORA (Optiwave® *Refractive Analysis*) (fig. 5), qui est un aberromètre installé sur le microscope opératoire. Ce système peut mesurer la réfraction peropératoire sur un patient aphaque ou



FIG. 5 : ORA Optiwave® *Refractive Analysis*, Alcon

pseudophaque, permettant de déterminer ou de vérifier la puissance sphérique et cylindrique de l'implant ainsi que le bon positionnement de l'implant. Il persiste de nombreux écueils avant une utilisation généralisée de ce type de technologie, mais l'idée est intéressante.

Avec le laser femtoseconde (LFS) (fig. 6)

1. Que sait faire le LFS ?

- Des incisions cornéennes précises et reproductibles pour certains lasers.
- Des incisions limbiques relaxantes contribuant à la correction de l'astigmatisme.



Fig. 6 : Lasers femtoseconde : LenSx, Alcon ; Lenstar, Topcon ; Victus, Technolas et Bausch + Lomb.

- Des capsulorhexis précis, calibrés, reproductibles et centrés.
- Fragmentation cristallinienne pour certains lasers.

Nous avons placé beaucoup d'espoir dans la possibilité d'amélioration de la précision réfractive liée à la précision et à la reproductibilité des paramètres des LFS.

2. Que dit la littérature ?

Concernant l'astigmatisme induit par la chirurgie (ACI), il n'existe aucun avantage démontré au LFS [7].

Concernant la précision réfractive sphérique, aucune étude ne montre d'avantage au LFS, sauf une. S.Y. Ewe en 2015, sur une série de 1876 patients de deux centres, ne constate aucun avantage au LFS. I. Conrad-Hengerer, en 2015 également, a abouti à la même conclusion avec une stabilisation plus précoce de la réfraction.

L'automatisation par le LFS du capsulorhexis réduit une variable parmi de nombreuses variables (mesures pré-

opératoires, calculs, chirurgie, LIO). Il permettra peut-être, pour un implant donné, d'affiner un tant soit peu la constante A. Il permettra probablement de distinguer les LIO mieux adaptées pour bénéficier de la stabilité potentielle de ce capsulorhexis prévisible.

Conclusion

La chirurgie du cristallin constitue une opportunité d'emmétropisation. La précision s'est notablement accrue ces dernières années.

Les erreurs de mesures, et surtout les formules de calcul, constituent les principales limites actuelles. La prédiction de la position effective de l'implant est un problème clé que le laser femtoseconde peut, actuellement, résoudre de manière isolée. La technique chirurgicale intervient à un moindre degré.

Le futur pourra passer par l'amélioration de la prédiction préopératoire (plus de customisation), les mesures peropératoires, les optiques asphériques symétriques ou photo-ajustables.

Bibliographie

1. ARISTODEMOU P *et al.* Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg*, 2011;37:63-71.
2. OLSEN T. Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007; 85:84-87.
3. KATSANEVAKI V. What Really Works in Corneal Refractive Surgery? *In: ESCRS*. 2014, London.
4. NORRBY S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*, 2008;34:368-376.
5. FINDL O. Effect of capsulorhexis size and position on IOL position : a prospective trail. *In: ESCRS*. 2013, Amsterdam.
6. OLSEN T, HOFFMANN P. C constant: new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*, 2014;40:764-773.
7. DIAKONIS VF *et al.* Comparison of surgically induced astigmatism between femtosecond laser and manual clear corneal incisions for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:2075-2080.

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