

青光眼患者白内障手术人工晶状体计算公式的选择

朱和林¹, 张 坚², 严 宏³

引用: 朱和林, 张坚, 严宏. 青光眼患者白内障手术人工晶状体计算公式的选择. 国际眼科杂志 2023;23(6):928-932

基金项目: 西安英才计划 (No.XAYC200021)

作者单位:¹(710021) 中国陕西省西安市, 西安医学院;
²(710068) 中国陕西省西安市, 陕西省人民医院眼科;
³(710004) 中国陕西省西安市人民医院(西安市第四医院) 陕西省眼科医院 西北大学附属人民医院

作者简介: 朱和林, 男, 在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 青光眼、白内障。

通讯作者: 严宏, 男, 医学博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 青光眼、白内障. yan2128ts@hotmail.com

收稿日期: 2022-08-09 修回日期: 2023-05-05

摘要

青光眼与白内障是导致失明的主要原因, 手术是重要的治疗方式。青光眼患者具有高血压、浅前房及短眼轴等临床特征, 小梁切除术等抗青光眼术后眼部结构常发生改变。这些变化也导致了抗青光眼术后行白内障手术或青白联合手术与单纯白内障手术在人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 屈光度计算准确性方面存在差异。同时青光眼患者自身的临床特征与抗青光眼手术造成的结构改变对于 IOL 屈光度预测准确性、屈光漂移的类型等方面的影响也表现出差异。本文就青光眼或抗青光眼术后患者行白内障手术或青白联合手术时屈光误差 (refractive error, RE) 产生的原因、屈光漂移特征及选择最合适 IOL 计算公式的最新研究进展进行综述。

关键词: 青光眼; 抗青光眼手术; 青白联合手术; 人工晶状体计算公式; 屈光误差

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.6.09

Selection of intraocular lens calculation formula for cataract surgery in glaucoma patients

He-Lin Zhu¹, Jian Zhang², Hong Yan³

Foundation item: Xi'an Talent Program (No.XAYC200021)

¹Xi'an Medical University, Xi'an 710021, Shaanxi Province, China;

²Department of Ophthalmology, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, Shaanxi Province, China; ³Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital); Shaanxi Eye Hospital; Affiliated People's Hospital of Northwest University, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Hong Yan. Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital); Shaanxi Eye Hospital; Affiliated People's Hospital of Northwest University, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China. yan2128ts@hotmail.com

Received: 2022-08-09 Accepted: 2023-05-05

Abstract

• Glaucoma and cataracts are the leading causes of blindness, and surgery is an important treatment option. Patients with glaucoma have clinical characteristics such as high intraocular pressure, shallow anterior chamber and short axial length, and the ocular structure is often altered after anti-glaucoma surgery like trabeculectomy. These changes also lead to differences in the accuracy of intraocular lens (IOL) refractive calculation between cataract surgery after anti-glaucoma surgery or combined glaucoma and cataract surgery and alone cataract surgery. Meanwhile glaucoma patients' individual clinical characteristics and structural changes caused by anti-glaucoma surgery have shown differences in the impact on the predictive accuracy of IOL diopters and the type of refractive drift. This article reviews the latest research advances in the causes of refractive error (RE), the characteristics of refractive drift, and the selection of the most appropriate IOL formula for glaucoma patients undergoing cataract surgery or cataract surgery after anti-glaucoma surgery or combined glaucoma and cataract surgery.

• KEYWORDS: glaucoma; anti-glaucoma surgery; combined glaucoma and cataract surgery; intraocular lens calculation formula; refractive error

Citation: Zhu HL, Zhang J, Yan H. Selection of intraocular lens calculation formula for cataract surgery in glaucoma patients. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(6):928-932

0 引言

青光眼是全球不可逆失明的主要原因之一^[1], 同时白内障是中等和低收入国家失明的主要原因^[2]。药物控制不良的青光眼及白内障患者, 为了获得更好的视觉质量, 抗青光眼手术成为必要的治疗方式, 其中单纯晶状体摘除和青白联合手术是临床较多使用的方法。IOL 屈光度准确计算是患者白内障手术后获得良好裸眼视力的重要环节, 而对于青光眼患者不仅应考虑青光眼相关眼部临床和结构特征, 也应重视既往抗青光眼术后眼部生物学特征变化对屈光度计算带来的影响。研究表明抗青光眼术后眼部结构包括眼轴 (axial length, AL) 和前房深度 (anterior chamber depth, ACD) 等会发生变化^[3], 因此这对 IOL 屈光度数的准确计算提出了更高的要求。本文就青光眼患者不同临床或结构特征对屈光度计算的影响, 屈光改变的类型, 人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 计算公式的选择研究进展进行综述。

1 青光眼患者不同临床特征对 IOL 屈光度计算的影响

1.1 眼压 高眼压是青光眼患者常见的临床表现,许多研究指出白内障超声乳化摘除联合 IOL 植入术对青光眼患者有良好的降低眼压的作用^[4-7]。Shah 等指出屈光误差 (refractive error, RE) 与眼压变化相关,与术前眼压呈正相关,我们团队的研究表明术前平均眼压会影响青光眼-白内障联合术后的屈光状态^[8-9]。赖钟祺等^[10]研究也显示术前高眼压的原发性闭角型青光眼 (primary angle-closure glaucoma, PACG) 患者在白内障术后多发生远视漂移。可能因青光眼患者眼轴相对较短,术后中央 ACD 的加深使 IOL 位置后移以及术后眼压降低引起 AL 缩短共同作用导致^[11-12]。因此术前预留更大的近视屈光度有利于减少术后远视漂移的发生。但是我们团队的研究显示,术前眼压 >21mmHg, SRK/T, Holladay 1, Hoffer Q 和 Haigis 公式在远视漂移时 RE 无明显差异,而在近视漂移时各公式 RE 总体呈现出差异,并且 Hoffer Q 公式更为准确^[9]。目前国内外关于眼压对 IOL 计算公式选择影响的研究较少,仍需要更大样本的研究来明确最佳的计算公式,以减小术后的 RE。

1.2 ACD PACG 患者大多具有浅前房的特征,行白内障术后 ACD 较术前加深,因白内障摘除联合 IOL 植入术后,将厚度不足 1.0mm 的 IOL 代替厚度约为 5.5mm 的人眼晶状体^[13-14],使后房容积变大,瞳孔缘与晶状体接触平面后移,ACD 明显加深。Jeong 等^[15]研究也显示术前 ACD 对 RE 影响显著。因此,ACD 变化是白内障术后产生 RE 的重要原因。赖钟祺等^[10]研究发现,PACG 术前 ACD 与白内障术后 RE 呈负相关,ACD 越浅,RE 越大,发生远视漂移越明显。Yang 等^[16]在对比了术前不同 ACD 对 IOL 计算公式 (SRK/T, Holladay 1, Hoffer Q 和 Haigis 公式) 选择的影响后发现,Haigis 公式的 RE 与术前 ACD 呈显著负相关,Holladay 1 公式 RE 与术前 ACD 呈显著正相关。在 ACD < 2.50mm 患者中,Hoffer Q 公式优于其他公式,ACD 在 2.50~3.49mm 时,Holladay 1 公式最佳,在 ACD > 3.50mm 时,Haigis 公式 RE 最小。Miraftab 等^[17]在对比 (Hoffer Q, SRK/T, Holladay 1, Haigis, SRK II) 公式后显示 SRK II 公式在预测正常 AL 且 ACD < 3mm 的眼中 RE 最小,正常 AL 且 ACD > 3.5mm 的患者,Haigis 公式仍是首选。但在比较新一代计算公式时,有完全不同的结果,Hoffer Q, Haigis, Holladay 2, Olsen OLCR, Barrett Universal II, Holladay 1, Hill-RBF, SRK/T 公式中,对于 AL 正常患者,Barrett Universal II 在 ACD < 3.00mm 和 ACD > 3.50mm 的眼中表现出更好的准确度^[18]。有研究在比较 Barrett Universal II, Emmetropia Verifying Optical (EVO) V.2.0, Haigis, Hill-RBF V.2.0, Hoffer Q, Holladay 1, Kane, PEARL-DGS 和 SRK/T 公式后,PEARL-DGS, Kane, EVO V.2.0 和 Barrett Universal II 在正常 AL 且 ACD ≤ 3.0mm 时也更加准确^[19]。因此,有理由认为,Barrett Universal II 是目前 IOL 计算公式中最适于浅前房青光眼的公式之一。

1.3 AL PACG 患者常具有较短的 AL,因此,AL 长度变化也是影响青光眼患者白内障术后 RE 的重要原因^[20]。Kim 等^[12]研究显示随着眼压降低,AL 长度会相应减小,

并存在显著相关性,导致术后的远视漂移。关于 AL 对 IOL 计算公式选择影响方面有较多的研究,并且结果表现出明显不一致性。Wang 等^[21]研究显示 Haigis 公式在短眼轴 (AL < 22mm) IOL 度数预测方面优于 Hoffer Q, SRK/T 和 SRK II 公式。随着第三、四代公式研究的增多,总的认为 Haigis, Hoffer Q 和 Holladay 2 公式在预测短 AL 患者 IOL 屈光准确性方面都是可靠的^[22]。在加入新一代计算公式进行比较的研究中,呈现出更多的结果差异。Kane 等^[23]研究显示 Barrett Universal II 公式在所有眼轴长度的眼中比其他公式 (Haigis, Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, SRK/T 和 T2) 更能准确预测实际术后屈光度。Darcy 等^[24]和 Melles 等^[25]研究显示 Kane 公式在所有长度 AL 眼中优于 Hill 2.0, Olsen, Holladay 2, Barrett Universal II, Holladay 1, SRK/T, Haigis and Hoffer Q 公式。但是,Luo 等^[26]在对更多新一代公式进行比较后发现,Pearl-DGS 和 Okulix 公式在短 AL 患者中屈光预测最为精确。总的来说,基于人工智能或光线追踪原理的新一代公式及 Kane 和 Barrett Universal II 在预测短 AL 青光眼患者术后屈光度准确性方面更具优势。

1.4 晶状体厚度 青光眼患者常具有较厚的晶状体^[20],不同的晶状体厚度 (lens thickness, LT) 也是白内障术后 RE 产生的重要因素。较厚的 LT 意味着更大的囊袋,这将导致术后有效 IOL 位置 (effective lens position, ELP) 难以预测,IOL 更易移位。Diogo 等研究显示,较厚的 LT 与较大的 RE 相关,在原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma, POAG) 中,随着 LT 增厚,远视漂移变得更加显著^[27]。Hipólito-Fernandes 等^[19]在不同的 LT 比较以下公式 (Barrett Universal II, Emmetropia Verifying Optical (EVO) V.2.0, Haigis, Hill-RBF V.2.0, Hoffer Q, Holladay 1, Kane, PEARL-DGS and SRK/T) 后显示,厚 LT 时表现为远视漂移,并且 Kane, Pearl-DGS 和 EVO V.2.0 公式在不同厚度 LT 时具有更可靠的屈光预测性能。

1.5 晶状体拱高 青光眼患者通常具有更厚的 LT 以及松弛的悬韧带,导致白内障术后 IOL 位置发生更大的移位和 RE。同时晶状体增厚或悬韧带松弛还会引起晶状体拱高 (lens vault, LV) 的变化。LV 即晶状体前极至两侧巩膜根部连线的垂直距离。有研究^[28-30]显示,LV 增大也是青光眼患者白内障术后 RE 的来源之一,两者呈正相关,并且大 LV 患者表现为术后远视漂移。这可能与大 LV 患者显著挤压虹膜导致 ACD 变浅有关,而术前浅 ACD 的眼有更大的 ACD 变化,产生比预期更靠后的 ELP。此外,大 LV 患者通常伴有悬韧带松弛,这可能导致更深的术后 ACD,进一步增加术后远视漂移的风险。Yan 等^[30]对比 Barrett Universal II, Haigis, Hoffer Q, Hoffer QST, Holladay 1, Kane and SRK/T 公式后,发现除 Barrett Universal II 和 Kane 公式外,所有公式预测的 RE 和 LV 之间均呈正相关,认为 Barrett Universal II 和 Kane 公式在小和大 LV 眼中具有更好的准确性。

1.6 周边虹膜前黏连 与正常眼相比,PACG 眼因短 AL、浅 ACD、厚 LT 等因素,不仅会导致前房角拥挤,还会导致 IOL 屈光度预测的不准确。此外有研究显示,当存在周边

虹膜前黏连(peripheral anterior synechia, PAS)时,白内障术后 RE 会更加明显,并表现为近视漂移。可能的因素如下:PACG 白内障手术后中心凹下脉络膜厚度会减少从而引起近视漂移^[31-32];同时白内障手术后 ACD 的加深可能受到 PAS 的限制,进而影响 IOL 平面的后移,最终导致近视漂移的产生。研究中比较了 SRK/T, Hoffer Q, Haigis 和 Holladay 公式,结果显示当存在 PAS 时这些公式都表现为轻度的近视漂移且在预测 RE 大小方面没有明显的差异。

2 不同类型抗青光眼手术对白内障手术 IOL 屈光度计算的影响

2.1 小梁切除术

小梁切除术(trabeculectomy)是青光眼最常见的手术方式之一,但研究^[3]显示术后会出现 AL 及 ACD 减小,LT 和脉络膜厚度(choroidal thickness, CT)增加及角膜曲率的改变,这些变化在白内障手术行 IOL 屈光计算时都会导致 RE 的产生,但在术后约 6mo 会稳定,因此推迟白内障手术时间是减少 RE 的有效方法。白内障手术与小梁切除术的手术顺序会影响屈光结果^[11],在小梁切除术后行白内障手术可获得较好的屈光效果。此外,既往小梁切除术后患者行白内障术后观察到眼压升高,这可能与巩膜瓣和滤过泡发生炎症及纤维化相关^[33-34],而术后眼压升高会导致 AL 增长,最终产生近视漂移,并且这种现象在白内障术前眼压低于 9mmHg 的眼中更加明显^[35-36]。Bae 等^[37]研究也发现小梁切除术与白内障联合手术中也发现轻度近视漂移,并认为 SRK II 比用 SRK/T 公式预测更为准确。

2.2 房角分离术

与小梁切除术相比,房角分离术(goniosynechialysis, GSL)联合超声乳化及 IOL 植入术可以减少周边前黏连,解除瞳孔阻滞,减轻前房拥挤,这已成为合并白内障的 PACG 患者有效和安全的治疗选择。通常来说,PACG 因其具有更短的 AL、更浅 ACD、更厚 LT 等特征,在植入 IOL 后由于 ACD 加深和 AL 缩短而使 ELP 靠后,从而会出现远视漂移。然而,Li 等^[38]的研究显示,在 GSL 和白内障联合手术中,使用 SRK/T, Barrett Universal II, Hoffer Q 和 Kane 公式进行屈光度预测时,这四种公式都表现出一定的近视漂移,并且 SRK/T 和 Hoffer Q 公式表现的更加显著。推测近视漂移的原因为 PACG 患者具有较大体积的囊袋和松弛的晶状体悬韧带,造成了 IOL 的不稳定,这最终导致了术后近视漂移的发生。尽管如此,Li 等^[38]的研究仍证实了 Kane 和 Barrett Universal II 公式在行白内障联合 GSL 手术的 PACG 患者眼中是可靠的计算公式。

2.3 引流装置植入术

引流装置植入术(glaucoma drainage device, GDD)是青光眼患者控制眼压的有效方式之一。尽管白内障和 GDD 联合手术比单纯的白内障手术可能存在更大的 RE 风险,联合手术的青光眼患者中,较长 AL 眼术后的屈光结果多表现为远视漂移,较短 AL 眼多为近视漂移,但是总的来说,联合手术并没有比单纯白内障手术造成更大的实际 RE^[39]。可能相关原因:GDD 是一种阀门装置,降低了过度滤过的风险,从而获得更好的前房稳定性和屈光结局的预测;GDD 被固定在距角膜缘后 8.5~

9.0mm 的位置,房水向后排出生导致后滤过泡的形成,而后滤过泡受眼压压力的影响较小,这也使前房更加稳定。尽管联合手术比单纯白内障手术总体 RE 没有统计学差异,但在短 AL 眼中联合手术的 RE 仍更大,这表明短 AL 眼 GDD 植入后屈光状态有波动的趋势。这种误差的产生推测与短 AL 眼 ACD 更浅,导致更大的 ELP 移位有关。PACG 患者 ACD 常更浅,而 Barrett Universal II 公式包含 ACD 和 LT 作为预测 ELP 的参数。因此,对于行联合白内障和 GDD 手术的眼中,Barrett Universal II 能更有效地预测 ELP,取得更佳的屈光度预测效果^[40-41]。

2.4 小梁微型旁路支架植入术

随着微创青光眼手术(minimally invasive glaucoma surgery, MIGS)在降低早期至中期青光眼患者的眼压和减少药物需求方面安全性和有效性被越来越多的研究所证实,MIGS 成为早期青光眼患者的首选手术,而不同 MIGS 联合白内障术后的屈光结果见表 1^[42-46]。小梁微型旁路支架植入(iStent inject)联合白内障手术是有效的手术方式之一。Ioannidis 等^[42]的研究显示,运用 Barrett Universal II 和 Haigis 公式都能达到比较可靠的预测屈光度,进行联合手术后 73.9%的眼屈光结局在 $\pm 0.5D$ 范围内,98.9%眼屈光结局在 $\pm 1.00D$ 范围内。并且因小梁微型旁路支架的植入不需要额外的切口,同时插入过程中伤口拉伸很小,从而降低了术源性散光(surgically induced astigmatism, SIA)的风险。小梁微型旁路支架植入联合白内障手术实际上不会造成额外的 RE,对青光眼患者是安全的手术方式^[43]。

2.5 内窥镜下睫状体激光光凝术

睫状体激光光凝术(endocyclophotocoagulation, ECP)可有效降低青光眼患者的眼压,是治疗青光眼常见手术方式。青白联合手术时,因 ECP 会引起睫状突形状、大小和位置变化,且晶状体悬韧带是附着在睫状突内表面和晶状体囊膜外表面之间维持晶状体位置的唯一结构,从而导致了 ELP 的变化,对屈光度计算带来影响。Wang 等^[44]研究显示,青光眼患者在进行 ECP 联合白内障手术时,会产生更大的 RE,并且更多表现为轻度近视漂移。推测与以下原因相关:ECP 会引起悬韧带收缩,使 IOL 和囊袋复合体沿着张力方向向前移动;睫状突切除可诱发炎症并产生积液,从而向前推动睫状体和晶状体复合体;探针、激光能量或散发的热量对悬韧带造成损伤影响悬韧带的活动,进而影响 ELP。因此,在进行此类手术时,应考虑对术后屈光结果的影响,并在术前选择 IOL 屈光度时进行适当调整。

2.6 微钩内路小梁切开术

大量证据表明,小梁切除术与显著的 SIA 和更大的 RE 有关,造成 SIA 的机制可能是广泛的巩膜烧灼和缝合导致小梁切除部位周围组织收缩,巩膜瓣的移除,结膜下伤口的愈合以及滤过泡压力引起的角膜变陡综合导致的。而微钩内路小梁切开术(microhook ab interno trabeculectomy, MH)不切开结膜和巩膜,手术时间短,眼压降低适中,无滤过泡相关并发症,减少了 SIA 的发生。Takai 等^[45]研究发现,MH 联合白内障术后的 SIA 与小切口白内障术后的 SIA 差异无统计学意义,并且与单纯白内障手术相比,使用 Barrett Universal II 公式计算的联合手术并不会导致明显不同的屈光结果。

表 1 MIGS 联合白内障手术后的屈光结果

文献第一作者	研究类型	手术方式	术后等效球镜屈光结果($\bar{x}\pm s, D$)	术后等效球镜在 $\pm 0.5D$ 的比例(%)	术后等效球镜在 $\pm 1.0D$ 的比例(%)	术前眼压 ($\bar{x}\pm s, mmHg$)	术后眼压 ($\bar{x}\pm s, mmHg$)
Ioannidis AS ^[42]	回顾性	iStent inject 联合 PEI	-0.12±0.42	73.9	98.9	16.16±5.29	14.3±4.89
López-Caballero C ^[43]	回顾性	iStent inject 联合 PEI	-0.23±0.42	92	100	17.19±2.99	14.16±3.26
Wang JCC ^[44]	回顾性	ECP 联合 PEI	-0.54±0.53	-	-	-	-
Takai Y ^[45]	回顾性	MH 联合 PEI	+0.28±0.20	-	-	19.5±6.17	12.4±3.41
Sieck EG ^[46]	回顾性	KDB 联合 PEI	-	73.7	93.4	15.5±3.8	13.7±6.8

注:PEI:超声乳化白内障吸除人工晶状体植入术;iStent inject:小梁微型旁路支架植入术;ECP:内窥镜下睫状体激光光凝术;MH:微钩内路小梁切开术;KDB:Kahook 双刃刀内路小梁切除术。

2.7 Kahook 双刃刀内路小梁切除术 Kahook 双刃刀内路小梁切除术(Kahook dual blade goniotomy, KDB)是一种新型的房角切开装置,用于切除小梁网以达到降低眼内压的目的。此手术通过增加小梁网的旁路引流降低眼内压,对周围结构改变微小,所以在房角切开术后对 ELP 或 ACD 的结构改变影响很小。此外,KDB 房角切开联合白内障术后的平均眼内压约为 12mmHg,更符合生理的眼内压,因此对术后 AL 和屈光结果的影响更小。Sieck 等^[46]的研究证实,KDB 房角切开联合白内障手术不会对青光眼患者造成额外的 RE,并能获得更好的屈光结局。

3 小结

随着对 IOL 计算公式研究的深入以及为了得到更为精确的屈光预测结果,青光眼抗青光眼术后各种临床或结构特征变化与计算公式选择之间的联系变得更为紧密。眼压、AL、ACD、LT、CT、LV、角膜曲率、不同类型的抗青光眼手术等均会对 IOL 屈光度计算带来影响,并且呈现出不同的屈光漂移特征。高眼压、浅前房、短 AL、厚 LT 和大 LV 的影响多表现为远视漂移,小梁切除术、GDD、GSL、ECP 联合白内障手术后多表现为近视漂移,而除 ECP 外的 MIGS 联合白内障手术与单纯白内障手术相比时通常不会对术后 RE 产生额外的影响。关于 IOL 计算公式,大量的研究显示对于青光眼患者 Barrett Universal II 在大多数情况下表现出更为可靠的预测结果。未来随着计算公式与青光眼手术方式的不断改进,屈光度预测也将更为精准,但是基于不同特征的变化为患者提供个性化选择仍是至关重要的。

参考文献

- 1 Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990 - 2020: a systematic review and meta - analysis. *Lancet Glob Health* 2017; 5 (12): e1221-e1234
- 2 Fang Z, Chen XY, Lou LX, et al. Socio-economic disparity in visual impairment from cataract. *Int J Ophthalmol* 2021;14(9):1310-1314
- 3 Pakravan M, Alvani A, Esfandiari H, et al. Post - trabeculectomy ocular biometric changes. *Clin Exp Optom* 2017;100(2):128-132
- 4 Lai J, Choy BN, Shum JW. Management of primary angle - closure glaucoma. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2016;5(1):59-62
- 5 Young CEC, Seibold LK, Kahook MY. Cataract surgery and intraocular pressure in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2020;31(1):15-22
- 6 Qassim A, Walland MJ, Landers J, et al. Effect of phacoemulsification cataract surgery on intraocular pressure in early glaucoma: a prospective

- multi-site study. *Clin Experiment Ophthalmol* 2020;48(4):442-449
- 7 Leal I, Chu CJ, Yang YY, et al. Intraocular pressure reduction after real-world cataract surgery. *J Glaucoma* 2020;29(8):689-693
- 8 Zhang NF, 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
- 9 张鹏程,张婕,严宏. 眼压对青光眼一白内障联合术患者人工晶状体计算公式选择的影响. *眼科新进展* 2018;38(2):146-149
- 10 赖钟祺,李惠娜,李维娜,等. 原发性闭角型青光眼白内障术后发生屈光漂移的分析. *临床眼科杂志* 2020;28(2):139-142
- 11 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; 2017:1203269
- 12 Kim CS, Kim KN, Kang TS, et al. Changes in axial length and refractive error after noninvasive normalization of intraocular pressure from elevated levels. *Am J Ophthalmol* 2016;163:132-139.e2
- 13 Osborne NN, Chidlow G, Nash MS, et al. The potential of neuroprotection in glaucoma treatment. *Curr Opin Ophthalmol* 1999; 10 (2):82-92
- 14 Zheng Q, Li ZL, Chang PJ, et al. Assessment of anterior chamber angle changes after phacoemulsification with swept - source OCT. *Int J Ophthalmol* 2021;14(10):1527-1532
- 15 Jeong J, Song H, Lee JK, et al. The effect of ocular biometric factors on the accuracy of various IOL power calculation formulas. *BMC Ophthalmol* 2017;17(1):62
- 16 Yang S, Whang WJ, Joo CK. Effect of anterior chamber depth on the choice of intraocular lens calculation formula. *PLoS One* 2017; 12 (12):e0189868
- 17 Mirafab M, Hashemi H, Fotouhi A, et al. Effect of anterior chamber depth on the choice of intraocular lens calculation formula in patients with normal axial length. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2014; 21 (4): 307-311
- 18 Gökce SE, Montes De Oca I, Cooke DL, et al. Accuracy of 8 intraocular lens calculation formulas in relation to anterior chamber depth in patients with normal axial lengths. *J Cataract Refract Surg* 2018;44 (3):362-368
- 19 Hipólito - Fernandes D, Luís ME, Serras - Pereira R, et al. Anterior chamber depth, lens thickness and intraocular lens calculation formula accuracy: nine formulas comparison. *Br J Ophthalmol* 2022; 106 (3): 349-355
- 20 Joo J, Whang WJ, Oh TH, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas in primary angle closure glaucoma. *Korean J Ophthalmol* 2011;25(6):375-379

- 21 Wang Q, Jiang W, Lin T, *et al.* Meta-analysis of accuracy of intraocular lens power calculation formulas in short eyes. *Clin Exp Ophthalmol* 2018;46(4):356-363
- 22 Hoffer KJ, Savini G. IOL power calculation in short and long eyes. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2017;6(4):330-331
- 23 Kane JX, Van Heerden A, Atik A, *et al.* Intraocular lens power formula accuracy: comparison of 7 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(10):1490-1500
- 24 Darcy K, Gunn D, Tavassoli S, *et al.* Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10 930 eyes from the UK National Health Service. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(1):2-7
- 25 Melles RB, Kane JX, Olsen T, *et al.* Update on intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology* 2019;126(9):1334-1335
- 26 Luo Y, Li HY, Gao LX, *et al.* Comparing the accuracy of new intraocular lens power calculation formulae in short eyes after cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int Ophthalmol* 2022;42(6):1939-1956
- 27 Kim KN, Lim HB, Lee JJ, *et al.* Influence of biometric variables on refractive outcomes after cataract surgery in angle-closure glaucoma patients. *Korean J Ophthalmol* 2016;30(4):280-288
- 28 Kim YC, Sung MS, Heo H, *et al.* Anterior segment configuration as a predictive factor for refractive outcome after cataract surgery in patients with glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2016;16(1):179
- 29 Seo S, Lee CE, Kim YK, *et al.* Factors affecting refractive outcome after cataract surgery in primary angle-closure glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2016;44(8):693-700
- 30 Yan CX, Yao K. Effect of lens vault on the accuracy of intraocular lens calculation formulas in shallow anterior chamber eyes. *Am J Ophthalmol* 2022;233:57-67
- 31 Lee TE, Yoo C, Kim YY. The effects of peripheral anterior synechiae on refractive outcomes after cataract surgery in eyes with primary angle-closure disease. *Medicine* 2021;100(14):e24673
- 32 Song WK, Sung KR, Shin JW, *et al.* Effects of choroidal thickness on refractive outcome following cataract surgery in primary angle closure. *Korean J Ophthalmol* 2018;32(5):382-390
- 33 Wang X, Zhang H, Li S, *et al.* The effects of phacoemulsification on intraocular pressure and ultrasound biomicroscopic image of filtering bleb in eyes with cataract and functioning filtering blebs. *Eye (Lond)* 2009;23(1):112-116
- 34 Swamynathan K, Capistrano AP, Cantor LB, *et al.* Effect of temporal corneal phacoemulsification on intraocular pressure in eyes with prior trabeculectomy with an antimetabolite. *Ophthalmology* 2004;111(4):674-678
- 35 Yeh OL, Bojikian KD, Slabaugh MA, *et al.* Refractive outcome of cataract surgery in eyes with prior trabeculectomy. *J Glaucoma* 2017;26(1):65-70
- 36 Zhang NF, 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
- 37 Bae HW, Lee YH, Kim DW, *et al.* Effect of trabeculectomy on the accuracy of intraocular lens calculations in patients with open-angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2016;44(6):465-471
- 38 Li YC, Guo CY, Huang CK, *et al.* Development and evaluation of the prognostic nomogram to predict refractive error in patients with primary angle-closure glaucoma who underwent cataract surgery combined with goniosynechialysis. *Front Med (Lausanne)* 2021;8:749903
- 39 Mehta R, Tomatzu S, Cao DC, *et al.* Refractive outcomes for combined phacoemulsification and glaucoma drainage procedure. *Ophthalmol Ther* 2022;11(1):311-320
- 40 Tzu JH, Shah CT, Galor A, *et al.* Refractive outcomes of combined cataract and glaucoma surgery. *J Glaucoma* 2015;24(2):161-164
- 41 Asano S, Koh TCV, Aquino MC, *et al.* Comparison of refractive outcomes after combined cataract and glaucoma surgery: trabeculectomy and glaucoma drainage device implantation. *J Cataract Refract Surg* 2021;47(9):1133-1138
- 42 Ioannidis AS, Töteberg-Harms M, Hamann T, *et al.* Refractive outcomes after trabecular micro-bypass stents (iStent Inject) with cataract extraction in open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2020;14:517-524
- 43 López-Caballero C, Sánchez-Sánchez C, Puerto B, *et al.* Refractive outcomes of toric intraocular lens in combined trabecular micro bypass stent implantation and cataract surgery in glaucomatous eyes. *Int Ophthalmol* 2022;42(9):2711-2718
- 44 Wang JCC, Campos-Möller X, Shah M, *et al.* Effect of endocyclophotocoagulation on refractive outcomes in angle-closure eyes after phacoemulsification and posterior chamber intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(1):132-137
- 45 Takai Y, Sugihara K, Mochiji M, *et al.* Refractive status in eyes implanted with toric and nontoric intraocular lenses during combined cataract surgery and microhook ab interno trabeculotomy. *J Ophthalmol* 2021;2021:5545007
- 46 Sieck EG, Capitena Young CE, Epstein RS, *et al.* Refractive outcomes among glaucoma patients undergoing phacoemulsification cataract extraction with and without Kahook Dual Blade goniotomy. *Eye Vis (Lond)* 2019;6:28