

准分子激光角膜屈光术后人工晶状体度数计算的研究进展

薛林平^{1,2}, 沈政伟¹, 王柏川¹, 杨磊¹

作者单位:¹(430070)中国湖北省武汉市,广州军区武汉总医院眼科医院眼科;²(430070)中国湖北省武汉市,湖北中医药大学临床医学院

作者简介:薛林平,男,湖北中医药大学在读硕士研究生,研究方向:屈光学。

通讯作者:沈政伟,男,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:屈光学。zhwshen@21cn.com

收稿日期:2011-12-06 修回日期:2012-02-13

Advancement of intraocular lens power calculation after excimer laser refractive surgery

Lin-Ping Xue^{1,2}, Zheng-Wei Shen¹, Bai-Chuan Wang¹, Lei Yang¹

¹Department of Ophthalmology, Eye Hospital, Wuhan General Hospital of Guangzhou Military Command, Wuhan 430070, Hubei Province, China;² Clinical Medical College, Hubei University of Traditional Chinese Medicine, Wuhan 430070, Hubei Province, China

Correspondence to: Zheng-Wei Shen. Department of Ophthalmology, Eye Hospital, Wuhan General Hospital of Guangzhou Military Command, Wuhan 430070, Hubei Province, China. zhwshen@21cn.com

Received:2011-12-06 Accepted:2012-02-13

Abstract

• The subject of accuracy in intraocular lens (IOL) power calculation in eyes after corneal refractive surgery is a real problem. It is well known that using routine keratometry and standard equations to determine the IOL power for cataract surgery in patients who have had excimer laser corneal surgery often leads to unwanted postoperative hyperopia. This paper reviews the sources of prediction error and analyzes methods to attempt to improve the accuracy of IOL power calculation.

• KEYWORDS: lasers; excimer; corneal refractive surgery; cataract; intraocular lens

Xue LP, Shen ZW, Wang BC, et al. Advancement of intraocular lens power calculation after excimer laser refractive surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2012;12(4):687-690

摘要

曾经准分子激光角膜屈光手术的白内障患者,人工晶状体(IOL)度数的计算一直是个难题,如按常规方法计算,结果会产生较大误差,主要是术后出现不同程度的远视。本文就准分子激光角膜屈光术后角膜屈光力的测算、人工晶

状体计算公式选择、前房深度测量、眼轴测量等影响人工晶状体度数计算的多种因素及其解决方法做一综述。

关键词:激光;准分子;角膜屈光术;白内障;人工晶状体
DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2012.04.27

薛林平,沈政伟,王柏川,等.准分子激光角膜屈光术后人工晶状体度数计算的研究进展.国际眼科杂志 2012;12(4):687-690

0 引言

与其他的选择性手术相比,治疗近视的准分子激光角膜屈光术满意率最高^[1],曾做过角膜屈光手术的白内障患者,他们也期望白内障术后获得良好的视觉质量。然而,如采用传统的人工晶状体(IOL)计算方法,术后会出现明显的屈光误差,主要是远视性屈光不正^[2]。如何准确计算此类患者的IOL度数,提高IOL植入术后屈光度的准确性成为眼科临床急需解决的问题。

1 角膜屈光手术后人工晶状体度数计算的误差来源

1.1 角膜屈光力的测量

1.1.1 角膜曲率测量误差 准分子激光角膜屈光手术之后,角膜前表面的形态发生改变,而后表面是否有变化,仍存在争论。角膜屈光术后由于中央角膜组织变薄和切开,角膜瓣下角膜强度的相对降低,在正常眼内压的作用下,角膜后表面中央不同程度向前凸,残留角膜床越薄,中央角膜强度越低,则角膜前凸越明显^[3],Ciolino等^[4]也有类似的报道。Sun等^[5]认为角膜屈光手术后角膜后表面没有明显的变化。无论后表面是否有前凸,角膜前后表面曲率比值发生了改变,基于反射原理检测角膜屈光力的仪器(常规角膜地形图与角膜曲率计)是根据前表面曲率估算后表面的曲率,无法检查角膜后表面曲率,因此测量准确性降低。Chan等^[6]认为,角膜屈光手术后的患者,大部分角膜曲率计测出的值比实际值高15%~25%。由于1.00D的角膜曲率测量误差会导致IOL度数计算时1.3~1.6D的误差^[7],临床上这种误差是不可以接受的,因此准确测量角膜曲率具有重要的意义。

1.1.2 角膜屈光指数的变化 准分子激光术后角膜胶原纤维排列发生改变,而且由于角膜衔接层的存在,使角膜各层次的屈光指数有所不同,而且这个不同会随着患者手术前的屈光度及手术的术式及所切削的角膜的不同而不同,即每一个术后的角膜其屈光指数均有所不同^[8]。故传统角膜屈光力计算公式 $K = (N - 1) / R$ 不再适用(其中N为角膜屈光指数,R为角膜前表面曲率半径)。Hoffer^[9]认为角膜屈光手术每矫正7D,术后测量的角膜屈光力被多估计1D。因此,准分子激光屈光手术矫正近视后,用常规测算方法会高估角膜屈光力,使得计算出的有效人工晶状体位置(ELP)前移,最终低估植入的IOL度数^[10],导致术后明显的屈光误差。

1.2 眼轴测量及前房深度测量

1.2.1 眼轴测量 眼轴长度测量的准确性是影响白内障术后屈光误差的重要因素之一。0.10mm的眼轴长度测量误差可导致术后0.30D的屈光误差^[11]。Findl等^[12]认为白内障手术54%的术后屈光误差来源于眼轴。有研究表明屈光术后眼轴长度值要超过术前眼轴减切削厚度的数值,因而建议在IOL计算时采用术后眼轴数据^[13],也有学者认为眼轴的测量本身不会影响此类白内障患者IOL屈光度的计算^[14]。目前眼轴的测量方法主要有超声(A超)和光学方法(如IOL Master, Lenstar)。IOL Master优点:(1)IOL Master分辨率、精确度都比A超。 (2)IOL Master可以避免人为的角膜感染和角膜擦伤,更适用于角膜屈光术后的患者。(3)角膜屈光术后角膜变薄,IOL Master还可以避免因超声探头对角膜压迫产生的影响。(4)A超测量的眼轴是从角膜表面至视网膜前界膜的距离,IOL Master测量的眼轴是从泪膜前表面到视网膜色素上皮层之间的距离,是真正意义上的视轴。

1.2.2 前房深度测量 第三代IOL计算公式Haigis和Holladay II需要前房深度这一参数。1mm的前房深度测量误差会导致术后1.5D屈光误差^[15],这种误差是不可以接受的。准分子激光角膜屈光术后前房深度有微小的变化^[16],A超、IOL Master、Orbscan II是测量前房深度的常用仪器。A超是传统的眼科生物学测量仪,由于检查时需要接触角膜,使测量值的精确度和重复性下降。Rosa等^[17]和Reddy等^[18]认为Orbscan II和IOL Master测量前房深度的差异没有统计学意义。然而,对于后巩膜葡萄肿和黄斑水肿的患者,A超无法准确测量眼轴。对于硅油填充眼,A超测量无法进行。对于屈光介质混浊严重者,IOL Master和Orbscan II无法进行。因此,需要根据患者的具体情况选择合适的眼轴及前房深度测量仪。

1.3 人工晶状体计算公式的选择 目前尚无一个最佳公式适合此类患者,因此临床医生需要根据患者的具体情况对各种公式精心的选择。角膜屈光术后,角膜曲率、屈光指数及眼轴发生了变化。由于常规的IOL计算公式是基于正常的解剖关系推导而出的,因此对于角膜屈光术后的患者,常规公式计算出的人工晶状体屈光度必然会出现偏差。目前广泛使用的第三代公式Holladay, Hoffer Q, SRK/T是应用角膜屈光度预测有效晶状体的位置,由于角膜屈光力的不准确性测量必然会导致人工晶状体计算的误差。

2 提高角膜屈光术后人工晶状体度数准确性的方法

2.1 角膜屈光力的测量

2.1.1 需要术前资料法

2.1.1.1 临床病史法^[19] 该方法根据患者屈光手术前后的等效球镜值计算修正K值, $K_{修正} = K_{术前} - \Delta SEQ = K_{术前} - (SEQ_{术前} - SEQ_{术后})$ 。临床病史法被认为是屈光手术后计算角膜屈光度的“金标准”。然而,临床病史法存在固有的问题,因为它预测的准确性反映的是围手术期角膜屈光手术矫正量的功能^[20]。McCarthy等^[21]使用临床病史法计算出的IOL植入眼后,患者的屈光状态不能够达到NHS (British National Health Service)制定的标准^[22](白内障术后55%患者的实际屈光值与目标值相差小于0.5D,85%患者的实际屈光值与目标值相差小于1.0D),而且他们认为临床病史法也不是最准确的方法。Geggel^[23]和Walter等^[24]也有类似的报道。此外,临床病史法受术前资料的缺乏、术后屈光回退等因素的影响,有一定的局限性。

表1 Geggel Ratios

角巩膜缘处角 膜厚度(μm)	比率范围	平均比率 ± 标准差	平均比率 + 1倍标准差
<700	0.683 ~ 0.837	0.767 ± 0.036	0.803
701 ~ 749	0.650 ~ 0.807	0.739 ± 0.034	0.773
>750	0.642 ~ 0.798	0.725 ± 0.033	0.758

2.1.1.2 角膜忽略法^[24] 基本原理是假设患者先行白内障手术再行屈光矫正手术,即假定患者白内障术后保留相当于屈光手术所切削度数的屈光度数。测量屈光手术前的角膜屈光力和眼球屈光度以及术后的眼轴长度,代入Holladay公式计算IOL屈光度。术前屈光度或手术前后屈光度的改变量作为IOL选择的标准。

2.1.1.3 Latkany 回归公式法^[25,26] 根据屈光手术后平均角膜曲率读数和最扁平角膜曲率读数,通过回归公式来矫正IOL度数: $IOL_{avg-adj} = IOL_{avg} - (0.46 \times R_{pre} + 0.21)$; $IOL_{flat-adj} = IOL_{flat} - (0.47 \times R_{pre} + 0.85)$,其中, $IOL_{avg-adj}$ 和 $IOL_{flat-adj}$ 分别是由术后平均角膜曲率值和最扁平角膜曲率值代入SRK-T公式计算所得的IOL度数。应用时可根据已知的实际临床资料进行选择。该方法仅了解术前屈光度(该值可由患者眼镜得到),简便易行。

2.1.1.4 $F_L = 1.135K_L - 0.13514K$ $F_L = 1.135K_L - 0.13514K$ ^[27], F_L 为角膜总屈光度, K_L 为术后角膜屈光度, K 为术前角膜屈光度。

2.1.2 不需要术前资料法

2.1.2.1 回归公式法 Shammas 法^[10]: $K = 1.14K_{术后} - 6.8$ 。 $K_{修正} = 1.114 \times K_m - 6.1$ ^[28], K_m 为使用角膜地形图测量中央3mm角膜屈光力的测量值,该方法对准分子激光手术后角膜屈光力进行计算,误差一般小于0.5D,该方法仅适合准分子激光角膜屈光手术后的患者,不适合接受过放射状角膜切开术的患者。 $K = -5.567 + 1.115 \times K_m$ ^[29], K_m 为使用Orbscan II获取的角膜中央3mm平均K值。

2.1.2.2 Geggel ratio 法及其计算方法^[23] 主要理论依据为:(1)角膜中央厚度与角巩膜缘处角膜厚度的比值应该保持不变。(2)使用VISX software (Advanced Medical Optics, Inc., Santa Ana, CA),手术每矫正1D就需切削角膜12μm,故角膜中央切削量除以12即为角膜屈光手术前角膜屈光度,通过使用这种方法会使手术矫正量的估计值最大化以及术后远视的风险最小化。(3) $IOL = IOL_{(SPK/T公式)} - 0.399 \times (A/12) - 0.40$,其中A为切削量的估计值,可通过以下方法计算:(1) $(CP + A)/SCP = Geggel\ ratio$; (2) $A = Geggel\ ratio \times SCP - CP$ 。说明:A为切削深度的估计值,CP为中央角膜厚度,SCP为角巩膜缘处角膜厚度。此外,Harry指出为了减少误差,使用平均比率加1倍的标准差(Mean + 1 SD)作为起始比率。激光切削量通常 > 10μm,如果A < 10μm,则使用平均比率加2倍的标准差(Mean + 2SD),以此类推,直至A > 10μm。角膜厚度的标准差为5μm,切削深度通常 < 105μm,如果A > 105μm,则使用平均比率(Mean),如果A仍 > 105μm,则使用平均比率减去1倍的标准差(Mean - 1SD),以此类推,直至A < 105μm(表1)。Geggel采用Geggel ratio法计算人工晶状体,术后屈光度在-1.0 ~ +0.5D之间的例数占89%(总例数36),没有1例患者屈光度 > +1.0D。此方法是否可行,还需进一步的临床验证。

2.1.2.3 Pentacam 联合高斯光学公式修正法^[30] 通过 Pentacam 系统测量角膜前后表面曲率半径,利用高斯光学公式来计算角膜的总曲率。 $K = 3.6966 + 0.9286K_{tot}$, $K_{tot} = K_{ant} + K_{post} - (d/n) \times (K_{ant} \times K_{post})$ 。也可以写为 $K_{tot} = [1/r_{ant} \times (n_1 - n_0)] + [1/r_{post} \times (n_2 - n_1)] - (d/n_1) \times [1/r_{ant} \times (n_1 - n_0)] \times [1/r_{post} \times (n_2 - n_1)]$ 。说明: K_{tot} , K_{ant} , K_{post} 分别为角膜的总屈力、前表面屈力、后表面屈力(单位为 D); d 为角膜厚度(m); n 为角膜屈光指数; r_{ant} 和 r_{post} 为角膜前表面曲率半径和角膜后表面曲率半径(m); n_0 为空气的屈光指数(1.000); n_1 为角膜前表面的屈光指数(1.376); n_2 为房水的屈光指数(1.336)。然而,这种方法是对角膜屈光术后患者的人工晶状体度数的预测,未应用于临床,还需要在临床工作中进一步检验该公式的准确性。

2.1.2.4 后曲率实测法^[31] 角膜屈光力 = 角膜前表面屈光力(K_{ant}) + 角膜后表面屈光力(K_{back})。 $K_{ant} = K \cdot [(1.376 - 1.000) / (n - 1.000)]$, K_{ant} : 角膜前表面屈光力; K 值采用角膜地形图仪所提供中央 3mm 环内平均角膜屈光力, $n = 1.3375$; 采用 Pentacam 所提供中央 3mm 环内角膜后表面屈光力的平均值作为 K_{back} 。后曲率实测法的观察例数比较少(11 眼),还需要大样本的临床研究证实其准确性。

2.1.2.5 优化的 IOL 屈光度计算公式 郭海科等^[32] 根据高斯光学理论推导出优化的 IOL 屈光度计算公式,该公式编写为计算机软件,使计算过程更为简便,该公式进行了如下改进:(1)以 Olson 等报道的多元回归公式估算 ELP。提高了 ELP 计算的准确性。(2)采用了双 K 值法,减少了应用角膜曲率估算角膜高度引起的误差。(3)根据几何光学重新推导计算公式,在光学公式中以 K 取代 R。以可变的常数 n 取代玻璃体屈光指数 1.336。可计算玻璃体腔屈光间质改变对 IOL 屈光力计算的影响。对于角膜屈光术后白内障患者该公式具有较好的准确性,与 Holladay II 比较无显著性差异,但其准确性仍需要更多的临床验证。

2.1.2.6 直接测量法 IOL master 测量;采用 IOL master 测量角膜 K 值、眼轴等数据,通过 IOL master 所附带的 Haigis-L 公式计算 IOL 度数^[16]。余旻等^[33] 认为 LASIK 术后 IOL Master 测量所得的 K 值较 Orbscan II 角膜地形图测量所得的 K 值偏大,对接受过角膜屈光手术者应用起来需谨慎。Pentacam 测量:Pentacam 眼前段分析仪中提供的等效角膜屈光力 EKR 是 Jack T. Holladay 等研究的一种经验算法,被认为能够正确反映包含准分子术后眼在内的所有不规则角膜的角膜屈光力^[34]。Falavarjani 等^[35] 认为,在术前相关资料缺失时,Pentacam 可以替代临床历史法计算角膜曲率。Orbscan II 测量:Orbscan II 角膜地形图比传统的角膜曲率计测量的结果更为准确,更接近角膜屈光手术后真实的角膜屈光力,对于缺乏完整相关资料的中低近视者,可选择应用 Orbscan II 角膜地形图测量获得 K 值^[33]。

2.2 计算公式的选择

2.2.1 Haigis 公式 黄芳等^[36] 通过理论性计算,比较了不同公式计算的 LASIK 手术前后等效人工晶状体度数的变化率,认为 Haigis 公式在计算 LASIK 术后人工晶状体度数方面具有明显的优越性,此公式预测 LASIK 术后人工晶状体的度数普遍大于术前人工晶状体度数,其变化率在 0~2% 之间,说明根据 Haigis 公式的计算结果,白内障术

后不容易出现远视漂移,反而是近视的趋势更大,其结果更符合人们白内障术后视觉要求。Haigis 公式在计算 LASIK 术后 IOL 度数有待于大量临床实践加以证实其准确性。

2.2.2 Haigis-L 公式 Haigis-L 公式是新一代 IOL—Master 专为角膜屈光性手术后患者提供的 IOL 度数计算公式,它无需角膜曲率评估术后有效 IOL 位置(ELP),同其他公式采用参数比较,没有公式带来的误差^[37,38]。

2.2.3 Holladay II 和 HofferQ 公式 蔡剑秋等^[39] 认为,使用 Orbscan II 测量角膜中央 2.5mm 区域角膜屈光力结合 Holladay II 和 HofferQ 公式可准确预测丢失术前资料患者的 IOL 度数。Packer 等^[40] 认为 RK 术后利用角膜地形图测量值结合 Hooladay II 公式计算所得的 IOL 屈光度较为准确,但是该公式仅有电脑软件可以使用,临床上应用尚受到知识产权的限制。McCarthy 等^[21] 认为 HofferQ 公式联合临床病史法的计算结果比较准确。此外,Gelender^[41] 认为临床上使用的人工晶状体是以 0.5D 为一个梯度,也是影响白内障术后屈光误差的因素之一。

3 展望

准分子激光手术后 IOL 度数的计算国内外都在研究,然而和正常眼相比,其准确性还不能让医患满意。由于大部分方法需要 IOL master, Pentacam, Orbscan II 等比较先进的测量仪器,到目前为止这些测量仪器还没有普及,因此需要研究出一种简便、准确、普及的计算方法。虽然国内外学者提出了许多解决的方法,但任何方法都缺乏大样本和长期的随访结果,而且这些方法的有效性、可靠性仍需进一步证实。相信,国内临床眼科医师和工程光学工程师将在大量临床资料和经验的基础上,总结出适合国人角膜屈光手术后 IOL 屈光度的计算方法,给准分子激光角膜屈光术后的白内障患者带来良好的视觉质量做出巨大的贡献。

参考文献

- Solomon KD, Fernandez de Castro LE, Sandoval HP, et al. Joint LASIK Study Task Force. LASIK world literature review: quality of life and patient satisfaction. *Ophthalmology* 2009;116(4):691-701
- Latkany RA, Chokshi AR, Speaker MG, et al. Intraocular lens calculations after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(3):562-570
- Argento C, Cosentino MJ, Tytiun A, et al. Corneal ectasia after laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(9):1440-1448
- Ciolino JB, Belin MV. Changes in the posterior cornea after laser *in situ* keratomileusis and photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(9):1426-1431
- Sun HJ, Park JW, Kim SW. Stability of the posterior corneal surface after laser surface ablation for myopia. *Cornea* 2009;28(9):1019-1022
- Chan CC, Hodge C, Lawless M. Calculation of intraocular lens power after corneal refractive surgery. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34(7):640-644
- Garg A, Lin J, Latkany R, et al. Mastering the techniques of IOL power calculations, 2nd ed. New York: McGraw-Hill 2009
- Patel S, Alio JL, Perez-Santonja JJ. Refractive index change in bovine and human corneal stroma before and after LASIK: a study of untreated and re-treated corneas implicating stromal hydration. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45(10):3523-3530
- Hoffer KJ. Intraocular lens power calculations after previous laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(4):759-765
- Shamms HJ, Shammas MC. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser *in situ* kera-

- tomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(1):31-36
- 11 Lam AK, Chan R, Pang PC. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOL Master. *Ophthalm Physiol Opt* 2001;21(6):477-483
- 12 Findl O, Drexler W, Menapace R, et al. Improved prediction of intraocular lens power using partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(6):861-867
- 13 Rosa N, Capasso L, Lanza M, et al. Axial eye length evaluation before and after myopic photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 2005;21(3):281-287
- 14 Zeh WG, Koch DD. Comparison of contact lens overrefraction and standard keratometry for measuring corneal curvature in eyes with lenticular opacity. *J Cataract Refract Surg* 1999;25(7):898-903
- 15 Shammas HJ. Intraocular IOL power calculations (Illustrated ed). Thorofare, NJ:SLACK Incorporated 2004
- 16 Haigis W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(10):1658-1663
- 17 Rosa N, Lanza M, Capasso L, et al. Anterior chamber depth measurement before and after photorefractive keratectomy comparison between IOL Master and Orbscan II. *Ophthalmology* 2006;113(6):962-969
- 18 Reddy AR, Pande MV, Finn P, et al. Comparative estimation of anterior chamber depth by ultrasonography, Orbscan II, and IOL Master. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(6):1268-1271
- 19 Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy. *J Refract Surg* 1995;11(6):490-493
- 20 Kalyani SD, Kim A, Ladas JG. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19(4):357-362
- 21 McCarthy M, Gavanski GM, Paton KE, et al. Intraocular lens power calculations after myopic laser refractive surgery: a comparison of methods in 173 eyes. *Ophthalmology* 2011;118(5):940-944
- 22 Gale RP, Saldana M, Johnston RL, et al. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. *Eye (Lond)* 2009;23(1):149-152
- 23 Geggel HS. Pachymetric ratio no-history method for intraocular lens power adjustment after excimer laser refractive surgery. *Ophthalmology* 2009;116(6):1057-1066
- 24 Walter KA, Gagnon MR, Hoopes PC Jr, et al. Accurate intraocular lens power calculation after myopic laser *in situ* keratomileusis, bypassing corneal power. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(3):425-429
- 25 Ltkany RA, Chokshi AR, Speaker MG, et al. Intraocular lens power calculation after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(3):562-570
- 26 Khalil M, Chokshi A, Ltkany R, et al. Prospective evaluation of intraocular lens calculation after myopic refractive surgery. *J Refract Surg* 2008;24(1):33-38
- 27 徐唐, 秦爱玲, 李一壮, 等. 角膜屈光力新公式与近视眼准分子激光角膜原位磨镶术后的角膜屈光力. *南京大学学报(自然科学)* 2011;47(1):91-96
- 28 Jin H, Rabsilber T, Ehmer A, et al. Comparison of ray-tracing method and thin-lens formula in intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(4):650-662
- 29 刘磊, 董洁玉, 李新华, 等. 准分子激光角膜原位磨镶术后角膜曲率计算方法的研究. *中华眼科杂志* 2008;44(4):327-331
- 30 郑秀云, 王东林, 葛金玲, 等. 应用 Pentacam 及高斯光学公式计算激光术后角膜屈力. *中国实用眼科杂志* 2011;29(4):324-326
- 31 胡毅倩, 周秀莉, 李音, 等. 后曲率实测法计算准分子激光角膜原位磨镶术后角膜屈光力的准确性. *中华眼科杂志* 2009;45(10):913-918
- 32 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. *眼科研究* 2009;27(2):144-148
- 33 余旸, 吕勇. LASIK 术后白内障手术植入的人工晶状体屈光度的预测. *眼外伤职业眼病杂志* 2010;32(7):496-500
- 34 Kent C. Calculating post-LASIK IOL power: surgeons discuss using the current formulas, making the most of existing technologies and new options in the pipeline. *Rev Ophthalmol* 2007;7:14-21
- 35 Falavarjani KG, Hashemi M, Joshaghani M, et al. Determining corneal power using Pentacam after myopic photorefractive keratectomy. *Clin Exp Ophthalmol* 2010;38(4):341-345
- 36 黄芳, 王勤美, 苏炎峰, 等. Haigis 公式预测准分子激光原位角膜磨镶术后人工晶状体度数的准确性. *眼视光学杂志* 2008;10(5):352-355
- 37 Haigis W. Corneal power after refractive surgery for myopia: contact lens method. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(7):1397-1411
- 38 Haigis W, Lege B, Miller N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238(9):765-773
- 39 蔡剑秋, 张加裕, 陈如, 等. Orbscan II 预测准分子激光原位角膜磨镶术后人工晶状体度数的准确性. *中华医学杂志* 2011;91(1):33-36
- 40 Packer M, Brown LK, Hofman RS, et al. Intraocular lens power calculation after incisional and thermal keratorefractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(7):1430-1434
- 41 Gelender H. Orbscan II-assisted intraocular lens power calculation for cataract surgery following myopic laser *in situ* keratomileusis (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:402-413