

· 综述 ·

合并脉络膜新生血管的白内障抗 VEGF 治疗与白内障手术治疗研究进展

赵蒙蒙, 唐丽

贵州医科大学眼科学教研室, 贵州 贵阳 550004

摘要: 白内障和黄斑下脉络膜新生血管(CNV)是导致老年人视力下降的常见原因。目前,单纯白内障患者通过白内障手术可以达到满意的视觉效果,但是,关于合并 CNV(即湿性年龄相关性黄斑变性)的白内障患者抗血管内皮生长因子(VEGF)治疗后是否进行白内障手术以及手术时机存在争议。另外,合并 CNV 的患者抗 VEGF 治疗后眼轴发生变化,不同生物测量方法测得的眼轴存在差异,导致术后人工晶体度数不同;另一方面,术前人工晶体计算公式的正确选择直接影响患者术后的视觉质量。本文就该类患者是否应该进行白内障手术、手术时机以及眼轴的生物测量、人工晶体计算公式的选择等问题进行综述。

关键词: 脉络膜新生血管; 抗血管内皮生长因子治疗; 白内障手术; 生物测量, 眼轴; 人工晶体计算公式

中图分类号: R776.1 R773.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2021)07-0987-04

年龄相关性黄斑变性(age-related macular degeneration, AMD)和病理性近视(pathological myopia, PM)的视力丧失主要是由脉络膜新生血管(choroidal neovascularization, CNV)引起^[1-2],也是湿性 AMD 的主要病变特征,无 CNV 生长则为干性 AMD。目前,抗血管内皮生长因子(VEGF)是其治疗的一线药物。白内障是世界范围内的重要致盲性原因。在美国,80岁以上老人的同一只眼睛,AMD(包括新生血管性 AMD 或干性 AMD)和白内障的发病率分别约为 12% 和 68%^[3-4];在国内人群中,白内障和 AMD 也是主要的致盲性疾病^[5]。近年来 AMD 和 PM 的发病率明显上升。随着人口老龄化的发展,AMD 合并白内障的人数将会越来越多^[6]。目前关于合并 CNV 的白内障患者抗 VEGF 后是否应进行白内障手术以及手术的时机存在争议,同时,抗 VEGF 治疗后眼轴发生变化会影响白内障手术的相关计算与选择,本文就此方面的研究进展作一综述。

1 白内障手术对 AMD 病程发展的影响

1.1 白内障手术不会促进 AMD 病程发展 最近的研究表明,白内障手术对新生血管性(湿性)AMD 是安全的,可以使该类患者的视力得到改善,特别是在抗 VEGF 治疗的广泛应用^[7-10]。Saraf 等^[8]回顾性研究了 2 组湿性 AMD 患者白内障手术对最佳矫正视力(BCVA)、视网膜中央厚度(CRT)和抗 VEGF 注射量的影响,其中有 40 只眼睛接受了白内障手术,其他 42 只眼睛没有接受白内障手术,结果显示白内障手术可以提高患者的视力而不会加重湿性 AMD 的进展。Chew 等^[11]在年龄相关性眼病的研究中,纳入 4 577 例患者(8 050 只眼睛),随访 11 年,结果显示白内障手术对进展为晚期 AMD 的风险

没有明显影响。Mönestam 等^[12]基于对 810 人的纵向队列研究发现,尽管 AMD 患者在 10 年的随访中视力逐渐恶化,但与术前价值相比,超过 75% 的患者仍有明显的视力改善,故强调患有 AMD 眼睛视力恶化的主要原因是疾病的自然过程,而不是眼科手术的影响。最近的流行病学横断面研究,根据至少 5 年的随访数据,没有发现白内障手术与 AMD 之间的负面联系^[13-15]。Starr 等^[16]对 81 只白内障合并 AMD 的眼睛进行回顾性研究,发现患有白内障和湿性 AMD 的患者可以安全地接受白内障手术,术前在光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)上显示有稳定的网膜下液体的患者应考虑白内障手术。这些患者术后表现良好,新生血管没有进一步发展。Figurska 等^[17]也证实合并湿性 AMD 的眼睛在疾病的非活动期进行超声乳化可以显著提高视力。此外,它不会显著影响玻璃体内注射抗 VEGF 药物的频率或疾病活动性。2 项随机对照试验^[18-19]和 2 项病例对照研究^[20-21]的 Meta 分析显示,超声乳化白内障手术对早期 AMD 患者有明显益处,不会导致早期 AMD 的进展。Kessel 等^[22]证实 AMD 患者进行超声乳化术后,视力有显著改善,在 6~12 个月的随访期间,未接受手术的患者视力没有改善。此外,没有发现手术后从干性 AMD 到湿性 AMD 的风险增加。Falcão 等^[23]发现在白内障手术后 12 个月的随访中,86% 的眼睛保持视力改善,视网膜和脉络膜形态无明显变化。Sul 等^[24]研究认为,白内障手术不会使湿性 AMD 恶化,白内障手术患者的脉络膜厚度与非白内障手术患者对比无显著差异。

1.2 白内障手术会促进 AMD 病程发展 Daien 等^[25]在 124 例湿性 AMD 合并白内障手术患者和 372 例匹配对照组的随访中发现,进行白内障手术的患者在 12 个月的随访中有更好

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2021.07.030

基金项目: 贵州省科技计划项目(黔科合 LH 字[2016]7264 号)

通信作者: 唐丽, E-mail: 1540693620@qq.com

的视觉效果, CNV 病变分级为活动的就诊比例和抗 VEGF 注射的平均次数在手术前后相似, 而对照组均下降, 表明该手术一定程度增加了 CNV 病变的活动水平。Gan 等^[26]在亚洲人群的研究中对 6 790 例无 AMD 晚期眼进行了长达 6 年的随访发现, 白内障手术患者中晚期 AMD 的发病率是未手术患者的 3 倍以上。有研究显示, 人工晶状体眼睛在 10 年后发生晚期 AMD 事件的可能性是有晶体眼的 3.3 倍^[27]。Wang 等^[28]也通过随访发现白内障手术者发生 AMD 的风险是未手术者的 2~5 倍。Rahayu 等^[29]对 3 个病例的随访中, 发现在白内障术后一年多的时间内 AMD 病情发生了进展。

不同的研究结果存在差异, 原因可能与白内障手术(超声乳化术)的改进、术前通过 OCT 检查更好的评估黄斑情况, 以及研究人口的差异, 如年龄、种族等因素的影响^[17, 25-26]有关, 还可能与白内障类型、分级以及白内障的手术时机等有关。值得注意的是, 在 Gan 等^[26]的研究中, 排除了在晶状体混浊分类系统 III (lens opacities classification system, LOCS III) 分级 4 级及以上的核性白内障或后囊膜下白内障的眼睛, 仍发现了白内障手术与晚期 AMD 有关的危险因素。虽然白内障手术增加了 AMD 发展的风险, 但晚期 AMD 发展的绝对风险水平仍然很低。

2 AMD 患者白内障手术时机的选择

考虑到白内障手术的时机可能会对 AMD 病情发展存在影响, Lee 等^[30]研究发现, 术前无黄斑渗出时间超过 12 个月的患者术后复发的几率为 11.1%, 而术前无黄斑渗出时间少于 12 个月的患者术后复发的几率为 52.4%。故建议, 白内障手术应在足够长的无渗出期后进行, 以尽量减少渗出, 在抗 VEGF 治疗的前 12 个月内不应进行白内障手术。Daien 等^[25]研究发现在抗 VEGF 治疗的前 6 个月内接受白内障手术的患者 20.8% 视力丧失, 建议避免在抗 VEGF 治疗的前 6 个月内进行白内障手术。在一项既往行抗 VEGF 治疗的湿性 AMD 患者中, 对无疾病活动迹象、至少 3 个月未接受抗 VEGF 治疗, 但在最后一次就诊时 CNV 表现为活动期的患者行白内障手术联合抗 VEGF 治疗; 术后 1 年随访发现, 白内障手术患者视力得到明显改善, 而且白内障手术患者与非白内障手术患者的脉络膜厚度无显著差异; 故认为在湿性 AMD 的活动期可以进行白内障手术, 同时建议联合抗 VEGF 治疗可显著提高患者的视力, 且白内障手术不会使湿性 AMD 恶化^[24]。Furino 等^[31]研究认为在湿性 AMD 活动期行白内障超声乳化人工晶状体植入术联合玻璃体腔注射抗 VEGF 药物是一种可行的、安全有效的方法。Falcão 等^[23]在白内障手术后 12 个月的随访中, 发现 86% 的眼睛保持视力的改善, 视网膜和脉络膜形态无明显变化。有学者建议在白内障手术期间应考虑同时玻璃体腔注射抗 VEGF 药物, 以降低激活 CNV 病变的风险^[17, 31-32]。

3 黄斑下 CNV 患者眼轴的生物测量

目前, 白内障手术逐渐由复明手术转向屈光手术, 对视觉

质量的要求越来越高, 对人工晶状体的测算要求则更高^[33], 准确的人工晶体的植入对患者视力的改善至关重要。眼轴的生物测量对人工晶状体度数的准确评估尤其重要。目前临床上常用的眼轴测量主要是传统的超声生物测量仪器(A 超)和光相干涉生物测量仪器(IOL Master)。IOL Master 和 A 超生物测量的原理各有不同: IOL Master 是激光干涉生物测量, 其眼轴的长度是角膜表面到视网膜色素上皮层的距离。而 A 超原理是基于超声学原理, 测量眼轴的长度是角膜到内界膜的距离^[34]。黄斑 CNV 往往导致黄斑的视网膜色素上皮层抬高, 视网膜厚度的改变, 导致眼轴测量的差异, 进而导致人工晶状体度数的差异。而黄斑 CNV 的抗 VEGF 治疗后 CNV 消退, 黄斑视网膜色素上皮高度改变, 可能导致眼轴的测量发生改变。在 Shentu 等^[35]的报道中, 发现不同生物测量方法(IOL Master 和 A 超)测量眼轴, 植入的人工晶体的度数存在差异, 另外还表示有些黄斑下 CNV 患者注视欠佳, 可能是由于测量轴对准问题的影响, 进而导致人工晶状体测量度数的差异。目前, IOL Master 是临床上首选的眼轴测量方法, 但对于重度白内障患者、IOL Master 检查不能配合等患者, 需用 A 超进行测量。目前, 关于 CNV 患者的眼轴生物测量缺乏大量的研究, 关于不同眼轴测量方法对人工晶状体度数评估的影响, 需要更大数据的研究, 以进一步优化白内障手术。

4 人工晶状体度数计算公式

人工晶状体度数计算公式已从第一代发展至第五代。目前应用最广泛的是以 SRK/T 为代表的第三代计算公式和以 Haigis 为代表的第四代计算公式, 能够正确的选择人工晶体计算公式, 是术后视觉质量的重要保障。

第三代人工晶状体度数计算公式主要包括 Holladay I、SRK/T 和 Hoffer Q 公式, 结合了理论公式及经验回归公式, 也就是在几何光学原理推导的理论公式的基础上, 结合了术后资料回归所得的经验数据。需要根据角膜曲率和眼轴长度来计算人工晶体的球镜度数。其中 SRK/T 公式含有一些新参数, 如术后前房深度的预测, 视网膜厚度校正因子以及角膜屈光指数等, 确立了眼轴和前房深度之间非直线的线性关系^[36], 它的精确性在临床上已得到肯定。有研究显示 SRK/T 公式对于眼轴长度 >27 mm 的患者具有优越性^[37-38]。Aristodemou 等^[39]提出眼轴在 26 mm 及以上的患者使用 SRK/T 公式更适合。Hoffer^[40]认为当眼轴 >26 mm 时, SRK/T 的精确性优于 Hoffer Q 和 Holladay I 公式。

第四代公式主要包括 Haigis、Holladay II 等公式, Haigis 公式需要术前中央前方深度和眼轴数据, 同时结合通过双线性回归分析得到常数 a0、a1、a2 来预测术后人工晶体的有效位置, 其中 a0 相当于 A 常数, a1 为前房深度常数, a2 为眼轴常数^[41]。目前有研究显示, Haigis 公式对眼轴 <22 mm 患者的人工晶状体度数计算的精确性较高, Moschos 等^[42]通过对 69 例眼轴 <22 mm 的患者研究发现, Haigis 公式预测的准确性明显优于 Holladay I、Hoffer Q、SRK/T 公式, 而且预测误差在 ±0.5D 和 ±1.0D 范围内, 比例也高于其他公式。MacLaren

等^[43]研究认为 Haigis 公式在眼轴 < 22 mm 的测量中准确性高。Roh 等^[44]发现在眼轴 < 22 mm 的患者中, Haigis 公式术后的平均绝对误差明显 < Hoffer Q 公式及 SRK/T 公式。Kane 等^[45]通过比较 7 种人工晶体计算公式的准确性, 发现 Haigis 公式在眼轴 < 22 mm 的患者当中, 术后屈光误差在 ± 0.25 D 内占的百分比最高。也有研究发现当眼轴长度超过 26 mm 时, Haigis 公式也有很好的精确性^[40,46]。尤其在眼轴 > 27 mm 的白内障患者中, Haigis 公式较 Holladay 1、Holladay 2、SRK/T、Hoffer Q 有最高的准确性^[47]。

第五代计算公式以 Barrett Universal II 为代表, 属于新一代的公式, 它的原理是基于近轴光路追踪技术, 既往多项研究表示 Barrett Universal II 公式更适用于高度近视眼患者的人工晶体度数测量^[48]。最近顾雪芬等^[49]对 109 例高度近视的患者研究发现, 对比 Haigis、Holladay I 及 SRK/T 公式, 使用 Barrett Universal II 公式计算所需人工晶体屈光度最为精确。最近, Melles 等^[50]通过比较人工晶状体计算公式 Barrett Universal II、Haigis、Hoffer Q、Holladay 1、Holladay 2、Olsen 和 SRK/T 在预测术后屈光度方面的准确性发现, Barrett Universal II 公式在术后的准确性方面效果最好。也有学者研究表示, Barrett Universal II 公式对提高所有眼轴长度的人工晶体度数的计算都具有优势^[51]。

5 结 语

随着抗 VEGF 和屈光性白内障时代的到来, 黄斑下 CNV 患者的白内障手术治疗受到越来越多的关注, 很多研究还在不断的进行和发展。目前关于 CNV 患者的白内障手术治疗, 还需要临床医师根据患者的病情发展做出个体化的策略选择。相信随着研究的不断进步, 关于 CNV 患者的白内障手术治疗会越来越成熟, 给患者提供更好的视觉感受。

参考文献

- [1] Souied EH, El Ameen A, Semoun O, et al. Optical coherence tomography angiography of type 2 neovascularization in age-related macular degeneration[J]. *Dev Ophthalmol*, 2016, 56: 52 - 56.
- [2] 黑凯文, 张珑俐, 柯屹峰, 等. 病理性近视脉络膜新生血管的诊断和治疗[J]. *临床眼科杂志*, 2019, 27(2): 186 - 190.
- [3] US National Eye Institute. 2010 U. S. age-specific prevalence rates for cataracts [EB/OL]. (2017-02-17). <https://www.nei.nih.gov/eyedata/ataract>.
- [4] US National Eye Institute. 2010 U. S. age-specific prevalence rates for age-related macular degeneration [EB/OL]. (2017-02-17). <https://www.nei.nih.gov/eyedata/AMD>.
- [5] 马晓芸, 吴建华, 卢慧敏, 等. 上海市卢湾区社区老年人盲与低视力流行病学调查[J]. *中华疾病控制杂志*, 2012, 16(8): 658 - 660.
- [6] World Health Organization. Global data on visual impairments 2010 [EB/OL]. (2010-12-01). http://www.who.int/blindness/GLOBAL-DATAFINAL_forweb.pdf.
- [7] Tabandeh H, Chaudhry NA, Boyer DS, et al. Outcomes of cataract

surgery in patients with neovascular age-related macular degeneration in the era of anti-vascular endothelial growth factor therapy [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2012, 38(4): 677 - 682.

- [8] Saraf SS, Ryu CL, Ober MD. The effects of cataract surgery on patients with wet macular degeneration [J]. *Am J Ophthalmol*, 2015, 160(3): 487 - 492. e1.
- [9] Rosenfeld PJ, Shapiro H, Ehrlich JS, et al. Cataract surgery in ranibizumab-treated patients with neovascular age-related macular degeneration from the phase 3 ANCHOR and MARINA trials [J]. *Am J Ophthalmol*, 2011, 152(5): 793 - 798.
- [10] Grixti A, Papavasileiou E, Cortis D, et al. Phacoemulsification surgery in eyes with neovascular age-related macular degeneration [J]. *ISRN Ophthalmol*, 2014, 2014: 417603.
- [11] Chew EY, Sperduto RD, Milton RC, et al. Risk of advanced age-related macular degeneration after cataract surgery in the Age-Related Eye Disease Study: AREDS report 25 [J]. *Ophthalmology*, 2009, 116(2): 297 - 303.
- [12] Mönestam E, Lundqvist B. Long-term visual outcome after cataract surgery: comparison of healthy eyes and eyes with age-related macular degeneration [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2012, 38(3): 409 - 414.
- [13] Park SJ, Lee JH, Ahn S, et al. Cataract surgery and age-related macular degeneration in the 2008-2012 Korea national health and nutrition examination survey [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2016, 134(6): 621 - 626.
- [14] Rim TH, Lee CS, Lee SC, et al. Association between previous cataract surgery and age-related macular degeneration [J]. *Semin Ophthalmol*, 2017, 32(4): 466 - 473.
- [15] Wang JJ, Fong CS, Burlutsky G, et al. Risk of age-related macular degeneration 4 to 5 years after cataract surgery [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(8): 1829 - 1830. e1.
- [16] Starr MR, Mahr MA, Barkmeier AJ, et al. Outcomes of cataract surgery in patients with exudative age-related macular degeneration and macular fluid [J]. *Am J Ophthalmol*, 2018, 192: 91 - 97.
- [17] Figurska M, Bogdan-Bandurska A, Rekas M. Effect of phacoemulsification on visual acuity and macular morphology in patients with wet age-related macular degeneration [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 6517 - 6524.
- [18] Hooper CY, Lamoureux EL, Lim L, et al. Cataract surgery in high-risk age-related macular degeneration: a randomized controlled trial [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2009, 37(6): 570 - 576.
- [19] Lamoureux EL, Hooper CY, Lim L, et al. Impact of cataract surgery on quality of life in patients with early age-related macular degeneration [J]. *Optom Vis Sci*, 2007, 84(8): 683 - 688.
- [20] Armbrecht AM, Findlay C, Aspinall PA, et al. Cataract surgery in patients with age-related macular degeneration: one-year outcomes [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2003, 29(4): 686 - 693.
- [21] Baatz H, Darawsha R, Ackermann H, et al. Phacoemulsification does not induce neovascular age-related macular degeneration [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49(3): 1079 - 1083.
- [22] Kessel L, Erngaard D, Flesner P, et al. Cataract surgery and age-related macular degeneration. An evidence-based update [J]. *Acta Ophthalmol*, 2015, 93(7): 593 - 600.

- [23] Falcão MS, Freitas-Costa P, Beato JN, et al. Safety and effectiveness of cataract surgery with simultaneous intravitreal anti-VEGF in patients with previously treated exudative age-related macular degeneration[J]. *Acta Med Port*, 2017, 30(2):127-133.
- [24] Stül S, Karalezli A, Karabulut M. First-year outcomes of cataract surgery combined with intravitreal ranibizumab injection in wet age-related macular degeneration[J]. *Turk J Ophthalmol*, 2019, 49(1):15-19.
- [25] Daien V, Nguyen V, Morlet N, et al. Outcomes and predictive factors after cataract surgery in patients with neovascular age-related macular degeneration. the fight retinal blindness! project[J]. *Am J Ophthalmol*, 2018, 190:50-57.
- [26] Gan AT, Man RE, Cheung CMG, et al. Cataract Surgery and the 6-year Incidence of Age-Related Macular Degeneration in a Multiethnic Asian Cohort[J]. *Asia Pac J Ophthalmol*, 2020, 9(2):130.
- [27] Cugati S, Mitchell P, Rochtchina E, et al. Cataract surgery and the 10-year incidence of age-related maculopathy: the Blue Mountains Eye Study[J]. *Ophthalmology*, 2006, 113(11):2020-2025.
- [28] Wang JJ, Klein R, Smith W, et al. Cataract surgery and the 5-year incidence of late-stage age-related maculopathy: pooled findings from the Beaver Dam and Blue Mountains eye studies[J]. *Ophthalmology*, 2003, 110(10):1960-1967.
- [29] Rahayu S, Iwan S. Progression of age macular degeneration (AMD) after cataract surgery: a case series[J]. *Acta Ophthalmol*, 2018, 96(S261):102.
- [30] Lee TG, Kim JH, Chang YS, et al. Factors influencing the exudation recurrence after cataract surgery in patients previously treated with anti-vascular endothelial growth factor for exudative age-related macular degeneration[J]. *Albrecht Von Graefes Arch Fur Klinische Und Exp Ophthalmol*, 2014, 252(10):1573-1579.
- [31] Furino C, Ferrara A, Cardascia N, et al. Combined cataract extraction and intravitreal bevacizumab in eyes with choroidal neovascularization resulting from age-related macular degeneration[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2009, 35(9):1518-1522.
- [32] Jonas JB, Spandau UH, Schlichtenbrede F, et al. Intravitreal bevacizumab combined with cataract surgery for treatment of exudative macular degeneration[J]. *J Ocul Pharmacol Ther*, 2007, 23(6):599-600.
- [33] Kolega MŠ, Kovačević S, Čanović S, et al. Comparison of IOL-master and ultrasound biometry in preoperative intra ocular lens (IOL) power calculation[J]. *Coll Antropol*, 2015, 39(1):233.
- [34] 桂红, 石志红. IOL Master 在白内障超声乳化人工晶状体植入术中的应用价值[J]. *中国中医眼科杂志*, 2017, 27(6):377-379.
- [35] Shentu XC, Cheng YL, Chen ZQ, et al. Differences in intraocular lens power calculation in patients with sub-foveal choroidal neovascularization[J]. *Int J Ophthalmol*, 2019, 12(1):172-174.
- [36] Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula[J]. *J Cataract Refract Surg*, 1990, 16(3):333-340.
- [37] Olsen T, Hoffmann P. C constant: new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2014, 40(5):764-773.
- [38] Barrett Universal II Formula [EB/OL]. (2019-02-22). https://www.apacrs.org/barrett_universal2/.
- [39] Aristodemou P, Knox Cartwright NE, Sparrow JM, et al. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8 108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2011, 37(1):63-71.
- [40] Hoffer KJ, Savini G. IOL power calculation in short and long eyes[J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2017, 6(4):330-331.
- [41] 邱威, 吴强. 长眼轴白内障患者人工晶状体计算公式研究进展[J]. *国际眼科纵览*, 2018, 42(2):93-97.
- [42] Moschos MM, Chatziralli IP, Koutsandrea C. Intraocular lens power calculation in eyes with short axial length[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2014, 62(6):692-694.
- [43] MacLaren RE, Natkunarajah M, Riaz Y, et al. Biometry and formula accuracy with intraocular lenses used for cataract surgery in extreme hyperopia[J]. *Am J Ophthalmol*, 2007, 143(6):920-931. e3.
- [44] Roh YR, Lee SM, Han YK, et al. Intraocular lens power calculation using IOLMaster and various formulas in short eyes[J]. *Korean J Ophthalmol*, 2011, 25(3):151-155.
- [45] Kane JX, van Heerden A, Atik A, et al. Intraocular lens power formula accuracy: Comparison of 7 formulas[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2016, 42(10):1490-1500.
- [46] Ghanem AA, El-Sayed HM. Accuracy of intraocular lens power calculation in high myopia[J]. *Oman J Ophthalmol*, 2010, 3(3):126-130.
- [47] 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[J]. *Ophthalmology*, 2011, 118(3):503-506.
- [48] Zhang YC, Liang XY, Liu S, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas for highly myopic eyes[J]. *J Ophthalmol*, 2016, 2016:1917268.
- [49] 顾雪芬, 荣翔. 伴高度近视的白内障人工晶状体度数计算四种公式准确性比较[J]. *中华眼外伤职业眼病杂志*, 2019, 41(7):492-496.
- [50] Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas[J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(2):169-178.
- [51] Roberts TV, Hodge C, Sutton G, et al. Comparison of Hill-radial basis function, Barrett Universal and current third generation formulas for the calculation of intraocular lens power during cataract surgery[J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2018, 46(3):240-246.

收稿日期:2020-11-18 修回日期:2020-12-12 编辑:王海琴