



伴发青光眼对人工晶体度数计算准确性的影响

**THE INFLUENCE OF CONCOMITANT GLAUCOMA ON IOL POWER CALCULATION ACCURACY**

© D.F. Belov<sup>1</sup>, V.P. Nikolaenko<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Saint Petersburg State Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

*For citation:* Belov DF, Nikolaenko VP. The influence of concomitant glaucoma on IOL power calculation accuracy. *Ophthalmology Journal*. 2020;13(1):5-9. <https://doi.org/10.17816/OV19025>

Received: 14.01.2020

Revised: 12.03.2020

Accepted: 23.03.2020

**目的** 探讨在进行超声乳化术前评估伴发青光眼(包括已接受抗青光眼手术治疗的)对人工晶体(IOL)度数计算准确性的影响。**材料和方法** 该研究共纳入了 413 例患者,并将其分为4组: 第一组—无伴发青光眼的白内障患者(251 例); 第二组—白内障合并原发性开角型青光眼且使用药物降压治疗的患者(103 例); 第三组 — 接受过小梁切除术的白内障患者(42 例); 第四组 — 白内障合并原发性闭角型青光眼且使用药物降压治疗的患者(17例)。使用 IOL-Master 500 仪器通过光学生物测量法对所有患者均进行了IOL计算。一个月后,将根据 Barrett Universal II 公式计算得出的屈光度和根据 Topcon-8800 自动验光仪得出的屈光度进行对比。**结果** 在前三组的研究中IOL计算的准确性没有显著差异(每组对应的计算误差分别为  $-0.09 \pm 0.39$  D,  $-0.08 \pm 0.45$  D,  $-0.03 \pm 0.49$  D)。然而在第四组中显示较明显的近视屈光偏移( $-0.47 \pm 0.48$  D,  $p = 0.095$ )。**结论** 针对白内障合并青光眼且使用药物降压治疗以及接受过小梁切除术的患者在IOL计算算法上并未进行任何修改。但是,为了避免超声乳化术后近视屈光度过高,针对原发性闭角型青光眼的患者建议选择小 0.5 D 的人工晶体。

**关键词:** 人工晶体(IOL)屈光度的计算; 光学生物测量法; 青光眼

✧ **Aim.** To estimate the influence of concomitant glaucoma (including that after surgery) on IOL power calculation accuracy before phacoemulsification. **Materials and methods.** 413 patients were included in the study divided in 4 groups: 1<sup>st</sup> – patients with cataract and no concomitant glaucoma (251 cases); 2<sup>nd</sup> – patients with cataract and primary open-angle glaucoma (POAG) on medical therapy (103 cases); 3<sup>rd</sup> – patients with cataract and prior trabeculectomy (42 cases); 4<sup>th</sup> – patients with cataract and primary angle-closure glaucoma (PACG) on medical therapy (17 cases). In all patients, the IOL power calculation was performed using optical biometry (IOL-Master 500). 1 month after surgery, desired refraction according to Barrett Universal II Formula and real obtained refraction estimated by automatic refractometry (Topcon-8800) were compared. **Results.** There was no significant difference between study groups 1–3 in IOL power calculation accuracy (the calculation error was  $-0.09 \pm 0.39$  D,  $-0.08 \pm 0.45$  D,  $-0.03 \pm 0.49$  D, for each group respectively). However, we found a higher myopic shift ( $-0.47 \pm 0.48$  D,  $p = 0.095$ ) in the 4<sup>th</sup> group. **Conclusion.** The presence of concomitant POAG on medical therapy, same as earlier trabeculectomy, does not demand any modification of the IOL calculation algorithm. However, in PACG patients we recommend taking  $-0.5$  D lower optical power IOLs to avoid excessive myopic refraction after phacoemulsification.

✧ **Keywords:** IOL power calculation; optical biometry; glaucoma.

引言

自 1949 年以来, IOL 计算的准确性一直是眼科医生关注的话题,当 H. Ridley 首次植入 20 D 的人工晶体却因有计算误差而遗憾。

目前,对白内障手术屈光结果的要求逐渐增高。因此,如果在 2009 年,根据英国国家卫生服务部的标准 (British National Health Service) 在完整的角膜上行超声乳化术后目

标屈光度的偏差 55% 不应超过 0.5 D, 85% 不应超过 1.0 D [3], 从 2017 年, 超声乳化术的质量标准是达到目标屈光度准确性的  $\pm 0.25$  D 占 49.8%,  $\pm 0.5$  D 占 80.8%,  $\pm 0.75$  D 占 93.7% 以及  $\pm 1.0$  D 占 97.8% [1]。

在超声生物学测量时代导致人工晶体计算不准确性的主要原因是该方法本身因压迫角膜的错误。T. Olsen [8] 曾指出, 最普遍的 IOL 计算错误的原因是对眼前后轴不正确的测量 (占 54%) 和对眼前房深度不正确的评估 (占 38%), 而角膜曲率的误差对晶状体计算准确性的影响非常小 (占 8%) [8]。目前, 较少使用超声波技术评估眼前后轴 (只有在非常致密的白内障情况下使用), 而没有上述误差的光学生物测定法已成为首选方法 [13]。

随着非接触式眼轴测量方法的引入, 晶状体在眼中有效位置的不正确评估成为了 IOL 计算误差的主要原因, 这取决于眼前段解剖结构决定的大量变量 (前房深度, 角膜曲率测定参数, 角膜水平直径, 晶状体厚度), 以及术前验光, 撕囊的大小, 玻璃体状态, 重力, 性别, 年龄等 [5-7, 14]。

因此, 对于眼前段结构异常的患者需要特别仔细的进行生物测量。准备行超声乳化术的患者因通常伴有原发性虹膜角膜角闭合或原发性闭角型青光眼, 以及不久前刚接受过降压手术治疗而引起眼部生物特征的改变 (眼轴长度的缩短, 前房深度的减小, 角膜屈光力的改变), 与先前没有接受过抗青光眼措施的患者相比, IOL 的计算存在更大的错误 [4, 8]。而 IOL 屈光度的不正确选择加上青光眼患者对比敏感度的降低, 将不可避免的降低患者的生活质量 [11]。

考虑到原发性青光眼的普遍性 (全球约 6000 万青光眼患者, 其中 3/4 是原发性开角型青光眼 (POAG) 1/4 是原发性闭角型青光眼 (PACG)) 和对该类患者 IOL 计算的研究非常少 (PubMed 上该类研究有 4 篇文献), 因此, 该课题一直备受临床医师的关注。

该研究的目的是评估伴发青光眼 (包括已接受抗青光眼手术治疗的) 对人工晶体计算准确性的影响。

## 材料和方法

该研究共纳入了 413 例需行超声乳化术和人工晶体植入术的患者 (平均年龄在  $76 \pm 6$  岁) 并将其分为 4 组:

- 第一组—不伴随青光眼的白内障患者 (251 例);
- 第二组—白内障合并原发性开角型青光眼且使用药物降压治疗的患者 (103 例);
- 第三组—进行过小梁切除术的白内障患者 (42 例);
- 第四组—白内障合并原发性闭角型青光眼且使用药物降压治疗的患者 (17 例)。

使用 IOL-Master 500 仪器通过光学生物测量法对所有患者均进行了 IOL 计算。超声乳化术后一个月, 将根据 Barrett Universal II 公式计算得出的 (预期的) 屈光度和根据 Topcon-8800 自动验光仪得出的屈光度进行对比。

## 结果与讨论

在四个研究组中均观察到 IOL 计算的低度近视误差 (见表 1)。同时发现第四组患者 (PACG) 的幅度明显高于前三组 ( $-0.47 \pm 0.48$  D,  $-0.09 \pm 0.39$  D,  $-0.08 \pm 0.45$  D 及  $-0.03 \pm 0.49$  D)。

我们所得的研究结果与 M. Pakravan 等人 [9] 的数据相似, 这表明先前接受过的小梁切除术对 IOL 计算的准确性无显著影响。作者发现, 即使在小梁切除术后 6 个月并且有明显生物特征变化的情况下 (眼轴缩短  $0.14 \pm 0.15$  mm, 角膜屈光力增加  $0.27 \pm 0.47$  D), 超声乳化术后也未发现明显的 IOL 计算误差。运用

公式得出的屈光度与目标屈光度的偏差为: Hoffer Q —  $+0.14 \pm 0.9$  D ( $p = 0.442$ ), Holladay —  $+0.16 \pm 0.79$  D ( $p = 0.319$ ), SRK/T —  $+0.2 \pm 0.71$  D ( $p = 0.17$ ) [10]。

A. Popa-Cherecheanu 等人 [12] 也发现, 与没有伴发青光眼患者的远视计算误差相比 ( $+0.35 \pm 0.75$  D), 先前已摘除白内障及接受过小梁切除术的患者有低度近视的 IOL 计算误差 ( $-0.05 \pm 0.36$  D)。

N. Zhang 等人 [15] 对白内障, 白内障合并青光眼且使用药物降压以及曾接受过小梁切除术患者的超声乳化术后的屈光结果进行了研究, 作者发现前两组的 IOL 计算存在远视误差 (分别为  $+0.23$  和  $+0.40$  D), 先前曾接受过小梁切除术的患者存在较弱的近视屈光偏移 ( $-0.36$  D)。

我们在 POAG 患者的研究组中没有发现明显的 IOL 计算误差, 这说明术前我们对手术眼

进行了充分的生物特征评估和 IOL 屈光度计算公式的正确选择。

在前三组和第四组患者之间发现无明显统计学差异, 但 PACG 患者表现为较大的近视屈光偏移 (见图)。

在第四组中 IOL 计算存在很大的近视误差, 这显然是由于 PACG 患者的生物特征所致, 这些特征主要表现为眼前房浅和眼前后轴短。但为了更准确的数据分析还需要对大量的 PACG 患者进行观察。

表格 2 呈现出研究组中 IOL 计算的基本生物特征参数特点的对比。

### 结论

白内障手术屈光效果的需求正在逐步提高。尤其对于众多青光眼性白内障且通过药物或手术控制的患者。

表 1 / Table 1

研究组中人工晶体计算误差平均值对比  
Comparison of mean IOL power calculation error in study groups

分组	观察人数	IOL 计算误差平均值, D
第一组 (无青光眼)	251	$-0.09 \pm 0.39$
第二组 (POAG 且使用药物降压)	103	$-0.08 \pm 0.45$
第三组 (行小梁切除术后)	42	$-0.03 \pm 0.49$
第四组 (PACG 且使用药物降压)	17	$-0.47 \pm 0.48$

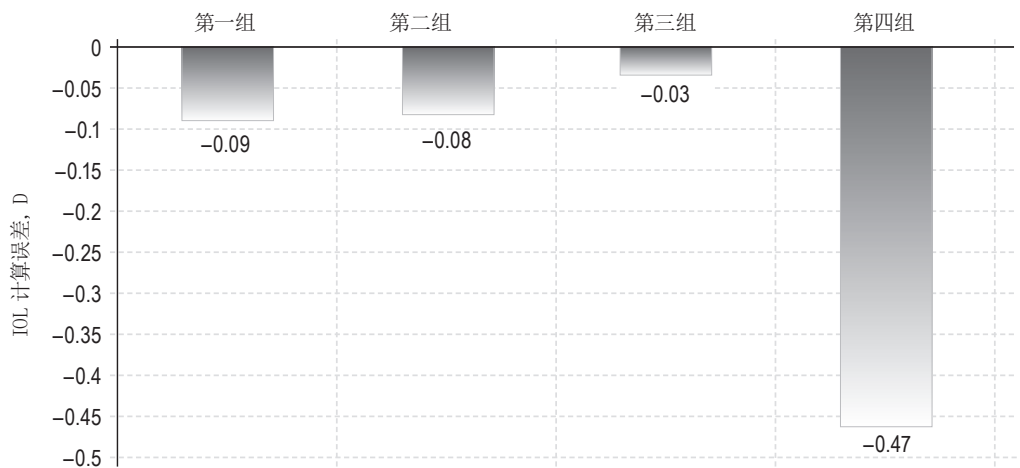
注:  $p = 0.095$ , IOL — 人工晶体, POAG — 原发性开角型青光眼, PACG — 原发性闭角型青光眼。

表 2 / Table 2

研究组中基本生物参数平均值对比  
Comparison of mean biometrical parameters in study groups

分组	角膜曲率, D	眼轴, mm	前房深度, mm
第一组	$43.92 \pm 1.29$	$23.75 \pm 1.04$	$3.00 \pm 0.32$
第二组	$44.82 \pm 1.20$	$23.35 \pm 0.95$	$2.84 \pm 0.33$
第三组	$44.46 \pm 1.32$	$23.71 \pm 1.05$	$2.79 \pm 0.30$
第四组	$45.02 \pm 1.25$	$22.03 \pm 0.76^*$	$2.34 \pm 0.14^*$

注: \* 具有统计学显著差异。



研究组中人工晶体计算误差对比

Comparison of IOL power calculation in study groups

在我们的研究中,无青光眼的白内障,白内障合并 POAG 且接受保守治疗以及接受过小梁切除术的患者组中其 IOL 屈光度的结果无统计学显著差异。

因此,白内障合并 POAG 且使用药物治疗以及接受过小梁切除术的患者对其 IOL 计算算法上未做任何修改。

PACG 患者的 IOL 计算出现较大的近视误差,这有可能是由于前房浅导致 IOL 有效位置的改变(即位置前移),进而导致近视偏移。所以,在对 PACG 患者进行 IOL 计算时,建议在超声乳化术后的过度近视中对已选定的 IOL 降低其 0.5 的屈光度修改。由于蒙古的 PACG 患病率是 POAG 的四倍 [2],因此该结论对其眼外科医生尤其重要。

## 参考文献

- Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*. 2018;125(2):169-178. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.08.027>.
- Cook C, Foster P. Epidemiology of glaucoma: what's new? *Can J Ophthalmol*. 2012;47(3):223-226. <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2012.02.003>.
- Gale RP, Saldana M, Johnston RL, et al. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. *Eye (Lond)*. 2009;23(1):149-152. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6702954>.
- Law SK, Riddle J. Management of cataracts in patients with glaucoma. *Int Ophthalmol Clin*. 2011;51(3):1-18. <https://doi.org/10.1097/IIO.0b013e31821e58aa>.
- Li S, Hu Y, Guo R, et al. The effects of different shapes of capsulorhexis on postoperative refractive outcomes and the effective position of the intraocular lens in cataract surgery. *BMC Ophthalmol*. 2019;19(1):59. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1068-3>.
- Lister LJ, Suheimat M, Verkicharla PK, et al. Influence of gravity on ocular lens position. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(4):1885-1891. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18533>.
- 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;8172615. <https://doi.org/10.1155/2019/8172615>.
- Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 1992;18(2):125-129. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(13\)80917-0](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(13)80917-0).
- Pakravan M, Alvani A, Esfandiari H, et al. Post-trabeculectomy ocular biometric changes. *Clin Exp Optom*. 2017;100(2):128-132. <https://doi.org/10.1111/cxo.12477>.
- Pakravan M, Alvani A, Yazdani S, et al. Intraocular lens power changes after mitomycin trabeculectomy. *Eur J Ophthalmol*. 2015;25(6):478-482. <https://doi.org/10.5301/ejo.5000604>.
- Paletta Guedes RA, Paletta Guedes VM, Aptel F. [Multifocal, toric, and aspheric intraocular lenses for glaucoma patients. (In French)]. *J Fr Ophthalmol*. 2011;34(6):387-391. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2011.02.003>.
- Popa-Cherecheanu A, Iancu RC, Schmetterer L, et al. Intraocular pressure, axial length, and refractive changes after phacoemulsification and trabeculectomy for open-angle glaucoma. *J Ophthalmol*. 2017;1203269. <https://doi.org/10.1155/2017/1203269>.
- Scholtz SK, Langenbucher A. [Calculating the human eye – the evolution of biometry for cataract surgery. (In German)]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2019. <https://doi.org/10.1055/a-1002-0136>.

14. Vander Mijnsbrugge J, Fils JF, Jansen J, et al. The role of the vitreous body in effective IOL positioning. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256(8):1517-1520. <https://doi.org/10.1007/s00417-018-3994-9>.
15. Zhang N, Tsai PL, Catoira-Boyle YP, et al. The effect of prior trabeculectomy on refractive outcomes of cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(5):858-863. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2012.11.023>.

Information about the authors

**Dmitrii F. Belov** — Ophthalmic Surgeon. Microsurgery Department No. 4. City Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia. E-mail: [belovd1990@gmail.com](mailto:belovd1990@gmail.com).

**Vadim P. Nikolaenko** — MD, PhD, Professor, Otorhinolaryngology and Ophthalmology Chair of Medical Faculty, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia; Chief, Ophthalmology Department, Saint Petersburg City Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia. E-mail: [dr.nikolaenko@mail.ru](mailto:dr.nikolaenko@mail.ru).