

Pentacam TNP 在角膜屈光手术后人工晶状体度数计算中的应用研究

臧馨怡¹, 毛世兰², 谢晋³, 刘晓敏³, 李德卫³, 元静³, 代云海³

引用: 臧馨怡, 毛世兰, 谢晋, 等. Pentacam TNP 在角膜屈光手术后人工晶状体度数计算中的应用研究. 国际眼科杂志, 2024, 24(4):646-650.

作者单位:¹(261053) 中国山东省潍坊市, 山东第二医科大学;
²(271016) 中国山东省济南市, 山东第一医科大学附属眼科学院;
³(266071) 中国山东省青岛市, 山东第一医科大学附属眼科研究所 山东第一医科大学附属青岛眼科医院

作者简介: 臧馨怡, 在读硕士研究生, 研究方向: 白内障。

通讯作者: 代云海, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 白内障. yunhaidai@163.com

收稿日期: 2023-10-20 修回日期: 2024-03-05

摘要

目的: 评估 Pentacam 系统角膜净屈光力 (TNP) 模式 3 mm 环的角膜曲率值联合 SRK/T 公式 [简称为 TNP 3 mm (SRK/T)] 预测屈光手术后白内障患者人工晶状体 (IOL) 度数的准确性。

方法: 回顾性研究。收集 2019-07/2021-12 LASIK 或 PRK 术后行白内障手术患者 35 例 50 眼。术前使用 TNP 3 mm (SRK/T) 计算 IOL 度数 50 眼, 使用 Barrett True-K 公式计算 IOL 度数 34 眼, 使用 Olsen 2 公式计算 IOL 度数 41 眼, 每例患者术前至少使用 2 种公式计算 IOL 度数, 记录患者术后 3 mo 实际屈光度。比较三种测算方法下 IOL 度数的预测误差 (PE), 分析 PE 在 ± 0.5 、 ± 1.0 D 以内的患眼比例。

结果: 术后 3 mo, TNP 3 mm (SRK/T)、Barrett True-K、Olsen 2 PE 分别为 -0.02 ± 0.63 、 -0.54 ± 0.80 、 0.25 ± 0.80 D ($P < 0.001$), PE 在 ± 0.5 D 内患眼分别为 66% (33/50)、44% (15/34)、37% (15/41) ($P < 0.05$); PE 在 ± 1.0 D 内患眼分别为 88% (44/50)、71% (24/34)、80% (33/41) ($P > 0.05$)。

结论: Pentacam TNP 3 mm (SRK/T) 法操作简便, 预测屈光手术后白内障患者 IOL 度数具有较好的准确性。

关键词: 白内障; TNP; SRK/T; 预测误差

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.4.28

Application of Pentacam TNP in calculating the intraocular lens power after corneal refractive surgery

Zang Xinyi¹, Mao Shilan², Xie Jin³, Liu Xiaomin³, Li Dewei³, Yuan Jing³, Dai Yunhai³

¹Shandong Second Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China; ²College of Ophthalmology, Shandong First

Medical University, Jinan 271016, Shandong Province, China; ³Affiliated Ophthalmology Research Institute of Shandong First Medical University, Qingdao 266071, Shandong Province, China

Correspondence to: Dai Yunhai. Affiliated Ophthalmology Research Institute of Shandong First Medical University, Qingdao 266071, Shandong Province, China. yunhaidai@163.com

Received: 2023-10-20 Accepted: 2024-03-05

Abstract

• **AIM:** To assess the accuracy of predicting intraocular lens (IOL) power after myopic refractive surgery using the Pentacam system's true net power (TNP) in the 3 mm zone combined with the SRK/T formula [*i.e.* TNP 3 mm (SRK/T)].

• **METHODS:** Retrospective study. This study enrolled 35 cases (50 eyes) of patients undergoing cataract surgery after laser assisted *in situ* keratomileusis (LASIK) or photorefractive keratectomy (PRK) from July 2019 to December 2021. Preoperatively, IOL power of 50 eyes, 34 eyes and 41 eyes was calculated by TNP 3 mm (SRK/T), Barrett True-K and Olsen 2 formulas, respectively, with at least 2 formulas used to calculate IOL power for each patient. The actual diopter was recorded 3 mo postoperatively. Prediction errors (PE) of IOL power were compared among the three calculation methods, and the proportion of eyes with PE within ± 0.5 D and ± 1.0 D was analyzed.

• **RESULTS:** The PE at 3 mo postoperatively for TNP 3 mm (SRK/T), Barrett True-K, and Olsen 2 was -0.02 ± 0.63 , -0.54 ± 0.80 , and 0.25 ± 0.80 D, respectively ($P < 0.001$). The proportions of PE within ± 0.5 D were 66% (33/50), 44% (15/34) and 37% (15/41), respectively ($P < 0.05$); the proportions of PE within ± 1.0 D were 88% (44/50), 71% (24/34) and 80% (33/41), respectively ($P > 0.05$).

• **CONCLUSION:** The Pentacam TNP 3 mm (SRK/T) method is simple to operate and provides accurate calculation of IOL power after corneal refractive surgery.

• **KEYWORDS:** cataract; true net power (TNP); SRK/T; prediction errors

Citation: Zang XY, Mao SL, Xie J, et al. Application of Pentacam TNP in calculating the intraocular lens power after corneal refractive surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24(4):646-650.

0 引言

20 世纪 90 年代开始 LASIK、PRK 作为治疗近视的手术方法迅速在全球流行, 且需求日益增加。这部分患者在行近视屈光手术若干年后出现晶状体混浊, 需要行 IOL 植

入手术,该类患者使用常规方法计算的 IOL 度数准确性比未行屈光手术的患者降低。常规的角膜屈光度测量方法(手动、自动或 Placido 环形地形图)测得的角膜曲率(K)值是基于假设角膜前表面与后表面之间的曲率比例是恒定的情况下得到的^[1],但在 LASIK 或 PRK 等屈光手术后,角膜前表面中央变平,曲率发生改变,而角膜后表面曲率不变,因此角膜前表面、后表面之间的曲率比例发生改变,角膜曲率计算不再准确^[2-3]。

如果患者的术前病史信息可用,使用临床病史法(clinical history method, CHM)仍是计算近视屈光术后角膜 K 值的金标准方法之一^[4-5]。2003 年, Aramberry 提出的 Double-K 法根据患者屈光术前病史资料,可以代入不同的修正公式,如 SRK/T, Hoffer Q 和 Holladay II 等^[6-8],其中代入修正后 SRK/T 公式计算出的 IOL 度数相对准确,结果普遍被临床医师认可^[9-10]。然而,许多屈光手术患者行白内障手术时缺失屈光术前数据,不能通过临床病史法计算 IOL 度数。随着测量设备和 IOL 计算公式的不断进步,近 10 a 出现了多种不需要依靠病史资料而计算角膜屈光术后 IOL 度数的方法,如 Olsen、Barrett True-K、Haigis-L、Shammas、Potvin-Hill 等^[8,11],这些方法将角膜屈光术后 IOL 度数的计算准确性大大提高。同时也有部分亚洲的学者将 Pentacam 系统角膜净屈光力(true net power, TNP)应用到该类患者的 IOL 度数计算,在亚洲人中取得了较好结果,但并未被广泛认可^[11-12]。我们研究组通过多年临床总结和文献分析,对这一方法进行调整并与其他方法进行对比研究,重新评估 TNP 的角膜曲率值联合 SRK/T 公式在计算屈光术后 IOL 度数方面的准确性,以期得到一种更加简便、准确并适合亚洲人的 IOL 度数计算方法。

1 对象和方法

1.1 对象

回顾性研究。收集 2019-07/2021-12 LASIK 或 PRK 术后行白内障手术患者 35 例 50 眼。纳入标准:(1)既往有 LASIK 或 PRK 手术史,且屈光手术的病史信息尚无法获得;(2)符合白内障超声乳化联合 IOL 植入手术指征;(3)Emery 法核硬度分级^[13]为Ⅲ或Ⅳ级;(4)无重大脏器病变或恶性肿瘤。排除标准:(1)可能影响术后屈光的眼部疾病,如圆锥角膜、青光眼、葡萄膜炎和严重视网膜病变等。(2)既往除屈光手术以外的外伤或眼科手术史。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,经山东第一医科大学附属青岛眼科医院医学伦理委员会批准[No.青眼伦审(快)(2023)02 号],所有患者均签署手术和临床数据使用知情同意书。

1.2 方法

所有患者术前接受裂隙灯检查晶状体情况,综合验光仪检查视力及屈光度,术前使用以下 3 种方法计算 IOL 度数:(1)TNP 3 mm (SRK/T)法: Pentacam 系统 TNP 模式 3 mm 环上 K1、K2 及眼轴(axial length, AL)代入 SRK/T 公式直接计算人工晶状体度数;(2)Barrett True-K 公式:使用 IOL Master 700 中的 Barrett True-K 公式计算 IOL 度数;(3)Olsen 2 公式:将 Pentacam 测量的角膜前表面曲率半径、AL、Lenstar 测量的晶状体厚度(lens thickness, LT)一起代入 Pentacam 仪器中的 phacoptics 软件计算 IOL 度数。每例患者术前至少使用 2 种公式计算 IOL 度数,结合术前 IOL 测算结果,根据患者年龄、工作及

生活需求选择适当的 IOL 类型,无需优化 IOL 常数,按照预期在 0-2.00 D 之间确定选择的 IOL 度数。所有患者均采用 2.5 mm 透明角膜切口,由同一名医师进行手术,手术过程顺利,IOL 均顺利植入囊袋中。记录术后 3 mo 的实际屈光度与术前的预测屈光度差值,得到 IOL 度数的预测误差(prediction error, PE)。

统计学分析:使用 SPSS25.0 统计软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料使用均数±标准差描述,两种仪器角膜曲率测量结果比较采用配对样本 *t* 检验,三种 IOL 度数计算方法的 PE 比较采用单因素方差分析,事后检验进行两两比较采用雪费法(Scheffe's)。计数资料使用眼(%)描述,采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异存在统计学意义。

2 结果

2.1 纳入患者基本资料

本研究共纳入患者 35 例 50 眼,其中男 15 例,女 20 例;年龄 26-73(平均 46.60±9.30)岁,AL 22.21-33.22(平均 28.3±2.25)mm。行 LASIK 手术 19 例 27 眼,PRK 术 16 例 23 眼。术前晶状体核硬度分级,其中Ⅲ级 18 例 28 眼、Ⅳ级 17 例 22 眼。术前使用 TNP 3 mm (SRK/T)计算 IOL 度数 50 眼,使用 Barrett True-K 公式计算 IOL 度数 34 眼,使用 Olsen 2 公式计算 IOL 度数 41 眼。其中 1 例 26 岁年轻患者行屈光手术后,发生视网膜脱离,视网膜脱离术后发生继发性白内障,白内障术前这例患者视网膜已复位,且眼底情况稳定。

2.2 两种仪器测量角膜曲率比较

IOL Master 700 与 Pentacam-TNP 测量 K1 分别是:30.79-45.61(平均 37.16±3.17)、27.2-44.35(平均 34.93±3.29)D,差异有统计学意义($t=21.83, P<0.001$);K2 分别是:31.9-48.35(平均 38.41±3.45)、29.4-45.55(平均 36.69±3.46)D,差异有统计学意义($t=17.86, P<0.001$)。

2.3 三种 IOL 度数计算方法的 PE 比较

TNP 3 mm (SRK/T)、Barrett True-K、Olsen 2 法 PE 分别为-1.69-1.75(平均-0.02±0.63)、-2.1-0.82(平均-0.54±0.80)、-1.50-1.91(平均 0.25±0.80)D,差异有统计学意义($F=11.23, P<0.001$),两两比较提示 TNP 3 mm (SRK/T)与 Olsen 2 法差异无统计学意义($P>0.05$);Barrett True-K 与 TNP 3 mm (SRK/T)、Olsen 2 差异均有统计学意义($P<0.05$)。TNP 3mm (SRK/T)、Barrett True-K、Olsen 2 法预测植入 IOL 后 PE 在±0.5 D 分别为 66%(33/50)、44%(15/34)、37%(15/41),差异均有统计学意义($\chi^2=8.53, P<0.05$);PE 在±1.0 D 分别为 88%(44/50)、71%(24/34)、80%(33/41),差异无统计学意义($\chi^2=3.96, P>0.05$)。

3 讨论

角膜屈光术后计算 IOL 度数存在一定的挑战性,使用常规计算方法往往会导致 IOL 度数误差较大,出现远视漂移^[1,14-15]。产生误差的原因主要是角膜屈光术后 K 值测量的不准确性和有效晶状体位置(effective lens position, ELP)的预测偏差^[1,16]。角膜前后表面的曲率比例发生改变,使常规方法测量的 K 值通常高于实际 K 值^[17],而且第三代 IOL 计算公式会低估屈光术后的 ELP,使 IOL 度数计算偏低,导致术后远视漂移^[15]。为了提高角膜屈光术后 IOL 度数计算的准确性,自 20 世纪 70 年代以来,眼科学者们坚持不懈的寻找和总结更准确的计算方法,多种屈光

术后 IOL 度数的计算公式不断涌现,如:SRK/T、Hoffer Q、Barrett Universal II、Olsen 等^[18],这些方法的不断研发与改良使得角膜屈光术后 IOL 度数的计算变得日趋简单,但不同方法计算的准确性在国人人群中仍参差不齐,尚缺少一种对所有患者放之皆准的方法。

依靠病史资料(如 CHM、Feiz-Mannis 法、角膜旁路法等^[19])计算屈光术后 K 值的方法正逐渐退出历史舞台,取而代之的是可直接测得相对真实 K 值的扫频设备,如 IOL Master 700、Pentacam 系统、AS-OCT(CASIA2)^[20-22]等。IOL Master 700 设备采用 SS-OCT 原理,在 19 个参考点上对 K 测量,可以评估角膜的前后表面屈光度^[23]。Pentacam 是一款通过 Scheimpflug 相机 360° 匀速旋转拍摄,实时采集患者的角膜形态图像的分析诊断系统,可以分析患者的总角膜曲率(total corneal refractive power, TCRP)、TNP 和角膜厚度等^[24]。对于正常角膜,常规测量法测得的 K 值显著高于 K_{TNP} 和 TCRP,Placido 地形图的模拟角膜曲率值(Sim K)比 K_{TNP} 高 1.3 D,差异具有显著性^[25-26],而前房深度(anterior chamber depth, ACD)无差异^[27]。本研究中使用 IOL Master 700 测量的 K1、K2 均大于 Pentacam 系统,且差异均有统计学意义,提示两种仪器在测量角膜屈光术后 K 值时各有特点,不可替代使用。

近年来,有多个亚欧国家使用不同版本 Pentacam 的 TNP 模式中 K 值来计算屈光术后 IOL 的度数各有差异。2009 年,韩国 Kim 等^[28]将屈光术后 TNP 模式中央点 K 值的 3 次平均值作 K_{TNP} ,2014 年,中国、韩国及德国报导的 K_{TNP} 是 TNP 中央 3 mm 区域 6 个 K 值和中央 K 值的平均值^[3,22,29],2018 年韩国 Cho 等^[30]使用 TNP 3 mm 区域的 K 为 K_{TNP} ,本研究中使用的是 Pentacam 系统 TNP 模式中央

3 mm 环上 K1、K2 的平均值作为 K_{TNP} (TNP 模式中的 3 mm 环和 3 mm 区域 K 值是有差别的),见图 1。

上述研究中在计算屈光术后 IOL 度数时,最常用的是将 K_{TNP} 值代入 SRK/T 公式,并得到了较满意的结果:中国 Xu 等^[22]将 K_{cTNP} 、 K_{TNP} 及临床病史法计算的 K 值(K_{CHM})联合 SRK/T、Holladay1、Hoffer Q 公式计算屈光术后 IOL 度数,结果显示只有 K_{TNP} 联合 SRK/T 公式计算的 PE 与 0 无显著差异,且 K_{TNP} 代入 SRK/T 公式计算的 ± 0.50 D 和 ± 1.00 D 以内的屈光度数百分比分别为 67.6% 和 86.5%;韩国 Kim 等^[28]将 K_{TNP} 代入 SRK/T 公式中计算的 IOL 度数误差在 ± 0.5 D、 ± 1.0 D 以内的比例分别是 70%、93%;德国 Frings 等^[29]将其 K_{TNP} 、 $K_{Orbscan}$ 、 K_{CHM} 值分别代入 SRK/T 及 Haigis 公式中计算屈光术后 IOL 度数,结果表明 K_{TNP} 代入 SRK/T 公式计算的 IOL 度数更接近 K_{CHM} 计算的度数;韩国 Cho 等^[30]采用 20 种方法计算 56 眼屈光术后的 IOL 度数,包括将 Pentacam 系统中 3、4、5 mm 区域上的 K_{TNP} 、TCRP 等代入 SRK/T、Haigis 等多种公式中,以上结果表明, K_{TNP} 值代入 SRK/T 公式中可以得到屈光术后较好的 IOL 度数。

临床上常用的无需病史资料、且相对准确的计算屈光术后 IOL 度数的公式有 Barrett True-K 公式和 Olsen 公式等^[31]。Li 等^[7]对比 7 种屈光术后 IOL 计算方法表示:Barrett True-K 在 ± 0.5 D 内的屈光度数预测的比例显著高于 Shamma-PL、Wang-Koch-Maloney、Haigis-L、OCT 公式等。本研究中的 Barrett True-K 公式的 PE 为 -0.54 ± 0.80 ($-2.1-0.82$) D,PE 在 ± 0.5 、 ± 1.0 D 的比例分别是 44%、71%。该公式 PE 总体偏向负数,表示该公式预测的 IOL 度数在本研究中术后偏近视,其原因可能是近视屈光手术后角膜消融区域较大或者偏心^[32](图 1)。Olsen 公式始于

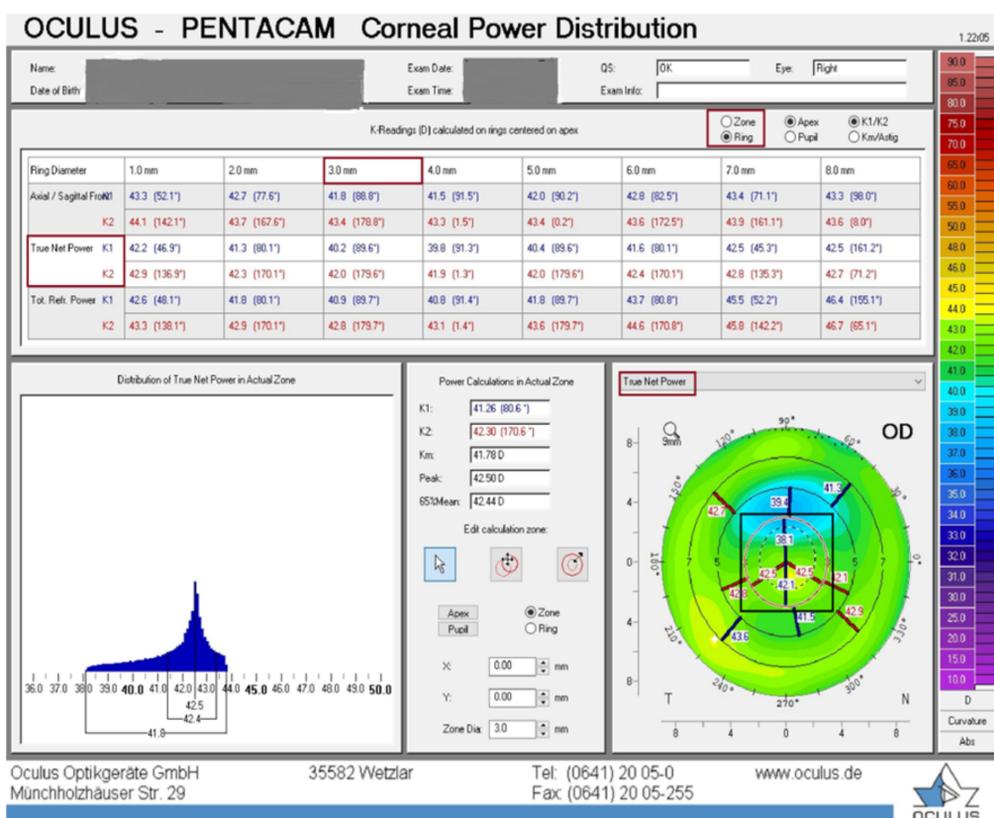


图 1 Pentacam 系统 TNP 模式下的截图 本研究以 TNP 中 3.0 mm 环(右下黑色矩形框区域)的 4 个 K 值的平均值作为 K_{TNP} 。

1987年,在基于光线追踪和C常数的原理上不断更新版本,并且根据术前测量的ACD和LT来估计ELP。2021年,法国Debellemanière等^[33]回顾了4242眼患者资料,经多种方法比较发现Olsen可能稍优于EVO2.0、RBF3.0、BUII等公式。2000年日本Ishikawa等^[34]使用Olsen和SRK-II公式预测屈光术后32眼的IOL度数,结果表明Olsen公式预测的度数较SRK-II公式准确。本研究中Olsen2公式的PE为 0.25 ± 0.80 (-1.50-1.91)D,PE在 ± 0.5 、 ± 1.0 D的比例分别是37%、80%,PE偏一点远视。

本研究将Barrett True-K和Olsen2公式作为TNP3mm(SRK/T)法的对照进行研究,结果显示TNP3mm(SRK/T)法的PE均值为 -0.02 ± 0.63 (-1.69-1.75)D,与上述Barrett True-K公式的结果相比,差异有统计学意义($P < 0.05$);与Olsen2公式之间无统计学差异($P > 0.05$),且TNP3mm(SRK/T)的PE更接近0,误差更小一些(图1),这与既往文献报道的结果相似^[22]。虽然三种方法预测的PE在 ± 1.0 D以内的患眼无统计学差异($P > 0.05$),但TNP3mm(SRK/T)法预测PE在 ± 0.5 D以内患眼的比例最高,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。目前,我们的研究仅是针对于中国人得到的结果,对于其它人种眼部解剖结构特点是否也有同样的表现还需要进一步研究。

综上,在LASIK或PRK屈光术后眼的IOL度数计算中,无病史信息的TNP3mm(SRK/T)法计算操作简便,且计算的结果较为准确。但本文存在一定的局限性,由于无法根据既往近视矫正的度数分组,所以无法进行分类研究,因此该结论还需大样本多中心的研究进一步证实。不同地域、种族间患者眼部解剖结构略有不同^[35-36],近视程度、角膜切削的区域等也存在个体差异,尚没有一种对于所有屈光术后的IOL度数计算皆准确的方法^[18]。因此,对于角膜屈光术后IOL度数计算尽量采用多种方法综合比较,以减少误差。

参考文献

[1] Wang L, Koch DD. Intraocular lens power calculations in eyes with previous corneal refractive surgery: review and expert opinion. *Ophthalmology*, 2021,128(11):e121-e131.

[2] Cha DS, Moshirfar M, Herron MS, et al. Prediction of posterior-to-anterior corneal curvature radii ratio in myopic patients after LASIK, SMILE, and PRK using multivariate regression analysis. *J Clin Med*, 2023,12(13):4536.

[3] Oh JH, Kim SH, Chuck RS, et al. Evaluation of the Pentacam ray tracing method for the measurement of central corneal power after myopic photorefractive keratectomy. *Cornea*, 2014,33(3):261-265.

[4] Baradaran-Rafii A, Fekri S, Rezaie M, et al. Accuracy of different topographic instruments in calculating corneal power after myopic photorefractive keratectomy. *J Ophthalmic Vis Res*, 2017,12(3):254-259.

[5] Fu D, Shang JM, Zhang XY, et al. Scheimpflug analysis of corneal power changes after hyperopic small incision lenticule extraction. *BMC Ophthalmol*, 2021,21(1):282.

[6] Alfonso JF, Martín-Escuer B, Domínguez-Vicent A, et al. Lensectomy after radial keratotomy: 1-year follow-up. *Int Ophthalmol*, 2019,39(11):2561-2568.

[7] Li HY, Nan L, Li J, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulae after laser refractive surgery in myopic eyes: a meta-analysis. *Eye Vis*, 2020,7:37.

[8] Iida Y, Shimizu K, Shoji N. Development of a new method for calculating intraocular lens power after myopic laser *in situ* keratomileusis by combining the anterior-posterior ratio of the corneal radius of the curvature with the double-K method. *J Clin Med*, 2022,11(3):522.

[9] Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J Cataract Refract Surg*, 2003,29(11):2063-2068.

[10] Wen DZ, Yu JJ, Zeng ZH, et al. Network meta-analysis of No-history methods to calculate intraocular lens power in eyes with previous myopic laser refractive surgery. *J Refract Surg*, 2020,36(7):481-490.

[11] 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.

[12] 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.

[13] De-Qian K, Yue L, Li L, et al. Downregulation of Smac attenuates H2O2-induced apoptosis *via* endoplasmic reticulum stress in human lens epithelial cells. *Medicine (Baltimore)*, 2017,96(27):e7419.

[14] Seitz B. Underestimation of intraocular lens power for cataract surgery after myopic photorefractive keratectomy. *Ophthalmology*, 1999,106(4):693-702.

[15] Savini G, Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation in eyes with previous corneal refractive surgery. *Eye Vis*, 2018,5:18.

[16] Pan X, Wang Y, Li Z, et al. Intraocular lens power calculation in eyes after myopic laser refractive surgery and radial keratotomy: Bayesian network meta-analysis. *Am J Ophthalmol*, 2023,262:48-61.

[17] Tang ML, Li Y, Avila M, et al. Measuring total corneal power before and after laser *in situ* keratomileusis with high-speed optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*, 2006,32(11):1843-1850.

[18] Li HY, Ye Z, Luo Y, et al. Comparing the accuracy of the new-generation intraocular lens power calculation formulae in axial myopic eyes: a meta-analysis. *Int Ophthalmol*, 2023,43(2):619-633.

[19] Pantanelli SM, Lin CC, Al-Mohtaseb Z, et al. Intraocular lens power calculation in eyes with previous excimer laser surgery for myopia: areport by the American academy of ophthalmology. *Ophthalmology*, 2021,128(5):781-792.

[20] Savini G, Hoffer KJ, Ribeiro FJ, et al. Intraocular lens power calculation with ray tracing based on AS-OCT and adjusted axial length after myopic excimer laser surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2022,48(8):947-953.

[21] Aksoy M, Asena L, Güngör SG, et al. Comparison of refractive outcomes using Scheimpflug Holladay equivalent keratometry or IOLMaster 700 keratometry for IOL power calculation. *Int Ophthalmol*, 2021,41(6):2205-2212.

[22] 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.

[23] Mittal SK, Omoto M, Amouzegar A, et al. Restoration of corneal transparency by mesenchymal stem cells. *Stem Cell Reports*, 2016,7(4):583-590.

[24] Sardari S, Fotouhi A, Jafarzadehpour E, et al. Agreements' profile of Scheimpflug-based optical biometer with gold standard partial

coherence interferometry. *Int J Ophthalmol*, 2023,16(12):2095-2104.

[25] Savini G, Barboni P, Carbonelli M, et al. Comparison of methods to measure corneal power for intraocular lens power calculation using a rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg*, 2013,39(4):598-604.

[26] Hoshikawa R, Kamiya K, Fujimura F, et al. Comparison of conventional keratometry and total keratometry in normal eyes. *Biomed Res Int*, 2020,2020:8075924.

[27] Chalkiadaki E, Gartaganis PS, Ntravalias T, et al. Agreement in anterior segment measurements between swept-source and Scheimpflug-based optical biometries in keratoconic eyes: a pilot study. *Ther Adv Ophthalmol*, 2022,14:25158414211063283.

[28] Kim SW, Kim EK, Cho BJ, et al. Use of the pentacam true net corneal power for intraocular lens calculation in eyes after refractive corneal surgery. *J Refract Surg*, 2009,25(3):285-289.

[29] Frings A, Hold V, Steinwender G, et al. Use of true net power in intraocular lens power calculations in eyes with prior myopic laser refractive surgery. *Int Ophthalmol*, 2014,34(5):1091-1096.

[30] Cho K, Lim DH, Yang CM, et al. Comparison of intraocular lens

power calculation methods following myopic laser refractive surgery: new options using a rotating scheimpflugcamera. *Korean J Ophthalmol*, 2018,32(6):497-505.

[31] Chung J, Bu JJ, Afshari NA. Advancements in intraocular lens power calculation formulas. *Curr Opin Ophthalmol*, 2022,33(1):35-40.

[32] Yao YQ, Zhao J, Yu JF, et al. The influence of corneal ablation patterns on prediction error after cataract surgery in post-myopic-LASIK eyes. *Eye Vis*, 2022,9(1):23.

[33] Debellemanière G, Dubois M, Gauvin M, et al. The PEARL-DGS formula: the development of an open-source machine learning-based thick IOL calculation formula. *Am J Ophthalmol*, 2021,232:58-69.

[34] Ishikawa T, Hirano A, Murai K, et al. Intraocular lens calculation for cataract treated with photorefractive keratectomy using ray tracing method. *Jpn J Ophthalmol*, 2000,44(5):575.

[35] Bourne RRA. Ethnicity and ocular imaging. *Eye*, 2011,25(3):297-300.

[36] Shen L, Melles RB, Metlapally R, et al. The association of refractive error with glaucoma in a multiethnic population. *Ophthalmology*, 2016,123(1):92-101.