

LASIK/PRK 术后人工晶状体度数计算的研究进展

李鸿钰, 李军, 宋慧

引用: 李鸿钰, 李军, 宋慧. LASIK/PRK 术后人工晶状体度数计算的研究进展. 国际眼科杂志 2019; 19(10): 1704-1708

作者单位: (300020) 中国天津市, 天津医科大学眼科临床学院
天津市眼科医院 天津市眼科学与视觉科学重点实验室

作者简介: 李鸿钰, 天津医科大学在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 白内障、眼视光。

通讯作者: 宋慧, 毕业于天津医科大学, 博士, 硕士研究生导师, 主任医师, 科主任, 研究方向: 白内障、眼视光. songh221@hotmail.com

收稿日期: 2019-02-15 修回日期: 2019-08-29

摘要

随着屈光不正患者数量的增加及角膜屈光手术的盛行, 越来越多早期选择角膜屈光手术(LASIK/PRK)矫正高度近视的患者如今面临着白内障手术, 然而, 用常规方法计算这部分患者的人工晶状体度数往往是不精确的。目前的第三代和第四代公式过高地估计了角膜屈光力, 导致人工晶状体度数矫正不足, 从而出现术后的远视漂移。而传统的角膜地形图采用 2.5~3.2mm 范围环上的角膜计算角膜屈光力, 忽略了角膜中央的真实曲率, 导致角膜屈光术后尤其是偏中心切削患者术后出现严重的屈光误差。本文旨在总结 LASIK/PRK 术后患者人工晶状体度数计算最新的误差来源以及最新计算方法, 为提高屈光术后患者人工晶状体度数计算的准确性提供更多的选择。

关键词: 人工晶状体; 度数计算; 准分子激光原位角膜磨镶术/准分子角膜切削术; 白内障

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2019.10.16

Intraocular lens power calculation in eyes with previous LASIK/PRK

Hong-Yu Li, Jun Li, Hui Song

Clinical College of Ophthalmology, Tianjin Medical University; Tianjin Eye Hospital; Tianjin Key Lab of Ophthalmology and Visual Science, Tianjin 300020, China

Correspondence to: Hui Song. Clinical College of Ophthalmology, Tianjin Medical University; Tianjin Eye Hospital; Tianjin Key Lab of Ophthalmology and Visual Science, Tianjin 300020, China. songh221@hotmail.com

Received: 2019-02-15 Accepted: 2019-08-29

Abstract

• Calculating the intraocular lens (IOL) power in eyes with prior corneal refractive surgery (LASIK/PRK) is still a challenging task for all cataract ophthalmologists. The

accuracy of the IOL power calculating is lower than virgin eyes, because the three generation formulae and traditional corneal instruments which measure central corneal radius of curvature in the paracentral 2.5-3.2mm zone are incorrect after myopic refractive surgery. There are three main sources of error in IOL calculation after refractive surgery: the radius measurement error, the keratometer index error and the IOL formula error. The purpose of the present paper is to describe the different available techniques to improve the accuracy of the IOL power calculation after refractive procedures.

• **KEYWORDS:** intraocular lens; power calculation; LASIK/PRK; cataract

Citation: Li HY, Li J, Song H. Intraocular lens power calculation in eyes with previous LASIK/PRK. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019; 19(10): 1704-1708

0 引言

随着屈光不正患者数量的增加, 越来越多的人选择角膜屈光手术。尤其是早期选择准分子激光原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)或者准分子角膜切削术(photo refractive keratectomy, PRK)的患者, 随着年龄的增长, 如今也面临着白内障手术。用常规方法计算 LASIK/PRK 术后患者人工晶状体(intraocular lens, IOL)度数的准确性往往较普通患者低, 甚至出现严重的屈光误差, 需要置换人工晶状体才能解决。本文就角膜 LASIK/PRK 术后 IOL 度数计算的误差来源、最新计算方法及公式做一总结, 目的在于提高角膜屈光手术后 IOL 度数计算的准确性, 为临床眼科医师提供更多的选择。

1 LASIK/PRK 术后 IOL 度数计算的误差来源

1.1 角膜屈光力计算误差 传统角膜地形图及非接触式光学相干生物测量仪(IOL Master)采用经典高斯公式 $F = (n-1)/r$ 计算角膜屈光力, 该薄透镜公式基于屈光指数 $n=1.3375$, 角膜后前曲率半径比值(B/F Ratio)为 0.82 这一假设, 而这一假设在 LASIK/PRK 术后患者的角膜屈光力计算中并不适用。准分子激光都是切削角膜前表面, 而角膜后表面变化不大^[1], 在近视 LASIK/PRK 术后, 角膜前表面中央区被切削而扁平化, 导致 B/F Ratio 值变小; 对于远视患者, 角膜前表面周边组织被切削, 导致中央角膜变陡峭, B/F Ratio 值变大。由于 B/F Ratio 不再是固定值 0.82, 因而使用 $n=1.3375$ 计算出的角膜屈光力是不准确的。

1.2 角膜半径测量误差 常规角膜曲率计及角膜地形图将角膜前表面 2.5~3.2mm 环上的中心旁区得到的模拟角膜计度数(SimK)当作角膜中心区的曲率^[2]。近视准分子激光术后患者的屈光改变主要发生在角膜中央区, 大量研究证明准分子激光术后患者的中心角膜曲率更能反映

其真实的屈光改变,并建议采用中心角膜曲率来计算这部分患者的角膜曲率^[3]。若患者为偏中心切削或者光学区等于或者大于6mm时,半径误差可忽略不计,否则应采用角膜中心区的真实角膜曲率来计算角膜屈光力^[4]。

1.3 计算公式选择误差 第三代理论公式(Holladay 2、SRK/T、Hoffer Q)在LASIK/PRK术后患者IOL度数计算中并不受欢迎的原因主要在于对有效晶状体位置(effective lens position, ELP)的预测不准确。根据ELP计算公式可知,ELP值1mm的偏差,将导致IOL度数1.5D的偏差。近视准分子激光术后,角膜屈光力被高估,导致低估ELP;在远视准分子激光术后,角膜屈光力被低估,导致高估ELP。

1.4 其他假说 除以上公认原因外,近些年也提出了其他假说,认为角膜前表面非球面性(Q值)也会影响LASIK/PRK术后患者IOL计算的精确性。Savini等^[5]发现负值更大的Q值与术后近视屈光误差成正比,而正值更大的Q值与术后远视屈光误差正相关。Norrby^[6]报道的角膜Q值对IOL度数计算的影响因素占2.52%,远小于角膜屈光力及ELP对IOL度数计算的影响。另外,角膜的不稳定性也会影响IOL度数计算^[7];角膜屈光术后胶原纤维排列发生变化是主要原因,同时白内障术后早期部分患者可能会存在角膜水肿,导致中央区曲率减少,尽管这种变化绝大部分是可逆的,但也有少部分是不可逆的,从而使角膜后表面曲率发生变化,进而导致IOL度数出现误差。

2 利用LASIK/PRK术前数据计算IOL度数

2.1 常用计算方法 (1)临床历史数据法(clinical history method, CHM)^[8]:临床历史数据法是最早提出的计算角膜屈光术后IOL度数的方法,曾为屈光术后患者IOL度数计算的金标准^[9],该方法是指用屈光术前K值减去手术引起的屈光改变得到术后的矫正角膜K值,再带入公式计算IOL度数。由于患者屈光术前数据的丢失和不准确性,越来越多的人提出用临床历史数据法来计算屈光术后患者的IOL度数是不准确的^[10-11]; (2)“Double K”法^[12]:Aramberri指出用屈光术后的角膜K值来确定ELP是有缺陷的,ACD不会因为屈光手术而改变,于是他提出了“Double K”法。第一个K值是指角膜屈光术前K值,用于计算ELP;另一个是指屈光术后测量的稳定K值,用于计算IOL度数。“Double K”法至今仍然受到大家的喜爱,可以通过不同回归公式得到的K值带入不同公式,提高LASIK/PRK术后患者IOL度数计算的准确性^[11](我们统计了近年来不同文献中“Double K”法计算LASIK/PRK术后IOL度数的准确性结果,见图1); (3)Barrett true-k公式:该公式是根据Barrett Universal II^[13]推演得到的,目前可以在亚太白内障和屈光外科医师协会(APARCS)网站上使用该公式。虽然至今未公开Barrett true-k公式,但是其精确性得到大家的认可^[11,14],被认为是角膜屈光术后IOL计算最准确的公式之一。

2.2 不常用计算方法 (1)“Masket”法^[15]:Masket等认为单靠屈光术后的测量数据来计算IOL的度数是不准确的,通过相关分析得出了IOL度数计算的矫正公式:IOL矫正量=RC×-0.326+0.101(RC是屈光手术矫正的屈光量); (2)“Savini”法^[16]:根据经典高斯公式 $F=(n-1)/r$ 得出 $n=rF+1$,Savini经过相关分析发现 n_{post} 与RC正相关: $n_{\text{post}}=1.338+0.0009856 \times RC (P<0.0001, r=0.9581, r^2=$

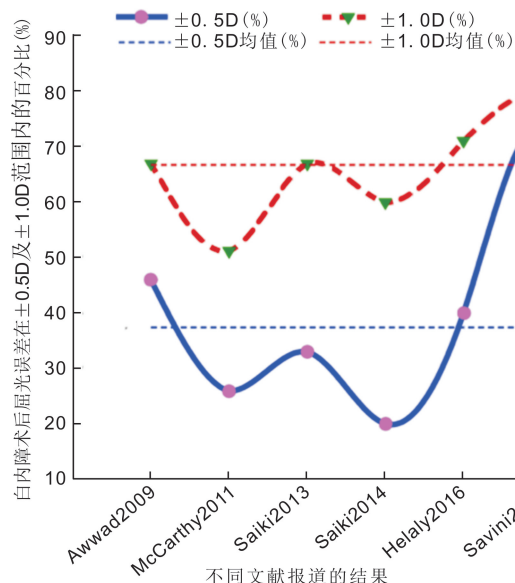


图1 不同文献报道的Double K法预测屈光术后患者IOL度数准确性结果比较。

0.9170, n_{post} 是屈光术后角膜n值),其报道的98例近视LASIK/PRK术后患者的白内障术后的屈光误差均在-0.5~-0.75D; (3)其他方法:主要包括角膜总屈光力法^[17]、Awwads^[18]和Diehl-Miller-Date公式^[19]等,这些方法将屈光术前的角膜K值及角膜切削的屈光改变量引入回归公式中计算IOL度数,同时也可以将得到的角膜屈光力代入传统三代理论公式联合“Double K”法,实践证明也得到与以上方法得到的相近结果。

3 利用LASIK/PRK术后数据计算IOL度数

通常患者角膜屈光术前的数据是不可用或者不可靠的。研究表明,不使用屈光术前数据与使用这些数据比较均能得到更好的结果^[20]。科学家们通过研究得出了许多经验公式来推测屈光术前的角膜数据或者通过更精确的测量仪器正确测量屈光术后的实际角膜屈光力来计算IOL度数,事实证明获得了更好的效果。我们统计了以上源文献中IOL度数计算准确性结果,见表1。

3.1 常用计算方法 (1)Haigis-L公式^[21]:该公式利用屈光术后IOL Master测量的实际数据计算角膜屈光力,避免了半径误差,再将校正的角膜K值应用到标准眼的Haigis公式^[22]中,Haigis公式并不使用角膜半径作为ELP的预测值,进而降低了公式误差的风险。校正角膜K值公式如下:

$$R = \frac{331.5}{-5.1625 \times r + 82.2603 - 0.35} \quad (r \text{ 为 IOL Master 测得的屈光术后的角膜半径}; R \text{ 为校正角膜半径})$$

Chen等^[20]通过Meta分析比较Haigis-L公式与其他公式计算屈光术后患者IOL度数的精确性,发现Haigis-L公式优于任何使用屈光术前临床数据的计算方法(作者统计了近年来不同文献中Haigis-L公式计算LASIK/PRK术后IOL度数的准确性结果,见图2); (2)Barrett true-k no history公式:当缺少患者角膜屈光术前数据的情况下,可免费从亚太白内障和屈光外科医师协会(APACRS)网站上使用该公式,虽然该公式尚未公布,但结果良好^[10,14]; (3)线上IOL计算器:在美国屈光与白内障手术协会(ASCRS)网站上提供了角膜屈光术后患者IOL的度数计算公式,包括常用的Haigis-L、Barrett true-k、“Double K”法

表1 不同公式计算 LASIK/PRK 术后患者 IOL 度数准确性总结

分类	公式	例数	±0.5D (%)	±1.0D (%)	屈光误差($\bar{x} \pm s, D$)
术前数据可知	常用公式 CHM ^[41]	98	95.9	—	-0.06±0.18
	“Double K”法 ^[12]	28	66.66	88.88	0.13±0.62
	Barrett true-K ^[14]	58	67.2	94.8	-0.01±0.55
不常用公式	“Masket”法 ^[15]	30	93.33	100	-0.15±0.29
	“Savini”法 ^[16]	98	—	100	0.03±0.06
术前数据不可知	常用公式 Haigis-L ^[21]	187	61	84	-0.51±1.14
	Barrett true-Kno history ^[14]	30	63.3	80	-0.20±0.64
	线上 IOL 计算器 ^[9]	72	72	93	0.11±0.76
	不常用公式 Shammas-PL ^[24]	15	—	93.3	-0.03±0.63
最新公式	术中生物测量 ^[27]	246	67	94	0.42±0.39
	OCT 公式 ^[30]	16	—	87.5	-0.01±0.67
	Shammas-HP ^[35]	101	66	91	—
	Olsen T ^[39]	1475	71.2	96.6	0±0.47

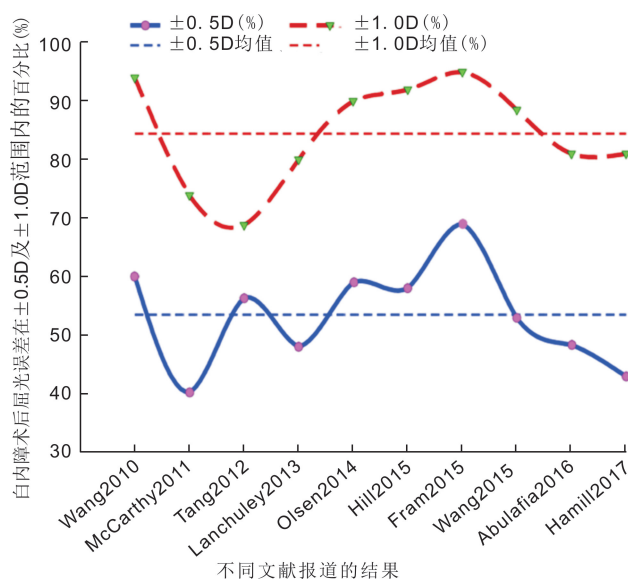


图2 不同文献报道的 Haigis-L 公式预测屈光术后患者 IOL 度数的准确性结果比较。

以及其他经验回归公式,同时 ASCRS 上还可以综合不同仪器的测量数据、不同公式计算的 IOL 度数得出平均 IOL 屈光度数值,为眼科医师提供了更多的选择,得到一致可信的结果^[10-11, 23],因其简便快捷性及多样化公式选择性而受到国外医师的偏爱。

3.2 不常用计算方法 (1) Shammas-PL 公式:常规白内障手术患者采用三代理论公式来计算 IOL 度数,依靠角膜屈光力预测 ELP, LASIK/PRK 术后患者的角膜屈光力发生改变,导致 ELP 预测错误。Shammas 等^[24]将 IOL 的特定 A 常数代入到屈光术后 ACD 的校正公式中来避免 ELP 预测误差,并命名为 C 值: $C = ACD_p = 0.5835 \times A - 64.4$; $K_{corr} = 1.14K_{post} - 6.8$ ^[25](其中 A 为 IOL 的特征性常数,与 IOL 类型有关; K_{corr} 为矫正角膜曲率,用于 IOL 度数计算; K_{post} 为屈光术后测量所得角膜曲率)。Helaly 等^[26]在使用不同仪器测量得到的不同角膜曲率用于计算 IOL 度数时发现,Shammas-PL 公式结合光学相干生物测量仪(IOL Master)中的陡峭轴 K 值让 93.3% 屈光术后患者的屈光误差在 ±1.0D 之内;(2) 白内障术中生物测量: Ianchulev 等^[27]第一次提出在晶状体摘除后对无晶状体眼进行生物

测量,根据术中测量数据得到 IOL 度数,减少或消除角膜曲率或眼轴测量误差带来的影响。该公式基于红光反射原理,考虑整个屈光介质包括房水和玻璃体的影响,从视网膜上反射光中获得光学测量的结果,而不依靠屈光术前的数据和角膜屈光力。在对 246 眼采用术中生物测量方法计算 IOL 度数时,发现 67% 的患者屈光误差在 ±0.5D, 94% 在 ±1.0D, 其准确性明显优于 Haigis-L 公式和 Shammas-PL 公式。该计算方法在其他文献报道中也有良好结果^[28-29];(3) OCT 公式^[30]:采用眼前节 OCT 测量仪器,真实反映角膜前后表面半径及角膜厚度值并根据高斯厚透镜公式计算得到净角膜屈光力 (net corneal power, NCP)。由于前节 OCT 无法测量 AL 和 ACD,因此运用 IOL Master 的 AL 和 ACD 估计 ELP。再根据回归公式将 NCP 转换为角膜有效屈光力 (corneal effective power, CEP): $CEP = 1.0208 \times NCP - 1.6622$ 。大量研究表明 OCT 公式计算屈光术后患者 IOL 度数的准确性与 Haigis-L 及 Barrett true-k 相当^[11, 29, 31]。其缺点在于由于八维扫描模式导致外周角膜采样不足,只能在近轴范围进行光线跟踪;(4) 其他方法:除了以上列出的公式和方法外,还有很多类似的回归公式,包括改良“Double K”法^[32-33]、Maloney^[34]多种方法,但是大部分为小样本研究,缺少相应的临床试验验证。

3.3 最新计算方法 (1) Hill Potvin Shammas 公式^[35]:根据 Snell 定律可知,当光波从一种介质传播到另一种不同介质时会发生折射现象。Pentacam 通过 Scheimflug image 摄像和 Placido 技术可以追踪光线从空气到角膜、房水、晶状体表面和玻璃体到达视网膜的路线,直接测量角膜中心曲率,真实反映 LASIK/PRK 术后角膜总屈光力改变,并且不受表面泪膜的影响^[36-37],避免了半径误差和 ELP 误差。Ray tracing 原理表明,与现有的校正公式相比,这种方法提供更准确、可重现的结果^[38]。在此基础上, Hill 和 Potvin 将 Pentacam 所测的不同角膜 K 值带入不同公式进行计算,共组合了 26 种计算 IOL 的方法,比较发现使用以角膜顶点为中心 4mm 区域的真实净屈光力 (TNP_{apex}) 带入 Shammas 公式计算的 IOL 度数相比于其他方法更有优越性;(2) Olsen T 公式^[39]:它是基于精确光线追踪原理的 IOL 计算公式,考虑了角膜前后表面曲率、Q 值以及总球差等因素。其优势在于使用范围非常广,且精度高,适合

任意类型眼的 IOL 度数计算,包括长眼轴、短眼轴以及非正常眼,如角膜屈光术后眼、圆锥角膜和角膜移植术后眼等。其独特的 C 常数可进行无偏差的 ELP 预估,因其不依赖于传统的角膜曲率和 AL 来进行 ELP 预测: $IOLc = ACDpre + C \times LTpre$ (IOLc 是指人工晶状体中心位置, ACDpre 是术前前房深度, LTpre 是术前晶状体厚度), C 常数是针对特定 IOL 类型和设计计算出来的,并且在常规白内障摘除和囊袋内 IOL 植入患者才有意义。近年来多篇文章均有报道 Olsen T 公式在 IOL 度数计算中的优异表现^[40]。

4 小结

近些年来,人工晶状体度数计算方法的更新让 55% 以上的常规白内障患者术后屈光误差在 $\pm 0.5D$ 内^[41-42],但是 LASIK/PRK 术后患者的 IOL 度数计算却一直是一大难题。减少角膜屈光力计算误差、半径误差及公式误差有助于提高 LASIK/PRK 术后 IOL 计算的准确性。常规测量仪器不能正确反映屈光术后角膜真实屈光力,三代理论公式不能正确预测有效晶状体位置。眼前节分析仪 (Pentacam) 及前节光学相干扫描仪 (OCT) 的应用为临床医师提供更多的选择,我们认为采用 Pentacam 全面评估 LASIK/PRK 术后患者角膜前后表面曲率的真实变化可以提高 IOL 度数计算的精确性。中国至今没有计算 LASIK/PRK 术后患者 IOL 度数的公认标准,采取多种测量仪器和多种计算方法得出的平均 IOL 度数也许是最稳妥的方法。

参考文献

- Dai ML, Wang QM, Lin ZS, et al. Posterior corneal surface differences between non-laser in situ keratomileusis (LASIK) and 10-year post-LASIK myopic eyes. *Acta Ophthalmol* 2018; 96(2):e127-e133
- Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation after previous laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35(4):759-765
- Hua Y, Pan C, Wang Q. Assessment of total corneal power after myopic corneal refractive surgery in Chinese eyes. *Int Ophthalmol* 2019 [Epub ahead of print]
- Santhiago MR. Refractive management in a patient with cataract and previous small zone decentered myopic ablation for high myopia: June consultation #1. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44(6):782
- Savini G, Hoffer KJ, Barboni P. Influence of corneal asphericity on the refractive outcome of intraocular lens implantation in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41(4):785-789
- Norbby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(3):368-376
- 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 calculation for eyes after refractive keratotomy. *J Refract Surg* 1995; 11(6):490-493
- Wang L, Hill WE, Koch DD. Evaluation of intraocular lens power prediction methods using the American Society of Cataract and Refractive Surgeons Post-Keratometric Intraocular Lens Power Calculator. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36(9):1466-1473
- Kang BS, Han JM, Oh JY, et al. Intraocular Lens Power Calculation after Refractive Surgery: A Comparative Analysis of Accuracy and Predictability. *Korean J Ophthalmol* 2017; 31(6):479-488
- Wang L, Tang M, Huang D, et al. Comparison of Newer Intraocular Lens Power Calculation Methods for Eyes after Corneal Refractive

- Surgery. *Ophthalmology* 2015; 122(12):2443-2449
- Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29(11):2063-2068
- Barrett GD. An improved universal theoretical formula for intraocular lens power prediction. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19(6):713-720
- Abulafia A, Hill WE, Koch DD, et al. Accuracy of the Barrett True-K formula for intraocular lens power prediction after laser *in situ* keratomileusis or photorefractive keratectomy for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(3):363-369
- Masket S, Masket SE. Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32(3):430-434
- Savini G, Barboni P, Zanini M. Correlation between attempted correction and keratometric refractive index of the cornea after myopic excimer laser surgery. *J Refract Surg* 2007; 23(5):461-466
- Savini G, Barboni P, Carbonelli M, et al. Accuracy of a dual Scheimpflug analyzer and a corneal topography system for intraocular lens power calculation in unoperated eyes. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37(1):72-76
- Awwad ST, Kelley PS, Bowman RW, et al. Corneal refractive power estimation and intraocular lens calculation after hyperopic LASIK. *Ophthalmology* 2009; 116(3):393-400
- Date RC, Yu F, Miller KM. Confirmation and refinement of the Diehl-Miller nomogram for intraocular lens power calculation after laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39(5):745-751
- Chen X, Yuan F, Wu L. Metaanalysis of intraocular lens power calculation after laser refractive surgery in myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(1):163-170
- Haigis W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia; Haigis-L formula. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(10):1658-1663
- 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
- Canto AP, Chhadva P, Cabot F, et al. Comparison of IOL power calculation methods and intraoperative wavefront aberrometer in eyes after refractive surgery. *J Refract Surg* 2013; 29(7):484-489
- Shammas HJ, Shammas MC. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(1):31-36
- Shammas HJ, Shammas MC, Garabet A, et al. Correcting the corneal power measurements for intraocular lens power calculations after myopic laser *in situ* keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(3):426-432
- Helaly HA, El-Hifnawy MA, Shaheen MS, et al. Accuracy of Corneal Power Measurements for Intraocular Lens Power Calculation after Myopic Laser *In situ* Keratomileusis. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2016; 23(1):122-128
- Ianchulev T, Hoffer KJ, Yoo SH, et al. Intraoperative refractive biometry for predicting intraocular lens power calculation after prior myopic refractive surgery. *Ophthalmology* 2014; 121(1):56-60
- Zhang Z, Thomas LW, Leu SY, et al. Refractive outcomes of intraoperative wavefront aberrometry versus optical biometry alone for intraocular lens power calculation. *Indian J Ophthalmol* 2017; 65(9):813-817
- Fram NR, Masket S, Wang L. Comparison of Intraoperative Aberrometry, OCT-Based IOL Formula, Haigis-L, and Masket

Formulae for IOL Power Calculation after Laser Vision Correction. *Ophthalmology* 2015; 122(6):1096-1101

30 Tang M, Wang L, Koch DD, *et al.* Intraocular lens power calculation after previous myopic laser vision correction based on corneal power measured by Fourier-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38(4):589-594

31 Huang D, Tang M, Wang L, *et al.* Optical coherence tomography-based corneal power measurement and intraocular lens power calculation following laser vision correction (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2013; 111:34-45

32 Saiki M, Negishi K, Kato N, *et al.* Modified double-K method for intraocular lens power calculation after excimer laser corneal refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39(4):556-562

33 Saiki M, Negishi K, Kato N, *et al.* A new central-peripheral corneal curvature method for intraocular lens power calculation after excimer laser refractive surgery. *Acta Ophthalmol* 2013; 91(2):e133-139

34 Maloney RK. Formula for determining corneal refractive power. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35(2):211-212; author reply 212

35 Potvin R, Hill W. New algorithm for intraocular lens power calculations after myopic laser *in situ* keratomileusis based on rotating Scheimpflug camera data. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41(2):

339-347

36 Gonen T, Cosar CB, Sener B, *et al.* Comparison of keratometric data obtained by automated keratometer, Dicon CT 200, Allegro Topolyzer, and Pentacam. *J Refract Surg* 2012; 28(8):557-561

37 Xu K, Hao Y, Qi H. Intraocular lens power calculations using a Scheimpflug camera to measure corneal power. *Biotech Histochem* 2014; 89(5):348-354

38 Saiki M, Negishi K, Kato N, *et al.* Ray tracing software for intraocular lens power calculation after corneal excimer laser surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2014; 58(3):276-281

39 Olsen T, Hoffmann PC. Constant; new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40(5):764-773

40 Cooke DL, Cooke TL. Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42(8):1157-1164

41 Savini G, Barboni P, Zanini M. Intraocular lens power calculation after myopic refractive surgery; theoretical comparison of different methods. *Ophthalmology* 2006; 113(8):1271-1282

42 Alio JL, Abdelghany AA, Abdou AA, *et al.* Cataract surgery on the previous corneal refractive surgery patient. *Surv Ophthalmol* 2016; 61(6):769-777