

角膜移植术后散光治疗进展

晁思颖 金鑫 张弘

哈尔滨医科大学附属第一医院眼科医院, 哈尔滨 150001

通信作者: 张弘, Email: zhanghong@hrbmu.edu.cn

【摘要】 角膜移植术是目前治疗角膜盲的有效手段。尽管随着手术技术的改进及抗排斥反应药物的开发应用, 角膜移植术的总体成功率已明显提高, 但术后仍可能出现多种并发症, 如角膜愈合不良、层间积液或积血、植片脱位、感染及继发性青光眼等。此外, 角膜移植术后常伴随继发性屈光改变, 其中以散光最为突出, 且一直是影响术后视功能恢复的重要因素。据报道, 多达 1/5 的患者最终会出现超过 5 D 的散光。本文就角膜移植术后散光的治疗进展进行综述, 其中包括第 1 阶段的调整连续缝线和选择性拆除间断缝线, 第 2 阶段的框架眼镜和角膜接触镜, 第 3 阶段的准分子激光角膜切削术、准分子激光角膜原位磨镶术、飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术、飞秒激光弧形角膜切开术、角膜楔形切除术、角膜基质环植入术、散光矫正型人工晶状体植入、散光型有晶体眼后房型人工晶状体植入、再次角膜移植以及手术注意事项等方面, 以期为临床工作及研究提供参考。

【关键词】 角膜移植; 散光; 治疗; 综述

基金项目: 国家自然科学基金 (U20A20363, 82301173); 黑龙江省重点研发项目 (JD22C006); 哈尔滨医科大学附属第一医院青年医学人才培养资助项目 (2024YQ04)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20240906-00253

Advancements in the management of astigmatism following keratoplasty

Chao Siying, Jin Xin, Zhang Hong

Eye Hospital, the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China

Corresponding author: Zhang Hong, Email: zhanghong@hrbmu.edu.cn

【Abstract】 Keratoplasty is currently an effective method for treating corneal blindness. Although the overall success rate of keratoplasty has significantly improved with the advancement of surgical techniques and the development and application of anti-rejection drugs, various complications may still occur after the operation, such as poor corneal healing, interlamellar fluid or blood accumulation, graft dislocation, infection and secondary glaucoma. In addition, secondary refractive changes often accompany keratoplasty, among which astigmatism is the most prominent and has always been an important factor affecting the recovery of postoperative visual function. It is reported that as many as one-fifth of patients will eventually develop astigmatism greater than 5 diopters. This article reviews the progress in the treatment of post-keratoplasty astigmatism, including three stages: the first stage involving adjusting continuous sutures and selectively removing interrupted sutures, the second stage including eyeglasses and contact lenses and the third stage covering photorefractive keratectomy laser in situ keratomileusis, femtosecond laser small incision lenticule extraction, femtosecond-assisted arcuate keratotomy, corneal wedge resection, intrastromal corneal ring segment implantation, toric intraocular lens implantation, toric intraocular collamer lens implantation, repeat keratoplasty, and surgical precautions, with the aim of providing references for clinical practice and research.

【Key words】 Keratoplasty; Astigmatism; Therapy; Review

Fund program: National Natural Science Foundation of China (U20A20363, 82301173); Heilongjiang Provincial Key Research and Development Plan Guidance Project (JD22C006); The Youth Medical Talent Cultivation Funding Project of the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University (2024YQ04)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20240906-00253

散光是临床常见的屈光不正类型, 主要来源于角膜^[1]。尽管角膜移植可达到增视、治疗某些角膜病和改善外观的目

的, 但术后角膜的曲率可能仍不均匀, 从而引起散光^[2], 因此对角膜移植术后散光情况的探讨一直是临床中关注的热点。



术后散光可能由供受体和手术技术等各种因素引起,虽然术前和术中采取的一些措施可以显著降低术后散光发生率,但仍有许多难以避免的因素存在,从而造成术后散光。临床中,通常需要对高度散光进行矫正,当框架眼镜和角膜接触镜效果不佳时,可以考虑各种手术方案,当以上方案联合仍不能达到预期效果时,患者可能需要再次进行角膜移植。本文主要讨论角膜移植术后继发散光的各种原因及临床常见处理方法。

1 角膜移植术后散光出现的原因

角膜移植术后散光病变特点主要表现为角膜形态改变导致的散光度数增加,临床特征包括视力下降、视觉不适及角膜形态和验光结果异常。形成散光的原因很多,涉及供体组织和宿主,综合如下:(1)供受体原因 年龄、供受体尺寸、术前屈光状态及眼部病史等。(2)术中操作 植片和植床制作时的钻取方法、吻合程度、钻取时切口的整齐程度^[3]、缝线应用技术^[4]及术中是否进行散光情况监测等。(3)术后管理 缝线拆除和调整时间、个体伤口愈合差异^[5]、术后用药及相关并发症等。

2 角膜移植术后散光的治疗

2.1 第 1 阶段

在缝线完全拆除前,通过调整缝线张力和选择性拆除部分缝线以达到矫正散光的目的。

2.1.1 调整连续缝线 利用角膜地形图、散光盘等能够显示出角膜平坦及陡峭情况的仪器进行操作指导^[6],于陡峭子午线处放松,并于平坦子午线处收紧,利用该方法可使张力重新分布,且该方法具有良好的可重复性^[7]。术中或术后早期(<2 周)对连续缝线进行调整比后期调整效果更佳^[8]。有研究者比较了术中与术后 1 个月进行缝线调整患者的术后散光情况发现,在

移植术后早期,接受术中调整组的术后散光较低,然而,在缝线完全取出后,2 个组的散光并无明显区别^[9]。间断联合连续缝线的优点是连续缝线的存留会降低角膜伤口裂开的风险,亦可以通过调整连续缝线改善间断缝线去除后仍存在的散光。

2.1.2 选择性拆除间断缝线 1999 年一项针对穿透角膜移植(penetrating keratoplasty, PKP)术后角膜散光 ≥ 4.5 D 患者的研究证实,在角膜曲率评估指导下,术后平均 9.4 周通过选择性拆除或调整陡峭子午线对应的间断缝线,可显著降低散光度数,术前平均散光(9.97 ± 3.32) D,术后降至(1.89 ± 2.23) D,最优矫正案例从 13.0 D 降至 2.0 D,且未出现严重感染并发症,为角膜移植术后选择性拆除间断缝线矫正散光提供了早期重要临床依据^[10]。根据角膜弹性半球定律,应先评估所有缝线对散光的影响,再选择拆除陡峭子午线上的 1 根或 1 对缝线,并在 4~8 周内评估残余散光,因为在某些情况下,1 根缝线的拆除可能会放大另 1 根缝线对散光的影响。有研究对角膜移植术后间断拆线对角膜散光变化的影响因素进行预测^[11],结果显示拆线前的散光与散光变化显著相关,而供体与受体环结直径差异、拆线时间、拆线数量以及角膜生物力学参数与散光变化均无相关性,因此,在选择拆线时间时,应根据患者的具体情况和需要进行决策,无需等待特定时间点。同一次操作中拆除缝线的最大数量取决于 PKP 后的随访时间和伤口恢复情况^[12]。

2.2 第 2 阶段

缝线拆除后残余的散光,可以通过配戴框架眼镜或角膜接触镜来矫治。用于角膜移植术后散光的常见光学矫正方式及其优缺点总结见表 1。

2.2.1 框架眼镜 对于低中度散光,配戴框架眼镜可能是最简单且常用的选择。但由于屈光参差、像差及不等像等问题的存在,患者常出现配适不耐受。

表 1 角膜移植术后散光常见光学矫正方式总结

矫正方式	适应证	优点	缺点
框架眼镜	对框架眼镜矫正视力满意,不适用于其他矫正方式	方便、耐用、安全、经济;不限制缝线存在与否	对高度及不规则散光矫正能力有限;视觉质量欠佳;不适用于屈光参差患者
软性接触镜	个性化定制或特殊设计的软性接触镜,适用于不能耐受硬性接触镜的高度不规则散光患者;试戴该接触镜能有效提高矫正视力者,无活动性、感染性、长期变应性眼部疾病,生活、工作环境适合接触镜佩戴和护理	一般佩戴软性接触镜的视觉质量较框架眼镜更好,可以矫正更多的角膜不规则散光 ^[13-14] ;能减弱棱镜效应并减少双眼视网膜像差,具有更好的立体视觉及更大的视野;在初期舒适度上较硬性接触镜具有优势	对中低度且规则的散光患者较为有效,但度数过高或不规则散光患者仍需要考虑验配硬性角膜接触镜;透氧性相对硬性透氧性接触镜低;护理及随访管理较框架眼镜相对复杂,存在一定异物感,长期佩戴易增加眼部患病风险
RGPCl	不规则散光程度较轻者 ^[17] ;试戴该接触镜能有效提高矫正视力者,无活动性、感染性、长期变应性眼部疾病,生活、工作环境适合接触镜佩戴和护理	和框架眼镜以及环曲面软性接触镜相比,RGPCl 可显著提高角膜不规则散光患者的矫正视力;一般配戴 RGPCl 的视觉质量较软性接触镜更好 ^[18] ;RGPCl 采用高透氧材料,可减少眼表缺氧的发生概率;长期耐受度更好	验配耗时;护理及随访管理较框架眼镜相对复杂,存在一定异物感,长期佩戴易增加眼部患病风险
巩膜镜	不规则散光、角膜瘢痕、干眼及屈光不正,不能耐受硬性角膜接触镜,又对视觉质量与戴镜舒适度均有较高要求者 ^[20] ;试戴该接触镜能有效提高矫正视力者,无活动性、感染性、长期变应性眼部疾病,生活、工作环境适合接触镜佩戴和护理	较厚的镜下液不仅填补了角膜前表面的不规则,显著提高患者的矫正视力,还滋润了眼表,减少干眼症状的发生 ^[21]	相对其他镜片费用更高;护理及随访管理较框架眼镜相对复杂,存在一定异物感,长期佩戴易增加眼部患病风险

注:RGPCl;硬性透氧性角膜接触镜

2.2.2 角膜接触镜 当框架眼镜不能帮助患者提升视力时,部分患者可以通过配戴角膜接触镜来提升视力,该方式现常作为角膜移植后出现散光的首选矫正方式^[13-14]。软性角膜接触镜镜片过于柔软,曲率易变,无法良好地矫正不规则散光;而硬性角膜接触镜利用泪液与眼表的有效弥合,可形成一个规则的屈光界面,获得良好的屈光矫正效果,硬性透氧性角膜接触镜(rigid gas-permeable contact lens, RGPCL)和巩膜镜目前在临床上应用较为广泛^[15-16]。缝线的存在对接触镜验配不一定是禁忌证,然而缝线取出后,角膜形态常发生变化,建议等待缝线全部取出、屈光状态及角膜形态稳定后再行验配。

大量研究指出 RGPCL 矫正角膜移植术后不规则散光是安全有效的,且相比手术矫治散光, RGPCL 降低了手术风险和不可预估性^[13-14]。此外还有研究表明, RGPCL 能够抑制圆锥角膜的发展^[17]。一项研究表明,戴镜后 3 个月,接受 RGPCL 配戴治疗组的矫正远视力(corrected distance visual acuity, CDVA)优于接受框架眼镜配戴组^[18]。RGPCL 还可以改善角膜移植术后患者的视力,特别是低对比度视力,可能与角膜像差的减少有关,在 100%、25% 和 10% 不同对比度水平下, RGPCL 矫正后的平均最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA) (LogMAR) 分别为 0.255 ± 0.133 、 0.488 ± 0.168 和 0.737 ± 0.159 , 均显著优于框架眼镜矫正后的 0.390 ± 0.135 、 0.706 ± 0.182 和 0.952 ± 0.223 ^[19], 这与国内研究者既往的研究结论类似^[17]。

巩膜镜现已逐渐成为部分医疗机构用于角膜移植术后视力矫正的主要手段^[16]。巩膜镜形成的硬性穹窿以及镜片与角膜之间的水液层可以起到保护术后眼表的作用,巩膜镜不与角膜接触且不受角膜形态和瘢痕影响,可以更好地矫正角膜移植术后的各种屈光不正。有研究报道了一种新型的微型巩膜镜对圆锥角膜行 PKP 后发生外周扩张的 5 例 7 眼患者进行屈光性治疗,除了 1 例停止治疗外,所有患眼的 BCVA 均明显改善(≥ 0.6)^[20]。此外,一项对比研究表明,比起传统方式,在波前像差的引导下进行验配可以获得更好的效果^[21]。除了视觉康复外,应用 SCL 可能会延迟或避免进一步的手术^[22]。随着材料设计的改进,巩膜镜在佩戴舒适性和安全性方面不断提升^[23]。

当患者出现新生血管、植片与植床交界区瘢痕、配适不耐受、严重干眼、术后角膜曲率分布异常等问题时,接触镜往往不能达到很好的预期效果,仍需要手术干预。此外,人口老龄化、经济基础、受教育程度,在一定程度上都会影响接触镜的普及以及验配接触镜患者的管理。

2.3 第 3 阶段

对于复杂的术后散光且无法通过框架眼镜或接触镜矫正的患者,眼部手术可能是一个选择。手术的主要目标是显著降低术眼的屈光不正度数,从而有效减小双眼间的屈光参差,残余散光可以进一步应用上述常规光学矫正手段矫正。

2.3.1 准分子激光角膜切削术 近年来,丝裂霉素 C 的应用以及激光设备和术后护理的改进减少了术后角膜混浊的发生率,但应用丝裂霉素 C 似乎有过矫的风险,建议通过适当欠矫

来代偿。有研究表明,准分子激光上皮下角膜磨镶术(laser-assisted subepithelial keratomileusis, LASEK)也能够有效治疗 PKP 术后散光,对 LASEK 和准分子激光角膜切削术(photorefractive keratectomy, PRK)治疗 PKP 后屈光不正结果的比较显示,两者在屈光和视觉效果上均无明显差异^[24],但与 PRK 相比, LASEK 术后疼痛和角膜混浊程度较轻^[25]。

2 种定制激光消融术,即波前像差引导的 PRK 和地形图引导的 PRK,已被用于治疗角膜移植术后的屈光不正^[26-27]。一项回顾性研究对 50 例 54 眼角膜移植术后屈光不正患者行地形图引导的 PRK,平均随访 31 个月发现,术后裸眼远视力(uncorrected distant visual acuity, UDVA)提高 4.4 行(Snellen 视力表),散光由 -4.4 D 降至 -2.4 D,术后并发症少,未见明显雾状混浊,但 14.8% (8/54) 的患者视力下降,13% (7/54) 的患者 CDVA 下降 2 行以上^[28]。由于角膜移植术后患者难以获得高质量且可重复的检测图像,这无疑增加了引导技术的操作难度,其可行性及安全性仍需进一步研究。

2.3.2 准分子激光角膜原位磨镶术 准分子激光角膜原位磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)是目前公认的矫正角膜移植术后屈光不正较为安全有效的手术方式,其已被证明在治疗低中度角膜移植术后散光方面优于 PRK,且可用于其他类型手术后进行二次修复,以达到更好的视觉效果^[29-30]。近年来,飞秒激光辅助 LASIK 切割精准度大幅提高。Balestrazzi 等^[31]进行了飞秒激光辅助 LASIK 治疗深板层角膜移植术(deep anterior lamellar keratoplasty, DALK)术后 13 眼残余屈光不正的研究,结果显示平均等效球镜从术前的 -4.85 D 显著下降至随访结束时(平均 21.1 个月)的 -0.44 D;6 个月时, CDVA、UDVA 分别从 0.12 和 1.04 (LogMAR) 显著提升至 0.02 和 0.12 (LogMAR),散光度由术前的 -4.35 D 降至 -0.92 D。一项回顾性系列病例研究探讨了 10 眼 DALK 术后飞秒激光辅助 LASIK 的安全性和屈光稳定性,发现患眼 UDVA 显著改善,残余散光得到矫正,在 36~60 个月的随访中均未出现并发症,7 眼 CDVA 改善,8 眼的裸眼视力和屈光结果在术后随访中持续稳定^[32]。有研究采用角膜地形图引导的个性化治疗后,未发现其结果优于常规 LASIK,可能由于角膜移植术后患者往往难以检测到重复性好且可靠的检查数据,多数病例仅能选择常规的手术治疗方案^[33]。有研究者评估波前像差引导的 LASIK 在 PKP 后矫正屈光不正和高阶像差的疗效和安全性,结果显示术后患者的 UCVA 明显改善,手术的预测性良好,大部分患者的实际矫正效果与预期效果接近,无严重并发症^[34]。

手术中采用“一步法”还是“两步法”目前尚未达成共识,有研究者认为制作角膜瓣后会影响角膜生物力学,从而改变角膜的屈光状态,同时进行准分子激光切削会降低屈光矫正的准确性;一部分研究者则认为一步法与两步法术后效果无明显差异^[34]。该手术对患者眼部基础条件要求较高,建议制作直径大于移植植物且更薄的皮瓣,术中尽可能缩短抽吸时间。

2.3.3 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 作为一种新型的无皮瓣屈光手术,飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术

(femtosecond laser small incision lenticule extraction, SMILE) 能否治疗角膜移植术后残余散光受到临床医师的关注。Mastropasqua 等^[35]报道了 1 例 39 岁因晚期圆锥角膜接受 DALK 的患者, 后续接受了 SMILE 来矫正高度残余散光, 结果显示 SMILE 术后 1 周矫正远视力、裸眼远视力分别从 0.2 和 0.05 提升至 0.5 和 0.2, 屈光度由 -6.00 D 降至 -3.00 D, 可验配框架眼镜, 随访 3 个月, 患者未出现明显眼部不适症状或并发症。Hashemi 等^[36]报道了 1 例 DALK 术后 9 年接受 SMILE 的 46 岁患者, 结果显示术后 1 d, 裸眼远视力由术前的 0.1 增加至 0.5, 散光由 -4.25 D 降至 -0.50 D, 术后 1 周患者被诊断为移植排斥反应, 给予糖皮质激素治疗, 5 个月后远视力及屈光度与术后 1 d 接近, 该团队将排斥反应归因于 SMILE 术中的应激状态和炎症反应。

以上 2 个病例仍存在术后散光欠矫, 这提示 SMILE 可以作为角膜移植术后残留散光矫正的候选术式。然而, 必须进行更大样本量和更长时间随访的进一步研究, 以评估该方法的有效性和安全性。

2.3.4 飞秒激光弧形角膜切开术 飞秒激光弧形角膜切开术 (femtosecond-assisted arcuate keratotomy, FSAK) 具有良好的普适性^[3,37-38]。若出现过矫或切口裂开可以通过加压缝合来处理。一项回顾性研究发现, 60.7% (34/56) 的角膜移植术前圆锥角膜患者行 FSAK 后视力明显改善, 并且移植术式为 PKP、术前 UDVA 较差、散光较高的患者视力改善情况更佳^[39]。另有研究通过对 FSAK 术后 106 眼进行分析, 随访至术后约 17 个月时 65% (69/106) 的患者视力提高, 近 1/3 的患者视力提高超过 3 行^[40]。

飞秒基质内角膜切削术 (femtosecond intrastromal astigmatic keratotomy, ISAK) 现也适用于治疗 PKP 术后高度散光^[41]。与 FSAK 不同, ISAK 切口是在基质内形成的, 并且不向前打开, 从而避免上皮破坏且并发症较少。有研究者对 PKP 后平均散光为 (6.8±2.2) D 的眼实施 ISAK, 结果显示散光在手术后 3 个月降至 (3.7±1.7) D^[42]。近年有研究报道, LASIK 联合 ISAK, 即在 LASIK 瓣下进行深层 ISAK, 既可以保留 ISAK 的优点, 又能完成较大散光量的矫正, 在矫正高度屈光不正方面优于单独使用 ISAK。在该项研究的 9 眼中, 散光平均减少 2.8 D, 但出现了 LASIK 术后的并发症^[43]。有研究者在一项为期 2 年的前瞻性随访研究中报道了一种新型术式, 即深基质内弧形角膜切开术联合原位角膜磨镶术, 结果显示平均等效球镜度从 (-5.01±4.35) D 改善至 (-1.54±2.42) D, 建议进行进一步的研究来评估其长期效果和稳定性^[44]。另有研究通过结合弧形角膜切开术和传导性角膜成形术来治疗高度角膜散光, 所有患者 (11/11) 术后散光得到有效改善^[45]。

一项 2017 年发表的系统综述, 旨在评估手动或飞秒激光辅助松弛切口 (含弧形角膜切开术等) 治疗角膜移植术后散光的有效性与安全性, 纳入 1986—2017 年符合标准的多项临床研究, 结果显示该类手术可显著减少术后散光, 且飞秒激光辅助方式较手动切口更安全、可预测性更高^[46]。这提示我们可能需要二次切开等额外治疗。未来的研究应聚焦于设计更细

化的列线图, 以帮助临床医师更好地为患者设定手术参数, 从而提高散光矫正率。

2.3.5 角膜楔形切除术 1980 年一项对弧形角膜切开术和楔形切除术之间的比较研究表明, 后者散光减少幅度更大^[47]。对于圆锥角膜植床扩张变薄而导致的散光增加, 通过楔形切除受体植床的组织不但能矫正散光, 还可通过组织缩短来稳定植床, 适量缩短扩张变薄的角膜并不会使整个角膜变得过于扁平, 并且理论上这种手术方式具有可重复性^[48]。

有研究纳入采取角膜楔形切除术治疗 PKP 术后散光的 51 眼, 平均随访时间为 (4.19±3.09) 年, 术前、末次随访时平均散光度数分别为 (11.47±3.57) 和 (4.79±3.32) D^[49]。另有研究描述了一种手术方案, 即散光 ≤ 6 D 给予每屈光度 0.1 mm 的 90° 楔形切口, 若散光 > 6 D, 则每增加 1 D 多给予 0.05 mm 的切口, 该研究对 39 眼进行观察分析发现, 术后至少 12 个月随访中多项核心屈光与视力指标保持稳定^[50]。有团队通过回顾分析 22 眼的发现, 多数病例仍存在欠矫, 术后视力虽有所改善, 但 UCVA 和 BCVA 仍未达预期, 术中还出现了一些并发症。此外, 该研究还对术后组织标本进行了组织病理学研究, 发现角膜上皮水肿或增生、前弹力层断裂或完全缺失、角膜基质水肿和胶原纤维组织结构紊乱^[48]。此外, 由于该手术需要对切口设计以及缝线松紧进行主观性判断, 所以手术效果存在一定不可控性。

2.3.6 角膜基质环植入术 角膜基质环植入术 (intrastromal corneal ring segments, ICRS) 最初被用于治疗圆锥角膜^[51], 后也被应用于矫治角膜移植术后高度散光。有研究结果显示, ICRS 植入术显著提高了矫正视力并降低了 2.5~8 D 的散光度, 且术后并发症较少^[52]。Arantes 等^[53]评估了 ICRS 植入术对圆锥角膜患者行 DALK 手术后的矫正效果, 等效球镜由术前的 -3.67 D 降至 -0.71 D, 矫正远视力由术前的 0.33 提升至 0.20 (LogMAR)。Tzelikis 等^[54]评估了行飞秒激光辅助的新型 340° 弧长 ICRS 植入术 14 眼 DALK 患者的临床疗效, 发现裸眼远视力和矫正远视力在 12 个月随访后改善, 而散光度、等效球镜分别从 -4.93 和 -5.54 D 降至 -2.21 和 -2.07 D, 且未见明显并发症发生。一项有限元模拟研究表明, 在保持基质环厚度不变的情况下, 使用 800 μm 基底宽度会产生更好的角膜扁平化效果^[55]。有团队通过植入基底宽度为 800 μm 的 ICRS, 改善了 12 眼 PKP 术后的高度散光, 平均散光由术前的 (12.9±3.8) D 降至术后的 (4.2±2.3) D, 术后 2 年内屈光稳定, 未见明显并发症发生^[56]。与其他研究结果类似, 使用飞秒激光比使用传统方法效果更佳。有研究者提出, ICRS 与其他手术的联合治疗或许会有更好的效果, 有研究先使用 ICRS, 间隔 3 个月后再行 PRK, 联合 PRK 后, UDVA 从 (0.69±0.40) 降至 (0.34±0.29) LogMAR、CDVA 从 (0.22±0.13) 降至 (0.11±0.11) LogMAR, 屈光散光从 (4.61±1.61) 降至 (2.58±1.49) D、前角膜散光从 (5.47±2.29) 降至 (4.12±2.93) D, 散光矫正指数更优, 证明联合治疗比单独 ICRS 更有效^[57]。

目前相关临床研究存在样本量较小、缺乏对照组、随访时

间不足、缺乏对手术技术的详细描述和对术后并发症的详细报道等问题。对不能按预期植入深度放置基质环和术后并发症等问题,仍需通过临床对照研究和术后管理进行精细化调整。未来可进一步探究基质环与角膜间的生物力学关系、组织学融合及重塑过程、基质环联合胶原交联术及 3D 打印的个性化基质环,从而在最大程度上减少术后散光与近视残留,延缓疾病的进展。

2.3.7 散光矫正型人工晶状体植入 临床观察发现许多患者在角膜移植术后的数年陆续继发白内障,排除部分年龄相关的老年性白内障,有研究证明,由于手术刺激以及长期使用局部皮质类固醇,角膜移植患者的白内障形成较快^[1,58-59]。有研究佐证了既往接受 PKP 患者行散光矫正型人工晶状体 (toric intraocular lens, TIOL) 植入术在内皮细胞丢失方面与常规白内障手术无明显差异^[60]。

一项研究对角膜移植术后出现高度规则散光合并白内障的患者行 TIOL 植入术,18 眼术眼术后 1 年平均 BCVA (LogMAR) 由术前的 1.36 ± 1.0 提高至 0.31 ± 0.17 ,术后散光由 (6.55 ± 1.62) D 降至 (2.80 ± 1.43) D,所有患者均未发生移植排斥反应或移植失败,且无一例患者需要人工晶状体复位^[61]。有综述纳入了 20 项相关研究,结果显示 TIOL 植入后患者的视觉和屈光结果良好,散光度数明显降低,大部分患者的 UCVA 和 BCVA 达到了良好水平,然而也存在一些并发症,如角膜内皮细胞损失和远期随访中视力下降。因此,在考虑使用 TIOL 进行散光矫正时,需要仔细评估患者的眼部条件并合理预估风险^[62]。通过将 TIOL 植入术与其他角膜手术相结合,可最大程度地降低高度散光。有研究证明,对于术后 >8 D 的高度散光患者,采用 FSAK 联合 TIOL 是一种安全有效的方法,术后角膜散光度由 (13.56 ± 4.81) D 降至 (4.48 ± 2.83) D,UCVA (LogMAR) 由 1.69 ± 0.45 升至 0.23 ± 0.11 ^[63]。

由于角膜移植术眼的特殊情况,常难以获得高质量且重复性好的术前测量结果,建议使用不同仪器多次对比测量以提高测量结果的可参考性^[64]。

2.3.8 散光型有晶体眼后房型人工晶状体植入 既往研究表明,散光型有晶体眼后房型人工晶状体 (toric intraocular collamer lens, TICL) 是一种安全、有效、可预测的矫正屈光不正的手术方法^[65]。有研究对 9 例 9 眼施行 DALK 手术 1.5 年后并于 3 个月前拆线的屈光不正患者进行 TICL 植入治疗,观察到所有术眼术后 6 个月的 UCVA 和 BCVA 均好于术前,术后球镜度数与柱镜度数均有不同程度下降,TICL 轴线偏差均小于 10° 且趋于稳定,未见严重术中、术后并发症发生^[66]。

但目前的研究样本量较小且未提供足够的术后随访数据,如患者的生活质量评分、术后并发症等信息,这些数据对评估其植入的效果和安全性非常重要。

2.3.9 再次角膜移植 当常规干预措施均无效时,可以考虑再次移植。早期有文献评估了角膜移植术后出现高度或不规则散光患者再行角膜移植的效果,结果显示 17 眼效果良好,术后 1 年 BCVA 从术前的 0.2 提升至 0.5,然而,在第 2 次缝线拆除后,散光显著增加^[67]。2 例 PKP 术后高度散光及不规则散

光患者接受了微型角膜刀辅助的角膜移植术,术后 CDVA 提高至 20/20,散光平均降至 2.1 D,角膜表面不对称指数明显降低^[68]。另一项回顾性研究纳入 109 例行 PKP 治疗的患者(包括 59 例重复 PKP,其中 30 例为高度散光),发现所有重复移植在末次随访时(平均末次随访时间为 19 个月)仍保持植片清晰,术后 1 年散光由 6 D 降至 3 D,但所有缝线拆除后,散光又增加至 5 D^[69]。因此,为保持屈光稳定性,建议尽可能推迟最终拆线。根据 Panthagani^[70] 等研究,建议再次移植时选择直径更大 (>9 mm) 的供体。

2.4 手术注意事项

角膜植片和植床缝合处通常在术后 1 年愈合,角膜表面通常在完全拆除缝线后 3~6 个月达到稳定^[8]。多项研究建议屈光手术至少应在缝线完全拆除后 1 个月进行,对于大多数患者来说,缝线完全拆除后 3~6 个月且屈光度及角膜地形图检查结果在 3 个月内无明显变化时进行治疗效果更佳^[4,71]。

此外,在进行手术之前,应严格把控手术基本适应证,进行详细的眼科检查,评估眼部情况,预估术后效果,并对患者进行长期随访观察手术的安全性和有效性。需明确的是,与在正常角膜上实施屈光手术相比,角膜移植术后开展屈光矫正的效果可预测性更低,且术后并发症的发生风险也相对更高。建议依据患者眼部具体情况个性化选择最佳的屈光手术方案,并尽可能地结合多种技术来帮助患者达到更好的视力效果^[72]。可用于角膜移植术后散光矫正的术式总结见表 2。角膜移植术后散光矫正方式的优缺点比较见表 3。

3 总结和展望

随着人们经济水平和健康意识的提高,越来越多的角膜移植患者开始关注术后视觉质量,而不仅仅局限于原发疾病的治愈,因此,对角膜移植术后的视力矫正和视觉质量的追求具有重要临床意义。角膜移植术后出现散光的原因多样,且受手术类型、手术部位、手术时间等因素影响而存在差异。此外,在漫长的术后恢复期中,角膜表面变化较为复杂,致使角膜移植术后散光成为一个困扰眼科医师多年的棘手问题。为了减少手术后散光的发生,医生应在术前对患者进行更详细的检查,术中尽可能规避散光风险,若术后散光度数较低,多数情况下无需特殊治疗,若患者的散光较高,可能需要采取各种方法干预,医生应结合患者的眼部健康状况、散光程度、视力要求和个人偏好等因素综合考虑。

未来的研究可针对不同术式所致散光情况开展深入探讨,从而选择更加合适的矫治方式,而大样本、多中心联合研究结果更具参考价值。对于角膜移植术后散光伴角膜稳定性降低的患者,角膜胶原交联术能增加角膜强度并抑制不规则散光进展。基于术前数据,采用人工智能算法模拟术后散光变化可以优化手术设计与缝线调整策略。随着生物技术、成像技术和人工智能的发展,角膜移植术后散光的预测、预防和治理将更加精准化和个性化。联合多种治疗方法可能成为主流,以实现最佳视觉康复效果。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

表 2 可用于角膜移植术后散光矫正的手术术式总结

手术	适应证	术中及术后常见并发症	优点	缺点
PRK	≤1.5 D 散光 ^[24]	疼痛、角膜雾状混浊、青光眼、干眼、屈光状态不稳定、屈光过矫或欠矫、散光增加、屈光回退、视力下降、视觉质量下降、眩光等 ^[25-27]	手术操作简单、耗时短、安全性高、无角膜瓣,适用于薄角膜患者 ^[24-26]	适用范围窄、角膜反应较严重、术后需要长期用药、并发症较多 ^[24-26]
LASIK	角膜厚度大于 450 μm; ≤6.0 D 散光 ^[30]	感染、屈光欠矫或过矫、散光增加、角膜穿孔、继发性圆锥角膜、角膜瓣相关并发症、干眼、上皮植入、眩光等 ^[30-33]	适应范围广、术后反应轻、视力恢复快、效果稳定、快捷方便	术后有干眼、视力回退、眩光、感染、引入像差、角膜瓣移位、长期视觉不适等风险
FSAK	角膜外伤、角膜过薄或因为干眼等原因不适合进行其他屈光手术的患者 ^[38]	伤口裂开、屈光欠矫或过矫、视力下降、角膜微穿孔、感染性角膜炎、移植排斥反应、眼内炎和瘢痕形成等 ^[37-40]	有效地减少高度规则或不规则散光,并且并发症较少且可控	可能导致视力下降且预测性较低
角膜楔形切除术	受体角膜植床存在病变,如圆锥角膜 ^[48] ;在角膜过陡或过平需要对角膜形态进行调整时	暂时性高眼压、视力不佳、干眼、屈光回退、散光增加、感染、排斥反应、角膜失代偿或角膜混浊	可矫正较大散光,有利于提升角膜稳定性 ^[49]	预测性较低
ICRS	≤1.0 D 散光;预计要植入角膜基质环处的角膜厚度需 ≥450 μm ^[52] ;既往有扩张性疾病的患者	隧道开通不全、基质环放置深度不准、基质环移位、角膜炎、角膜基质溶解、角膜新生血管、急性圆锥角膜、眩光和光晕等 ^[55-57]	微创性、安全性、有效性、可逆性、并发症少且长期疗效较好,降低了移植失败和混浊的风险,减少了对角膜厚度的依赖	传统机械方法可能引起伤口缺损、上皮细胞损伤、放置过浅、基质变薄及基质水肿等。有术后视力无改善甚至回退的可能
TIOL	角膜移植术后合并白内障;散光较规则 ^[58-64] ;角膜厚度不足或度数过高而不适合进行角膜手术的患者	散光欠矫或过矫, TIOL 旋转、倾斜或偏心等 ^[61-63]	矫正散光度数范围广、手术预测性好、对眼表损伤轻和远期效果稳定等优势	具有其他眼内手术的风险,不适用于存在眼部扩张性疾病的病人 ^[60-63]
TICL	1.0~6.0 D 散光;角膜存在不规则散光、角膜变性或圆锥角膜等情况;足够的前房深度 ^[65]	眩光、光晕、色散、角膜内皮细胞丢失、瞳孔阻滞、眼压增高、青光眼、前囊膜下混浊和白内障等	矫正范围较广、对内皮影响较小,保持了眼生理结构的完整性,具有较好的安全性与有效性 ^[66]	手术对患者和医生的要求更高,且术后感染的风险稍高于激光手术,手术价格也相对较高

注:PRK:准分子激光角膜切削术;LASIK:准分子激光原位角膜磨镶术;FSAK:飞秒激光弧形角膜切开术;ICRS:角膜基质环植入术;TIOL:散光矫正型人工晶状体;TICL:散光型有晶状体眼后房型人工晶状体

表 3 角膜移植术后散光矫正方式的优缺点比较

矫正方式	拆线前	拆线后	疗效的影响因素	优点	缺点
框架眼镜	适用	适用	散光程度、适配性	不影响植片,普适性强	对高度不规则散光和屈光参差大的患者矫正效果差
硬性角膜接触镜	适用	适用	散光类型与程度、适配性	矫正范围广且效果好,可预测性强,对不规则散光和屈光参差大的患者有良好效果	验配要求高,异物感明显,对眼表有一定影响
缝线调整	适用	不适用	缝线材料与技术、调整时间	操作简单且有一定的效果	可预测性差
激光手术	不适用	适用	术后角膜愈合过程、用药情况、术后护理以及相关并发症处理等	矫正范围大,有一定的预测性	对植片中央影响大,恢复慢,并发症风险较高
角膜切开/切除术	不适用	适用	切开/切除的位置、范围、深度、宽度	不影响视轴,恢复较快	可预测性差,有角膜穿孔、伤口裂开的风险
TIOL/TICL	不适用	适用	晶体稳定性、拱高变化情况	矫正范围大,有一定的预测性	不规则散光较难矫正,有引入额外散光的风险

注:TIOL:散光矫正型人工晶状体;TICL:散光型有晶状体眼后房型人工晶状体

参考文献

[1] Keshav V, Henderson BA. Astigmatism management with intraocular lens surgery [J/OL]. *Ophthalmology*, 2021, 128 (11): e153 - e163 [2025 - 06 - 24]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32798525/>. DOI: 10.1016/j.ophtha.2020.08.011.

[2] Mirshahi A, Latz C. Femtosecond laser-assisted astigmatic keratotomy [J]. *Ophthalmologie*, 2020, 117 (5): 415 - 423. DOI: 10.1007/s00347-020-01058-w.



- [3] Sorkin N, Mimouni M, Santaella G, et al. Comparison of manual and femtosecond astigmatic keratotomy in the treatment of postkeratoplasty astigmatism[J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2021, 99(5): e747–e752 [2025-06-24]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33124121/>. DOI: 10.1111/aos.14653.
- [4] Pagano L, Shah H, Ibrahim OA, et al. Update on suture techniques in corneal transplantation: a systematic review[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(4): 1078. DOI: 10.3390/jcm11041078.
- [5] Gabison EE, Gree E, Azar G, et al. Double-docking technique for femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty: a retrospective consecutive case series study of advanced keratoconus[J]. *Cornea*, 2023, 42(8): 1052–1056. DOI: 10.1097/ICO.0000000000003300.
- [6] Borgia A, Romano V, Romano D, et al. Managing post-keratoplasty astigmatism: high-tech vs. low-tech imaging techniques for guiding suture manipulation[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(10): 3462. DOI: 10.3390/jcm12103462.
- [7] Feizi S, Zare M. Current approaches for management of postpenetrating keratoplasty astigmatism[J]. *J Ophthalmol*, 2011, 2011: 708736. DOI: 10.1155/2011/708736.
- [8] Deshmukh R, Nair S, Vaddavalli PK, et al. Post-penetrating keratoplasty astigmatism[J]. *Surv Ophthalmol*, 2022, 67(4): 1200–1228. DOI: 10.1016/j.survophthal.2021.11.005.
- [9] Vinciguerra P, Epstein D, Albè E, et al. Corneal topography-guided penetrating keratoplasty and suture adjustment: new approach for astigmatism control[J]. *Cornea*, 2007, 26(6): 675–682. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3180553b2b.
- [10] Touzeau O, Borderie VM, Allouch C, et al. Effects of penetrating keratoplasty suture removal on corneal topography and refraction[J]. *Cornea*, 1999, 18(6): 638–644. DOI: 10.1097/00003226-199911000-00002.
- [11] Satitpitakul V, Uramphorn N, Kasetsuwan N. Factors predicting change in corneal astigmatism following suture removal in post-penetrating keratoplasty patients[J]. *Clin Ophthalmol*, 2019, 13: 1593–1597. DOI: 10.2147/OPHT.S213470.
- [12] Feizi S, Javadi MA, Behnaz N, et al. Effect of suture removal on refraction and graft curvature after deep anterior lamellar keratoplasty in patients with keratoconus[J]. *Cornea*, 2018, 37(1): 39–44. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001443.
- [13] Kumar M, Shetty R, Lalgudi VG, et al. Corneal biomechanics and intraocular pressure following scleral lens wear in penetrating keratoplasty and keratoconus[J]. *Eye Contact Lens*, 2022, 48(5): 206–209. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000886.
- [14] Zhang J, Lin X, Wang X, et al. Investigation of contrast visual acuity with rigid gas permeable contact lenses after penetrating keratoplasty[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1): 12. DOI: 10.1186/s12886-023-02769-9.
- [15] 吴娟娟, 徐玲丹, 王森. RGP 在角膜移植术后的应用[J]. *中国眼镜科技杂志*, 2021, 11: 144–147.
- [16] 张玉翠. 巩膜镜: 让不规则角膜的矫正视力提高不再成为难题[J]. *中国眼镜科技杂志*, 2023, 10: 114–117.
- [17] 张菊, 亓晓琳, 李静, 等. 硬性透气性角膜接触镜矫正角膜移植术后不规则散光的疗效观察[J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(6): 413–418. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.06.003. Zhang J, Qi XL, Li J, et al. Therapeutic effect of rigid permeable contact lenses on irregular astigmatism after keratoplasty[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2019, 55(6): 413–418. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.06.003.
- [18] Zhang J, Lin X, Wang X, et al. Investigation of contrast visual acuity with rigid gas permeable contact lenses after penetrating keratoplasty[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1): 12. DOI: 10.1186/s12886-023-02769-9.
- [19] 马晶, 高明宏, 陈颖欣. RGPCL 矫正 DALK 术后角膜前表面规则性的临床研究[J]. *国际眼科杂志*, 2020, 20(12): 2134–2138. DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2020.12.24. Ma J, Gao MH, Chen YX. Clinical research of RGPCL in correcting the regularity of anterior corneal surface after DALK[J]. *Int Eye Sci*, 2020, 20(12): 2134–2138. DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2020.12.24.
- [20] Law E, Moledina M, Sexton I, et al. High astigmatism secondary to peripheral ectasia recurrence in postpenetrating keratoplasty eyes managed with miniscleral contact lenses[J]. *Eye Contact Lens*, 2023, 49(10): 417–421. DOI: 10.1097/ICL.0000000000001022.
- [21] Gelles JD, Su B, Kelly D, et al. Visual improvement with wavefront-guided scleral lenses for irregular corneal astigmatism[J]. *Eye Contact Lens*, 2025, 51(2): 58–64. DOI: 10.1097/ICL.0000000000001152.
- [22] Murillo SE, Shariff A, Lass JH, et al. Acute corneal edema decades after penetrating keratoplasty for keratoconus in eyes wearing scleral contact lenses[J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2021, 44(1): 108–114. DOI: 10.1016/j.clae.2020.10.008.
- [23] Haworth K, Travis D, Leslie L, et al. Silicone hydrogel versus hydrogel soft contact lenses for differences in patient-reported eye comfort and safety[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 9: CD014791. DOI: 10.1002/14651858.CD014791.pub2.
- [24] Huang PYC, Huang PT, Astle WF, et al. Laser-assisted subepithelial keratectomy and photorefractive keratectomy for post-penetrating keratoplasty myopia and astigmatism in adults[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2011, 37(2): 335–340. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.08.039.
- [25] Lee JB, Seong GJ, Lee JH, et al. Comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for low to moderate myopia[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2001, 27(4): 565–570. DOI: 10.1016/s0886-3350(00)00880-4.
- [26] Sorkin N, Kreimeier M, Einan-Lifshitz A, et al. Wavefront-guided photorefractive keratectomy in the treatment of high astigmatism following keratoplasty[J]. *Cornea*, 2019, 38(3): 285–289. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001830.
- [27] Láms I, Rosa AM, Guerra M, et al. Irregular astigmatism after corneal transplantation—efficacy and safety of topography-guided treatment[J]. *Cornea*, 2016, 35(1): 30–36. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000647.
- [28] Bizrah M, Lin DTC, Babili A, et al. Topography-guided photorefractive keratectomy for postkeratoplasty astigmatism: long-term outcomes[J]. *Cornea*, 2021, 40(1): 78–87. DOI: 10.1097/ICO.0000000000002403.
- [29] Hashemi H, Asgari S, Khabazkhoob M, et al. Vector analysis of astigmatism correction after PRK, FS-LASIK, and SMILE for myopic astigmatism[J]. *Int Ophthalmol*, 2023, 43(11): 3999–4009. DOI: 10.1007/s10792-023-02804-0.
- [30] Lee HS, Kim MS. Factors related to the correction of astigmatism by LASIK after penetrating keratoplasty[J]. *J Refract Surg*, 2010, 26(12): 960–965. DOI: 10.3928/1081597X-20100212-07.
- [31] Balestrazzi A, Balestrazzi A, Menicacci F, et al. Femtosecond laser-assisted in situ keratomileusis for the correction of residual ametropia after deep anterior lamellar keratoplasty: a pilot investigation[J]. *Eye (Lond)*, 2017, 31(8): 1168–1175. DOI: 10.1038/eye.2017.44.
- [32] Alfonso-Bartolozzi B, Lisa C, Fernández-Vega-Cueto L, et al. Femto-LASIK after deep anterior lamellar keratoplasty to correct residual astigmatism: a long-term case series study[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(8): 1036. DOI: 10.3390/medicina58081036.
- [33] 张丽, 周跃华, 齐颖, 等. 应用飞秒激光 LASIK 矫治深板层角膜移植术后高度近视散光一例[J]. *眼科*, 2018, 27(4): 315–317. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2018.04.018.
- [34] Imamoglu S, Kaya V, Oral D, et al. Corneal wavefront-guided customized laser in situ keratomileusis after penetrating keratoplasty[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2014, 40(5): 785–792. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.10.042.
- [35] Mastropasqua L, Calienno R, Lanzini M, et al. Small incision lenticule extraction after deep anterior lamellar keratoplasty[J]. *J Refract Surg*, 2015, 31(9): 634–637. DOI: 10.3928/1081597X-20150820-10.
- [36] Hashemi H, Aghamirsalim M, Asgari S. Stromal rejection after SMILE for the correction of astigmatism after graft[J]. *J Refract Surg*, 2019, 35(11): 737–739. DOI: 10.3928/1081597X-20191010-01.
- [37] anNakhli F, Khattak A. Vector analysis of femtosecond laser-assisted

- astigmatic keratotomy after deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty[J]. *Int Ophthalmol*, 2019, 39(1): 189-198. DOI: 10.1007/s10792-017-0803-0.
- [38] Chang JSM. Femtosecond laser-assisted astigmatic keratotomy: a review [J]. *Eye Vis (Lond)*, 2018, 5:6. DOI: 10.1186/s40662-018-0099-9.
- [39] Mimouni M, Kreimei M, Sorkin N, et al. Factors associated with improvement in vision following femtosecond astigmatic keratotomy in post-keratoplasty keratoconus patients [J]. *Am J Ophthalmol*, 2020, 219: 59-65. DOI: 10.1016/j.ajo.2020.06.007.
- [40] Alsaif BA, Somali AA, Banaji SH, et al. Vector analysis and prognostic factors for femtosecond arcuate keratotomy in post-keratoplasty astigmatism [J]. *Clin Ophthalmol*, 2023, 17: 3747-3759. DOI: 10.2147/OPTH.S429264.
- [41] Viswanathan D, Kumar NL. Bilateral femtosecond laser-enabled intrastromal astigmatic keratotomy to correct high post-penetrating keratoplasty astigmatism [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2013, 39(12): 1916-1920. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.08.019.
- [42] Wetterstrand O, Holopainen JM, Krootila K. Treatment of postoperative keratoplasty astigmatism using femtosecond laser-assisted intrastromal relaxing incisions [J]. *J Refract Surg*, 2013, 29(6): 378-382. DOI: 10.3928/1081597X-20130515-01.
- [43] Loriaut P, Sandali O, Sanharawi ME, et al. New combined technique of deep intrastromal arcuate keratotomy overlaid by LASIK flap for treatment of high astigmatism [J]. *Cornea*, 2014, 33(10): 1123-1128. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000236.
- [44] Drouglazet-Moalic G, Levy O, Goemaere I, et al. Deep intrastromal arcuate keratotomy with in situ keratomileusis (DIKIK) for the treatment of high astigmatism after keratoplasty: 2-year follow-up [J]. *J Refract Surg*, 2019, 35(4): 239-246. DOI: 10.3928/1081597X-20190227-01.
- [45] Sy ME, Kovoro TA, Tannan A, et al. Combined astigmatic keratotomy and conductive keratoplasty to correct high corneal astigmatism [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2015, 41(5): 1050-1056. DOI: 10.1016/j.jcrs.2014.10.028.
- [46] Yin GHW, Hoffart L. Post-keratoplasty astigmatism management by relaxing incisions: a systematic review [J]. *Eye Vis (Lond)*, 2017, 4: 29. DOI: 10.1186/s40662-017-0093-7.
- [47] Krachmer JH, Fenzl RE. Surgical correction of high postkeratoplasty astigmatism. Relaxing incisions vs wedge resection [J]. *Arch Ophthalmol*, 1980, 98(8): 1400-1402. DOI: 10.1001/archoph.1980.01020040252007.
- [48] de la Paz MF, Sibila GR, Montenegro G, et al. Wedge resection for high astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus: refractive and histopathologic changes [J]. *Cornea*, 2010, 29(6): 595-600. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181ba0abf.
- [49] de Oteyza GG, Borasio E, Ruiz-Santos M, et al. Analysis of visual and refractive results after wedge resection for high astigmatism after penetrating keratoplasty in keratoconus [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2022: 11206721221144656. DOI: 10.1177/11206721221144656.
- [50] Mejía LF, Gil JC, Naranjo S. Long-term results of corneal wedge resection for high postkeratoplasty astigmatism [J]. *Cornea*, 2020, 39(5): 535-539. DOI: 10.1097/ICO.00000000000002176.
- [51] Vega A, Alió JL. Criteria for patient selection and indication for intracorneal ring segments in keratoconus [J]. *Eye Vis (Lond)*, 2024, 11(1): 13. DOI: 10.1186/s40662-024-00379-0.
- [52] Lisa C, García-Fernández M, Madrid-Costa D, et al. Femtosecond laser-assisted intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism correction after penetrating keratoplasty [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2013, 39(11): 1660-1667. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.04.038.
- [53] Arantes J, Coscarelli S, Ferrara P, et al. Intrastromal corneal ring segments for astigmatism correction after deep anterior lamellar keratoplasty [J]. *J Ophthalmol*, 2017, 2017: 8689017. DOI: 10.1155/2017/8689017.
- [54] Tzelikis PF, Jácome A, Rocha G, et al. Clinical outcomes after femtosecond laser-assisted implantation of an intrastromal corneal ring segment with a 340-degree arc length in postkeratoplasty patients: 12-month follow-up [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46(1): 78-85. DOI: 10.1016/j.jcrs.2019.08.006.
- [55] de Oteyza GG, de Toledo JA, Barraquer RI, et al. Refractive changes of a new asymmetric intracorneal ring segment with variable thickness and base width: a 2D finite-element model [J/OL]. *PLoS One*, 2021, 16(9): e0257222 [2025-06-24]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34525102/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0257222.
- [56] Albertazzi R, Rocha-de-Lossada C, Ferlini L, et al. High post-penetrating keratoplasty astigmatism can be mitigated using specialized intrastromal corneal ring segment implants [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2024, 72(1): 147-149. DOI: 10.4103/IJO.IJO_3190_22.
- [57] Bertino P, Magalhães RS, de Souza CJ, et al. Intrastromal corneal ring segments followed by PRK for postkeratoplasty high astigmatism: prospective study [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2022, 48(8): 912-923. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000888.
- [58] Rathi VM, Krishnamachary M, Gupta S. Cataract formation after penetrating keratoplasty [J]. *J Cataract Refract Surg*, 1997, 23(4): 562-564. DOI: 10.1016/s0886-3350(97)80214-3.
- [59] Müftüoğlu İK, Akova YA, Egrilmez S, et al. The results of toric intraocular lens implantation in patients with cataract and high astigmatism after penetrating keratoplasty [J/OL]. *Eye Contact Lens*, 2016, 42(2): e8-e11 [2025-06-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25955827/>. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000147.
- [60] Kim EC, Kim MS. A comparison of endothelial cell loss after phacoemulsification in penetrating keratoplasty patients and normal patients [J]. *Cornea*, 2010, 29(5): 510-515. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181e11e0e.
- [61] Devebacak A, Degirmenci C, Selver OB, et al. Correction of high astigmatism with toric intraocular lens in eyes with corneal transplant [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2022: 11206721221123885. DOI: 10.1177/11206721221123885.
- [62] Wan KH, Chang JSM, Jhanji V. Toric intraocular lenses for astigmatism correction after keratoplasty in phakic and pseudophakic eyes [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2022, 48(9): 1078-1087. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000907.
- [63] Sorkin N, Kreimei M, Einan-Lifshitz A, et al. Stepwise combination of femtosecond astigmatic keratotomy with phacoemulsification and toric intraocular lens implantation in treatment of very high postkeratoplasty astigmatism [J]. *Cornea*, 2020, 39(1): 71-76. DOI: 10.1097/ICO.00000000000002131.
- [64] Krysik K, Lyssek-Boron A, Janiszewska-Bil D, et al. Impact of ultrasound and optical biometry on refractive outcomes of cataract surgery after penetrating keratoplasty in keratoconus [J]. *Int J Ophthalmol*, 2019, 12(6): 949-953. DOI: 10.18240/ijo.2019.06.11.
- [65] Alsabaani NA, Abubaker A, Almalki S. 后房型人工晶状体植入用于角膜移植术后近视和散光的矫正 [J]. *国际眼科杂志*, 2018, 18(6): 975-978. DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2018.6.01.
- Alsabaani NA, Abubaker A, Almalki S. Implantable collamer lens for the correction of post-keratoplasty myopia and astigmatism [J]. *Int Eye Sci*, 2018, 18(6): 975-978. DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2018.6.01.
- [66] Qin Q, Yang L, He Z, et al. Clinical application of TICL implantation for ametropia following deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus: a CONSORT-compliant article [J/OL]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(8): e6118 [2025-06-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28225492/>. DOI: 10.1097/MD.00000000000006118.
- [67] Szentmáry N, Seitz B, Langenbacher A, et al. Repeat keratoplasty for correction of high or irregular postkeratoplasty astigmatism in clear corneal grafts [J]. *Am J Ophthalmol*, 2005, 139(5): 826-830. DOI: 10.1016/j.ajo.2004.12.008.
- [68] Gutfreund S, Leon P, Busin M. Microkeratome-assisted anterior lamellar keratoplasty for the correction of high-degree postkeratoplasty astigmatism [J]. *Cornea*, 2017, 36(7): 880-883. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001232.



- [69] Rangel RA, Szentmáry N, Lepper S, et al. 8.5/8.6-mm excimer laser-assisted penetrating keratoplasties in a tertiary corneal subspecialty referral center: indications and outcomes in 107 eyes [J]. *Cornea*, 2020, 39(7): 806–811. DOI: 10.1097/ICO.0000000000002327.
- [70] Panthagani J, Law EM, Chipeta C, et al. High astigmatism after conventional diameter deep anterior lamellar keratoplasty in keratoconus can be successfully managed with repeat wide diameter deep anterior lamellar keratoplasty [J]. *Cornea*, 2023, 42(8): 1057–1061. DOI: 10.1097/ICO.0000000000003298.
- [71] Durusoy GK, Ozveren M. Stabilization period for central corneal thickness, anterior chamber depth, and iridocorneal angle parameters

- after deep anterior lamellar keratoplasty in keratoconus patients [J]. *Beyoglu Eye J*, 2021, 6(1): 14–18. DOI: 10.14744/bej.2021.70894.
- [72] Valdez-Garcia JE, Cueto-Gómez JJ, Lozano-Ramírez JF, et al. Management of extremeametropia after penetrating keratoplasty: a series of surgical procedures for high myopia and astigmatism [J]. *Case Rep Ophthalmol*, 2014, 5(2): 255–261. DOI: 10.1159/000365246.

(收稿日期:2025-07-21 修回日期:2025-12-27)

(本文编辑:骆世平 刘艳)

· 病例报告 ·

睑板腺囊肿切除术后持续出血诊疗 1 例

席世聪 张衍伟 段练 魏文 党光福

山东第一医科大学第一附属医院 山东省千佛山医院眼科, 济南 250014

通信作者:党光福, Email: dangguangfu@qq.com

基金项目:山东省自然科学基金面上项目(ZR2022MH154)

Persistent hemorrhage following chalazion excision: a case report

Xi Shicong, Zhang Yanwei, Duan Lian, Wei Wen, Dang Guangfu

Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Shandong First Medical University & Shandong Provincial Qianfoshan Hospital, Jinan 250014, China

Corresponding author: Dang Guangfu, Email: dangguangfu@qq.com

Fund program: Shandong Province Natural Science Foundation General Program (ZR2022MH154)

DOI: 10.3760/ema.j.cn115989-20250304-00067

患者男, 38 岁, 因左眼睑术后持续性出血 5 d 伴头晕、心悸就诊于山东第一医科大学第一附属医院急诊。患者 2024 年 12 月 2 日于外院行左眼上睑睑板腺囊肿切除术, 术后即出现持续性出血, 出血量约 5 ml/h; 2024 年 12 月 4 日再次就诊于外院, 先后采用肾上腺素、加压包扎及酚磺乙胺(剂量不详)、氨甲环酸(剂量不详)静脉滴注等治疗, 出血未获控制, 且出现头晕、心悸, 无法站立, 遂于 2024 年 12 月 7 日夜间接至我院急诊要求输血治疗, 急诊以“左眼眼睑出血”收入院。入院查体: 面色及口唇苍白, 左眼睑高度肿胀伴皮下淤血, 睑裂区持续性鲜红色活动性出血(图 1A)。急诊给予局部加压包扎联合矛头蝮蛇血凝酶、酚磺乙胺静脉滴注及云南白药口服。实验室检验结果见表 1。眼眶 MRI 提示左眼眶区周围软组织内不规则等/稍短 T1 信号、混杂长 T2 信号(图 2)。结合实验室检验结果, 经病例讨论后排除血液系统疾病, 在睑板腺夹辅助下观察到睑结膜切口长

约 7 mm, 边缘附着黑紫色血凝块, 伴活动性出血, 考虑为眼睑动脉弓损伤所致动脉性出血。介入栓塞因存在组织坏死风险被排除, 遂于 2024 年 12 月 8 日行急诊手术探查。术中发现: 上睑鼻侧睑结膜、睑板缺损, 提上睑肌及眼轮匝肌部分离断(图 1B), 睑缘动脉弓处可见搏动性出血点。采用双极电凝彻底止血后测量创面缺损大小约 7 mm×5 mm(图 1C), 采用 8-0 可吸收缝合线行分层对位缝合, 术后出血终止。给予抗生素滴眼液及眼膏治疗, 1 个月后随访, 患者恢复良好, 未遗留眼睑功能障碍。

讨论: 睑板腺囊肿是一种常见的由睑板腺或 Zeis 腺开口阻塞, 腺体分泌物潴留引起的慢性非感染性肉芽肿性炎症, 其典型表现为眼睑皮下缓慢增大的无痛性结节, 质地坚实, 表面光滑, 对应睑结膜面常可见局灶性充血, 呈紫红或灰红色。较小的囊肿多无症状或仅伴有轻微异物感, 较大者若压迫角膜可引

表 1 实验室检验结果

检验项目	结果
血细胞分析	红细胞计数 $5.33 \times 10^9/L$ 、白细胞计数 $12.58 \times 10^9/L$ 、中性粒细胞计数 $11.11 \times 10^9/L$ 、血红蛋白 165 g/L、血小板计数 $216 \times 10^9/L$, 余未见明显异常
降钙素原检测	<0.040 ng/ml
C-反应蛋白测定	<3.11 mg/L
凝血常规	活化部分凝血活酶时间 35.60 s, 活化部分凝血活酶比率 1.30, 余未见明显异常
肝功能、肾功能、异常白细胞形态检查、血栓弹力图试验、易栓四项、活化部分凝血活酶时间纠正试验	丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、尿素、肌酐等均未见明显异常