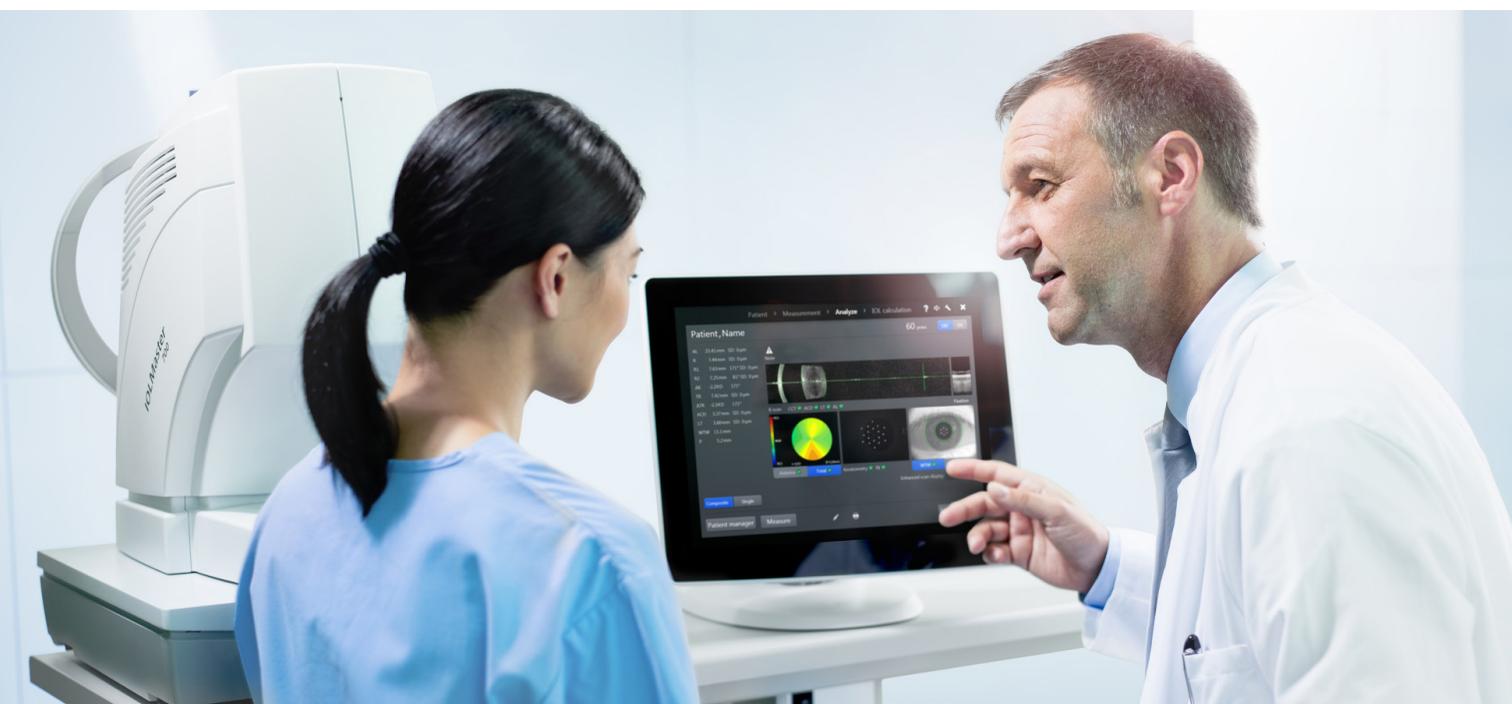


ZEISS IOLMaster 700 avec Total Keratometry



Seeing beyond

Remplacer les suppositions par la mesure

Total Keratometry (TK®) combine la mesure de la surface cornéenne antérieure et postérieure ainsi que la pachymétrie cornéenne pour évaluer les caractéristiques cornéennes de chaque œil. TK® a été conçu pour être équivalent à la lecture de la kératométrie, afin de permettre son utilisation dans les formules de puissance standard des LIO avec les constantes existantes dans les yeux normaux.

De plus, Graham Barrett a développé trois nouvelles formules de calcul de la puissance des lentilles intraoculaires (LIO). Ces nouvelles formules utilisent les mesures de la surface cornéenne postérieure sur ZEISS IOLMaster 700 :

- Barrett TK Universal II pour les LIO non toriques,
- Barrett TK pour les LIO toriques,
- Barrett True K avec TK pour le calcul après une chirurgie réfractive (LVC)

Quand utiliser Total Keratometry ?

Les lentilles intra-oculaires toriques et non toriques

Des études ont montré une concordance entre le K conventionnel et le TK pour le calcul de la lentille intraoculaire avec une tendance vers plus de précision et moins de résultats réfractifs inattendus en utilisant TK.⁶

Les yeux post chirurgie réfractive

La méthode de Barrett True K avec TK, spécialement conçue pour Total Keratometry, dépasse les autres méthodes non historique chez les yeux myopes opérés par LASIK.^{10 16}

Total Keratometry fournit des valeurs de puissance cornéenne totale grâce à des mesures directes de la cornée. Cela peut constituer un avantage clinique important pour les chirurgiens qui effectuent des calculs de LIO après chirurgie réfractive par laser.

Pourquoi créer une nouvelle mesure de kératométrie ?

La kératométrie classique est basée sur les mesures de la surface antérieure de la cornée. La surface postérieure de la cornée est prise en compte uniquement par le biais d'un indice kératométrique. Le modélisation de Gullstrand utilise un rapport fixe de courbure de la cornée antéro-postérieure (APR). La kératométrie utilise cette modélisation ainsi qu'un indice kératométrique de 1,3315 afin d'estimer la puissance cornéenne.¹¹

Cependant, ces dernières années, certaines études ont montré que l'astigmatisme cornéen postérieur et l'orientation de l'axe ne peuvent être correctement prédits en mesurant uniquement la courbure antérieure de la cornée.¹⁴

Avec ces connaissances, plusieurs chercheurs ont créé des formules de régression et des modèles mathématiques afin de prédire l'astigmatisme de la surface postérieure en vue d'optimiser le calcul de la puissance torique des LIO.^{7 14} L'un des exemples est le calculateur Barrett Toric.² Pourtant, ces méthodes sont basées sur des hypothèses « statistiques » d'astigmatisme cornéen postérieur et, par conséquent, ne peuvent généralement pas tenir pleinement compte des valeurs anormales et des irrégularités cornéennes.

L'imprécision de ces précédentes méthodes a conduit au développement d'une technologie capable de mesurer la courbure postérieure. Il s'agit de Total Keratometry (TK®).

La transformation de la kératométrie

La courbure postérieure de la cornée ne peut pas être évaluée en passant uniquement par sa courbure antérieure. Une méthode plus efficace est nécessaire pour obtenir des résultats fiables et réduire les valeurs anormales.

En quoi Total Keratometry est-il différent ?



Total Keratometry (TK®) prend en compte l'épaisseur et la courbure postérieure de la cornée en plus des mesures de la courbure antérieure de la cornée. ZEISS IOLMaster 700 avec Central Topography combine les données de la kératométrie télécentrique à 3 zones aux mesures de l'épaisseur cornéenne obtenues par l'OCT Swept Source Biometry.^{3 13 8} De cette façon, la courbure postérieure de chaque oeil est considérée individuellement plutôt que sur la base des hypothèses générales du modèle de l'œil ou d'éléments statistiques.

Total Keratometry (TK®) a été conçu par les ingénieurs optiques de ZEISS afin de correspondre au modèle de Gullstrand dans les yeux normaux. Cependant, il est aussi capable de détecter les astigmatismes postérieurs pour chacun des yeux, comme ceux ayant eu une intervention en chirurgie réfractive.

De plus, Total Keratometry (TK®) peut être directement intégré dans les formules classiques de calcul de puissance des LIO. De ce fait, les constantes des LIO optimisées et déjà existantes, telles que les constantes ULIB (utilisateurs pour la biométrie d'interférence laser) et IOLCon.org peuvent être utilisées.¹⁷

Savini et al¹⁸ ont évalué la répétabilité des mesures de la kératométrie totale et de la kératométrie standard fournies par ZEISS IOLMaster 700. Pour cela, 69 yeux non opérés et 51 yeux myopes ayant subi une chirurgie réfractive au laser ont été prospectivement suivis et analysés. Ils concluent que les mesures de Total Keratometry offrent une grande répétabilité sur les yeux non-opérés et ceux ayant eu une intervention au laser excimer.

Différence de la Total Keratometry (TK®)

Total Keratometry (TK®) combine la pachymétrie cornéenne avec la mesure de la surface cornéenne antérieure et postérieure pour évaluer les caractéristiques de la cornée pour chacun des yeux.

Comment puis-je bénéficier de Total Keratometry ?

Avec Total Keratometry (TK®), il n'est pas nécessaire d'utiliser un second appareil, un logiciel ou un calculateur supplémentaire afin d'exploiter la courbure postérieure de la cornée pour le calcul de la puissance des LIO. Par conséquent, les utilisateurs n'ont pas à modifier leur flux de travail ainsi que leur méthodes de calcul. IOLMaster 700 mesurera automatiquement la kératométrie totale et l'incorporera dans les calculs existants des LIO.

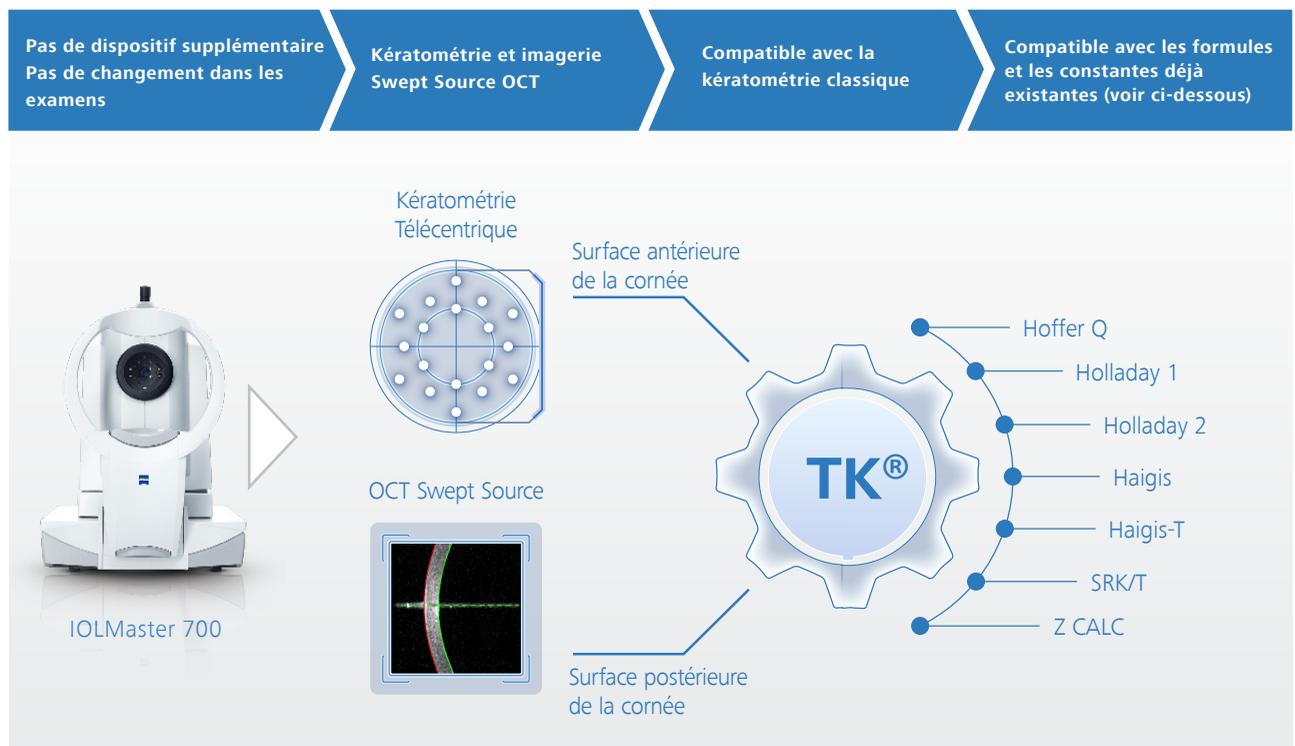


Figure 2 : Vue d'ensemble de Total Keratometry

Polyvalence

La kératométrie totale offre aux cliniciens une grande flexibilité. Elle peut être utilisée avec les formules classiques de calcul de la puissance des LIO et les constantes de LIO déjà existantes. De plus, il n'est pas nécessaire de disposer d'un deuxième appareil, d'un logiciel ou d'un calculateur en ligne.

Les formules de Barrett TK

La formule de Barrett Toric utilise une modélisation mathématique qui intègre un nomogramme pour considérer la face postérieure de la cornée dans le calcul des implants intraoculaires. L'utilisation de Total Keratometry (TK®) dans un calculateur intégrant la Barrett Toric avec le nomogramme pourrait entraîner une sur-correction ou une sous-correction de l'astigmatisme cornéen postérieur.

Pour cette raison, Graham Barrett a développé trois nouvelles formules pour pouvoir calculer la puissance des LIO : le Barrett TK Universal II pour les LIO non toriques, le Barrett True K avec TK pour les yeux post-LVC et le Barrett TK Toric pour les LIO toriques. Contrairement au Barrett Toric Calculator, ces trois nouvelles formules dotées de la Total Keratometry mesurent directement la surface cornéenne postérieure en utilisant SWEPT Source OCT sur le ZEISS IOLMaster 700.

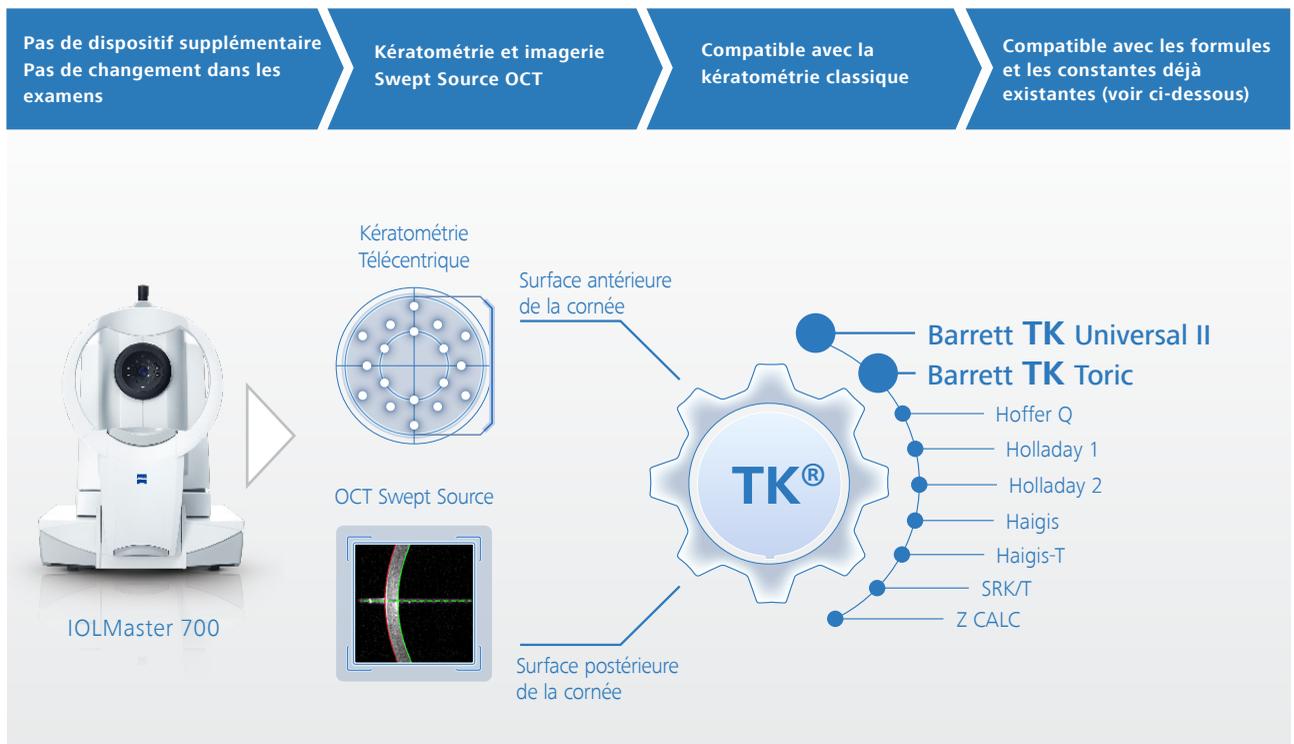


Figure 3 : Vue d'ensemble des formules Barrett TK

Les nouvelles formules de Barrett

Pour améliorer ses formules classiques, Graham Barrett a mis au point trois nouvelles formules à utiliser avec Total Keratometry (TK®). Elles utilisent les mesures de la surface cornéenne postérieure de ZEISS IOLMaster 700.

Résultats cliniques

Résultat du calcul de la puissance de la LIO torique ou non torique

Comme mentionné précédemment, TK® est conçu pour être équivalent aux valeurs classiques de K lors de la comparaison des mesures dans d'importantes cohortes de patients dits « normaux ». Cette équivalence est nécessaire pour rendre TK® compatible avec les formules et les constantes des LIO déjà existantes.

Par conséquent, on peut s'attendre à ce que TK® et K obtiennent des résultats réfractifs relativement similaires après une opération de la cataracte chez des patients sans antécédents. Aussi, TK® pourra aider les chirurgiens à éviter les surprises réfractives dans les cas inhabituels.

Les études actuellement publiées confirment ce comportement en ce qui concerne les erreurs de prédiction de l'équivalent sphérique et cylindrique.

Fabian et Wehner⁶ ont montré qu'en appliquant TK® aux formules Haigis-T, Barrett Universal II et Barrett Toric, les erreurs de prédictions absolues étaient plus faibles par rapport à la kératométrie classique. Ils concluent en disant que: *"In comparison to standard K, a higher prediction accuracy can be expected by using TK values along with the two newly developed formulas. TK values are compatible with standard IOL power calculation formulas and existing optimized IOL constants."* (Par rapport à la kératométrie classique, on peut s'attendre à une plus grande précision de prédiction en appliquant TK aux nouvelles formules développées. Les valeurs de TK sont compatibles avec les formules de calcul de la puissance des implants intraoculaires et des constantes optimisées existantes)

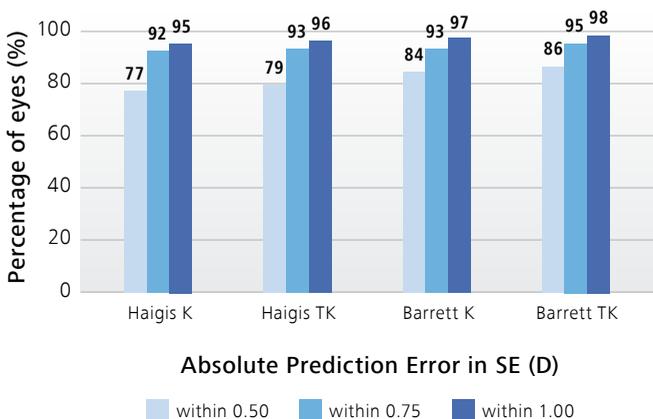


Figure 4: Cumulative percentage of eyes within the specified range of absolute prediction error [APE] in spherical equivalent [SE] (diopters [D]) for the different formulas. (Source: Fabian E, Wehner W, 2019)

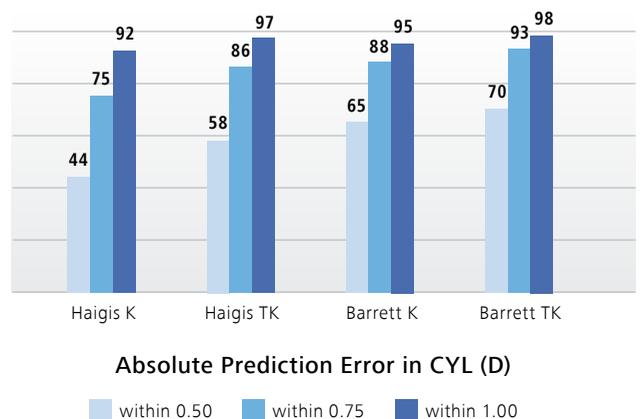


Figure 5: Cumulative percentage of eyes within the specified range of absolute prediction error [APE] in cylinder [CYL] (diopters [D]) for the different formulas. (Source: Fabian E, Wehner W, 2019)

Srivannaboon et Chirapapa¹² obtiennent des résultats similaires. Ils concluent par: *"Conventional K and TK for IOL calculation showed strong agreement with a trend toward better refractive outcomes using TK. The same IOL constant can be used for both K and TK."* (La kératométrie classique (K) et la kératométrie totale (TK) a montré une tendance vers de meilleurs résultats réfractifs en utilisant la kératométrie totale. Et la même constante pour les LIO peut être utilisée pour K et TK.)

Performance de Total Keratometry dans le calcul de la puissance de la LIO après correction de la vision au laser

Après une chirurgie réfractive, la surface antérieure de la cornée peut être altérée et présenter un rapport antéro-postérieur de la cornée altéré. Dans ce cas, TK® peut être bénéfique puisqu'il mesure la puissance cornéenne totale en prenant en considération les courbures antérieure et postérieure de la cornée.

Wang et al¹⁵ ont montré, par exemple, que TK® peut être utilisé dans les formules classiques de calcul de la puissance des LIO telle que la formule Haigis. Les résultats sont globalement similaires aux formules de Barrett True K après la correction de la vision au laser, en ne tenant pas compte des antécédents réfractifs.

Ils concluent par : *“The performance of the combination of Haigis and TK in refractive prediction was comparable with Haigis-L and Barrett True K in eyes with previous corneal refractive surgery.”*¹⁵ (La performance de la combinaison de la formule d'Haigis et TK dans la prédiction réfractive a été comparable avec la formule de Haigis L et Barrett True K pour les yeux ayant déjà subi une chirurgie réfractive.)

Le tableau 6 met en évidence les erreurs réfractives prédites (RPE) et les résultats spécifiques sur les yeux post-myopes opérés par LASIK/PRK, pour lesquels Haigis-TK et Barrett True K (TK) montrent des résultats similaires en termes d'erreur absolue moyenne (MAE) chez les patients traités pour l'hypermétropie, la myopie, ainsi que chez les patients ayant subi la Kératotomie Radiaire (RK).

Parameter	Haigis	Haigis-L	Barrett True K	Haigis-TK
Myopic LASIK/PRK				
MNE (D) ± SD	+0.57 ± 0.68	-0.42 ± 0.61	-0.02 ± 0.73	+0.19 ± 0.59
Range (D)	-0.81, +2.87	-1.66, +0.76	-1.48, +3.04	-0.83, +1.78
MAE (MedAE) (D)	0.72 (0.65)	0.61 (0.53)	0.54 (0.37)	0.50 (0.44)
± 0.5 D (%)	35.8	45.3	52.8	58.5
± 1.0 D (%)	73.6	81.1	92.5	90.6
± 2.0 D (%)	98.1	100.0	98.1	100.0

Tableau 6: Refractive prediction errors using User Group for Laser Interference Biometry lens constants and percentage of eyes within certain ranges of prediction errors. (Source: Wang et al. 2019)

Lawless et al¹⁰ ont montré dans leur publication que la méthode Barrett True K avec TK, spécialement conçue pour la TK, dépassait les autres méthodes non historiques dans les yeux myopes opérés par LASIK. **Wang L. et al**¹⁵ confirment également que la combinaison de Haigis avec TK donne des résultats comparables à ceux de Barrett True K.

Après avoir évalué et comparé la précision de prédiction des méthodes de calcul de la puissance de la LIO, ils concluent par : *“The Barrett True-K (TK) provided the lowest mean refractive prediction error (RPE) and variance for both prior myopes and hyperopes undergoing cataract surgery. The Barrett True-K (TK) exhibited the highest percentages of eyes within $\pm 0.50D$, $\pm 0.75D$ and $\pm 1.00D$ of the RPE compared to other formulae for prior myopic patients.”* (La formule de Barrett True K (TK) atteint la plus basse des erreurs de réfraction prédictibles (RPE) et la plus faible variance pour les yeux myopes et hypermétropes en prévision d’une opération de la cataracte avec $\pm 0.50D$, $\pm 0.75D$ et $\pm 1.00D$ de la RPE comparativement aux autres formules pour les patients antérieurement myopes)

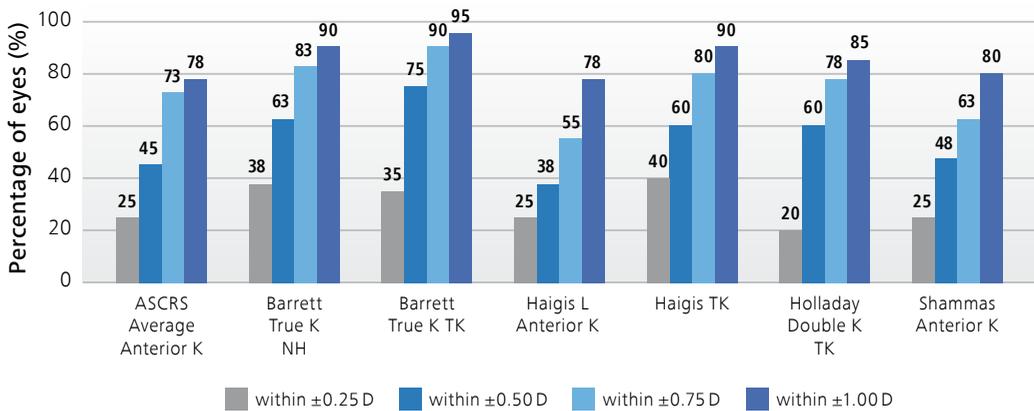


Figure 7: Percentage of eyes within $\pm 0.25D$, $\pm 0.50D$, $\pm 0.75D$ and $\pm 1.00D$ of refractive prediction error in previously myopic eyes. (Source: Lawless et al. 2020)

Parfois, les données de réfraction des patients avant la chirurgie réfractive peuvent être inconnues. TK® fournit directement les valeurs réelles de la puissance cornéenne en ayant la courbure de la surface cornéenne antérieure par la kératométrie et la courbure de la surface cornéenne postérieure par la tomographie avec cohérence optique (OCT).

Yeo et al⁶ ont analysé, dans cet article, 64 yeux myopes ayant déjà subi une chirurgie réfractive au laser. Cette étude vise à déterminer si Total Keratometry (TK®) de IOLMaster 700 pouvait être appliqué aux formules conventionnelles pour effectuer le calcul de la puissance de la LIO post-LVC mais aussi à évaluer leur précision avec des formules connues de chirurgie réfractive post-LVC. Dans leur analyse, EVO TK, suivi de Barrett True-TK et Haigis TK, ont obtenu les pourcentages les plus élevés de patients avec une erreur de précision absolue entre 0,50 et 1,00 D. Pour les formules utilisant la position effective de la lentille (ELP), la méthode « double-K-inversé » a été appliquée et s'est avérée être une option confirmée. Cette méthode permet de calculer la puissance de la LIO avec des formules classiques sur des patients ayant déjà subi une chirurgie réfractive.

Ils concluent par : *“Formulas combined with TK achieve similar or better results compared to existing no-history post-myopic laser refractive surgery formulas.”* (Les formules combinées à TK donnent des résultats similaires ou meilleurs par rapport aux formules de calcul existantes après chirurgie réfractive chez les patients myopes.)

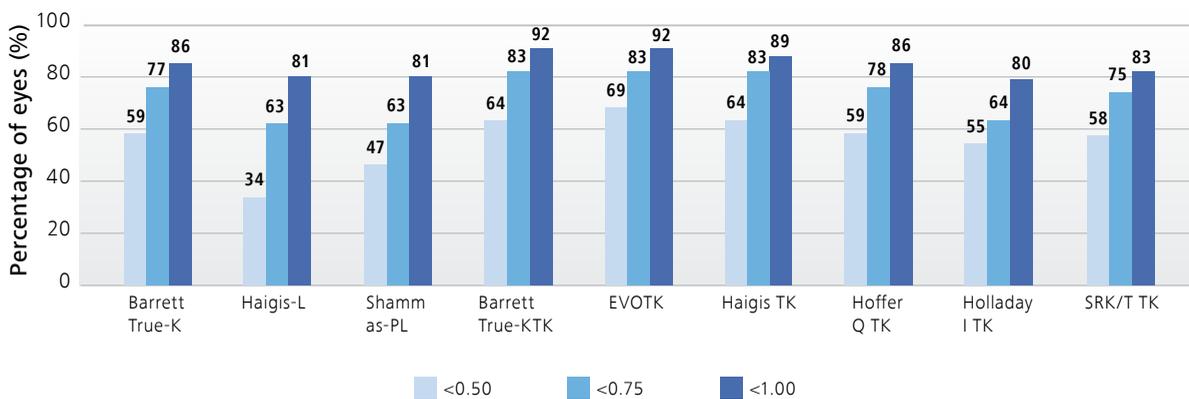


Figure 8: Percentage of eyes within 0.50 D, 0.75 D, and 1.00 D of absolute prediction error; no-history formulas followed by formulas using TK.

Résumé des résultats cliniques

- TK® est conçu pour être équivalent aux constantes K afin de permettre son utilisation dans les formules de puissance standard des LIO avec les constantes existantes chez les patients sans antécédent. Les résultats devraient donc être similaires. Cependant cela contribuera à minimiser les résultats réfractifs inattendus en mesurant directement la puissance de la courbure postérieure cornéenne anormale plutôt que d'appliquer une formule mathématique.
- Dans les yeux post-LVC, TK® peut être utilisé avec des formules classiques, comme Haigis, qui n'utilisent pas les valeurs K ou de puissance cornéenne pour prédire son ELP (Effective Lens Position) afin d'obtenir des résultats similaires aux formules spécifiquement conçues pour les cas post chirurgie réfractive. L'utilisation de TK® avec les formules Barrett True K (disponible sur ZEISS IOLMaster 700) et Haigis, est une option intéressante pour les calculs de puissance des LIO chez les patients myopes ayant déjà subi une chirurgie réfractive au laser.

Bibliographie

- ¹Abulafia A, Koch DD, Wang L, et al. New regression formula for toric intraocular lens calculations. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(5):663–71.
- ²Abulafia A, Barrett GD, Kleinmann G, et al. Prediction of refractive outcomes with toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(5):936-44.
- ³Akman A, Asena L, Güngör SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol* 2016;100(9):1201-5.
- ⁴Canovas C, Alarcon A, Rosén R, et al. New algorithm for toric intraocular lens power calculation considering the posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(2):168-174.
- ⁵Chang DH, Waring GO. The subject-fixated coaxially sighted corneal light reflex: a clinical marker for centration of refractive treatments and devices. *American J Ophthalmol* 2014;158(5):863–874.
- ⁶Fabian E, Wehner W. Prediction Accuracy of Total Keratometry Compared to Standard Keratometry Using Different Intraocular Lens Power Formulas. *J Refract Surg*. 2019;35(6):362-368.
- ⁷Koch DD, Jenkins RB, Weikert MP, et al. Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: effect of posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(12):1803–1809.
- ⁸Kunert KS, Peter M, Blum M, et al. Repeatability and agreement in optical biometry of a new swept-source optical coherence tomography-based biometer versus partial coherence interferometry and optical low coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(1):76-83.
- ⁹LaHood BR, Goggin M, Esterman A. Assessing the Likely Effect of Posterior Corneal Curvature on Toric IOL Calculation for IOLs of 2.50 D or Greater Cylinder Power. *J Refract Surg* 2017;33(11):730–734.
- ¹⁰Lawless M, Jiang JY, Hodge C, Sutton G, Roberts TV, Barrett G. Total keratometry in intraocular lens power calculations in eyes with previous laser refractive surgery [published online ahead of print, 2020 Apr 12]. *Clin Exp Ophthalmol*. 2020;10.1111/ceo.13760.
- ¹¹Olsen T. On the calculation of power from curvature of the cornea. *Br J Ophthalmol* 1986;70(2):152–154. PubMed link
- ¹²Srivannaboon S, Chirapapaisan C. Comparison of refractive outcomes using conventional keratometry or total keratometry for IOL power calculation in cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(12):2677-2682.
- ¹³Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, et al. Clinical comparison of a new swept-source optical coherence tomographybased optical biometer and a time-domain optical coherence tomography-based optical biometer. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(10):2224-32.

¹⁴Tonn B, Klaproth OK, Kohnen T. Anterior surface-based keratometry compared with Scheimpflug tomography-based total corneal astigmatism. Invest Ophthalmol Vis Sci 2014;56(1):291–298.

¹⁵Wang L, Spektor T, de Souza RG, Koch DD. Evaluation of total keratometry and its accuracy for intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 2019;45(10):1416-1421.

¹⁶Yeo TK, Heng WJ, Pek D, Wong J, Fam HB. Accuracy of intraocular lens formulas using total keratometry in eyes with previous myopic laser refractive surgery. Eye (2020).

¹⁷Haigis W, Sekundo W, Kunert K, Blum M. Total keratometric power (TKP) derived from corneal front and back surfaces using a full eye-length SS-OCT scan biometer prototype in comparison to automated keratometry. Free paper presented at XXXII Congress of the ESCRS, London, UK, Presentation Date/Time: Tuesday 16/09/2014, 16:36, Venue: Boulevard B

¹⁸Savini G, Taroni L, Schiano-Lomoriello D, Hoffer KJ. Repeatability of Total Keratometry and standard Keratometry by the IOLMaster 700 and comparison to total corneal astigmatism by Scheimpflug imaging. Eye (2020).

IOLMaster® 700 (classe IIa) est destiné à la prise de mesures biométriques de l'œil sans contact. Fabriqué par : Carl Zeiss Meditec AG. Distribué par : Carl Zeiss Meditec France. Organisme notifié : DQS Medizinprodukte GmbH. Nous vous invitons avant toute utilisation à lire attentivement et dans leur totalité les instructions figurant dans les guides utilisateurs remis aux professionnels de santé. Pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations : consultez ameli.fr.

Z CALC (classe I) est un dispositif médical logiciel indiqué pour le calcul en ligne des implants intraoculaires ZEISS toriques et non toriques dans le cadre de la chirurgie de la cataracte. Fabriqué par : Carl Zeiss Meditec AG. Distribué par : Carl Zeiss Meditec France. Nous vous invitons avant toute utilisation à lire attentivement et dans leur totalité les instructions figurant dans les guides d'utilisations remis aux professionnels de santé.

CE 0297

IOLMaster
Z CALC



Carl Zeiss Meditec AG
Goeschwitzer Strasse 51–52
07745 Jena
Germany

CZMF_Com 02_21_003 Le contenu de ce document imprimé peut diverger des clauses autorisant actuellement le produit ou des offres de prestations de service dans le pays d'utilisation. Pour obtenir de plus amples informations en la matière, contacter le représentant régional ZEISS. Sous réserve des modifications techniques des dispositifs et des éléments constitutifs de l'équipement livré. IOLMaster, SWEPT Source, FORUM et TK sont des marques commerciales ou des marques déposées de la société Carl Zeiss Meditec AG ou d'autres entreprises du groupe ZEISS en Allemagne et/ou dans d'autres pays.
© Carl Zeiss Meditec France, 2020. Tous droits réservés.