

白内障术后生物学参数变化及 IOL 计算公式的准确性研究

陈志刚, 刘高勤

引用: 陈志刚, 刘高勤. 白内障术后生物学参数变化及 IOL 计算公式的准确性研究. 国际眼科杂志 2022; 22(7): 1195-1198

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (No. 81970830)

作者单位: (215006) 中国江苏省苏州市, 苏州大学附属第一医院眼科

作者简介: 陈志刚, 毕业于苏州大学, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 晶状体。

通讯作者: 刘高勤, 毕业于苏州大学, 博士研究生, 副研究员, 研究方向: 眼部致盲性疾病基础研究. liugaoqin2006@sina.com

收稿日期: 2021-11-02 修回日期: 2022-06-06

摘要

目的: 运用新型光学生物测量仪 IOL Master 700 测量白内障超声乳化手术前后眼部生物学参数的变化, 并探讨人工晶状体 (IOL) 屈光度数计算公式的选择。

方法: 前瞻性研究。收集 2021-01/06 在苏州大学附属第一医院就诊的白内障患者 52 例 57 眼。术前和术后 3mo 使用 IOL Master 700 完成眼轴长度 (AL)、前房深度 (ACD)、角膜曲率 (Km) 的测量并分析。对不同 IOL 公式计算时预留的目标屈光值与术后 3mo 全自动验光仪实际屈光值结果进行比较并分析。

结果: 手术前后测量的 AL 平均值分别为 24.20 ± 1.86 、 24.09 ± 1.86 mm, 术后 AL 缩短了 0.11mm; ACD 值分别为 3.08 ± 0.44 、 4.55 ± 0.36 mm ($P < 0.001$), 术后 ACD 加深 1.49mm; Km 值分别为 44.14 ± 1.86 、 44.14 ± 1.82 D ($P > 0.05$)。术前选用 Barrett Universal II 公式所测结果的屈光误差最小, 其次是 Holladay II 及 SRK/T 公式, Holladay I 公式所测结果的误差最大 ($P < 0.05$)。

结论: 白内障术后 AL 缩短以及 ACD 加深, 度数测算时可考虑增加 0.1mm 的校正因子。IOL 屈光度数计算公式中 Barrett Universal II 公式预测性最佳, 其次是 Holladay II 及 SRK/T 公式。

关键词: 生物学参数; 人工晶状体 (IOL) 计算公式; 屈光误差; 白内障

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.7.26

Changes of biological parameters and the accuracy of IOL power calculation formulas after phacoemulsification

Zhi-Gang Chen, Gao-Qin Liu

Foundation item: Natural Science Foundation of China (No. 81970830)

Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Gao-Qin Liu. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, Jiangsu Province, China. liugaoqin2006@sina.com

Received: 2021-11-02 Accepted: 2022-06-06

Abstract

• **AIM:** To measure the changes of ocular biological parameters before and after phacoemulsification, and compared the choice of intraocular lens (IOL) power calculation formulas based on the new optical biometric instrument IOL Master 700.

• **METHODS:** A prospective study. Clinical data were collected from 52 patients (57 eyes) with cataract at the First Affiliated Hospital of Soochow University from January to June 2021. The axial length (AL), anterior chamber depth (ACD) and corneal curvature (Km) were measured and analyzed before and 3mo after phacoemulsification by IOL Master 700. The target refractive value reserved in the calculation of different IOL formulas and the actual refractive value of the automatic refractor 3mo after phacoemulsification were compared and statistically analyzed.

• **RESULTS:** The average values of AL measured before and after phacoemulsification were 24.20 ± 1.86 , 24.09 ± 1.86 mm, the postoperative AL shortened by 0.11mm, and the ACD values were 3.08 ± 0.44 , 4.55 ± 0.36 mm ($P < 0.001$), ACD deepened by 1.49mm after phacoemulsification. The Km values were 44.14 ± 1.86 , 44.14 ± 1.82 D ($P > 0.05$). The refractive error of the results measured by the Barrett Universal II formula was the smallest before operation, followed by Holladay II and the SRK/T formula, the Holladay I formula had the largest error and the difference was statistically significant ($P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** The AL was shortened and the ACD was deepened after phacoemulsification. A correction factor of 0.1mm is suggested to add when calculating the degree. The Barrett Universal II formula has the best predictability in the IOL power calculation formulas, follow by Holladay II and SRK/T formula.

• **KEYWORDS:** biological parameters; intraocular lens (IOL) power calculation formulas; refractive error; cataract

Citation: Chen ZG, Liu GQ. Changes of biological parameters and the accuracy of IOL power calculation formulas after phacoemulsification. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(7): 1195-1198

0 引言

白内障手术作为眼部最常进行的手术,已经由复明时代进入到屈光时代,更多的患者开始选择多焦点人工晶状体(IOL),这就需要精准的术前眼部生物测量以及精确的IOL度数测算,以使患者取得满意的视觉质量和生活质量。在眼部生物测量中,眼轴长度(AL)、前房深度(ACD)、晶状体厚度(LT)、角膜直径(WTW)和角膜曲率(Km)是IOL度数计算中涉及的重要参数^[1]。尽管IOL计算公式将更多的生物学参数纳入计算,但是AL仍是决定白内障患者术后视觉质量的最重要生物学数据。之前国内有研究发现白内障术后患者AL有所缩短^[2-3]。目前,运用IOL Master 700测量白内障手术前后眼部生物学参数的研究甚少。因此,本研究采用前瞻性研究方法,运用IOL Master 700测量白内障手术前后眼部生物学参数的变化,并探讨这些变化的原因及IOL屈光度计算公式的合适选择,以期对屈光白内障手术提供理论帮助。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究收集于2021-01/06在苏州大学附属第一医院确诊并行超声乳化手术治疗的白内障患者。研究方案按照《赫尔辛基宣言》的原则进行,已通过本院伦理委员会审批,术前均签署知情同意书。纳入标准:经散瞳后裂隙灯检查见晶状体混浊,核分级在Ⅱ~Ⅳ级,眼部生物学参数数据可靠的患者。排除标准包括任何眼内手术史、角膜手术史、眼外伤史、角膜混浊、隐形眼镜使用史、严重干眼、无法配合、没有完整数据、数值不可靠、既往眼底病变、后巩膜葡萄肿以及晶状体脱位震颤的患者。排除标准:术中及术后出现并发症,如后囊膜破裂、IOL无法植入、重度角膜水肿、黄斑水肿、视网膜出血、视网膜脱离、术后IOL位置异常、IOL未植入囊袋内、术后严重炎症反应以及失访等。

1.2 方法

1.2.1 仪器与方法 使用IOL Master 700光学生物测量仪完成对眼部生物学参数的测量。所有的测量扫描均显示经过黄斑中心凹。患者术后3mo复查眼部情况时,选择IOL眼模式,再次测量眼部生物学数据。测量由同一位医师在相同的环境下进行并且要求所有测量数据稳定且SNR>2.0。IOL度数测量公式选择IOL Master 700测量仪自带的SRK/T、Holladay I、Barrett Universal II和Holladay II公式。根据既往工作经验,无特殊情况下,IOL度数选定以接近正视为标准,有视近需求的患者则预留-3.00D左右。术中实际植入的IOL度数主要结合IOL Master 700各公式计算结果、患者年龄、工作生活用眼习惯、屈光状态以及患者意愿进行选择。

1.2.2 手术方式 充分散瞳及表面麻醉后,在2:00方向角膜缘做辅助切口,10:30方向做2.2mm角膜缘切口,注入黏弹剂,连续环形撕囊,水分离,Alcon超声乳化仪吸除晶状体核及皮质后,囊袋内植入ZCB00 IOL,吸除黏弹剂并水密封口。手术均由同一医师完成。

1.2.3 术后随访 观察患者术前及术后3mo眼部生物学参

数的变化,并按照术中IOL植入的度数,记录IOL Master 700各公式术后预留的目标屈光度数。术后3mo计算4种公式实际屈光数值(SE)与术前目标屈光度数间的差异。同时计算各公式的算术屈光误差(NE)、平均算术屈光误差(MNE)、平均绝对屈光误差(MAE)、绝对屈光误差中值(MedAE)、绝对屈光误差最大值(MaxAE),以及术后NE在 ± 0.25 、 ± 0.5 、 ± 1.0 、 $\pm 2.0D$ 范围内手术眼所占的百分比值。

统计学分析:应用统计学软件SPSS 21.0对手术前后眼部生物学参数变化进行分析。采用K-S检验进行数据的正态性检验,AL、ACD、散光值及Km的变化比较采用配对t检验,各IOL屈光度数计算公式之间绝对屈光误差的比较采用方差分析,进一步两两比较采用LSD-t检验。不同公式预测误差范围分布情况采用卡方检验或Fisher精确检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般结果 本研究最终共收集到52例57眼,其中男19例21眼,女33例36眼,左眼29眼,右眼28眼。年龄44~92(平均 67.8 ± 10.8)岁。手术顺利,术后随访均未出现并发症。

2.2 手术前后眼部生物学参数变化 白内障手术前后IOL Master 700测量眼部生物学参数变化见表1。术前AL 21.3~29.09mm,术后21.16~28.98mm,差异有统计学意义($P < 0.05$),术后AL较术前均有缩短,缩短0.04~0.35mm。术前ACD 2.18~4.07mm,术后3.82~5.29mm,差异有统计学意义($P < 0.05$),增加范围0.67~2.48mm。术前的Km为41.05~49.70D,散光0.15~3.39D,术后3mo Km 41.05~49.72D,散光为0.19~3.35D,两者之间的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 手术后实际屈光值与各计算公式目标屈光值的差异

白内障超声乳化术后实际屈光值与术前4种公式预估屈光度的比较见表2。其中Barrett Universal II公式计算的MAE误差最小,范围为0.01~1.3D。4个公式中Barrett Universal II公式的MedAE值最小,Holladay II公式的MedAE值次之;Holladay II公式的MaxAE值最小;SRK/T公式的MaxAE值最大。根据各公式MAE值由小到大排序,依次为Barrett Universal II(0.39D),Holladay II(0.47D),SRK/T(0.48D),以及Holladay I(0.50D)。与其他公式相比,Barrett Universal II公式计算的MAE最小,差异均有统计学意义($P < 0.05$),其余三种公式之间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.4 白内障术后各IOL计算公式屈光误差分布 术后NE在 ± 0.25 、 ± 0.5 、 ± 1.0 、 $\pm 2.0D$ 范围内手术眼所占百分比由表3可知,Barrett Universal II公式计算得术后屈光误差在 $\pm 0.5D$ 范围内患眼所占百分比为4种公式中最高,Holladay I公式为最低,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。当运用Barrett Universal II、SRK/T或Holladay II公式预测IOL屈光度时,超过90%的患眼术后NE在 $\pm 1.0D$ 范围内。

3 讨论

随着外科显微设备和IOL技术的发展,特别是高精敏的眼部生物测量仪的出现,使得白内障从复明时代进入到屈光时代,这些进步增加了患者的期望,同时也给白内障手术医生造成了压力,如何有效减小术后屈光误差以及

表 1 手术前后眼部参数变化

	$\bar{x} \pm s$			
时间	AL(mm)	ACD(mm)	Km(D)	散光(D)
术前	24.20±1.86	3.08±0.44	44.14±1.86	0.83±0.59
术后	24.09±1.86	4.55±0.36	44.14±1.82	0.91±0.63
差值	0.11±0.05	1.49±0.39	0.24±0.21	0.30±0.33
<i>t</i>	15.534	-5.760	-1.452	-0.116
<i>P</i>	<0.001	<0.001	0.152	0.908

表 2 手术后实际屈光值与各计算公式目标屈光值的差异 D

公式	MNE	MAE	MedAE	MaxAE
	($\bar{x} \pm s$)	($\bar{x} \pm s$)		
Barrett Universal II	-0.20±0.45	0.39±0.31	0.28	1.3
SRK/T	-0.32±0.48	0.48±0.33	0.49	1.37
Holladay I	-0.24±0.57	0.50±0.35	0.51	1.31
Holladay II	-0.29±0.48	0.47±0.31	0.45	1.12

表 3 术后各 IOL 计算公式预测误差范围分布 眼(%)

公式	±0.25D	±0.5D	±1.0D	±2.0D
Barrett Universal II	22(38.6)	43(75.4)	54(94.7)	57(100)
SRK/T	19(33.3)	29(50.8)	53(92.9)	57(100)
Holladay I	17(29.8)	28(49.1)	51(89.5)	57(100)
Holladay II	18(31.5)	32(56.1)	54(94.7)	57(100)
χ^2	1.105	10.220	-	-
<i>P</i>	0.816	0.017	0.769	-

提高患者术后视觉质量,是每位白内障手术医师思考的重要问题。对于屈光白内障手术,解决屈光误差主要有两种方法:(1)针对手术人群进行 AL 修正,然后进行各公式的准确性比较^[4]。(2)根据实际的术后屈光结果比较各个公式之间的预测准确性^[5]。本研究选用第二种方法,通过收集临床资料,比较各种 IOL 计算公式预估目标屈光值与术后实际屈光值差值的规律,以寻求减少屈光误差。

白内障术后屈光误差大小与患者本身因素有一定的相关性。有研究结果表明,AL 可导致术后 42% 的屈光误差,且是白内障术后屈光误差的重要影响因素^[6]。之前的研究表明 AL 改变 0.1mm,可产生约 0.28D 的屈光不正^[7]。本研究中,通过运用 IOL Master 700 测量手术前后 AL 的变化,发现较术前相比,术后眼轴缩短了 0.11mm。究其原因,之前的研究发现这种变化与 IOL 折射率无关,而与校正因子有关^[8]。此外,白内障超声乳化术后脉络膜的厚度明显增加,这可能与炎症反应、术中机械牵拉以及光损伤有关^[9-11],由于本次收集的病例已排除了黄斑水肿以及严重炎症反应等,因此我们猜想 AL 的缩短可能也与白内障术后光线进入眼内增多有关。之前因为白内障遮挡光线,使得光线进入眼内减少,使得大脑产生视觉抑制,而白内障摘除后,光线重新进入眼内,视觉抑制被解除,光线刺激视网膜及脉络膜组织,促进血流灌注,造成脉络膜的增厚,视网膜色素上皮层前移,进而导致 IOL Master 测量的眼轴缩短,这种猜想仍需进一步研究。ACD 所致的屈光误差约占白内障术后屈光误差的 20%~40%,ACD 变化 0.25mm,可导致 0.10~0.55D 的屈光误差^[12]。Ning 等^[13]的研究发现术前 ACD 浅者术后会出现一定程度的屈光漂移,并且 ACD 变化小的患者易导致远视漂移,ACD 变化大

的患者易导致近视的漂移。而孙娟等^[14]的研究结果显示,年龄相关性白内障合并浅前房的患者超声乳化手术后存在远视漂移现象,并且术前 ACD 越浅,远视漂移程度越高。本研究也发现术后患者的前房深度均有增加,范围 0.67~2.48mm,并且术前前房浅的患者,术后存在一定程度的远视漂移,考虑主要是膨胀的晶状体被摘除的原因,也可能与术中机械损伤,导致悬韧带松弛,IOL 位置后移有关,具体原因仍需进一步研究。Km 是影响 IOL 度数测算的另一个因素。有研究证实,角膜屈光力变化 1.00D,IOL 屈光度变化 1.30~1.60D^[15]。本研究中选用 IOL Master 700 测量角膜曲率,发现手术前后 Km 变化较小,无统计学差异,与之前的研究发现相一致^[2]。这可能与目前手术切口小(2.2mm)有关。

此外,IOL 度数计算公式的选择也是影响术后屈光误差的因素。之前的研究发现,所有眼轴范围内,SRK/T 和 Barrett Universal II 公式准确性最高;在短眼轴范围内,Holladay II 和 Barrett Universal II 公式准确性偏高;Barrett Universal II 公式在长眼轴范围内预测准确性最高;当 Km≤42.00D 或≥46.00D 时,Haigis 公式屈光预测准确性略高;Barrett Universal II 公式在不同前房深度分组中屈光预测准确性均最佳^[16]。本研究基于 IOL Master 700 测得的参数并比较 Holladay I、Holladay II、SRK/T 和 Barrett Universal II 公式计算 IOL 屈光度数的准确性,结果显示在所有眼轴范围内,Barrett Universal II 数值最准确,其次是 SRK/T 和 Holladay II 公式,与既往研究基本一致^[16-17]。同时,Holladay I 公式的 MAE 值最大,Barrett Universal II 公式的 MAE 值最小,与其他 3 种公式计算的 MAE 值差异均有统计学意义。术后 NE 范围也是衡量患者术后满意度的指标,建议术后 NE 在±0.5D 以内百分比至少占 55%^[15]。本研究中 Barrett Universal II 在±0.50D 以下范围内准确率为 75.4%。SRK/T、Holladay II 和 Holladay I 公式在±0.50D 以下范围内准确率为分别为 50.8%、56.1%和 49.1%,Barrett Universal II 以及 Holladay II 公式均达到了 55%的标准,此外,Barrett Universal II 公式术后 NE 在±0.25D 范围内百分比为 4 种公式中最高,这也更进一步表明 Barrett Universal II 公式预测术后屈光状态的准确性更高。

本研究也存在一些局限性:(1)纳入的样本量较少;(2)只选用了 4 种常用 IOL 计算公式;(3)未对 AL、Km 及 ACD 进行分组。我们将继续收集病例,研究不同生物学参数采用不同计算公式对屈光误差的影响。

综上所述,本研究基于 IOL Master 700 测量 AL 及 ACD 变化,发现术后较术前眼轴缩短,其产生的原因可能是术后眼内光学系统改变、脉络膜增厚以及校正因子的影响,需根据患者生活需求对眼轴测量值进行适当矫正。在不同 AL、不同 ACD、不同角膜屈光力范围内,Barrett Universal II 屈光预测性最佳,Holladay II 与 SRK/T 公式次之。

参考文献

- Darcy K, Gunn D, Tavassoli S, et al. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10930 eyes from the UK National Health Service. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46(1):2-7
- 施炜,周欣.白内障超声乳化 IOL 植入术后眼轴、角膜曲率及眼压

相关性的临床研究. 临床眼科杂志 2013;21(5):398-400
 3 赵海亮, 张健. 超长眼轴白内障手术前后眼生物测量参数变化及相互关系. 国际眼科杂志 2019;19(1):78-82
 4 Zhang JQ, Tan XH, Wang W, et al. Effect of axial length adjustment methods on intraocular lens power calculation in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2020;214:110-118
 5 Shrivastava AK, Behera P, Kumar B, et al. Precision of intraocular lens power prediction in eyes shorter than 22 mm; an analysis of 6 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(11):1317-1320
 6 Omoto MK, Torii H, Hayashi K, et al. Ratio of axial length to corneal radius in Japanese patients and accuracy of intraocular lens power calculation based on biometric data. *Am J Ophthalmol* 2020; 218: 320-329
 7 Kansal V, Schlenker M, Ahmed IIK. Interocular axial length and corneal power differences as predictors of postoperative refractive outcomes after cataract surgery. *Ophthalmology* 2018;125(7):972-981
 8 Zhang JQ, Liu ZZ, Qiu XZ, et al. Axial length change in pseudophakic eyes measured by IOL Master 700. *Transl Vis Sci Technol* 2021; 10(6):29
 9 Gulkilik G, Kocabora S, Taskapili M, et al. Cystoid macular edema after phacoemulsification; risk factors and effect on visual acuity. *Can J Ophthalmol* 2006;41(6):699-703

10 Asena BS, Karahan E, Kaskaloglu M. Retinal and choroidal thickness after femtosecond laser-assisted and standard phacoemulsification. *Clin Ophthalmol* 2017;11:1541-1547
 11 胡圣佳, 王惠云, 陆勤康, 等. 白内障超声乳化吸除联合 IOL 植入术后脉络膜厚度变化的研究进展. 中华眼科医学杂志(电子版) 2018;8(2):87-91
 12 Muniz Castro H, Tai AX, Sampson SJ, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation using anterior chamber depth from two devices with barrett universal II formula. *J Ophthalmol* 2019;2019:8172615
 13 Ning XN, Yang YH, Yan H, et al. Anterior chamber depth - a predictor of refractive outcomes after age-related cataract surgery. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):134
 14 孙娟, 冯振华, 许辉. 年龄相关性白内障合并浅前房患者超声乳化术后的屈光状态分析. 国际眼科杂志 2020;20(10):1775-1779
 15 Akalın İ, Tüfek M, Türkyılmaz M, et al. Comparison of preoperative and postoperative measurements of optical low-coherence reflectometry biometry and assessment of its refractive predictability. *Int Ophthalmol* 2019;39(6):1337-1343
 16 邓小慧, 常平骏, 黄锦海, 等. 基于新型光学生物测量仪的 IOL 屈光度数计算公式准确性比较. 中华眼科杂志 2021;57(7):502-511
 17 谭倩, 王勇. 六种 IOL 计算公式预测三焦点 IOL 屈光度准确性的比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2020;22(2):136-142

2021 中国科技核心期刊眼科学类期刊主要指标及排名

期刊名称	核心总被引频次		核心影响因子		综合评价总分	
	数值	排名	数值	排名	数值	排名
中华眼科杂志	2334	1	1.442	1	66.8	1
眼科新进展	1324	3	0.809	4	53.8	2
国际眼科杂志	2294	2	0.753	6	52.4	3
中华眼科医学杂志电子版	191	10	0.737	7	50.8	4
中华实验眼科杂志	1162	4	0.914	2	46.0	5
中华眼底病杂志	860	5	0.814	3	30.1	6
临床眼科杂志	464	7	0.413	9	28.2	7
眼科	387	8	0.326	10	24.1	8
中华眼视光学与视觉科学杂志	726	6	0.786	5	22.8	9
中国斜视与小兒眼科杂志	279	9	0.472	8	16.1	10

摘编自 2021 版《中国科技期刊引证报告》核心版