

预留人工晶体度数的选择在白内障手术中的研究进展

余 伟

蚌埠市第二人民医院眼科, 安徽 蚌埠

收稿日期: 2022年2月2日; 录用日期: 2022年2月15日; 发布日期: 2022年3月1日

摘 要

白内障的摘除结合人工晶体植入是目前治愈白内障的唯一手术方法。由于白内障手术朝着屈光手术的发展趋势, 病人不但需要再看的见, 也同时对视力有了更高的要求, 而影响术后视力改善的首要原因便是对人工晶体度数的选择。人工晶体度数的计算主要是通过眼球生物测量的数据结合人工晶体度数计算公式的选择, 而眼球生物测量的准确性是白内障手术后视力提高, 保证视觉质量的关键因素。白内障手术的眼球生物测量主要包括眼轴长度、角膜曲率、前房深度等。本文就这几个方面的测量方法、进展及优缺点进行综述。

关键词

白内障, 人工晶体度数, 眼轴长度, 角膜曲率, 前房深度

Research Progress in the Selection of Reserved IOL in Cataract Surgery

Wei Yu

Department of Ophthalmology, Bengbu Second People's Hospital, Bengbu Anhui

Received: Feb. 2nd, 2022; accepted: Feb. 15th, 2022; published: Mar. 1st, 2022

Abstract

At present, cataract extraction combined with IOL implantation is the only surgical method to cure cataract. Due to the development trend of cataract surgery toward refractive surgery, patients not only need to see again, but also have a higher demand for vision, and the primary reason affecting

postoperative vision improvement is the choice of IOL degree. Intraocular lens power calculation is mainly through the measured data of eyeball creature in combination with the choice of intraocular lens power calculation formula, and biological vision after cataract surgery is to improve the accuracy of measurement, a key factor to ensure the quality of vision. Cataract surgery of eye biological measurement mainly includes the ocular axial length corneal curvature anterior chamber depth, etc. In this paper, the measuring method of these a few respects, the progress and advantages and disadvantages are reviewed.

Keywords

Cataract, Intraocular Lens Power, Axial Length, Keratometry, Anterior Chamber Depth

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

白内障摘除联合人工晶体植入术是治愈白内障的唯一手术方式[1]，随着科学技术的提高，白内障超声乳化手术器械的改进，手术切口越来越小，术后引起角膜大散光的并发症明显降低，术后人工晶体度数的选择成为了影响白内障术后视力康复的关键因素。近年来，随着屈光性白内障手术的迅速发展、高端人工晶体的广泛使用，更加要求人工晶体度数选择的准确性。目前人工晶体度数主要根据术前眼轴长度、前房深度、角膜曲率进行计算。白内障术后实际屈光度与预期屈光度的误差，百分之五十四来自于眼轴的测量误差[2]。0.1 mm 的眼轴长度的误差就可以导致 0.25~0.35 D 的屈光变化[3]。同时角膜曲率、前房深度的测量对人工晶体度数的计算起到关键作用[4] [5]。

2. 眼轴长度的测量

2.1. 非接触式光学测量

目前非接触式测量眼轴长度主要有两种：IOL-Master 和 Lenstar [6]。IOL-Master 是通过 PCI 技术测量眼轴长度。最初于 1986 年由 Roth 和 Fercher [7]使用二极管发出波长为 780 nm 的红外激光通过棱镜分光器分为两束平行光束穿过眼球，在视网膜色素上皮和角膜上皮发生反射，分别测出视网膜色素上皮和角膜上皮光干涉的位置，再测出两点位置的距离，即为眼轴长度。Haigis [8]等人 1999 年通过改进这种方法设计出了 IOL-Master，追加了前房深度和角膜曲率的测量，然后在测出不同的眼轴长度的基础上根据使用五种计算公式(SRK II、SRK/T、Holladay I、HofferQ 和 Haigis)计算出预留人工晶体度数。测量出的眼轴长度具有高度准确性和高分辨率。

Lenstar 是通过低相干反射的原理[9]，将 820nm 的光源偶合成参考光和信号光，信号光穿过眼球，经过 Lenstar 内置的相关装置对干涉的信号进行分析，能够分别测量出不同的屈光介质，一次性测出眼轴长度、前房深度、角膜厚度的 9 项眼球生物学数值[10]。另外 Lenstar 能够自动排除眨眼的干扰因素，使测量结果更加准确。

非接触式光学测量具有明显的测量准确、高分辨率，测量方法简单易学等优势[11] [12]。但是也有一定的局限性，其依赖于光线在眼球内的传导，这对眼球屈光介质有一定的要求，当眼球的屈光介质如角膜、晶状体等出现较严重的混浊时，就会出现测量误差，甚至无法测量[13]。

2.2. 超声测量

超声测量眼轴长度可以使用 A 超也可以使用 B 超。超声的原理就是声波在传导过程中遇到不同密度的组织,会在各个组织界面发生反射,利用反射成像[14]。A 超测量眼轴是利用超声波由角膜顶点穿过眼球角膜,晶状体前囊、晶状体后囊和视网膜,根据超声波在各个眼球组织的传播速度换算前房深度、晶状体厚度、玻璃体腔深度,三者之和即为眼轴长度[15]。B 超测量眼轴临床目前用的较多为间接浸润式又名水浴法。利用超声图显示眼角膜前表面至视网膜面各个组织的界面图片,可用 A 超采样线辅助,找到穿过角膜、晶体前囊与晶体后囊中心点至黄斑区,取得距视盘边缘 3 mm 的冻结图片[16],然后利用电子测量尺测量黄斑区至角膜顶点的距离,测三次,取它们的平均数值,所得结果就是眼轴长度。

超声测量眼轴长度因其利用组织密度不同返回的声波不同,所以我们在测量角膜混浊、晶状体混浊、玻璃体混浊等屈光介质混浊的患者,准确性较高。但是超声测量是接触式测量眼轴,患者会出现眼部的不适感,甚至无法配合,并且也增加术后感染的风险[17]。另外超声测量需要操作者操作熟练,对操作者要求较高[18],人为因素较大,误差可能会偏大。较非接触式光学测量费时费力。

3. 前房深度的测量

前房深度的测量对白内障术前人工晶体的选择、术后视觉效果的评价具有十分重要的意义[19]。1 mm 的前房深度测量的误差就可能导导致白内障手术后 1.5 D 的屈光改变[20]。目前测量前房深度的方法有 A 超、前节 OCT、IOL-Master、Lenstar 和 Pentacam。吴敏等[21]人通过对 26 只眼的白内障患者前房深度的测量发现 A 超测量前房中央深度与前节 OCT 测量前房中央深度的数值有一定的差异,A 超测量数值的重复性、波动度不如前节 OCT。薛林平等[22]人的研究显示 Lenstar 测量前房深度为 (3.047 ± 0.384) mm, A 超为 (2.853 ± 0.397) mm,差异有统计学意义,在临床中应注意仪器之间的差异。金海鹰等[23]人测量 250 只正常眼的前房深度发现,IOL-Master 和 Pentacam 对前房中央深度的测量数值有很高的相似性,说明两种测量工具对前房中央深度的测量准确性都很好,临床中都可以使用它们测量前房中央深度等屈光数值。Shen [24]对 776 只眼前房深度测量的研究表明,Lenstar 的测量结果较前节 OCT 小 0.12 mm,但是两者相关性明显($r = 0.997, P < 0.001$)。

A 超在测量眼球前房中央深度的准确程度较差,还与操作者的熟悉度有关[25]。前节 OCT 较 A 超准确度高,而且重复性明显好于 A 超。IOL-Master、Lenstar 和 Pentacam 在测量前房中央深度时都有很好的准确度,但 Lenstar 是通过晶体前表面与角膜前后表面的反射信号波峰来准确测量前房中央深度的,一次测量可以达到十六次扫描,且自身能够排除眨眼等干扰因素,综合下来 Lenstar 在测量前房中央深度的准确度、重复性较好。

4. 角膜曲率的测量

在眼球的整个屈光介质中百分之七十的屈光力是由角膜决定的,所以角膜曲率的测量对白内障术后视觉效果影响较大。角膜曲率如果出现 1.0 D 大小的错误测量就可能引起选择的人工晶体度数发生 0.8~1.3 D 大小的偏移[26]。目前测量角膜曲率的方法有很多:角膜地形图、角膜曲率计、Placido、Lenstar、IOL-Master、Orbscan 等。

角膜曲率计的原理是利用光反射,在角膜前表面中央区半径 3 mm 的范围内取两条垂直的反射线,计算其曲率半径,再计算整个角膜曲率。而角膜地形图测量角膜曲率与角膜曲率计最大的不同是测量范围,角膜地形图测量的是整个角膜[27]。Placido 是通过投射在角膜表面从中心到边缘均匀分布的 16 到 34 个同心圆计算出角膜曲率。IOL-Master 测量角膜曲率是通过光在角膜中央半径 2.3 mm 的范围内的 6 个反光点,3 个方向的测量,计算出角膜曲率的大小[28]。Lenstar 的原理是使用照相机拍摄映射在角膜前表面

的 32 个反光点、2 个同心圆, 然后通过记录环形表面的曲率半径, 再计算出角膜曲率。Lenstar 由于记录了 2 个同心圆, 所以可以减少角膜带来的偏差, 同时对眼球无法固视的患者有一定的优势[29]。沈沛阳等[30]人对 206 只眼分别通过 Lenstar 和 IOL-Master 测量角膜曲率发现两者的测量准确度保持一致性, 但 Lenstar 能够提供角膜中央厚度和晶状体厚度, 在白内障手术眼球生物学检查方面有更大的前景。

5. 结论

随着眼球生物学测量的方法及技术的不断进步, 为白内障术前检查提供了可靠的保障, 为白内障屈光性手术时代的推进提供了很大的助力, 也为临床工作者带来了问题, 在那么多的检查方法中, 为患者找到适合患者的检查方法。相对于比较新的技术如 Lenstar 等, 还需要临床工作中去验证其准确性及有效性。

参考文献

- [1] Matta, S., Park, J., Khanna, R.C., *et al.* (2016) Cataract Surgery Visual Outcomes and Associated Risk Factors in Secondary Level Eye Care Centers of LV Prasad Eye Institute, India. *PLoS ONE*, **11**, e0144853. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144853>
- [2] Olsen, T. (1992) Sources of Error in Intraocular Lens Power Calculation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **18**, 125-129. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(13\)80917-0](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(13)80917-0)
- [3] Mehdizadeh, M. (2008) Effect of Axial Length and Keratometry Measurement Error on Intraocular Lens Implant Power Prediction Formulas in Pediatric Patient. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, **12**, 425-426. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2008.05.007>
- [4] 郭海科, 金海鹰, 张洪洋. 角膜屈光手术后人工晶状体屈光力的计算[J]. 眼科研究, 2009, 27(1): 144-148.
- [5] Jin, H., Holzer, M.P., Rabsilber, T., Borkenstein, A.F., Limberger, I.L., Guo, H., *et al.* (2010) Intraocular Lens Power Calculation after Laser Refractive Surgery: Corrective Algorithm for Corneal Power Estimation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **36**, 87-96.
- [6] Yu, S.S., Song, H., Tang, X., *et al.* (2017) Repeatability of Ophtha Top Topography and Comparison with IOL-Master and LenstarLS900 in Cataract Patients. *International Journal of Ophthalmology*, **10**, 1703-1709.
- [7] Fercher, A.F. and Roth, E. (1986) Ophthalmic Laser Interferometer. *Proceedings of SPIE*, **658**, 48-51. <https://doi.org/10.1117/12.938523>
- [8] 杨青华, 黄一飞. 眼轴长度测量的研究进展[J]. 解放军医学院学报, 2014, 35(5): 505-508.
- [9] Buckhurst, P.J., Wolffsohn, J.S., Shah, S., *et al.* (2009) A New Optical Low Coherence Reflectometry Device for Ocular Biometry in Cataract Patients. *British Journal of Ophthalmology*, **93**, 949-953. <https://doi.org/10.1136/bjo.2008.156554>
- [10] 徐海燕, 金玉梅, 李辉, 胡伯越, 姜茹欣. IOL-Master 与 A 型超声测量前房深度和眼轴长度比较及其相关性[J]. 协和医学杂志, 2012, 3(2): 200-203.
- [11] 杨磊, 王柏川, 郭海科. IOLMaster 500 和 Lenstar LS900 在白内障术前眼轴测量中的应用[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2012, 41(3): 367-369.
- [12] 李建昌, 黄振平. 人工晶状体度数测量的研究现状[J]. 医学研究生学报, 2009, 22(11): 1211-1216.
- [13] Mezer, E., Rootman, D.S. and Abdoell, M. (2004) Early Postoperative Refractive Outcomes of Pediatric Intraocular Lens Implantation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **30**, 603-610. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2003.07.002>
- [14] 宋文晓, 卢广文. 眼球生物测量的应用进展[J]. 临床医学工程, 2011, 18(4): 629-631.
- [15] 杨文利, 王宁利. 眼超声诊断学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2006: 265-298.
- [16] Tsang, C.S., Chong, G.S., Yiu, E.P., *et al.* (2003) Intraocular Lens Power Calculation Formulas in Chinese Eyes with High Axial Myopia. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **29**, 1358-1364. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(02\)01976-4](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(02)01976-4)
- [17] Sheng, H., Bottjer, C.A. and Bullimore, M.A. (2004) Ocular Component Measurement Using the Zeiss IOL Master. *Optometry and Vision Science*, **81**, 27-34. <https://doi.org/10.1097/00006324-200401000-00007>
- [18] 刘国军, 沈宝莲, 王海存, 等. 硅油填充眼眼轴的超声测量[J]. 中华超声影像学杂志, 2005, 14(7): 559-560.
- [19] 黄锦海, 陈世豪, 温岱宗, 等. Biograph/Lenstar 与 IOL Master 测量眼轴、角膜曲率及前房深度的比较[J]. 中华眼

视光学与视觉科学杂志, 2011, 13(2): 126-130.

- [20] Shammas, H.J. (2004) Intraocular IOL Power Calculations. SLACK Incorporated, Thorofare, 19.
- [21] 吴敏, 叶剑, 孙强, 翟军印, 曹书, 喻箭. 前节 OCT 与 A 超测量前房深度的比较[J]. 国际眼科杂志, 2007, 7(5): 1341-1342.
- [22] 薛林平, 刘洪, 沈政伟, 尹禾, 姜黎, 马晓玉. Lenstar 与 A 超测量前房深度及晶状体厚度的比较[J]. 临床眼科杂志, 2012, 20(5): 418-420.
- [23] 金海鹰, 郭海科, Gerd. U. Auffarth, 张洪洋. Pentacam 与 IOLMaster 对角膜曲率与前房深度测量结果的比较[J]. 眼科新进展, 2010, 30(4): 349-351.
- [24] Shen, P., Ding, X., Congdon, N.G., *et al.* (2012) Comparison of Anterior Ocular Biometry between Optical Low-Coherence Reflectometry and Anterior Segment Optical Coherence Tomography in an Adult Chinese Population. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **38**, 966-970. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.12.031>
- [25] 柏全豪, 刘珣, 李雪, 阎启昌, 张劲松. IOL-Master 生物测量精确性和可重复性研究[J]. 中国实用眼科杂志, 2009, 27(8): 848-852.
- [26] Eibschitz-Tsimhoni, M., Tsimhoni, O., Archer, S.M., *et al.* (2008) Effect of Axial Length and Keratometry Measurement Error on Intraocular Lens Implant Power Prediction Formulas in Pediatric Patients. *Journal of AAPOS*, **12**, 173-176. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2007.10.012>
- [27] 郭琳, 马波. IOL Master、角膜地形图及 Pentacam 测量年龄相关性白内障患者角膜散光的比较[J]. 眼科新进展, 2014, 34(9): 868-871.
- [28] Kolega, M.Š., Kovačević, S., Čanović, S., Pavičić, A.D. and Bašić, J.K. (2015) Comparison of IOL-Master and Ultrasound Biometry in Preoperative Intra Ocular Lens (IOL) Power Calculation. *Collegium Antropologicum*, **39**, 233-235.
- [29] Passi, S.F., Thompson, A.C. and Gupta, P.K. (2018) Comparison of Agreement and Efficiency of a Swept Source-Optical Coherence Tomography Device and an Optical Low-Coherence Reflectometry Device for Biometry Measurements during Cataract Evaluation. *Clinical Ophthalmology*, **12**, 2245-2251. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S182898>
- [30] 沈沛阳, 丁小虎, 何明光, 钟兴武, 陈海波, 邢健强. 光学相干生物测量仪 Lenstar LS 900 与 IOLMaster 对眼球生物学参数测量的一致性评价[J]. 眼科新进展, 2014, 34(6): 560-563.