

オルセンIOL計算式による屈折計算の改善

水晶体厚に起因する問題：光学式眼軸長測定装置 レンズスターLS900は、正確な予測に最適なオルセンIOL計算式を搭載しました。

数 年来の、新たなレンズの設計やテクノロジーの導入により、白内障手術は、患者が術後に眼鏡を必要としない可能性を広げる屈折矯正の処置にまで発展しました。幾つかの最近発表された一連の研究では、白内障の手術を受けた患者の約70%が目標の ± 0.50 D以内の屈折誤差に収まる結果になっています。¹⁻³ 最高の結果を得るためには、優れた手術技術、プレミアムな術前測定、レンズスターLS900に現在搭載されているオルセン式⁴のような最新のIOLパワー予測手法の使用が必要とされています。(ハーグストレイト,図1)

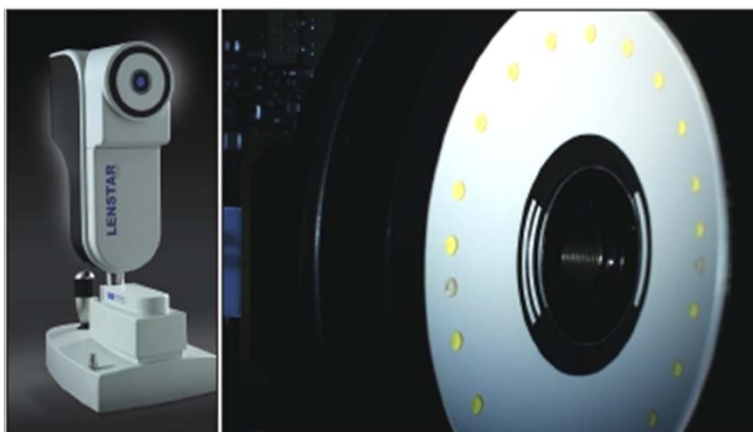


図1. レンズスター LS900は種々のタイプの眼にも対応する洗練されたIOL予測を行うオルセン式を搭載しています。

従来のIOLパワー計算式の限界

従来の薄肉レンズ用のIOLパワー計算式では、角膜とIOLの光学系が単純な一次近似に基づく単一の屈折面として述べられています。この種のIOLパワー計算式のカテゴリでは、術後に測定された屈折値から与えられた薄肉用のレンズ計算式を逆算して有効なレンズ位置(ELP)を推定します。ノルピ⁵が示しているように、不正確なELPの推定がIOLパワー計算式における誤差の主な要因になっています。

現在の白内障手術は既に、従来のIOLパワー計算式の限界を超えており、非球面や波面を基にしたレンズ設計技術、レーザーを組み込んだ白内障手術技術、さらに以前に屈折矯正手術を受けた患者への対応などが、より洗練されたIOL計算手法を必要としています。

オルセン式とC-定数

眼球光学系の真の物理的寸法を考えるために、オルセン式では精密な光線追跡法を使用し、厚肉レンズを考慮しており、望遠鏡やカメラのレンズを設計するために物理学者が採用したのと同じ技術が使用されています。オルセン式の重要な特徴は、C-定数(図2)という新たに開発された概念を使用し、IOLの物理的な位置を正確に推定することにあります。C-定数は空になりカプセル化した水晶体嚢と嚢内挿入⁶し固定されたIOL厚の比率として考えることができます。

このアプローチでは、オルセン式(2P、C-定数)が示すように術前の前房深度と水晶体厚に応じてIOLの位置を予測します。また眼軸、角膜曲率(K)、角膜横径、IOLパワー、年齢、性別^{6,7}などの従来の要素とは独立して動作しているので、屈折矯正眼を含む、多くの種類の眼に対応することができます。そして、その唯一の必要条件は前房深度と水晶体厚の正確な測定であり、そのどちらも光学眼軸長測定装置であるレンズスターにより提供されます。

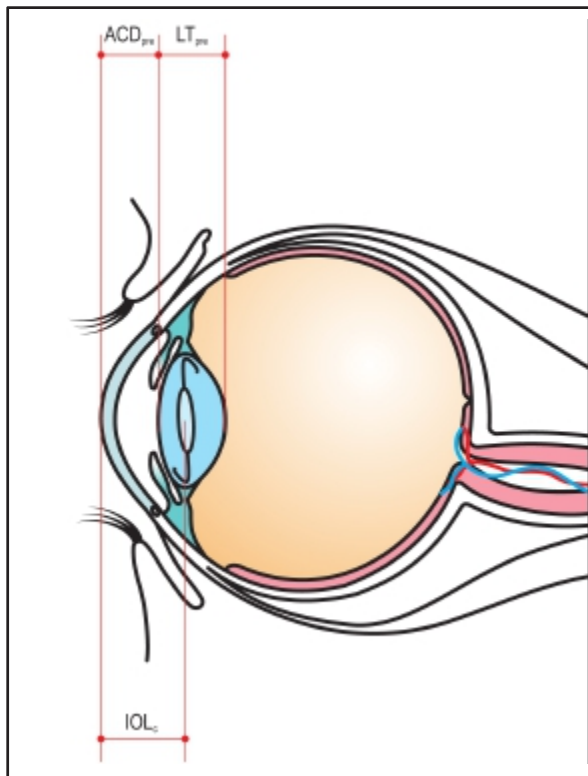


図2. C-定数の概念は、直接レンズ位置（前房深度や水晶体厚）に関連する解剖学的構造の測定に基づいて正確かつ偏りの無い術後のIOLの位置の予測を導きます。

臨床的証拠

トーマス・オルセン(MD, PhD)は、SRK /T式,Hoffer Q式,Holladay1式 ,Haigis式を含む第二および第三世代の式と彼の式のパフォーマンスを継続的に比較評価しています。2000以上の症例から成る彼のデータでは、通常ケースにおいて（ポストレーシック眼は除く）SRK /T式と比較して、オルセン式がIOL予測平均絶対誤差を15%また、1D以上の残余屈折誤差を50%⁴削減できることを示しています。同様の改善効果が、他の計算式でも見ることができます。

ウォーレン E.ヒル (MD,メサ_アリゾナ州) とエドワード・J.マイヤー (MD,メイソン_オハイオ州) は、現在IOL予測精度を改善するパラメータとして水晶体厚の測定値を用いる、第四世代の多変数IOL計算式であるHolladay2式とオルセン式のパフォーマンスを比較評価しています。

オルセン計算式 ; C-定数

IOLc = IOL中心
 ACDpre = 術前前房深度
 LTpre = 術前水晶体厚
 C = 代表的なサンプルの平均値として決定される IOLタイプに関連する定数

また、彼らは、SRK / T式、Hoffer Q式、Holladay1式、およびHaigis式とも比較してオルセン式の性能を評価しています。300人以上の患者からなる評価データでは、オルセン式による目標屈折値の±0.5D以内に収まる屈折改善効果がHolladay2式と比較しても、わずかに高い数値に達していることを示しています。更なるデータが、この改善の重要性を評価するために今も収集されています。

結論

オルセン式は、術後のIOL位置を予測するC-定数の概念が組み込まれており、IOL計算を更に高いレベルに導き、第二世代のIOLパワー計算式の欠点を取り除きます。正確なK-Readingおよび眼軸長測定に加えて、オルセン式の成功の鍵は、偏りの無いIOLの位置予測を導くための、術前の水晶体の位置および厚さの正確な測定にあります。それは、IOL計算とその結果としてのIOLパワーの予測にとって、最も重要な部分でもあります。

オルセン式は水晶体を測定する唯一の光学式眼軸長測定装置であるレンズスターに組み込まれ、白内障手術に向けて、種々のタイプの眼にも対応した正確なIOLパワーを予測する信頼性の高い手段を提供します。■

1. Behndig A, Montan P, Stenevi U, Kugelberg M, Zetterström C, Lundström M. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(7):1181-1186.
2. Hahn U, Krummenauer F, Kölbl B, et al. Determination of valid benchmarks for outcome indicators in cataract surgery: a multicenter, prospective cohort trial. *Ophthalmology.* 2011;118(11):2105-2012.
3. Aristodemou P, Knox Cartwright NE, Sparrow JM, Johnston RL. 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(1):63-71.
4. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand.* 2007;(85):472-485.
5. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(3):368-376.
6. Olsen T. The C-constant: New concept in IOL power calculation using ray tracing. Paper presented at: the ESCRS Annual Meeting; September 8, 2012; Milan, Italy.
7. Olsen T. There is no magic; The C constant: new concept in IOL power calculation using ray tracing. *European Ophthalmology News.* September 2012; XXX Congress of the ESCRS; p15; Biermann Medizin Publishing.