

# 高度近视白内障患者人工晶状体屈光度测算公式的研究进展

张锦鹏, 赵晓鹏, 杨玉焕, 严宏

基金项目:第四军医大学唐都医院2014年临床创新基金(No. 2014GJHZ001)

作者单位:(710038)中国陕西省西安市,第四军医大学唐都医院眼科

作者简介:张锦鹏,男,第四军医大学2013级五年制临床医学专业在读本科。

通讯作者:严宏,男,主任医师,教授,博士研究生导师,英国剑桥大学眼科博士后,眼科主任. yhongb@fmmu.edu.cn

收稿日期:2016-09-22 修回日期:2016-12-06

## Research progress on the measurement of intraocular lens in high myopia with cataract

Jin-Peng Zhang, Xiao-Peng Zhao, Yu-Huan Yang, Hong Yan

**Foundation item:** Clinical Innovation Fundings of Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University(No. 2014GJHZ001)

Department of Ophthalmology, Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, Shaanxi Province, China

**Correspondence to:** Hong Yan. Department of Ophthalmology, Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, Shaanxi Province, China. yhongb@fmmu.edu.cn

Received:2016-09-22 Accepted:2016-12-06

### Abstract

• Intraocular lens (IOL) refractive prediction of cataract surgery in high myopes is more inaccuracy compared to that of the routine cataract surgery. It is particularly important that how to measure biology accurately and choose the correct intraocular lens calculation formula. We summarized and analyzed postoperative refractive prediction deviation, the constants in the formula application and ocular axial length adjusting method in high myopia cataract surgery. In this review, lens diopter prediction standard formula (Holladay 1, SRK / T, Hoffer Q and Haigis) and the fourth generation of lens formula were contrasted, which could provide valuable reference for clinical applications.

• **KEYWORDS:** high myopia; cataract surgery; intraocular lens; intraocular lens formulas

**Citation:** Zhang JP, Zhao XP, Yang YH, *et al.* Research progress on the measurement of intraocular lens in high myopia with cataract. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2017;17(1):66-68

### 摘要

高度近视白内障患者手术中人工晶状体(IOL)屈光度数预测与常规白内障相比其精确度欠佳,如何做到精确的生物学测量和正确使用人工晶状体计算公式尤为重要。本文分析了近年在高度近视白内障手术后屈光预测偏差大的原因,以及公式中常数的应用和眼轴长度调节方法,对比了使用晶状体屈光度预测计算公式(Holladay 1, SRK/T, Hoffer Q 和 Haigis)和第四代晶状体公式的术后屈光结果的异同,为临床使用提供一定的参考。

**关键词:** 高度近视;白内障;人工晶状体;晶状体调节公式  
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2017.1.16

**引用:**张锦鹏,赵晓鹏,杨玉焕,等.高度近视白内障患者人工晶状体屈光度测算公式的研究进展.国际眼科杂志2017;17(1):66-68

### 0 引言

我国是世界近视高发国家之一,高度近视发生率较高<sup>[1]</sup>。而高度近视是核性白内障形成的危险因素。随着老龄化进程加剧,白内障发病率呈逐年上升趋势,高度近视白内障严重影响着患者生活质量。手术是目前治疗高度近视白内障的主要手段,而手术中使用第二和三代人工晶状体公式常导致手术后屈光状态远视漂移的发生<sup>[2]</sup>。本文将讨论白内障术后屈光度漂移的原因、影响因素以及如何通过选择转换晶状体公式来提高高度近视白内障手术后屈光度数计算的准确性。

#### 1 高度近视眼白内障手术后屈光度预测偏差大的原因

高度近视白内障手术后屈光度的预测偏差部分由测量偏差造成,例如眼轴长度测量偏差,尤其是扁平超声波探头所测得的结果偏差较大。临床研究表明随着眼轴长度增加而增大,眼轴长度大于26mm的白内障手术,使用第三代人工公式预测屈光度数仍非常不精确<sup>[3-4]</sup>。上述偏差此外还有其他测量因素,例如角膜屈光度数测量(8%的总测量偏差)和中央前房深度(ACD)评估(38%)的误差<sup>[5]</sup>。而利用光学相干生物测量(partial coherence interferometry, PCI)技术测量角膜前表面到视网膜色素上皮间的距离使结果更加准确,例如非接触式光学相干生物测量仪(IOL Master)可使71%的眼屈光偏差小于0.5D,93%的眼屈光偏差小于1.0D<sup>[6]</sup>,使用光学相干生物测量法在很大程度上克服了测量屈光偏差的问题<sup>[7]</sup>。

而随着测量精确度的提高和手术操作技术的改进,手术使用第三代计算公式术后的远视漂移依然常常发生。可见除测量偏差外,晶状体公式的选择也是影响预测屈光偏差的重要因素<sup>[8-10]</sup>。例如一项研究对高度近视白内障手术的102眼分别使用Holladay, Haigis, SRK/T公式来预测屈光度时,偏差值分别为 $0.86 \pm 0.41$ 、 $0.43 \pm 0.30$ 、 $1.27 \pm$

0.58D。Haigis 组最为准确,与 Holladay 和 SRK/T 组相比有显著性统计学差异( $P=0.047, 0.031$ )<sup>[11]</sup>。

## 2 个体化光学常数的使用

晶状体屈光度计算公式中的 A 常数受到测量仪器及患者自身眼轴长度等影响。多中心研究表示不同的眼轴长度需要特定的晶状体常数进行优化,该研究小组根据大量临床术前和术后的资料计算了个体化的 IOL 常数范围,即用户组的激光干涉生物统计学优化常量(User Group for Laser Interference Biometry constants, ULIB)<sup>[12]</sup>。Katrin 等研究发现眼轴长度超过 30mm 的高度近视眼手术,使用 ULIB 相比于传统光学 A 常数准确度显著提高<sup>[13]</sup>。有数据显示,人工晶状体度数小于 6.0D 的患者使用标准公式和光学 A 常数会导致 100% 发生远视,屈光偏差 0.69 ~ 1.42D。而使用 ULIB 常数后,平均偏差降至 0.12 ~ 0.23。ULIB 为个体化的 A 常数优化提供了光学生物统计学数据,可供临床参考<sup>[14]</sup>。

## 3 不同 A 常数的使用

负度数和低度数的 IOL(小于 6.0D)是弯月面形状,而屈光度大于 6.0D 的人工晶状体是双凸的。晶状体从正屈光度向负屈光度过渡时,其主平面位置转变为侧面和触觉面。而主平面位置与晶状体的 A 常数密切相关,这影响了晶状体屈光度的计算。根据人工晶状体度数的正负,选择不同的 A 常数可以显著地降低所有晶状体公式的预测偏差<sup>[9]</sup>。一项研究评估了 50 眼 A 常数优化的结果<sup>[13]</sup>:30 眼(平均眼轴长度为 31.15mm,SD=1.69)植入正度数人工晶状体(平均度数+3.10±1.50D)和 18 眼(平均眼轴长度为 33.20mm,SD=2.25)植入负度数晶状体(平均度数-3.20±1.70D)。使用了优化的 A 常数,Haigis,SRK/T,Hoffer Q,Holladay 1 等公式的术后屈光度偏差显著降低。此外,Yokoi 等<sup>[15]</sup>对眼轴长度超过 31mm 的眼比较了 AcrySof MA60MA 的人工晶状体使用厂商推荐的常数和两个优化 A 常数(分别用于正和负度数晶状体)的术后屈光偏差,结果发现分别有 30.8% 和 76.9% 的眼平均屈光偏差在 1.00D。根据人工晶状体正负度数选择不同的 A 常数可以大大提高预测的精确度。

## 4 屈光度计算中的眼轴长度调整

非接触式光学相干生物测量仪(IOL Master)测量光学眼轴长度是从角膜前表面沿着眼的视轴到视网膜色素层,超声波扫描测量时是从前角膜顶点到视网膜内界膜。在数学上可以将非接触式光学相干生物测量仪测量转换成超声波测量<sup>[16]</sup>。而在眼轴较长时该转换常会失败,眼轴长度转换应经过公式的调整<sup>[17]</sup>。Fam 等<sup>[18]</sup>提出使用角膜曲率和眼轴长度应该直接从非接触式光学相干生物测量仪转换。在 155 眼白内障手术观察中,使用 IOL Master 优化的眼轴长度后对比了 SKR-T、Holladay 1、Hoffer-Q 和 Haigis 四种公式的结果。光学和角膜曲率转换显著降低了预测偏差。

Wang 等<sup>[10]</sup>发现,眼轴长度大于 25.0mm 的眼使用四种人工晶状体公式(Haigis, Holladay 1、SRK/T 和 Hoffer Q),超过 78% 的眼(SA/SN60AT 人工晶状体)和 100% 的眼(MA60MA 人工晶状体)术后发生远视漂移。他们使用了优化眼轴长度方法,结果显示人工晶状体大于 5.00D 的偏差从(+0.27 ~ +0.68D)降至(-0.10 ~ -0.02D),度数小于 5.00D 的偏差从(+1.13 ~ +1.87D)降至(-0.21 ~ +0.01D)。眼轴长度优化显著降低了人工晶状体偏差及

远视漂移的发生率<sup>[10,14]</sup>。从眼轴长度超过 25mm 的 200 眼得到的优化眼轴长度方程如下<sup>[10]</sup>,可供临床参考:

$$\text{Adjusted AL}_{\text{Holladay 1}} = 0.8814 * \text{AL}_{\text{PCI}} + 2.8701$$

$$\text{Adjusted AL}_{\text{Haigis}} = 0.9621 * \text{AL}_{\text{PCI}} + 0.6763$$

$$\text{Adjusted AL}_{\text{SRK/T}} = 0.8981 * \text{AL}_{\text{PCI}} + 2.5637$$

$$\text{Adjusted AL}_{\text{Hoffer Q}} = 0.8776 * \text{AL}_{\text{PCI}} + 2.9269$$

(Adjusted AL 为优化眼轴长度;AL<sub>PCI</sub>为 IOL Master 测量的眼轴长度)

## 5 不同屈光度计算公式的比较及选择参考

第三代公式如 Hoffer Q,Holladay 1 和 SRK/T 都是二元公式,仅仅依靠眼轴长度和中央角膜度数预测术后人工晶状体位置。除此之外,第四代公式(Haigis, Holladay 2, Barrett Universal II, Olsen)例如 Haigis 还需要测量中央前房深度(ACD);Holladay 2 公式使用七个变量:眼轴长度、角膜曲率,ACD,白到白距离,晶状体厚度、术前屈光度,患者的年龄;Olsen 公式使用五个变量:眼轴长度、ACD、角膜曲率,晶状体厚度,患者年龄,它可用 ACD 和晶状体厚度来计算晶状体有效屈光位置(ELP;C 常数)<sup>[19]</sup>。Barrett Universal II 解释了不同度数的人工晶状体的各种主面<sup>[20]</sup>。ACD 和晶状体常数与晶状体主面和物理位置有关可用于计算 ELP。Barrett Universal II 在负度数晶状体中计算 ELP 识别负转向,考虑到了从一个低的正值半月型的晶状体向负晶状体移动时晶状体主面的变化,更为准确<sup>[14]</sup>。

一项研究将眼轴长度超过 26.0mm 的 106 眼,分为 A 组 76 眼(71.7%)大于 6.0D 和 B 组 30 眼(28.3%)小于 6.0D。分别使用了标准公式 Holladay 1,SRK/T,Hoffer Q 和 Haigis<sup>[10]</sup>,比较了不同公式计算人工晶状体度数的精确度。在 A 组中,Barrett Universal II(默认软件常数),Haigis(ULIB),SRK/T,Holladay 2(默认软件常数),和 Olsen(默认软件常数)公式有较好的预测结果。B 组中,Barrett Universal II formula(默认软件常数)和 Haigis(眼轴长度调整)和 Holladay 1 公式(眼轴长度调整)有较好的预测结果<sup>[14]</sup>。

通过观察眼轴长度大于 27mm 并经过白内障人工晶状体植入术的 53 眼,其中 A 组 18 眼(眼轴长度 27 ~ 29.07mm),B 组 18 眼(眼轴长度 29.07 ~ 30.62mm),C 组 17 眼(眼轴长度 >30.62mm)。所有 5 个公式最准确均为 A 组,B 组其次,最不精确的是 C 组。而 Haigis 公式则是所有组均非常准确。Haigis 公式预测术后屈光度准确性在统计学上显著优于其他公式,其他依次为 SRK/T 公式、Holladay 2、Holladay 1、Hoffer Q(均使用制造商的光学常数)<sup>[8]</sup>。Zhang 等对眼轴长度大于 26mm 的 407 眼预测准确性进行评估,Barrett Universal II 公式平均偏差最低,SRK/T 和 Haigis 偏差相等;Holladay 和 Hoffer Q 偏差最大<sup>[21]</sup>。

## 6 小结

总之,在目前使用的 IOL 计算公式中 Barrett Universal II 和 Haigis 公式测算高度近视眼时有着显著的优势<sup>[22]</sup>。当眼轴长度大于 26.0mm,晶状体度数大于 6.0D 时,使用 Barrett Universal II(默认软件常数),Haigis(ULIB),SRK/T,Holladay 2(默认软件常数),和 Olsen(默认软件常数)预测结果更为准确;度数小于 6.0D 时,使用 Barrett Universal II 公式(默认软件常数)和 Haigis(AL 调整后)和 Holladay 1 公式(眼轴长度经调整)术后屈光结果的准确

性最高<sup>[23]</sup>。然而目前由于计算公式的专利和商业费用等问题,临床仍然广泛使用SRK/T, Haigis, Holladay1等公式。此时应根据人工晶状体正负度数的不同,相应使用不同的A常数,并考虑使用个体化常数ULIB及轴长度调整转换,均可更进一步降低预测偏差。

高度近视眼白内障患者手术是有挑战性的。随着光学相干生物测量出现和超声乳化技术的广泛使用,测量偏差和操作对手术的影响越来越小,而人工晶状体屈光度计算公式的正确选择及应用成为影响术后效果的关键。为了满足患者白内障术后的期望,我们应深入了解高度近视眼白内障手术后常出现屈光漂移的原因,并且可以合理选择应用各种常数和人工晶状体公式,从而提高高度近视合并白内障手术屈光度预测的准确性,改善患者术后的生存质量。

#### 参考文献

- 1 宋胜仿,李华. 近视流行病学调查研究进展. 国际眼科杂志 2011;11(3):453-454
- 2 Lam JK, Chan TC, Ng AL, et al. Outcomes of cataract operations in extreme high axial myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2016;254(9):1811-1817
- 3 杨建国. 高度近视白内障术后矫正视力与眼轴长度相关性. 实用防盲技术 2016;1(1):13-15
- 4 Zheng Q, Zhao Z, Lian H, et al. The analysis of refractive error of long axial high myopic eyes after IOL implantation. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2015;51(4):276-281
- 5 Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 1992;18(2):125-129
- 6 Behndig A, Montan P, Stenevi U, et al. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(7):1181-1186
- 7 Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye (Lond)* 2002;16(5):552-556
- 8 Bang S, Edell E, Yu Q, et al. Accuracy of intraocular lens calculations using the IOLMaster in eyes with long axial length and a comparison of various formulas. *Ophthalmology* 2011;118(3):503-506
- 9 Haigis W. Intraocular lens calculation in extreme myopia. *J Cataract*

- Refract Surg* 2009;35(5):906-911
- 10 Wang L, Shirayama M, Ma XJ, et al. Optimizing intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths above 25.0mm. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(11):2018-2027
- 11 杨永利,李昶熹,杨玉洁,等. 高度近视LASIK术后白内障患者不同人工晶状体计算公式的比较. 国际眼科杂志 2014;14(12):2254-2255
- 12 Haigis W. Influence of axial length on IOL constants. *Acta Clin Croat* 2012;51(1):59-64
- 13 Petermeier K, Gekeler F, Messias A, et al. Intraocular lens power calculation and optimized constants for highly myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(9):1575-1581
- 14 Abulafia A, Barrett GD, Rotenberg M, et al. Intraocular lens power calculation for eyes with an axial length greater than 26.0mm; comparison of formulas and methods. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(3):548-556
- 15 Yokoi T, Moriyama M, Hayashi K, et al. Evaluation of refractive error after cataract surgery in highly myopic eyes. *Int Ophthalmol* 2013;33(4):343-348
- 16 Haigis W. Optical coherence biometry. *Dev Ophthalmol* 2002;34(1):119-130
- 17 Preussner PR. Intraocular lens calculation in extreme myopia. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(3):531-532
- 18 Fam HB, Lim KL. Improving refractive outcomes at extreme axial lengths with the IOL Master: the optical axial length and keratometric transformation. *Br J Ophthalmol* 2009;93(5):678-683
- 19 Olsen T. Prediction of the effective postoperative (intraocular lens) anterior chamber depth. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(3):419-424
- 20 Saka N, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Long-term changes in axial length in adult eyes with pathologic myopia. *Am J Ophthalmol* 2010;150(4):562-568
- 21 Zhang Y, Liang XY, Liu S, et al. Accuracy of Intraocular Lens Power Calculation Formulas for Highly Myopic Eyes. *J Ophthalmol* 2016;2016:1917268
- 22 Terzi E, Wang L, Kohnen T. Accuracy of modern intraocular lens power calculation formulas in refractive lens exchange for high myopia and high hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(7):1181-1189
- 23 Chong EW, Mehta JS. High myopia and cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2016;27(1):45-50