

新型辅助技术在角膜病相关性白内障手术中的应用价值

赵振波^{1,2}, 马立威^{1,2,3}, 唐凯莉^{1,2,3}, 丁雨溪^{1,2}, 韩冬^{1,2}, 王静^{1,2}

引用:赵振波,马立威,唐凯莉,等. 新型辅助技术在角膜病相关性白内障手术中的应用价值. 国际眼科杂志 2023; 23(7): 1126-1129

基金项目:沈阳市科技计划项目(No.21-173-9-12);2021年爱尔眼科集团科研基金项目(No.AF2102D6)

作者单位:¹(110000)中国辽宁省沈阳市,沈阳爱尔卓越眼科医院;²(110000)中国辽宁省沈阳市,爱尔眼科白内障与人工晶状体研究所;³(230032)中国安徽省合肥市,安徽医科大学附属医院

作者简介:赵振波,毕业于中国医科大学,硕士,主治医师,研究方向:屈光白内障。

通讯作者:王静,毕业于中国医科大学,博士后,副主任医师,教授,硕士研究生导师,科主任,研究方向:屈光白内障. wj047322@163.com

收稿日期:2022-08-08 修回日期:2023-05-26

摘要

角膜病相关性白内障,即在角膜病的基础上又发生了晶状体混浊,严重损害视觉质量。为使部分患者免于角膜移植术,恢复部分视功能。全面准确评估角膜混浊对视功能的影响对判定单纯行白内障手术具有重要意义。受限于角膜混浊遮挡,白内障手术操作具有高难度及挑战性。故开发使用新型辅助技术,如囊膜染色技术、辅助照明技术、瞳孔扩张技术、飞秒激光辅助技术等,可规避角膜混浊带来的可视性受限、通光量下降等问题,助力白内障手术顺利进行。本文就角膜病相关性白内障手术辅助技术的有关进展进行综述,望能指导临床应用。

关键词:白内障;角膜混浊;手术辅助技术;辅助照明技术;囊膜染色技术

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.7.12

Application value of new assistive technology in keratopathy - associated cataract surgery

Zhen-Bo Zhao^{1,2}, Li-Wei Ma^{1,2,3}, Kai-Li Tang^{1,2,3}, Yu-Xi Ding^{1,2}, Dong Han^{1,2}, Jing Wang^{1,2}

Foundation items:Shenyang Science and Technology Plan (No.21-173-9-12); Scientific Research Foundation of Aier Eye Group in 2021 (No.AF2102D6)

¹Aier Excellence Eye Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; ²Aier Institute of Cataract and Intraocular lens, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; ³Aier Eye Hospital

Affiliated to Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui Province, China

Correspondence to: Jing Wang. Aier Excellence Eye Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; Aier Institute of Cataract and Intraocular lens, Shenyang 110000, Liaoning Province, China. wj047322@163.com

Received:2022-08-08 Accepted:2023-05-26

Abstract

• Keratopathy-associated cataract, that is, on the basis of corneal disease, and later the development of lens opacity, seriously damage visual quality. In order to avoid corneal transplantation for some patients, partial visual quality can be restored. A comprehensive and accurate evaluation of the effect of corneal opacity on visual function is of great importance for determining cataract surgery alone. Due to the opacity of the cornea, the operation is very difficult and challenging. Therefore, it is of clinical value to develop and use new assistive technologies, including capsule staining, endoillumination, pupil dilation technology, femtosecond laser assisted technology, etc., avoiding problems such as limited visibility and decreased light flow caused by corneal opacity and facilitating cataract surgery. This article reviews progress of assistive technologies for keratopathy-associated cataract, hoping to guide clinical application.

• KEYWORDS: cataract; corneal opacity; surgical assistive technology; endoillumination; capsule staining

Citation: Zhao ZB, Ma LW, Tang KL, et al. Application value of new assistive technology in keratopathy-associated cataract surgery. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2023;23(7):1126-1129

0 引言

白内障是全球致盲的首要原因,在我国角膜病是仅次于白内障的致盲原因。角膜病相关性白内障,即在原有一定视功能基础上,进一步发生视力下降或者致盲,严重损害视觉质量,给患者生活带来诸多不便。根据角膜混浊侵及范围和深度不同,且医生经验不同,所选治疗方式及手术方式亦不同,如准分子激光治疗性角膜切削术(PTK)、分期手术、三联手术、单纯白内障摘除术联合人工晶状体植入术等^[1-3]。尽管目前 PTK、角膜移植术成功率较高,但 PTK 适用范围窄,仅限于角膜上皮及浅基质层混浊患者;而角膜移植面临角膜供体稀缺、价格昂贵、等待期长、复发排斥、长期随访用药、视力恢复延迟、术后并发症等诸

多问题,尤其对于偏远贫困、全身状态差、随访困难人群^[4],难以普及开展。因此,最佳手术方案目前尚无有效统一论。

临床工作中,如果角膜混浊病情稳定、偏离中央光学区、经评估后角膜混浊对视功能影响不大或预估角膜移植具有高失败风险等,单纯行白内障手术无疑是一种经济实惠的明智之选,该手术创伤小、恢复快、术后可快速恢复部分视功能、费用负担相对较低、患者接受度高。尽管优点很多,但术前一定要精准评估角膜混浊对视功能影响程度,判定单纯行白内障手术的可行性,排除严重角膜混浊、角膜中央区大片弥漫混浊、手术无望改善视功能等情况。此外,角膜混浊会遮挡手术操作,可视性受限,使手术操作具有高难度及挑战性^[5]。目前,需要一种新技术或相关辅助技术提高手术安全性,改善患者视力情况,故借助科学、安全、有效的新型辅助技术指导白内障手术具有重要意义。本文就角膜病相关性白内障手术辅助技术的有关进展进行综述。

1 准确评估角膜混浊对视功能的影响

1.1 角膜混浊侵及的位置和范围及深度 角膜混浊侵及的位置、范围记录法有2种,包括坐标法(采用标记依据、钟钟定位、距离、病变性质顺序报告)和角膜直径分级法(中央区、旁中央区、角膜周边、角膜缘区)^[6]。侵及深度根据角膜生理结构分为角膜上皮及浅基质层混浊、角膜基质层混浊、角膜内皮层病变。研究指出,角膜混浊中央区占比、深度、形态等因素可显著影响术后视觉恢复,术后视力与角膜混浊占光学区的面积和晶状体混浊程度显著相关,术前准确分析角膜情况,能更好地预测白内障手术效果^[7]。

1.2 角膜透明度检查 临床常用裂隙灯观察角膜透明度,但这种方式易受主观因素影响,缺乏客观数据支持。共聚焦显微镜、超声生物显微镜等眼科设备早已应用于角膜透明度检查^[8],但存在测量耗时长、清晰度差、接触性、病变深度辨别不清等问题。近年来逐渐火热的眼科检查设备,以基于 Scheimpflug 技术原理的 Pentacam 和前节光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)为代表,具有快速检测、无创、可重复等特点。Pentacam 采用光密度测量法,客观定量评估光学介质的混浊程度,光密度图上以0~100的刻度显示,0表示完全透明,100表示完全混浊,包括2个区域(中心2mm区域、>2~6mm环面区域)、3个深度(上皮层、基质层、内皮层、全层平均值)^[9]。扫频全域 OCT,相较于时域 OCT 具有更深的穿透性、更高的清晰度,可快速获取角膜微观结构,清晰定位病变位置^[10]。

1.3 角膜功能评估 角膜功能评估侧重于角膜内皮细胞计数、角膜厚度(corneal thickness, CT)、角膜容积(corneal volume, CV)检查。有时中央区角膜混浊会限制镜面反射原理的内皮细胞镜检查,无法准确获取内皮细胞计数,这时 CT 和 CV 检查就显得格外重要。CT 可间接反映内皮细胞“泵功能”,其结合不同区域范围内 CV,可提示角膜不同位置内皮细胞“愈合储备”能力。

1.4 角膜规则性评估 判定角膜规则状态,需重点关注角膜前表面散光、角膜后表面散光、角膜高阶像差、表面规则

性指数(surface regularity index, SRI)、表面非对称指数(surface asymmetry index, SAI)、客观散射光指数(objective scattering index, OSI)等参数。角膜高阶像差即角膜不规则散光。SRI 是反映角膜瞳孔区 4.5mm 范围内角膜规则性的参数,中国人 SRI 正常值为 0.2 ± 0.2 ,测量值越小越好。SAI 是以角膜中心点为原点,计算多条径线的对称性,正常情况下中国人 SAI 正常值为 0.3 ± 0.1 。SAI 趋近于 0 较好,SAI 偏大可反映不规则散光或不对称散光。OSI 利用双通道技术原理,反映人眼屈光介质的透明度和各界面的光滑度。正常情况下 $OSI < 0.2$ 。OSI 可量化屈光介质混浊程度,随着屈光介质混浊的增加而增加。术前应充分考虑晶状体混浊及角膜混浊影响,明确角膜混浊、角膜水肿的分级分期。

1.5 准确计算人工晶状体度数 对于特殊类型白内障,尤其是角膜病相关性白内障,角膜曲率是人工晶状体计算中的关键参数。准确测算可减少屈光误差,对术后视力恢复具有重要意义。甄选角膜曲率时要根据患者实际情况进行个性化选择,注意以下几点:(1)角膜曲率类型不同:模拟曲率(simulated keratometry values, simK)、净屈光力(true net power, TNP)、等效屈光力(equivalent k-reading, EKR)、全角膜屈光力(total corneal refractive power, TCRP);(2)所选范围的圆心不同:瞳孔中心 Pupil、角膜顶点 Apex;(3)不同范围内取值:区域 zone、环 ring。确认角膜曲率时,推荐区域 zone、TCRP 值。同时注意角膜后/前表面曲率半径比值(B/F Ratio),B/F Ratio 正常值为 82%,当 B/F Ratio 异常时,注意角膜曲率估算误差,慎重使用 simK。此外,精准的眼轴生物测量也尤为重要,在屈光介质混浊时,光学测量准确性下降,建议使用扫频 OCT 技术原理和超声技术原理相结合,如 IOL Master 700 扫频生物测量仪、A 超等,提升测量精准性。

1.6 病史咨询 追问患者既往视力状况、视物模糊进程、视觉活动情况;角膜病发病、进展、治疗、复发、预后情况;经视网膜视力计、视觉电生理等评定后,高度怀疑白内障发展是近期视力下降的主要原因,方可评估白内障手术^[5]。

综上所述,经对角膜混浊位置深度范围、角膜透明度、角膜内皮细胞功能状态、角膜规则性判断、人工晶状体计算准确性、病史咨询等全面综合评估后,可判定单纯白内障手术的可行性。当角膜混浊和晶状体混浊在视功能下降作用不明确时,先行白内障手术,根据术后视力改善情况,再决定是否行角膜移植术,不失为一种经济而又明智的选择,可使部分白内障患者免于角膜移植术^[11]。

2 囊膜染色技术

目前已知的囊膜染料包括荧光素钠、吲哚菁绿、台盼蓝、亮蓝、亚甲蓝、龙胆紫、自体血等。其中,荧光素钠、自体离心血可视性欠佳;0.125%、0.25%、0.5%吲哚菁绿囊膜染色属于超说明书用药,具有轻微内皮细胞毒性;龙胆紫虽然染色效果较好,但可导致角膜水肿^[12-13]。Gerrit-Melles 首先提出将台盼蓝应用于囊膜染色,经实验及临床阶段评估染色效果,台盼蓝具有更深、更强烈的染色,安全性最高并获得了广泛认可。美国食品和药物管理局

(FDA)已批准将台盼蓝用于白内障手术,常用于红光反射不佳的白色或致密白内障,尤其适用于复杂病例^[5,13-14]。临床报道白内障手术使用的台盼蓝浓度有0.1%、0.01%、0.03%、0.06%、0.0125%等,其效果安全可行^[15-17]。目前国际上尚未统一规范最低有效浓度,考虑到染料对眼内结构的近期、远期毒副作用,有学者建议使用最低有效浓度,但常用台盼蓝浓度为0.1%、0.06%。前囊膜染色方法有3种,即黏弹剂下注射、气泡下注射、前房注射后灌注,尚无法确定哪种方法更安全有效^[16]。推荐气泡下注射,其优势在于可保护内皮细胞不与台盼蓝接触。但其缺陷是气泡下各象限染色均匀性欠佳,术中气泡外溢造成前房塌陷,影响手术操作^[18]。因此,针对角膜病相关性白内障患者,考虑到角膜混浊衰减光线、囊膜可视性受限,在角膜至少一部分是透明或轻度混浊、染色后可视到囊膜的前提下,建议选择0.1%浓度的台盼蓝气泡下染色,增加囊膜的辨识度,明确撕囊边界及走向,提高撕囊连续、环形、居中成功率。超声乳化过程中染色的囊膜外周边界保持清晰可辨,方便后续操作,可降低悬韧带断裂、后囊破裂等风险^[12]。但要注意控制染色剂浓度和作用时间,同时也要考虑染色剂对原发性角膜疾病及角膜内皮细胞的影响,建议台盼蓝停留10~15s后灌注前房。

3 辅助照明技术

目前国内外常见辅助内照明技术(endoillumination)包括前房内动态照明(intracameral dynamic spotlight)、Chandelier辅助后照明、经角膜斜照明(oblique illumination)、裂隙束同轴后照明(slit-beam retro-illumination)、内窥镜辅助照明(endoscope-aided)等^[19-23]。临床常用于辅助红光反射不良的患者,如角膜混浊、角膜水肿、严重白内障、小瞳孔、玻璃体混浊、玻璃体积血等^[24-25]。辅助照明技术可提高眼内照明亮度,补充视觉盲区,增加景深感,增加晶状体及囊膜辨识度,缩短手术时间,光毒性小,保证手术安全进行。因内窥镜辅助照明需要一定学习曲线及操作难度,因此眼科手术较少使用,而光导纤维辅助照明技术比较便捷、成熟,经研究证实眼前节照明中具有一定有效性和安全性^[26]。

角膜混浊会遮挡手术操作范围,常规显微镜同轴光照会衰减光线,减弱视网膜反射,而光纤或照明探头进入眼内辅助照明,可大大降低照明光的角膜散射和反射,提高对比度和分辨率。辅助照明系统可改善通光量,增加前房光亮度,补充视觉盲区^[4],尤其适用于撕囊、超声乳化劈核及碎核过程,降低手术操作难度。国内张劲松教授使用23G光导纤维联合玻切超乳一体机,采用经角膜动态斜照法辅助照明治疗合并角膜颗粒状营养不良的白内障患者1例,光纤放置角膜周边透明区辅助眼内照明,亮度可自主调节,经调试显微镜后提供高清、实时、三维图像,顺利进行白内障手术。其优点包括:(1)无需额外制作角膜及结膜巩膜切口,减少手术创伤;(2)助手手持光导,解放术者双手;(3)可灵活变换照明位置,不受角膜混浊位置影响;(4)提高可视区,缩短手术时间,减少光毒性损伤,大大提高手术安全性^[4,22]。

无论眼内照明还是经角膜斜照法均具有一定效果。

角膜病相关性白内障患者可使用光导纤维辅助照明,该辅助技术具有眼科医院配备率广、成本低、操作便捷、光毒性小、提高前房亮度、缩短手术时间等优点,但其安全性和有效性有待进一步研究观察。

4 瞳孔扩张技术

角膜混浊可引起眼前节可视范围受限,若充分维持散瞳状态,可扩大白内障整体手术可视术野范围。目前已知的瞳孔扩张技术主要有药物散瞳(复方托吡卡胺滴眼液、肾上腺素、两者合剂)、黏弹剂扩张瞳孔、虹膜拉钩、虹膜扩张器(iris-ring)、瞳孔括约肌切开术、虹膜切除术等,均具有一定有效性和安全性^[27-28]。前4种为无创操作,术后瞳孔可恢复正常,其中虹膜拉钩和虹膜扩张器可有效维持瞳孔状态,避免术中瞳孔逐渐缩小,扩大视觉捕获。后2种为有创操作,可能引起术后瞳孔功能障碍,瞳孔散大,且圆度欠佳,常为前者的替代方式。对于瞳孔区严重角膜混浊的患者可采取虹膜切除术,虹膜切除术为一种次优手术方式,安全性较好^[29],不仅可以增加前囊膜的可视范围,还有助于改善术后视觉效果。然而,采取虹膜全部切除术还是虹膜部分切除术仍存在争议。有学者提倡对瞳孔区域混浊的患眼进行虹膜全部切除,认为尽管人体光学系统的外围部分不像中央部分那样清晰,但由于增加了外围光束,其有助于形成相对清晰的图像,叠加在中央部分的模糊图像上,所以虹膜全部切除术可改善视觉预后^[19]。另有研究认为为了保留虹膜的某些功能性解剖结构,更倾向于采用部分虹膜切除^[11,29-31]。无论哪种手术方式,针对瞳孔区角膜混浊的白内障患者,术中联合虹膜切除术,不失为一种次优之选,可尝试采用。

5 飞秒激光辅助技术

飞秒激光辅助白内障手术具有精准、安全、有效、无创等特点,特别在一些复杂白内障病例处理中,呈现出其突出的优越性。因为角膜混浊可使飞秒激光能量衰减和偏移,导致不完全截囊、无效碎核及切口制作失败,故角膜混浊是飞秒激光辅助技术(femtosecond laser assisted-cataract surgery, FLACS)的相对禁忌证^[32]。Huang等^[33]采用FLACS有效治疗1例外伤性角膜混浊合并白内障患者。可见在一些特殊病例中,如中周部角膜混浊等,仍然可使用FLACS,可采用个性化设定切口位置、激光回避角膜混浊区域或缩小激光截囊直径的方式以达到飞秒激光的使用^[34]。飞秒激光术中通过可视化实时OCT进行角膜混浊遮挡程度评估,判定激光斑作用位置。对于放射状角膜切割手术(radial keratotomy, RK)术后患者,角膜存在放射状瘢痕,也可尝试使用FLACS。但飞秒激光是否适合角膜混浊较重的患者,仍需要进一步研究。

6 其他

对于角膜上皮及浅层基质混浊,如角膜云翳、带状角膜变性等,术中可刮除浅层病变组织,术毕联合配戴角膜绷带镜,术后短期增视效果稍差,但可一次性完成手术;也可选择术前先行PTK,至少1mo后再行白内障手术,可能效果更佳。

对于角膜内皮病变,如Fuchs角膜内皮细胞营养不良(1期、2期)、角膜内皮细胞功能代偿期等,详细讲解病情

后仍强烈要求手术或将来有意愿行角膜移植术者,为防止角膜移植术后白内障手术进一步损害消耗角膜内皮细胞,可先行白内障手术。术中积极采取措施保护角膜内皮细胞,如减少术中超声能量的释放、减少超声探头的热灼伤及器械和晶状体碎片的机械损伤、采用软壳技术、使用硫酸软骨素钠-透明质酸钠等。术后随访病情变化,择期再行角膜内皮细胞移植术。

角膜保护剂是一种黏弹剂,用于辅助眼科手术,主要成分为羟丙基甲基纤维素,含有 HPMC 保持角膜水润长达 20min,可优化手术过程、减少手术引起额外角膜损伤、增加角膜光滑性,提供尽量清晰的手术视野,增加角膜放大率。

7 展望

白内障合并角膜混浊手术具有挑战性,手术辅助技术各具适应证及优缺点。临床中并非只限于单独使用,可根据病情特点相互结合、相互辅助,如囊膜染色后联合光导纤维辅助照明技术,以保证更安全、更有效。未来期待更优的手术辅助技术出现,提升单纯白内障手术治疗的成功率与安全性,改善患者视功能。对于严重角膜混浊者建议行角膜移植术。同时,期待一种新技术可以克服角膜移植联合白内障手术术后出现的各类难点以及非光学原理限制的手术设备的研发。

参考文献

- Oie Y, Nishida K. Triple procedure: cataract extraction, intraocular lens implantation, and corneal graft. *Curr Opin Ophthalmol* 2017;28(1):63-66
- Sarnicola C, Sarnicola E, Panico E, et al. Cataract surgery in corneal transplantation. *Curr Opin Ophthalmol* 2020;31(1):23-27
- Ho YJ, Sun CC, Chen HC. Cataract surgery in patients with corneal opacities. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1):106
- Yuksel E. Intracameral endoillumination-assisted phacoemulsification surgery in patients with severe corneal opacity. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(2):168-173
- Sharma N, Singhal D, Maharana PK, et al. Phacoemulsification with coexisting corneal opacities. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(1):94-100
- 王炳烽, 高磊. 角膜病变位置坐标记录法. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2013;35(7):546
- 任未娜. 小切口白内障手术治疗角膜混浊合并白内障患者的疗效分析. *温州医科大学* 2015
- 郭含超, 任胜卫, 赵东卿. 角膜光密度在临床中的应用. *中华实验眼科杂志* 2021;39(5):454-458
- 孙礼华, 杨玲, 陈婷, 等. Pentacam 眼前节分析仪光密度测定法定量评估白内障术后轻度角膜水肿的临床研究. *眼科新进展* 2020;40(7):642-644
- 周双双, 谭钢, 邵毅. 扫频光学相干断层扫描在眼科的应用进展. *眼科新进展* 2017;37(8):788-792
- 杨永利, 张旭, 高晓唯. 辅助技术在治疗白内障合并角膜混浊手术中的应用. *国际眼科杂志* 2020;20(8):1460-1463
- Sharma B, Abell RG, Arora T, et al. Techniques of anterior capsulotomy in cataract surgery. *Indian J Ophthalmol* 2019;67(4):450-460
- 张纯涛, 何媛, 贾俊. 台盼蓝在全白或过熟期白内障手术连续环形撕囊前的应用观察. *国际眼科杂志* 2016;16(3):543-546
- Narang P. Commentary: capsule staining and its aftermath. *Indian J Ophthalmol* 2020;68(1):71-72

- Bhartiya P, Sharma N, Ray M, et al. Trypan blue assisted phacoemulsification in corneal opacities. *Br J Ophthalmol* 2002;86(8):857-859
- Park YM, Lee JE, Jo YJ, et al. Evaluation of the safety of anterior capsule staining with trypan blue under air: a retrospective analysis. *Int J Ophthalmol* 2022;15(3):432-437
- 尹明, 杨恒. 低浓度台盼蓝囊膜染色技术在白内障手术中的应用. *国际眼科杂志* 2018;18(8):1484-1487
- Om Parkash R, Mahajan S, Om Parkash T. Modified 30 G needle trypan blue staining technique under air for a uniform and consistent anterior capsule staining. *Clin Ophthalmol* 2017;11:1651-1656
- Nishimura A, Kobayashi A, Segawa Y, et al. Endoillumination-assisted cataract surgery in a patient with corneal opacity. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(12):2277-2280
- Uka J, Minamoto A, Hirayama T, et al. Endoscope-aided cataract surgery in corneal opacity associated with aniridia. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(7):1455-1456
- Oshima Y, Shima C, Maeda N, et al. Chandelier retroillumination-assisted torsional oscillation for cataract surgery in patients with severe corneal opacity. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(12):2018-2022
- Habeeb SY, Varma DK, Ahmed II. Oblique illumination and trypan blue to enhance visualization through corneal scars in cataract surgery. *Can J Ophthalmol* 2011;46(6):555-556
- Kusumesh R, Prassan B, Ambastha A, et al. Slit-beam retroillumination assisted phacoemulsification for cataract with coexisting corneal opacity. *Nepal J Ophthalmol* 2020;12(23):153-157
- Jung Y, Kim IN, Yoon J, et al. Intracameral illuminator-assisted advanced cataract surgery combined with 23-gauge vitrectomy in eyes with poor red reflex. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(6):845-850
- Moon H, Lee JH, Lee JY, et al. Intracameral dynamic spotlight-assisted cataract surgery in eyes with corneal opacity, small pupil or advanced cataract. *Acta Ophthalmol* 2015;93(4):388-390
- Yepez JB, Murati FA, García F, et al. Phacoemulsification outcomes with different illumination techniques. *Eur J Ophthalmol* 2017;27(6):797-800
- Balal S, Jbari AS, Nitiahpapand R, et al. Management and outcomes of the small pupil in cataract surgery: iris hooks, Malyugin ring or phenylephrine? *Eye (Lond)* 2021;35(10):2714-2718
- Sinha R, Sharma N, Vajpayee RB. Visual outcome of cataract surgery with pupillary sphincterotomy in eyes with coexisting corneal opacity. *BMC Med* 2004;2:10
- Goh JWY, Harrison R, Tavassoli S, et al. Outcomes of sphincterotomy for small pupil phacoemulsification. *Eye (Lond)* 2018;32(8):1334-1337
- Spierer O, Cavuoto KM, Suwannaraj S, et al. Outcome of optical iridectomy in Peters anomaly. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018;256(9):1679-1683
- Panda A, Krishna SN, Dada T. Outcome of phacoemulsification in eyes with cataract and corneal opacity partially obscuring the pupillary area. *Nep J Oph* 2012;4(2):217-223
- Roberts TV, Lawless M, Sutton G, et al. Update and clinical utility of the LenSx femtosecond laser incataract surgery. *Clin Ophthalmol* 2016;10:2021-2029
- Huang PW, Huang WH, Tai YC, et al. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in a patient with traumatic cataract and corneal opacity after LASIK: a case report. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):218
- Grewal DS, Basti S, Singh Grewal SP. Customizing femtosecond laser-assisted cataract surgery in a patient with a traumatic corneal scar and cataract. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(11):1926-1927