



PAR LE DOCTEUR KEVIN MESSIER
OPTOMÉTRISTE, M.Sc, FAAO

Les lentilles ajustables à la lumière : Quoi savoir ?



Épidémiologie de la cataracte

Selon la World Health Organization (WHO), les cataractes restent la cause principale de cécité affectant plus de 65,2 millions de personnes dans les pays développés et non développés¹. La chirurgie de la cataracte est l'une des chirurgies les plus pratiquées dans le monde et on estime que le volume de procédures va s'accroître à un rythme de 3,1% par année². La chirurgie consiste à retirer la cataracte par une technique de phacoémulsification et à remplacer le cristallin opacifié par une lentille intraoculaire (LIO)³.

Chirurgie phacoréfractive

La chirurgie de la cataracte est donc une possibilité pour le patient de corriger son erreur réfractive et ainsi réduire le besoin de porter des lunettes ou des lentilles cornéennes après la procédure. Plusieurs LIO sont disponibles pour corriger l'amétropie des patients (monofocales, multifocales incluant les trifocales, lentilles à profondeur de champ étendue, accommodatives et toriques)³. Cependant, malgré des efforts constants pour calculer avec précision la puissance de la LIO en y incluant la toricité de la cornée (antérieure et postérieure), un certain nombre de patients n'obtiennent pas les résultats réfractifs souhaités^{4,5}. En effet, selon une étude incluant plus de 282 000 patients, seulement 72,7% des patients avaient un équivalent sphérique après la chirurgie à l'intérieur de +/- 0,50 D. L'auteur mentionne qu'il existe plusieurs facteurs de risque favorisant une surprise réfractive tels qu'une mauvaise acuité visuelle corrigée avant la chirurgie, la présence d'autres comorbidités oculaires ainsi qu'un historique de chirurgie oculaire⁴.

Lentilles ajustables à la lumière

Pendant de nombreuses années, les erreurs de réfraction résiduelles ont été traitées avec succès par les incisions relaxantes, le laser excimer (Lasik ou PRK) ou même par l'implantation d'une LIO supplémentaire.

Cependant, comme le patient a déjà subi une procédure intraoculaire, il serait souhaitable d'obtenir le résultat réfractif désiré sans devoir y réaliser une autre chirurgie oculaire et exposer le patient à des risques supplémentaires.

Pour arriver à ce résultat, un matériel photosensible a été décrit pour la première fois en 2003⁶. La lentille ajustable à la lumière (LAL) (RxSight inc., Aliso Viejo, CA) est la seule LIO sur le marché qui permet d'ajuster sa puissance après l'implantation à l'intérieur de l'œil. L'implantation de la LIO se fait de la même façon que les autres LIO sur le marché. Les LAL sont des lentilles biconvexes mesurant 13 mm (le diamètre de l'optique est de 6 mm) à trois pièces qui s'insèrent dans le sac capsulaire dans la chambre postérieure de l'œil. Les lentilles sont disponibles dans un intervalle de +10,0 D à +30,0 D.

La LAL repose sur un macromère de silicone photoréactif dans une matrice de polymère de silicone de qualité médicale. L'optique est composée d'une couche de silicone allant jusqu'à 100 µm d'épaisseur moulée sur la surface postérieure de la LIO. La LIO possède une couche absorbante de silicone dont la concentration est plus élevée que le matériel de base, ce qui permet de renforcer les propriétés de filtration de la lumière ultraviolette (UV) et de protéger la rétine contre les rayons UV lors des ajustements de la puissance⁷. En 2021, RxSight (RxSight inc., Aliso Viejo, CA) a lancé la deuxième génération de LAL et de dispositifs d'administration de lumière (LDD)⁸. Ceux-ci offrent trois avantages clés: une barrière plus forte contre les UV à la surface postérieure de la LIO (ActivShield Technology), un intervalle de puissance plus grand de la LIO, et un meilleur profil de traitement du LDD. Cette protection renforcée réduit la nécessité de porter des lunettes de protection contre les UV après l'implantation. La matrice améliorée et le LDD permettent un ajustement postopératoire plus rapide et nécessitent une énergie UV plus faible. La réduction de l'exposition lors du verrouillage permet de réduire le pic d'exposition radiante à la rétine⁹.

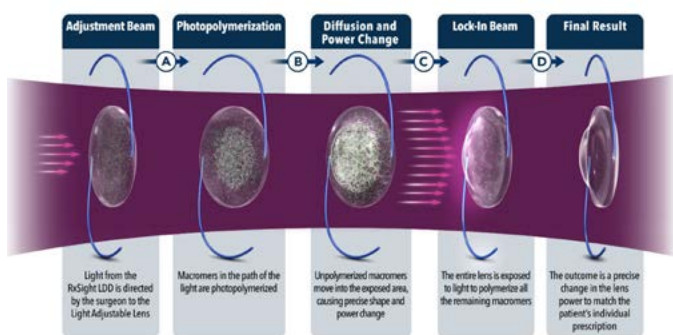


Figure 1: Fonctionnement de la technologie de la LIO ajustable à la lumière. Image fournie par la compagnie RxSight (RxSight Inc., Aliso Viejo, CA).

Ajustement avec le dispositif de transmission de la lumière (LDD)

Après l'extraction de la cataracte et l'implantation de la LAL, les patients portent des lunettes de protection contre les UV tout au long de la journée (à l'extérieur et devant les fenêtres) afin de s'assurer que la lentille ne se modifie pas suite à une exposition aux rayons UV de façon non contrôlée.

Après la guérison de la chirurgie, généralement après 3 à 4 semaines, la lentille est façonnée en fonction de la réfraction spécifique du patient.

Lors d'une exposition à un rayonnement UV (365 nm) délivré par un dispositif de transmission de la lumière, les macromères se polymérisent. Tous les macromères ne sont pas exposés à la lumière. La présence de polymères et de macromères crée un gradient de concentration chimique dans la lentille. En l'espace de 12 h, les macromères qui n'ont pas été irradiés vont alors migrer à travers ce gradient de concentration, modifiant la forme structurelle de la lentille et modifiant ainsi la puissance réfractive. L'apport de lumière peut modifier la sphère de la lentille de +/- 2,0 D, et le cylindre de la lentille de -0,75 D à -2,0 D^{8, 10}.

La lentille est ajustée en fonction de la réfraction spécifique du patient. La radiation sélective sur la lentille implantée en fonction de la lumière à l'aide de l'appareil modifie la courbure de la lentille et entraîne une modification prévisible de la puissance sphérique et/ou cylindrique après l'opération. Il est possible de faire jusqu'à 3 traitements par œil avec un intervalle d'au moins trois jours entre les traitements. La durée du traitement varie de 40 à 120 s, avec une moyenne de 90 s, et la dilatation des pupilles doit être minimalement de 6,5 mm. Après l'ajustement, la lentille est verrouillée (lock-in 1) par rayonnement sur l'ensemble de la lentille. Un traitement supplémentaire est administré s'il reste des macromères non polymérisés (lock-in 2). Le traitement clinique dure généralement aux alentours de 5-6 semaines¹⁰ et permet une précision comparable au LASIK¹¹.

De plus, il est possible de générer une puissance avec une profondeur de champ étendue en respectant certains critères lors de l'ajustement avec la lumière UV¹²⁻¹⁵. Par conséquent, en induisant une légère myopie dans l'œil non dominant, il est possible d'utiliser ces LIO afin de couvrir un intervalle de distance intéressant, permettant aux patients de fonctionner sans lunettes la plupart du temps. Aussi, puisque la tolérance à l'anisotropie varie selon les patients, l'ajustement progressif de la LIO permet aux patients de s'adapter et d'essayer la différence entre les yeux dans leur environnement avant de prendre la décision finale sur le résultat réfractif.



Figure 2: Le dispositif de transmission de la lumière UV (LDD) utilisé pour faire l'ajustement des LAL en postopératoire. Image fournie par RxSight.

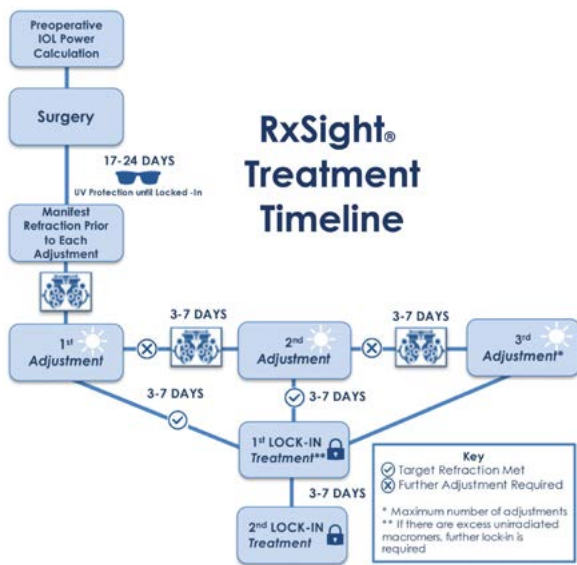


Figure 3: Algorithme de traitement pour la lentille ajustable à la lumière (LAL) de la compagnie RxSight¹⁰.

Résultats dans la littérature

Une étude sur une durée de 7 ans incluant 93 yeux a été menée à Bochum, en Allemagne¹⁶. Les valeurs recueillies 1 an et 7 ans après la chirurgie et l'ajustement de la puissance de la lentille ont démontré une acuité visuelle stable ($P < 0,001$). Aucun changement significatif de l'épaisseur de la cornée centrale n'a été signalé, ce qui suggère qu'il n'y a pas d'effets néfastes à long terme des traitements UV. Les résultats ont confirmé la stabilité de la réfraction, de bons résultats visuels et un profil de sécurité élevé pour les LAL. Les chercheurs ont ajouté que deux yeux ayant des antécédents de pathologies oculaires ont acquis des opacités mineures au niveau de la LIO, ce qui a été jugé cliniquement négligeable par les auteurs¹⁶.

Plusieurs études récentes sur un groupe de patients ayant subi une ou plusieurs chirurgies réfractives cornéennes au préalable ont permis de confirmer que 86,0% - 97,1% des patients avaient une réfraction résiduelle de +/- 0,50 D^{17, 18}. Une autre étude a présenté les résultats de la LAL combinée à une chirurgie de DMEK¹⁹. Dans cette étude, 100% des patients avaient une acuité visuelle de 20/40 ou mieux et 93% des patients avaient $\geq 0,50$ D d'astigmatisme après la guérison. Les auteurs rapportent donc que les résultats visuels sont meilleurs avec la combinaison de la chirurgie cornéenne avec la LAL comparativement à une LIO traditionnelle¹⁹.

Des rapports de cas indiquent le succès des LAL en conjonction avec d'autres chirurgies cornéennes, telles que DMEK et CXL^{20, 21}. Cependant, des recherches plus approfondies sur ces sous-groupes de patients spécifiques sont nécessaires puisque le nombre de patients est limité.

Effets secondaires et considérations

Même si les ajustements de la LIO avec les rayons UV ont démontré une sécurité à long terme dans les yeux des patients, il est tout de même possible de voir un changement dans la perception des couleurs à court terme.

En effet, il n'est pas rare que les patients manifestent une vision rosée orangée suivant les traitements avec la lumière UV (plus fréquent après les procédures de verrouillage de la LIO). Ces changements de couleur sont temporaires et sont d'une durée maximale de 24 h - 48 h. Il est donc important de mentionner ces effets possibles aux patients et d'obtenir leur consentement avant la procédure d'ajustement. De plus, il est essentiel de contrôler régulièrement l'adhésion du patient au port de lunettes anti-UV jusqu'à ce que les ajustements soient complètement terminés⁹.

Les effets indésirables sont peu fréquents, mais comprennent une érythroopsie après irradiation, des anomalies de la vision des couleurs, une augmentation persistante et inexpliquée de la réfraction et une réactivation de l'herpès simplex oculaire^{12, 22}. Les LAL comportent également les mêmes risques communs à toutes les implantations de LIO. Il n'existe aucune preuve que les traitements à la lumière UV nécessaires provoquent des lésions à long terme de la cornée ou de la rétine, y compris de la macula^{23, 24}.

Le matériel en silicone des LAL est un facteur de risque connu pour l'opacification des LIO. Le suivi de ces patients est donc important pour s'assurer de leur acuité visuelle⁹. Cependant, Schojai et coll. ont suivi 103 yeux de 61 patients pendant une durée de 7,2 ans et seulement 2 patients ont eu des opacifications mineures sans effet sur la vision¹⁶.

Rôle de l'optométriste

Comme pour les LIO multifocales ou toriques, la LAL implique des coûts que le patient doit déboursier de sa poche. Plusieurs visites supplémentaires sont nécessaires pour faire les ajustements sur les LIO. De plus, il est nécessaire d'obtenir une réfraction précise lors de chacune des visites afin de pouvoir faire l'ajustement en conséquence. Il est donc important de pouvoir bien ajuster le roulement en clinique afin de recevoir ces patients convenablement.

Une cogestion active entre optométristes et ophtalmologistes est donc pertinente et souhaitable dans ce contexte. Les ophtalmologistes peuvent se consacrer à leurs responsabilités chirurgicales alors que l'optométriste peut prendre en charge le suivi des patients par la suite pour la réfraction et les ajustements. Un optométriste pourrait même prendre en charge les patients provenant de plusieurs chirurgiens⁹. D'un point de vue pratique, cette stratégie permet d'optimiser le flux de travail et d'améliorer les services pour les patients⁹.

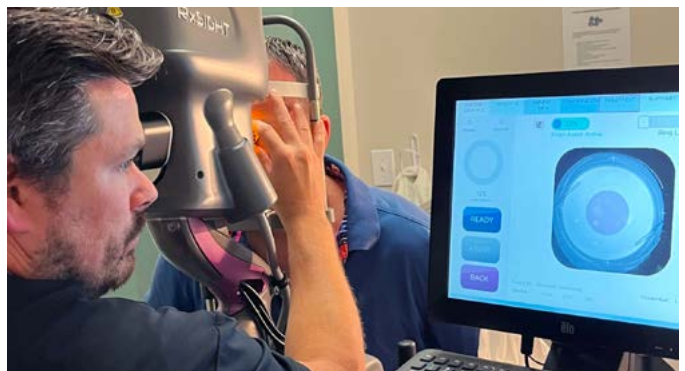



Figure 4: L'optométriste qui fait un ajustement sur un patient avec l'aide du LDD.

Conclusion

En conclusion, les LAL sont maintenant disponibles au Québec depuis le 3 mai 2023. Il est évident que le concept d'une LIO ajustable à la lumière est très intéressant, en particulier pour les yeux présentant des erreurs de réfraction élevée (myopie élevée, astigmatisme et/ou hypermétropie), qui présentent un plus grand degré de variabilité réfractive en postopératoire, ainsi que pour les yeux ayant subi une chirurgie réfractive. Cette nouvelle technologie a le potentiel d'améliorer davantage les résultats réfractifs après l'implantation d'une LIO avec, à l'heure actuelle, un risque minimal de complications.

Il ne serait donc pas surprenant que les optométristes voient de plus en plus de ces LIO dans les prochaines années. Ces derniers seront aussi les mieux placés pour faire la recommandation de ces LIO à leurs patients.

Dr Kevin Messier, optométriste, MSc, FAAO est professeur adjoint à l'École d'optométrie de l'Université de Montréal. Il pratique aussi l'optométrie dans les cliniques Michel Pop et à la clinique d'ophtalmologie Bellevue. On peut le joindre au kevin.messier@umontreal.ca pour toute question ou tout commentaire en lien avec cet article. 



RÉFÉRENCES

1. World report on vision. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>. Accessed July 22, 2024.
2. Chen X, Xu J, Chen X, Yao K. Cataract: Advances in surgery and whether surgery remains the only treatment in future. *Adv Ophthalmol Pract Res*. 2021;1(1):100008. doi:10.1016/J.AOPR.2021.100008
3. Cataract Surgery: Risks, Recovery, Costs - American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/eye-health/diseases/what-is-cataract-surgery>. Accessed July 22, 2024.
4. Lundström M, Dickman M, Henry Y, et al. Risk factors for refractive error after cataract surgery: Analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2018;44(4):447-452. doi:10.1016/J.JCRS.2018.01.031
5. Olsen T, Cooke DL, Findl O, et al. Surgeons need to know more about intraocular lens design for accurate power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 2023;49(6):556-557. doi:10.1097/J.JCRS.0000000000001159
6. Schwartz DM. LIGHT-ADJUSTABLE LENS. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2003;101:411-430.
7. Kohnen T. Light-adjustable intraocular lens technology. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(12):2091. doi:10.1016/J.JCRS.2011.10.005
8. Premarket Approval (PMA). <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpma/pma.cfm?ID=P160055S015>. Accessed July 29, 2024.
9. Jun JH, Lieu A, Afshari NA. Light adjustable intraocular lenses in cataract surgery: considerations. *Curr Opin Ophthalmol*. 2024;35(1):44-49. doi:10.1097/ICU.0000000000001015
10. Moshirfar M, Martin DJ, Jensen JL, Payne CJ. Light adjustable intraocular lenses: An updated platform for cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2023;34(1):78-83. doi:10.1097/ICU.0000000000000911
11. Healthcare Professionals | The Light Adjustable Lens from RxSight. <https://rxsight.com/healthcare-professionals/>. Accessed August 1, 2024.
12. Villegas EA, Alcón E, Mirabet S, Yago I, Marín JM, Artal P. Extended depth of focus with induced spherical aberration in light-adjustable intraocular lenses. *Am J Ophthalmol*. 2014;157(1):142-149. doi:10.1016/J.AJO.2013.08.009
13. Light Adjustable Intraocular lenses versus Extended Depth of Focus Lenses- How do I pick? - Claris Eye Surgery & LASIK. <https://clariseyecare.com/light-adjustable-intraocular-lenses-versus-extended-depth-of-focus-lenses-how-do-i-pick/>. Accessed August 5, 2024.
14. Keeping Up With the Newest IOLs. <https://www.reviewofoptometry.com/article/keeping-up-with-the-newest-iols>. Accessed August 5, 2024.
15. David F. Chang. CONGRESS OF THE ESCRS Light adjustable IOLs. 2019:37.
16. Schojai M, Schultz T, Schulze K, Hengerer FH, Dick HB. Long-term follow-up and clinical evaluation of the light-adjustable intraocular lens implanted after cataract removal: 7-year results. *J Cataract Refract Surg*. 2020;46(1):8-13. doi:10.1016/J.JCRS.2019.08.011
17. Wong JR, Folden D V, Wandling GR, et al. Visual Outcomes of a Second-Generation, Enhanced UV Protected Light Adjustable Lens in Cataract Patients with Previous LASIK and/or PRK. *Clin Ophthalmol*. 2023;17:3379-3387. doi:10.2147/OPHTH.S432457
18. Jones M, Terveen DC, Berdahl JP, Thompson V, Kramer BA, Ferguson TJ. Clinical outcomes of the light adjustable lens in eyes with a history of prior corneal refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. May 2024. doi:10.1097/J.JCRS.0000000000001481
19. Price DA, Dudasko KN, Hall TA, Price MO, Price FW. Initial results of DMEK combined with cataract surgery and implantation of the light-adjustable lens. *J Cataract Refract Surg*. 2024;50(3):270. doi:10.1097/J.JCRS.0000000000001372
20. Eisenbeisz HC, Bleeker AR, Terveen DC, Berdahl JP. Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty and light adjustable lens triple procedure. *Am J Ophthalmol case reports*. 2021;22. doi:10.1016/J.AJOC.2021.101061
21. Hura AS, Jee KJ, Wiley WF. Use of Adjustable Intraocular Lens After Cataract Surgery in a Patient With Post-LASIK Ectasia Stabilized With CXL. *J Refract Surg Case Reports*. 2021;1(1). doi:10.3928/JRSCR-20210412-01
22. Premarket Approval (PMA). <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpma/pma.cfm?ID=P16005>
23. Werner L, Yeh O, Haymore J, Haugen B, Romaniv N, Mamalis N. Corneal endothelial safety with the irradiation system for light-adjustable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33(5):873-878. doi:10.1016/J.JCRS.2007.01.024
24. Werner L, Chang W, Haymore J, et coll. Retinal safety of the irradiation delivered to light-adjustable intraocular lenses evaluated in a rabbit model. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(8):1392-1397. doi:10.1016/J.JCRS.2010.02.018