

白内障合并高度近视患者术后屈光力预测的研究进展

张佳晴, 罗莉霞

引用:张佳晴, 罗莉霞. 白内障合并高度近视患者术后屈光力预测的研究进展. 国际眼科杂志 2019;19(6):929-932

基金项目:国家自然科学基金项目(No.81770905)

作者单位:(510060)中国广东省广州市,中山大学中山眼科中心眼科学国家重点实验室

作者简介:张佳晴,在读硕士研究生,研究方向:白内障防治。

通讯作者:罗莉霞,博士,教授,博士研究生导师,研究方向:白内障防治. luolixia@mail.sysu.edu.cn

收稿日期:2018-11-21 修回日期:2019-04-29

摘要

白内障合并高度近视患者术后实际屈光力与术前目标屈光力存在差异,常见远视漂移。针对这类患者术后的屈光误差,除了传统的预留近视度数的方法外,国际上出现了更精准、有效的解决方法,如优化眼轴长度、采用新一代公式(Barrett Universal II、Olsen、Hill-RBF、Ladas Super公式以及 FullMonte 方法)、术中屈光生物测量。本文将以高度近视患者的术后屈光误差为核心,阐述现有方法的研究进展。

关键词:高度近视;白内障;术后屈光误差;人工晶状体计算

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.6.08

Advance in refractive power prediction in cataract patients with high myopia

Jia-Qing Zhang, Li-Xia Luo

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No.81770905)

State Key Laboratory of Ophthalmology; Zhongshan Ophthalmic Center; Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, Guangdong Province, China

Correspondence to: Li-Xia Luo. State Key Laboratory of Ophthalmology; Zhongshan Ophthalmic Center; Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, Guangdong Province, China. luolixia@mail.sysu.edu.cn

Received:2018-11-21 Accepted:2019-04-29

Abstract

• Current formulas tend to select intraocular lens with insufficient power for these patients, resulting in postoperative hyperopia. In addition to the traditional

methods to address this problem such as reserving a myopic power in the power calculation, several more accurate and effective solutions have been suggested, including adjusting the axial lengths, using new formulas, and applying intraoperative refractive biometry. This paper will focus on the postoperative refractive error in highly myopic eyes after phacoemulsification and intraocular lens implantation and illustrate the progress of existing solutions.

• KEYWORDS: high myopia; cataract; postoperative refractive error; IOL calculation

Citation: Zhang JQ, Luo LX. Advance in refractive power prediction in cataract patients with high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019;19(6):929-932

0 引言

现代白内障手术已经从复明时代进入到屈光手术时代。白内障术后患者最终的满意度,通常取决于术后视力是否提高、“期待”视力是否和“获得”视力相接近^[1]。在过去几十年中,随着手术方式与技巧的发展、生物测量准确度的提高、公式的优化,白内障手术屈光预测的准确性得到了极大的改善。如今,对于正常眼轴长度(22~25mm)的患者,现代人工晶状体(intraocular lens, IOL)计算公式能够给出准确的结果。然而,对于长眼轴等特殊人群,屈光结果的预测准确性仍待进一步提高。高度近视患者白内障术后实际屈光力与术前目标屈光力存在差异,常用第三、四代人工晶状体度数计算公式对于这类患者预测准确性不佳,且随着眼轴增长,预测误差进一步增大^[2-7]。如果选择未优化的人工晶状体常数,设定目标屈光状态为正视的情况下,术后患者往往存在远视漂移。目前临床上广泛使用的方法是将预留一定程度的近视(如-1.0~-2.0D)以避免术后远视漂移^[8]。此法虽可以降低患者术后出现远视的可能性,却并不符合屈光性白内障对“精准”的要求,已经不被国际学者所推荐。本文将以内障合并高度近视患者的术后屈光误差为核心,阐述目前更精准、有效地减少预测误差的方法。

1 优化眼轴长度

光学相干生物测量仪 IOL Master 内部通过公式将仪器测得的眼轴长度转化为浸入式超声所测得的结果,在这个转化过程中采用的是平均的屈光指数^[9]。Wang 等^[4]认为轴性近视眼的玻璃体所占比例更大,加上玻璃体液化的病理改变,最终导致高度近视眼的平均屈光指数与正常眼轴眼存在较大差异。最新研究也证实了分段眼轴(按屈

光介质使用相应的屈光指数)与传统眼轴长度(使用平均屈光指数)相比,进一步提高了公式的预测准确性^[10]。另外,上述转化公式^[9]所纳入样本的眼轴上限仅为27.45mm,对于眼轴长度超过27.45mm的患者,该转化公式使用的是外推法,也会进一步造成眼轴的测量误差。基于以上考虑,Wang等针对眼轴长度大于25mm的眼,提出了眼轴长度优化方程,其中以经过眼轴优化调整的Holladay 1公式的预测准确性最高。

眼轴长度优化方程的准确性已经得到了众多学者的验证。Abulafia等^[5]发现植入IOL度数 $\geq 6.0D$ 组,第一版眼轴优化法过于激进,术后屈光状态向近视偏移。对于IOL $< 6.0D$ 组,眼轴调整法的结果表现优异,平均屈光误差范围为 $-0.03\sim 0.17D$ 。其中Holladay 1(眼轴调整法)、Haigis(眼轴调整法)达到了白内障术后可以接受的屈光误差的标准(术后71%的患者屈光误差在 $\pm 0.5D$ 之内,93%的患者在 $\pm 1.0D$ 之内)^[11]。Popovic等^[12]发现眼轴调整法并不能提高25~27mm眼轴长度患者的屈光预测准确性,而能有效降低眼轴 $\geq 27mm$ 患者的预测误差。2018-11,Wang等^[13]在更大样本量(439眼)、联合使用激光干涉生物统计学优化常量(user group for laser interference biometry constants,ULIB)的基础上提出了新一代的眼轴优化公式。第二版删除了Haigis和Hoffer Q公式,并调整了推荐使用的眼轴长度范围。SRK/T公式结合眼轴调整法建议用于眼轴大于27mm的患者,Holladay 1公式结合眼轴调整法则建议用于眼轴大于26.5mm的患者。目前尚缺乏评估第二版眼轴调整公式的研究,需要更多的研究验证其在高度近视患者上的预测准确性。

2 新一代公式

目前临床上广泛使用的人工晶状体度数计算公式大多属于基于高斯光学的理论公式。该类别下各公式的首要目标即准确预测术后有效晶状体位置(effective lens position,ELP)。我们熟知的第三代公式如SRK/T,Hoffer Q,Holladay 1属于二变量公式,采用眼轴长度和角膜曲率来预测ELP。第四代公式如Haigis,Holladay 2虽然在此基础上,增加了新的预测变量如术前的前房深度、晶状体厚度、水平角膜直径等,但其在白内障合并高度近视患者的预测准确性表现仍不尽人意。

近年来,新一代公式越来越多的出现于国际舞台。Barrett Universal II公式(http://www.apacrs.org/barrett_universal2/)是基于光线追踪技术、厚晶状体模型的理论公式,它的特别之处在于考虑到了不同度数的人工晶状体之间主光学面的改变。Olsen公式^[14]采用了下述5个变量进行ELP的预测:眼轴长度、前房深度、角膜曲率、晶状体厚度、患者年龄,并提出了使用C常数进行ELP预测的新概念。C常数因只与前房深度和晶状体厚度相关,与眼轴长度和角膜屈光力无关,有希望在复杂眼的相关计算中表现更佳。Hill-RBF(radial basis function)公式([http://rbfcalculator.com.](http://rbfcalculator.com/))是基于人工智能,应用模式识别和数据内插技术,通过分析使用Lenstar LS 900进行生物测量且植入Acrysof IQ SN60WF IOL的患者数据库建立的人工晶

状体屈光力计算新方法。该公式与Barrett Universal II具有相似的优点,两者均在网站上免费提供、不需要经过复杂的优化即可在全眼轴范围内获得准确的屈光预测结果。该公式也有一定的局限性,有严格的应用范围:要求植入IOL的度数在 $-5.0\sim +30.0D$ 之间,目标屈光力要求在 $-2.5\sim +1D$ 之间。Ladas Super公式^[15](<http://iolcalc.com>)的是根据眼轴长度,从目前文献报道的最准确的五个公式中选择一个进行IOL度数的预测。Super公式具体为:眼轴长度在20~21.49mm范围内时,使用Hoffer Q公式;眼轴长度在21.49~25mm范围内时,使用Holladay 1公式;当眼轴长度大于25mm时,使用Holladay 1(眼轴调整法);对于极长眼轴,IOL度数为负数者,则选用负度数IOL专用的晶状体常数。FullMonte方法则是使用Monte Carlo Markov Chain模拟器和神经网络来预测术后屈光力(<http://fullmonteio.com>)。该方法能根据客户上传的数据不断优化方案,还提供了一个视觉辅助工具来帮助使用者理解IOL轴向位置。

新一代公式在高度近视患者中表现究竟如何?各研究因为纳入人群、样本量、IOL类型的不同,研究结论略有差异。Abulafia等^[5]发现Barrett Universal II公式是唯一在IOL $\geq 6.0D$ 组和IOL $< 6.0D$ 组都达到标准,且不需要经过任何调整的公式,Olsen公式在IOL $< 6D$ 组的准确性下降。Cooke等^[16]的数据表明:当生物测量为IOL Master时,Barrett Universal II公式表现最佳,而Olsen公式的预测准确性最差。当使用Lenstar LS900进行生物测量时,Olsen公式表现最佳,Barrett Universal II公式次之。这可能与该研究使用的IOL Master 500不能测量晶状体厚度,从而影响了Olsen公式对ELP的准确预测有关。Barrett Universal II公式已经被各项研究证实是目前最准确的理论公式之一。一项纳入4047眼的Meta分析^[17]比较了Barrett Universal II、Haigis、Holladay 2、SRK/T、Hoffer Q和Holladay 1公式,发现Barrett Universal II公式(mean absolute error,MAE)最小,且屈光预测误差在 $\pm 0.50D$ 范围内的百分比最高。Melles等^[12]对13301眼进行了不同公式准确性的评估,研究发现Barrett Universal II受各生物测量变量变化影响最小,平均预测误差始终波动在零附近,对于非典型眼有良好且稳定的预测准确性。

关于Hill-RBF、Ladas Super公式以及FullMonte IOL方法的研究均显示三者表现未超过Barrett Universal II公式。Roberts等^[18]对400例角膜散光 $\leq 0.75D$ 且植入SN60WF IOL的患者进行了研究,发现Hill-RBF公式与Barrett universal II的预测准确性相似。Hill等^[19]发现在轴性高度近视人群,Hill-RBF公式的表现优于第三代公式(SRK/T,Holladay 1),与Holladay 2,Barrett Universal II表现相似,平均屈光误差为 $0.22\pm 0.06D$,屈光预测误差在 $\pm 0.5D$ 的患者比例为76.7%,其中有74.4%的眼睛术后出现远视漂移。Cooke等^[16]发现Ladas Super公式在长眼轴眼中比Barrett Universal II和SRK/T公式有更高的MAE。该公式对于眼轴长度在24.5mm以下的表现较好,而AL $> 24.5mm$ 时表现不佳。Kane等^[20]对比了上述

三个新方法与 Barrett Universal II、SRK/T 公式对植入 Acrysof IQ SN60WF IOL 患者的屈光预测准确性,发现在长眼轴组(AL>26mm), 屈光预测准确性从高到低依次排列为: SRK/T, Hill - RBF \approx Barrett Universal II, Super Formula, FullMonte IOL。

3 术中屈光生物测量

术中屈光生物测量(intraoperative refractive biometry, IRB), 又称术中像差测量(intraoperative aberrometry), 这个方法是由 Ianchulev 等^[21]在 2005 年第一次提出。在术中无晶状体状态下, 他们用视网膜检影法自动验光, 测得无晶状体状态下的等效球镜度数, 将其与术后最终调整过的正视状态下 IOL 度数进行相关性研究, 得到一个计算无晶状体眼 IOL 度数的经验公式: IOL power = aphakic SE \times 2.01。后续的验证证明了 IRB 法比传统方法能够有效提高屈光手术术后患者的预测准确性。IRB 方法在术中能进行实时、精准地提供术中无晶状体状态时 IOL 的球镜和柱镜度数^[22-23], 植入 IOL 后还能提供散光型 IOL 的轴位信息, 不再依赖术前眼球参数的测量, 对于屈光手术后的患者、短眼轴、长眼轴等特殊人群在理论上具有独特的优势。

ORA™ 系统是目前研究最多的术中像差测量仪, 该系统是基于 Talbot-Moire 干涉技术, 能够根据术中测得的无晶状体眼等效球镜度数计算出需要的 IOL 度数, 同时可以根据术前测量的眼轴长度和角膜屈光力估计 ELP。针对某种特定的 IOL 类型, ORA 可以立刻根据术中测得的数据计算得出所需要植入的 IOL 度数。2014 年, Ianchulev 等^[24]再次评价了 ORA 自动术中波前像差测量仪, 发现其较手持视网膜检影法进一步提高了屈光预测准确性。Hill 等^[19]评估了术中波前像差测量对高度近视患者 IOL 度数的预测准确性, 发现 ORA 法与 Holladay 1(眼轴调整法)的准确性相似, 能够同样有效地降低术后出现远视漂移的比例, 优于 SRK/T、未经调整的 Holladay 1、Holladay 2、Barrett Universal II、SRK/T 公式。

然而, 术中屈光生物测量目前仍存在一些问题尚未解决。首先, 术中测得的屈光状态与术后的屈光状态是有差异的。患者方面的因素如眨眼、眼球转动等, 手术仪器设备方面的因素如开睑器对眼球的压迫、黏弹剂的类型等, 均可能通过改变眼内压、眼轴长度、角膜厚度、前房的屈光介质, 从而影响 IRB 的准确性^[25-28]。此外, 无晶状体眼 IOL 公式的准确性也会影响预测的结果。在术中波前像差测量这一方法被推广应用于白内障手术的屈光方案设计之前, 该技术的精确性仍需进一步提高。

4 小结

眼轴优化法、Barrett Universal II 及 Olsen 公式是针对白内障合并高度近视患者目前预测准确性最佳的方法, 且应用简便, 是目前眼科医生在临床使用的最佳选择。Hill-RBF 公式、Ladas Super 公式和 FullMonte 方法虽然预测准确性上暂时未超过前三者, 但其不断优化改进的设计, 可能在将来有不错的表现。术中屈光生物测量已经被证实是在屈光手术的患者上有不俗的表现, 在推广使用至白内障患者屈光预测之前, 需要更多的研究证实其在高度近

视等特殊患者上的预测准确性。上述哪种方法对于中国人的屈光预测准确性更佳? 需要有更多针对亚裔人群的大规模研究, 以指导临床的选择。

参考文献

- Choi YJ, Park EC. Analysis of rating appropriateness and patient outcomes in cataract surgery. *Yonsei Med J* 2009; 50(3): 368-374
- Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology* 2018; 125(2): 169-178
- 方薇, 张健, 刘大川, 等. 长眼轴老年白内障患者人工晶状体预测公式的应用分析. *国际眼科杂志* 2017; 17(7): 1249-1253
- 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
- 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
- Zaldivar R, Shultz MC, Davidorf JM, et al. Intraocular lens power calculations in patients with extreme myopia. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26(5): 668-674
- 马秀艳, 周建. 高度近视眼人工晶状体度数计算公式的准确性比较. *眼科新进展* 2016; 36(9): 863-867
- MacLaren RE, Sagoo MS, Restori M, et al. Biometry accuracy using zero- and negative-powered intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(2): 280-290
- Haigis W, Lege B, Miller N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000; 238(9): 765-773
- Wang L, Cao D, Weikert MP, et al. Calculation of axial length using a single group refractive index versus using different refractive indices for each ocular segment: theoretical study and refractive outcomes. *Ophthalmology* 2019; 126(5): 663-670
- 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
- Popovic M, Schlenker MB, Campos-Moller X, et al. Wang-Koch formula for optimization of intraocular lens power calculation: Evaluation at a Canadian center. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44(1): 17-22
- Wang L, Koch DD. Modified axial length adjustment formulas in long eyes. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44(11): 1396-1397
- Olsen T. Prediction of the effective postoperative (intraocular lens) anterior chamber depth. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32(3): 419-424
- Ladas JG, Siddiqui AA, Devgan U, et al. A 3-D "super surface" combining modern intraocular lens formulas to generate a "super formula" and maximize accuracy. *JAMA Ophthalmol* 2015; 133(12): 1431-1436
- Cooke DL, Cooke TL. Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(8): 1157-1164
- Wang Q, Jiang W, Lin T, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas in long eyes: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Ophthalmol* 2018; 46(7): 738-749
- Roberts TV, Hodge C, Sutton G, et al. Comparison of Hill-RBF, Barrett Universal and current third generation formulas for the calculation of intraocular lens power during cataract surgery. *Clin Exp Ophthalmol* 2018; 46(3): 240-246

19 Hill DC, Sudhakar S, Hill CS, *et al.* Intraoperative aberrometry versus preoperative biometry for intraocular lens power selection in axial myopia. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43(4): 505-510
 20 Kane JX, Van Heerden A, Atik A, *et al.* Accuracy of 3 new methods for intraocular lens power selection. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43(3): 333-339
 21 Ianchulev T, Salz J, Hoffer K, *et al.* Intraoperative optical refractive biometry for intraocular lens power estimation without axial length and keratometry measurements. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(8): 1530-1536
 22 Hemmati HD, Gologorsky D, Pineda R. Intraoperative wavefront aberrometry in cataract surgery. *Semin Ophthalmol* 2012; 27(5-6): 100-106
 23 Wiley WF, Bafna S. Intra-operative aberrometry guided cataract surgery. *Int Ophthalmol Clin* 2011; 51(2): 119-129

24 Ianchulev T, Hoffer KJ, Yoo SH, *et al.* Intraoperative refractive biometry for predicting intraocular lens power calculation after prior myopic refractive surgery. *Ophthalmology* 2014; 121(1): 56-60
 25 Huelle JO, Katz T, Druchkiv V, *et al.* First clinical results on the feasibility, quality and reproducibility of aberrometry - based intraoperative refraction during cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2014; 98(11): 1481-1491
 26 Huelle JO, Druchkiv V, Habib NE, *et al.* Intraoperative aberrometry-based aphakia refraction in patients with cataract: status and options. *Br J Ophthalmol* 2017; 101(2): 97-102
 27 Stringham J, Pettey J, Olson RJ. Evaluation of variables affecting intraoperative aberrometry. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38(3): 470-474
 28 Masket S, Fram NR, Holladay JT. Influence of ophthalmic viscosurgical devices on intraoperative aberrometry. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(7): 990-994

2018 眼科期刊学术影响力指数 (CI) 排名及分区

本刊讯 由中国科学文献计量评价研究中心和清华大学图书馆联合研制、《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社出版的2018《中国学术期刊影响因子年报》于2018年10月25日在北京会议中心隆重发布。《年报》发布了反映学术期刊影响力的综合评价指标——学术期刊影响力指数(Academic Journal Clout Index, 简称CI)。CI是反映一组期刊中各刊影响力大小的综合指标。《年报》分区选择“影响力指数(CI)”这一综合指标为依据,对每个学科期刊按影响力指数(CI)降序排列,依次按期刊数量平均划分为4个区,即Q1、Q2、Q3、Q4。Q1区为本学科CI指数排名前25%的期刊。该指标可以更客观地反映期刊的学术影响力水平在本学科刊群中的相对位置。

2018 眼科期刊学术影响力指数 (CI) 排名及分区

排名	刊名	影响指数(CI)	分区
1	中华眼科杂志	834.134	Q1
2	眼科新进展	690.578	Q1
3	中华眼底病杂志	628.964	Q1
4	国际眼科杂志中文版	569.517	Q1
5	中华实验眼科杂志	523.491	Q2
6	临床眼科杂志	350.761	Q2
7	中国眼耳鼻喉杂志	324.388	Q2
8	中国中医眼科杂志	275.903	Q3
9	中华眼视光学和视觉科学杂志	233.998	Q3
10	中华眼科医学杂志(电子版)	228.396	Q3
11	眼科	196.298	Q3
12	中华眼外伤职业眼病杂志	195.573	Q3
13	中国斜视与小儿眼科杂志	169.619	Q4
14	眼科学报	150.435	Q4
15	国际眼科纵览	110.913	Q4
16	实用防盲技术	41.805	Q4

摘编自2018版《中国学术期刊影响因子年报》