

· 综 述 ·

角膜基质透镜在眼科疾病治疗中的应用及展望

晏利 综述 周文天 审校

南昌大学附属眼科医院屈光科 330006

通信作者:周文天, Email:2424917422@qq.com

【摘要】 随着角膜屈光手术的发展,尤其是飞秒激光的应用,以及临床上角膜供体植片的欠缺,屈光手术产生的角膜基质透镜逐渐得到眼科医生的关注。新鲜的角膜基质透镜大部分很难立即投入使用,因此对于透镜如何更好的保存与处理是眼科医生需要解决的问题。角膜基质透镜可用于多种眼科疾病的治疗。本文从角膜基质透镜的保存及处理,矫治远视及老视,治疗圆锥角膜、角膜溃疡、角膜营养不良、皮样瘤及复发性翼状胬肉、准分子激光角膜原位磨镶术后所致的角膜变薄,以及覆盖青光眼引流阀防止其暴露等方面就角膜基质透镜在眼科疾病治疗中的应用进行综述,以期临床深入研究及临床应用提供参考。

【关键词】 角膜基质透镜; 远视; 老视; 圆锥角膜

基金项目: 江西省卫生计生委科技计划项目 (20165303)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20190604-00241

Application and prospect of corneal stromal lenticles in the treatment of ophthalmic diseases

Yan Li, Zhou Wentian

Refractive Department, Affiliated Eye Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China

Corresponding author: Zhou Wentian, Email:2424917422@qq.com

【Abstract】 With the development of corneal refractive surgery, especially the application of femtosecond laser, and the lack of corneal donor, corneal stromal lenticles produced in refractive surgery have gradually attracted the attention of ophthalmologists. Most fresh corneal stromal lenticles are difficult to put into use immediately, so how to better preserve and treat the lenticles is a problem that ophthalmologists need to solve. Corneal stromal lenticles can be used in the treatment of many kinds of ophthalmic diseases. In this article, the preservation and treatment of corneal stromal lenticles, as well as its application and prospects in treating hyperopia and presbyopia, keratoconus, corneal ulcer, corneal dystrophy, dermoid tumors and recurrent pterygium, corneal thinning after laser in situ keratomileusis, and covering glaucoma drainage valve to prevent exposure were reviewed to provide reference for further clinical research and application.

【Key words】 Corneal stromal lenticule; Hyperopia; Presbyopia; Keratoconus

Fund program: Science and Technology Program of Jiangxi Health and Family Planning Commission (20165303)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20190604-00241

角膜基质透镜即角膜组织透镜,是通过使用板层刀或飞秒激光制作的带有一定度数的角膜组织^[1-2]。早期由于角膜刀切削的透镜欠规则,制备的角膜基质透镜精确度欠佳,使得角膜基质透镜的应用受到一定限制。随着屈光性角膜基质透镜取出术的诞生及临床的广泛应用,制备的角膜基质透镜有了质的飞跃。Kunert 等^[3]认为使用 VisuMAX 飞秒激光系统创建的角膜基质透镜具有可预测、表面质量佳等优点,同时指出激光能量的不同,制作的透镜表面质量也不同,随着脉冲能量的增大,表面规律指数减小。随着研究的深入,角膜基质透镜有望得到更广泛的应用。本文就角膜基质透镜在眼科疾病治疗中的应用及展望进行综述。

1 角膜基质透镜的保存及处理

新鲜的角膜基质透镜最大程度地保留了角膜组织的完整结构,但若想行新鲜的自体或异体角膜基质透镜植入术,不管是对患者本人还是手术时间都有一定限制,因此在临床上有所制约。另外,新鲜的角膜组织富含各种抗原递呈细胞,异体移植易发生免疫排斥反应。因此对角膜基质透镜进行适当处理以利于保存或降低免疫排斥反应变得尤为重要。

相关研究表明,传统的冷冻保存技术会破坏角膜内皮和基质细胞的活性^[4],使其广泛使用受到限制。随后 Mohamed-Noriega 等^[5]尝试对冷冻保存技术进行改良,并使用此改良技

术保存通过飞秒激光取出的角膜基质透镜,1 个月后评估透镜情况,发现基质胶原纤维结构仍排列良好,表明改良的冷冻保存技术保存角膜基质透镜是可行的。

除了冷冻保存技术,还可使用相关保存液保存角膜基质透镜,不同保存液有其各自优缺点。Liu 等^[6]比较了磷酸盐缓冲液、DMEM、Optisol GS 及无水甘油 4 种保存液对角膜基质透镜的保存效果,结果发现无论何种保存液,在 4℃ 或室温条件下,透镜均能保持其透明性、结构完整性和低免疫原性。虽然 Optisol 是临床上常用的角膜保存方法,但因其成本高限制广泛使用,而甘油成本相对较低,常温保存时能保持角膜组织清晰度及超微结构的完整,在 4℃ 时比培养基或 Optisol GS 更具优势^[7]。另有研究指出甘油保存的角膜组织在 -80℃ 具有良好的无菌性、光学透明度、机械强度和超微结构特征,是保存角膜的最佳方法^[8]。经甘油冷冻保存后的角膜组织可产生脱细胞(包括上皮细胞、基质细胞、骨髓来源细胞)改变,降低高危角膜移植排斥反应,提高植片成活率^[9-10]。因此当暂时无法将角膜基质透镜放于实验室长期保存时,甘油保存可作为一种较理想的短期保存方法。

无论是新鲜的还是冷冻保存后的角膜基质透镜,均较柔软,因此易折叠弯曲,手术中不易展开。将透镜用核黄素浸泡后再用紫外光照射,与正常透镜对比硬度增加,硬度增加的透镜有利于防止其弯曲,手术时较易展开,中心定位也更容易^[11]。无论是将透镜进行保存以方便手术时选用还是将透镜进行特殊处理以方便手术的顺利开展,为了获得术后良好的效果,透镜的处理方法仍需继续完善。

2 角膜基质透镜在远视矫治中的应用

远视是指 5 m 以外平行光线进入眼内后成像于视网膜后,外界物体在视网膜上不能清晰成像,患者表现为视远视近均模糊。使用凸透镜原理可矫正,如配戴框架眼镜或行手术治疗,临床上常用的激光手术方式均需切削周边角膜组织,使中央角膜变凸,从而达到矫正远视的目的。因此,此类术式必然受到角膜厚度的制约,不适用于高度远视及角膜较薄患者。基于此,人工晶状体植入术及角膜透镜植入术应运而生,尤其是角膜透镜植入术将在角膜厚度上做“减法”转变为做“加法”。角膜透镜主要包括人工角膜透镜及角膜基质透镜。人工角膜透镜由于材料的生物相容性较差,易出现透镜周围沉淀物及排斥反应^[12],而角膜基质透镜取材于角膜组织,生物相容性较好。随着飞秒激光小切口透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)的发展,切削的基质透镜更加精确且较易获得,相较于人工透镜成本较低。

Pradhan^[13]等将球镜度数为 -10.50 D 异体角膜基质透镜植入等效球镜度数(spherical equivalent refraction, SE)为 +11.25 D 的无晶状体患者眼中,随访 1 年发现角膜保持透明,远视眼 SE 降低了 +5.25 D,但存在欠矫,推测可能与术后角膜后表面的变化及角膜上皮重塑有关。张晶等^[14]对 29 例 53 眼中高度远视患者行同种异体角膜基质透镜植入术,术后随访 1 年发现 27 例 50 眼角膜透镜透明、在位,仅 2 例 3 眼出现排斥反

应,因此认为全飞秒角膜基质透镜植入术矫正中高度远视安全、有效、可预测性好。Ganesh 等^[15]使用冷冻保存的基质透镜植入 8 眼远视眼及 1 眼无晶状体眼中,平均随访 155.4 d 后发现远视度数均有下降且无一眼出现排斥反应,术后所有眼中中央角膜前表面曲率增加,但角膜后表面曲率变平,平均约为 0.33 D,在更厚的透镜中变平的曲率更大。Sun 等^[16]对 5 眼远视眼行自体角膜基质透镜植入术,观察 1 年后发现 SE 有不同程度过矫,但屈光度数保持稳定,因此认为自体角膜基质透镜植入术矫治远视是安全、有效、稳定的,但可预测性有待进一步提高。

角膜基质透镜植入术矫治远视的术后效果报道不一,其原因也有待进一步探讨。大多数研究者在选用透镜时多凭经验积累,如果能建立较固定的运算公式,对于手术可预测性的提高具有较大帮助。Li 等^[17]采用自体角膜基质透镜植入术矫治远视,并首次尝试在透镜的选择与预矫屈光度之间建立运算公式,平均随访 17 个月后发现,无一眼出现裸眼远视力(uncorrected distance visual acuity, UDVA)下降及免疫排斥反应,但可预测性欠佳,并指出需要更多的临床研究来完善此运算公式。

3 角膜基质透镜在老视矫治中的应用

老视即随着年龄不断增长,由于晶状体弹性下降,睫状肌功能减弱,导致人眼调节能力降低,造成视近困难。老视的矫正主要有佩戴老花眼镜或手术治疗。手术治疗主要基于单眼视原理,即利用两眼间的模糊抑制,使术后主视眼用于看远,非主视眼用于看近。传统的手术治疗方法同其他屈光手术一样,大多数需要切削角膜,其他不需要切削角膜的手术方式有人工晶状体植入术、人工角膜透镜植入术及角膜基质透镜植入术。人工晶状体价格昂贵且调节幅度有限,人工角膜透镜材料又存在移位及与角膜组织生物相容性问题^[18],相较而言角膜基质透镜更有优势。

Liu 等^[19]通过动物实验来探索角膜基质透镜植入术对老视的治疗效果,入选动物为非人类灵长类动物猕猴,并将其分为自体角膜基质透镜植入术组(6 只眼)、异种(猪)角膜基质透镜植入术组(6 只眼)、脱细胞异种(猪)角膜基质透镜植入术组(6 只眼)和对照组(2 只眼),角膜基质透镜及受体眼基质袋均由飞秒激光制作,结果显示术后 1 周角膜轻度水肿,随后逐渐减轻,除 1 眼行异种角膜基质透镜植入术后 3.5 个月出现角膜排斥反应并持续至 6 个月外,其余眼 6 个月后角膜均保持透明;术后所有眼角膜厚度增加,角膜前表面曲率增加,后表面曲率变化不明显,认为透镜植入术矫正远视是可行的,术后角膜屈光力的最终改变取决于植入透镜的厚度、植入深度以及术后角膜愈合反应。

Jacob 等^[20]为 4 例老视患者行同种异体屈光性角膜透镜植入术,先使用飞秒激光创建一直径为 7.9 mm 的角膜基质袋,然后用分离器将基质袋沿角膜中央仅分离出一直径为 3.5 ~ 4.0 mm 的范围,之后用环钻将通过 SMILE 制备的平均厚度为 $(61.50 \pm 3.32) \mu\text{m}$ 角膜基质透镜的直径制作为 1 mm,最后将此

1 mm 的异体角膜基质透镜植入直径为 3.5~4.0 mm 基质袋中。术后所有眼 SE 均降低,裸眼视力均有提高,UDVA 无一眼下降,随访 6 个月后屈光度未出现回退,角膜未发生炎症及排斥反应,术后患者均表示满意。缩小基质袋及植入透镜的直径进一步减少了对受体角膜的损伤,不失为一种可选择的手术方式,但其作为一种创新型手术方法,仍需要加大样本量,延长随访时间。

4 角膜基质透镜在角膜病治疗中的应用

临床上由于角膜病变使角膜偏薄时需行角膜移植术,但角膜供体供不应求使不少患者延误诊治,角膜基质透镜作为一种特殊的角膜组织,在一定条件下可替代角膜植片,用于治疗角膜相关疾病,如圆锥角膜、角膜溃疡、角膜营养不良、角膜缘皮样瘤及复发性翼状胬肉等。

4.1 角膜基质透镜在圆锥角膜治疗中的应用

圆锥角膜患者中央角膜变薄、前凸,曲率增加,因此可通过增加周边角膜厚度降低中央角膜曲率,同时可通过联合交联手术使角膜组织变硬,进一步延缓疾病的发展。另有研究表明,使用飞秒激光创建角膜基质袋,在基质袋中注入核黄素后再用紫外线照射角膜是安全、有效的^[21],此方法虽保留角膜上皮,但仅适用于早期圆锥角膜患者。Ganesh 等^[22]对 6 例不能耐受角膜接触镜的圆锥角膜患者行飞秒激光辅助的角膜基质透镜植入(femtosecond intrastromal lenticular implantation, FILI)联合交联术,随访(190±13) d,结果显示术后所有眼角膜厚度均增加,SE 下降,裸眼视力有不同程度提高,1 眼由于是晚期圆锥角膜(平均角膜曲率>58 D),角膜曲率未降低,其余 5 眼均有降低,最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)除 2 眼无改变外,其余均有提高,无一眼发生不良反应。因此认为 FILI 联合交联术对于治疗轻中度圆锥角膜有效,对晚期圆锥角膜效果不佳,相较于角膜基质环植入术治疗圆锥角膜, FILI 的并发症更少。Ganesh 等^[22]的经验性研究认为当创建的角膜帽厚度为 160 μm 时会使角膜后表面发生改变,植入的透镜越厚改变越大,为了减少对角膜后表面的影响,选用角膜帽厚度为 100 μm。另外有研究表明角膜帽厚度为 100 μm 是行交联术的理想厚度^[21]。由于此项研究仅得出初步结果,因此对于术后长期的屈光效果及角膜反应还需进一步随访。

对于圆锥角膜患者,植入透镜后应尽量减少中央角膜曲率增加的可能性,因此需将近视性角膜基质透镜制成“甜甜圈”样,以去除角膜中央组织,而远视性角膜基质透镜由于中央角膜厚度较周边薄,不需对其形状进行特殊处理。Mastropasqua 等^[23]对 12 只体外活体眼角膜行飞秒激光手术,取出+8.00 D 透镜后植入另外 12 只体外活体眼角膜中,术后观察发现所有眼角膜厚度均增加,中央角膜曲率降低,中周部角膜曲率增加,因此认为对于圆锥角膜患者植入远视性角膜基质透镜可以增加角膜厚度,减慢角膜扩张进程。Li 等^[24]同样选用远视性透镜植入治疗 1 例晚期圆锥角膜患者,因为术前患者最薄处角膜厚度为 324 μm,因此未联合交联术,术后随访 10 个月,角膜厚度增加,屈光度及角膜曲率均有降低。

4.2 角膜基质透镜在角膜溃疡治疗中的应用

临床上对于晚期角膜溃疡,往往需行角膜移植术,但由于角膜供体的匮乏,此术式受到一定限制。角膜基质透镜作为角膜组织的一部分,如果能将其利用起来,作为角膜溃疡的补片,将极大改善角膜供体匮乏的问题。Jiang 等^[25]使用角膜基质透镜植入患眼表面治疗 16 眼角膜溃疡及 6 眼角膜穿孔,术中刮除溃疡灶后根据残留角膜厚度植入 1 片或多片角膜基质透镜,术后所有患眼眼球恢复完整,其中 12 眼 BCVA 较术前提高,占 54.5%(12/22),9 眼保持不变,占 40.9%(9/22),3 例患者由于术后残余角膜厚度小于 250 μm,术后 3 个月再次行角膜基质透镜植入术,随访 6 个月后,角膜植片保持良好。对于大泡性角膜炎导致的角膜溃疡且无法耐受角膜接触镜时,为缓解患者疼痛,可行角膜透镜植入术,术后患者疼痛明显缓解且无植片溶解^[26]。当角膜溃疡侵及角膜较深时,单片角膜基质透镜已不能满足要求,在得不到供体角膜材料的情况下,为保住眼球只有增加角膜基质透镜厚度,才能达到修补此类溃疡的要求。相关研究报道将多片角膜基质透镜用纤维蛋白胶黏合成多层角膜材料后用于修补角膜溃疡或微小角膜穿孔,术后均取得较好的疗效^[27-28]。

由于羊膜可提供促进角膜上皮愈合的生长因子,使用角膜基质透镜联合羊膜移植治疗角膜穿孔,效果显著,且比单独使用基质透镜治疗成功率更高^[29]。刘炯等^[30]使用角膜基质透镜联合羊膜移植术治疗 14 例真菌性角膜溃疡患者,术后 1 个月,1 例角膜基质透镜植片溶解,再次手术后角膜溃疡愈合,其余 13 例角膜溃疡均愈合,且未复发。

4.3 角膜基质透镜在角膜营养不良治疗中的应用

以往角膜营养不良多采用准分子激光治疗性角膜切削术(phototherapeutic keratectomy, PTK)治疗,但 PTK 术后效果不太理想且易复发^[31],此外 PTK 不适用于角膜偏薄的患者。Zhao 等^[32]对 6 例角膜营养不良患者行 PTK 联合角膜表面基质透镜植入术,刮除角膜上皮后用 MEL 80 准分子激光器行 PTK,最后将从 SMILE 中获得的角膜基质透镜植入受体眼角膜表面,保证中心定位后置入角膜绷带镜,上皮愈合(一般为 1 周)后取出角膜绷带镜。术后随访 6 个月~1 年后无一眼出现并发症,所有眼 UDVA 至少提高 2 行,未见角膜病变复发。由此可见对于角膜偏薄患者,行 PTK 联合角膜基质透镜植入术短期来看是一种较好的选择。

4.4 角膜基质透镜在角膜缘皮样瘤及复发性翼状胬肉手术中的应用

对于角膜缘皮样瘤及复发性翼状胬肉,若仅行简单新生物切除,术后可能导致角膜新生血管形成、持续性上皮缺损、假性翼状胬肉的形成以及睑球粘连^[33],且术后残留角膜较薄,易发生角膜扩张。

Jacob 等^[34]切除 3 例患者的角膜缘皮样瘤后,为保证美观,使用与虹膜颜色相近的染料在暴露的角膜缘染色,用海绵棒吸除多余染料,将 SMILE 获得的基质透镜裁剪为合适大小后铺于患眼暴露区域表面,最后使用纤维蛋白胶粘合透镜及结膜,术后随访 12~25 个月,患者对外观和屈光效果均较满意。Jacob

等^[34]认为对于术中结膜缩短的患者辅以羊膜移植效果更好,但此类手术方式对于侵及角膜后弹力层的角膜缘皮样瘤不适用。Pant 等^[35]切除 1 例患者的角膜缘皮样瘤后,将角膜基质透镜覆盖于缺损区,10-0 缝线间断缝合,至末次随访(术后 1 年)最佳矫正远视力(best corrected distance visual acuity, BCDVA)达到 1.0,未发生角膜新生血管及排斥反应,并认为该方法可作为治疗角膜缘皮样瘤的替代手术方法。

同角膜缘皮样瘤一样,侵及角膜较深的翼状胬肉刮除后也需要角膜材料修补。Pant 等^[36]使用 SMILE 制作的透镜治疗复发性翼状胬肉,由于胬肉侵及角膜基质层,刮除胬肉组织后角膜变薄,为增加角膜厚度,将从近视眼中取出的 SE 为 -8.50 D 的角膜基质透镜植入变薄的角膜表面,用缝线缝合后其上再覆盖羊膜,术后第 2 周羊膜溶解,至末次随访,胬肉未复发,透镜完好,角膜透明。

5 角膜基质透镜在准分子激光角膜原位磨镶术后并发症治疗中的应用

随着临床上准分子激光角膜原位磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)矫治近视的广泛应用,各种原因导致的术后角膜变薄随之出现,如果不加以干预,将引起角膜扩张性疾病。Lazaridis 等^[37]对 1 例近视患者 1 眼行 LASIK 时,由于数据输入错误,导致球镜严重过矫,残留高度散光,残留角膜厚度为 282 μm ,为防止角膜扩张,提高患者视力,对该例患眼行角膜基质透镜植入术,透镜选用带有散光的近视透镜,术后角膜厚度增加,术后 1 年未出现角膜扩张及排斥。

Zhao 等^[38]报道 1 例近视患者 LASIK 术后第 1 天,角膜瓣不明原因丢失,角膜基质混浊且屈光呈轻度远视状态,观察 6 个月后,基质混浊未见好转,为矫正患者屈光不正及清除角膜混浊部分,先使用 PTK 切除混浊角膜,然后将 SMILE 术中获得的自体透镜植入患眼角膜表面,最后覆盖角膜绷带镜,10 d 后取出角膜绷带镜,术后 2 年随访发现,UDVA 及 BCDVA 均有改善,角膜厚度增加,部分透镜与受体眼角膜整合。

6 角膜基质透镜在眼科手术中用于覆盖植入物

角膜基质透镜不仅可用于增加角膜厚度,还可用于覆盖植入物,防止其暴露。Song 等^[26]使用角膜基质透镜治疗 2 例 2 眼 Ahmed 阀暴露患者,1 例患者术后 8 个月未发生 Ahmed 阀再次暴露,1 例患者术后 8 d 透镜溶解,术后 10 d Ahmed 阀暴露,更换 Ahmed 阀后用透镜覆盖,术后 6 个月未发生 Ahmed 阀暴露。

相关研究已表明角膜基质透镜在临床上有着不错的应用效果,但多数研究样本量较小且随访时间较短。未来研究应纳入更多的样本及随访更长的时间来全面评估角膜基质透镜在眼科的应用效果,同时在角膜基质透镜的中心定位、手术的可预测性等方面仍需要更多的临床研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Martínez-Soraa I, Mendicute-del-Barrio J, Asensio-Huerga AB, et al.

Two different intra-corneal inlay surgical technique in rabbit eyes[J]. Arch Soc Esp Ophthalmol, 2005, 80(10): 581-587. DOI: 10.4321/s0365-66912005001000005.

- [2] Barraquer JL. Modification of refraction by means of intracorneal inclusions[J]. Int Ophthalmol Clin, 1966, 6(1): 53-78.
- [3] Kunert KS, Blum M, Duncker GI, et al. Surface quality of human corneal lenticles after femtosecond laser surgery for myopia comparing different laser parameters[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2011, 249(9): 1417-1424. DOI: 10.1007/s00417-010-1578-4.
- [4] Brunette I, Le François M, Tremblay MC, et al. Corneal transplant tolerance of cryopreservation[J]. Cornea, 2001, 20(6): 590-596. DOI: 10.1097/00003226-200108000-00007.
- [5] Mohamed-Noriega K, Toh KP, Poh R, et al. Cornea lenticule viability and structural integrity after refractive lenticule extraction (ReLEx) and cryopreservation[J]. Mol Vis, 2011, 17: 3437-3449.
- [6] Liu YC, Williams GP, George BL, et al. Corneal lenticule storage before reimplantation[J]. Mol Vis, 2017, 23: 753-764.
- [7] Utheim O, Islam R, Lyberg T, et al. Serum-free and xenobiotic-free preservation of cultured human limbal epithelial cells[J/OL]. PLoS One, 2015, 10(3): e0118517[2020-03-04]. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4348416/. DOI: 10.1371/journal.pone.0118517.
- [8] Tripathi H, Mehdi MU, Gupta D, et al. Long-term preservation of donor corneas in glycerol for keratoplasty: exploring new protocols[J]. Br J Ophthalmol, 2016, 100(2): 284-290. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2015-306944.
- [9] Li J, Yu L, Deng Z, et al. Deep anterior lamellar keratoplasty using acellular corneal tissue for prevention of allograft rejection in high-risk corneas[J]. Am J Ophthalmol, 2011, 152(5): 762-770. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.05.002.
- [10] Yam GH, Yusoff NZ, Goh TW, et al. Decellularization of human stromal refractive lenticles for corneal tissue engineering[J/OL]. Sci Rep, 2016, 6: 26339[2020-03-04]. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4876320/. DOI: 10.1038/srep26339.
- [11] Sachdev MS, Gupta D, Sachdev G, et al. Tailored stromal expansion with a refractive lenticule for crosslinking the ultrathin cornea[J]. J Cataract Refract Surg, 2015, 41(5): 918-923. DOI: 10.1016/j.jcrs.2015.04.007.
- [12] Mulet ME, Alio JL, Knorz MC. Hydrogel intracorneal inlays for the correction of hyperopia: outcomes and complications after 5 years of follow-up[J]. Ophthalmology, 2009, 116(8): 1455-1460. DOI: 10.1016/j.ophtha.2009.05.019.
- [13] Pradhan KR, Reinsteinst DZ, Carp GI, et al. Femtosecond laser-assisted keyhole endokeratophakia: correction of hyperopia by implantation of an allogeneic lenticule obtained by SMILE from a myopic donor[J]. J Refract Surg, 2013, 29(11): 777-782. DOI: 10.3928/1081597X-20131021-07.
- [14] 张晶, 翟长斌, 郑燕, 等. 全飞秒激光角膜基质透镜植入术矫治中高度远视的一年随访研究[J]. 中华实验眼科杂志, 2018, 36(5): 355-359. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.05.007.
- [15] Zhang J, Zhai CB, Zheng Y, et al. Allogeneic corneal small incision intrastromal lenticule inlays for moderate and high hyperopia: one year follow-up[J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2018, 36(5): 355-359. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.05.007.
- [16] Ganesh S, Brar S, Rao PA. Cryopreservation of extracted corneal lenticles after small incision lenticule extraction for potential use in human subjects[J]. Cornea, 2014, 33(12): 1355-1362. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000276.
- [17] Sun L, Yao P, Li M, et al. The safety and predictability of implanting autologous lenticule obtained by SMILE for hyperopia[J]. J Refract Surg, 2015, 31(6): 374-379. DOI: 10.3928/1081597X-20150521-03.
- [18] Li M, Li M, Sun L, et al. Predictive formula for refraction of autologous lenticule implantation for hyperopia correction[J]. J Refract Surg, 2017, 33(12): 827-833. DOI: 10.3928/1081597X-20171016-01.
- [19] Mita M, Kanamori T, Tomita M. Corneal heat scar caused by photodynamic therapy performed through an implanted corneal inlay[J]. J Cataract Refract Surg, 2013, 39(11): 1768-1773. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.09.004.
- [19] Liu YC, Teo E, Ang HP, et al. Biological corneal inlay for presbyopia

- derived from small incision lenticule extraction (SMILE) [J/OL]. Sci Rep, 2018, 8(1): 1831 [2020-03-05]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5789881/>. DOI: 10.1038/s41598-018-20267-7.
- [20] Jacob S, Kumar DA, Agarwal A, et al. Preliminary evidence of successful near vision enhancement with a new technique: presbyopic allogenic refractive lenticule (PEARL) corneal inlay using a SMILE lenticule [J]. J Refract Surg, 2017, 33(4): 224-229. DOI: 10.3928/1081597X-20170111-03.
- [21] Kanellopoulos AJ. Collagen cross-linking in early keratoconus with riboflavin in a femtosecond laser-created pocket; initial clinical results [J]. J Refract Surg, 2009, 25(11): 1034-1037. DOI: 10.3928/1081597X-20090901-02.
- [22] Ganesh S, Brar S. Femtosecond intrastromal lenticular implantation combined with accelerated collagen cross-linking for the treatment of keratoconus—initial clinical result in 6 eyes [J]. Cornea, 2015, 34(10): 1331-1339. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000539.
- [23] Mastropasqua L, Nubile M. Corneal thickening and central flattening induced by femtosecond laser hyperopic-shaped intrastromal lenticule implantation [J]. Int Ophthalmol, 2017, 37(4): 893-904. DOI: 10.1007/s10792-016-0349-6.
- [24] Li M, Zhao F, Li M, et al. Treatment of corneal ectasia by implantation of an allogenic corneal lenticule [J]. J Refract Surg, 2018, 34(5): 347-350. DOI: 10.3928/1081597X-20180323-01.
- [25] Jiang Y, Li Y, Liu XW, et al. A novel tectonic keratoplasty with femtosecond laser intrastromal lenticule for corneal ulcer and perforation [J]. Chin Med J (Engl), 2016, 129(15): 1817-1821. DOI: 10.4103/0366-6999.186639.
- [26] Song YJ, Kim S, Yoon GJ. Case series: use of stromal lenticule as patch graft [J]. Am J Ophthalmol Case Rep, 2018, 12: 79-82. DOI: 10.1016/j.ajoc.2018.09.009.
- [27] 薛春燕, 夏元, 陈月芹, 等. 多层角膜基质透镜重叠治疗角膜溃疡穿孔 [J]. 中华眼科杂志, 2015, 51(9): 655-659. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2015.09.004.
- Xue CY, Xia Y, Chen YQ, et al. Treatment of large corneal perforations with acellular multilayer of corneal stromal lenticules harvested from femtosecond laser lenticule extraction [J]. Chin J Ophthalmol, 2015, 51(9): 655-659. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2015.09.004.
- [28] Bhandari V, Ganesh S, Brar S, et al. Application of the SMILE-derived glued lenticule patch graft in microperforations and partial-thickness corneal defects [J]. Cornea, 2016, 35(3): 408-412. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000741.
- [29] Abd Elaziz MS, Zaky AG, El SaebaySarhan AR. Stromal lenticule transplantation for management of corneal perforations; one year results [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2017, 255(6): 1179-1184. DOI: 10.1007/s00417-017-3645-6.
- [30] 刘炯. 角膜基质透镜联合羊膜移植术治疗真菌性角膜溃疡 [J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2017, 39(6): 413-415. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1477.2017.06.004.
- Liu X. Corneal stroma lenticule combined with amniotic membrane transplantation for fungal corneal ulcer [J]. Chin J Ocul Traum Occupat Eye Dis, 2017, 39(6): 413-415. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1477.2017.06.004.
- [31] Sorour HM, Yee SB, Peterson NJ, et al. Recurrence of chromosome 10 Thiel-Behnke corneal dystrophy (CDB2) after excimer laser phototherapeutic keratectomy or penetrating keratoplasty [J]. Cornea, 2005, 24(1): 45-50. DOI: 10.1097/01.ico.0000126442.61088.a8.
- [32] Zhao J, Sun L, Shen Y, et al. Using donor lenticules obtained through SMILE for an epikeratophakia technique combined with phototherapeutic keratectomy [J]. J Refract Surg, 2016, 32(12): 840-845. DOI: 10.3928/1081597X-20160920-01.
- [33] Panda A, Ghose S, Khokhar S, et al. Surgical outcomes of epibulbar dermoids [J]. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 2002, 39(1): 20-25.
- [34] Jacob S, Narasimhan S, Agarwal A, et al. Combined interface tattooing and fibrin glue-assisted sutureless corneal resurfacing with donor lenticule obtained from small-incision lenticule extraction for limbal dermoid [J]. J Cataract Refract Surg, 2017, 43(11): 1371-1375. DOI: 10.1016/j.jcrs.2017.09.021.
- [35] Pant OP, Hao JL, Zhou DD, et al. Lamellar keratoplasty using femtosecond laser intrastromal lenticule for limbal dermoid; case report and literature review [J]. J Int Med Res, 2018, 46(11): 4753-4759. DOI: 10.1177/0300060518790874.
- [36] Pant OP, Hao JL, Zhou DD, et al. A novel case using femtosecond laser-acquired lenticule for recurrent pterygium; case report and literature review [J]. J Int Med Res, 2018, 46(6): 2474-2480. DOI: 10.1177/0300060518765303.
- [37] Lazaridis A, Reinstein DZ, Archer TJ, et al. Refractive lenticule transplantation for correction of iatrogenic hyperopia and high astigmatism after LASIK [J]. J Refract Surg, 2016, 32(11): 780-786. DOI: 10.3928/1081597X-20160726-01.
- [38] Zhao J, Zhao F, Huang J, et al. Two-year outcome of a patient treated with phototherapeutic keratectomy and autologous SMILE lenticule transplantation for flap-related complications following LASIK [J]. J Refract Surg, 2018, 34(4): 281-285. DOI: 10.3928/1081597X-20180130-01.

(收稿日期: 2020-06-04 修回日期: 2020-11-24)

(本文编辑: 刘艳 施晓萌)

读者·作者·编者

本刊稿件处理流程

本刊实行以同行审稿为基础的三级审理制度(编辑初审、专家外审、编委会终审)稿件评审。编辑部在稿件审理过程中坚持客观、公平、公正的原则,郑重承诺审稿过程中尊重和保护审稿专家、作者及稿件的私密权。专家审理认为不宜刊用的稿件,编辑部将告知作者专家的审理意见,对稿件处理有不同看法的作者有权向编辑部申请复议,但请写出申请理由和意见。

稿件审理过程中作者可通过“中华医学会杂志社远程稿件管理系统”查询稿件的审理结果。作者如需要采用通知或退稿通知可与编辑部联系。编辑部发给作者修改再版的稿件,如2个月没有修回,视为作者自行撤稿。编辑部的各种通知将通过Email发出,投稿后和稿件审理期间请作者留意自己的电子信箱。作者自收到采用通知之日起,即视为双方建立合约关系,作者如撤稿必须向编辑部申诉理由并征得编辑部同意。一旦稿件进入编排阶段,作者不应提出自撤稿件,在此期间因一稿两投或强行撤稿而给本刊造成不良影响和/或经济损失者,编辑部有权给以公开曝光、通报并实施经济赔偿,作者自行承担一切责任和后果。

根据《中华人民共和国著作权法》的相关条文,本刊编辑可对待发表的来稿按照编辑规范和专业知进行文字加工、修改和删减,修改后的稿件作者须认真校对核实,修改涉及文章的核心内容时双方应进行沟通并征得作者同意。除了编辑方面的技术加工以外,作者对已经发表论文的全部内容文责自负。稿件编辑流程中编辑退回作者修改的稿件逾期2个月不修回者,视作自行撤稿。

(本刊编辑部)