

脱细胞猪角膜基质深板层移植治疗感染性角膜炎的疗效观察

鲜依鲜, 曾流芝

引用: 鲜依鲜, 曾流芝. 脱细胞猪角膜基质深板层移植治疗感染性角膜炎的疗效观察. 国际眼科杂志, 2024, 24 (10): 1650-1654.

作者单位: (610095) 中国四川省成都市第一人民医院眼科

作者简介: 鲜依鲜, 硕士, 主治医师, 研究方向: 角膜、眼表疾病、屈光手术、白内障。

通讯作者: 曾流芝, 硕士, 主任医师, 科主任, 研究方向: 青光眼、白内障、屈光手术. 676681961@qq.com

收稿日期: 2023-08-23 修回日期: 2024-08-14

摘要

目的: 评价脱细胞猪角膜基质深板层移植治疗感染性角膜炎的有效性、安全性。

方法: 前瞻性研究。收集 2017-02/2020-10 在我院经药物保守治疗无效的感染性角膜炎患者 17 例 17 眼, 应用脱细胞猪角膜基质进行深板层角膜移植手术。术后随访 6 mo, 观察 BCVA、角膜上皮愈合情况、角膜透明情况, 并记录有无感染复发以及植片排斥。

结果: 所有患者中均顺利完成深板层角膜移植手术, 均未发生术中并发症, 无失访病例, 术后角膜感染均得到有效控制。术后 BCVA 均较术前改善 ($P < 0.05$)。17 眼中 16 眼术后 1 mo 上皮完全覆盖角膜植片, 仅 1 眼上皮未完全愈合, 为病毒性角膜炎的反复发作。术后 1.5 mo 所有患者上皮均完全愈合。术后 1 mo 角膜水肿开始改善, 其中 1 眼角膜植片轻度混浊, 16 眼中重度混浊; 术后 3-6 mo 角膜透明度稳定, 至术后 6 mo 时 4 眼完全透明, 6 眼轻度混浊, 6 眼中度混浊, 1 眼重度混浊。随访过程中, 无感染复发, 有 1 眼发生眼压升高现象, 经治疗后眼压恢复正常。

结论: 脱细胞猪角膜基质深板层移植治疗感染性角膜炎, 不仅能有效控制感染, 缓解患者角膜刺激症状, 恢复角膜的解剖与功能, 而且能维持良好的透明性, 提高患者视力, 可作为替代同种异体人角膜。

关键词: 脱细胞猪角膜基质; 角膜移植; 感染性角膜炎

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.10.24

Efficacy observation of porcine corneal acellular stromal deep lamellar keratoplasty in the treatment of infectious keratitis

Xian Yiping, Zeng Liuzhi

Department of Ophthalmology, Chengdu First People's Hospital, Chengdu 610095, Sichuan Province, China

Correspondence to: Zeng Liuzhi. Department of Ophthalmology, Chengdu First People's Hospital, Chengdu 610095, Sichuan Province, China. 676681961@qq.com

Received: 2023-08-23 Accepted: 2024-08-14

Abstract

• **AIM:** To evaluate the efficacy and safety of porcine corneal acellular stromal deep lamellar keratoplasty in the treatment of infectious keratitis.

• **METHODS:** Prospective study. A total of 17 patients (17 eyes) with infectious keratitis who failed to receive conservative treatment in our hospital from February 2017 to October 2020 were collected, and porcine corneal acellular stromal deep lamellar keratoplasty was performed using acellular porcine corneal matrix. The postoperative follow-up was 6 mo, and best corrected visual acuity (BCVA), corneal epithelial healing, corneal transparency were observed, and the recurrence of infection and graft rejection were recorded.

• **RESULTS:** All patients successfully underwent deep lamellar keratoplasty without intraoperative complications, and there were no cases of loss to follow-up. Postoperative corneal infections were effectively controlled, and BCVA was improved ($P < 0.05$). The complete epithelial coverage of the graft was achieved in 16 eyes by 1 mo postoperatively. Only 1 eye did not achieve complete epithelialization within this period, accompanied by relapse of viral keratitis. However, by 1.5 mo postoperatively, all patients had fully healed epithelium. Corneal edema began to improve 1 month after surgery, with 1 eye with mild turbidity and 16 eyes with severe turbidity. Corneal transparency was stable 3-6 mo after surgery, and 4 eyes were completely transparent, 6 eyes were mildly turbid, 6 eyes were moderately turbid, and 1 eye was severely turbid at 6 mo. During the follow-up period, there were no recurrences of infection, while 1 eye experienced elevated intraocular pressure, which was successfully managed with treatment.

• **CONCLUSION:** The acellular porcine corneal stroma deep lamellar keratoplasty for the treatment of infectious keratitis not only effectively controls infection and alleviates corneal irritation symptoms, but also restores corneal anatomy and function. Additionally, it maintains good transparency and improves patients' vision, making it a viable alternative to allogeneic human corneas.

• **KEYWORDS:** acellular porcine corneal stroma; keratoplasty; infectious keratitis

Citation: Xian YP, Zeng LZ. Efficacy observation of porcine corneal acellular stromal deep lamellar keratoplasty in the treatment of infectious keratitis. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24(10):1650-1654.

0 引言

角膜病致盲占我国眼病盲的第二位^[1],其中感染性角膜炎是角膜病致盲的首要因素^[2],药物保守治疗往往无明显效果,角膜移植术能够及时控制感染,甚至恢复部分视力,是目前临床上最为有效的解决方法。但目前我国人同种异体角膜供体的来源严重缺乏,大大制约了角膜移植术的广泛开展,使得大量角膜疾病患者不能得到及时治疗,最终导致失明^[3]。生物工程角膜是取材于猪角膜的组织工程异种角膜替代材料,具有良好的生物相容性^[4]。在缺少同种角膜供体的情况下,我院采用生物工程角膜(脱细胞猪角膜基质)为17眼保守治疗无效的感染性角膜炎患者进行深板层移植治疗,观察角膜透明情况,有无复发、排斥等并发症,为生物工程角膜在临床的应用提供经验。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性研究。收集2017-02/2020-10四川省成都市第一人民医院眼科收治的应用脱细胞猪角膜基质进行深板层角膜移植手术治疗的感染性角膜炎患者17例17眼,所有患者入院后根据病史及临床表现,经角膜共焦显微镜、角膜刮片确定为感染性角膜炎。纳入标准:(1)药物保守治疗2 wk以上,病情无法控制,术前裂隙灯检查角膜溃疡直径 <8 mm,术前行眼前节光学相干断层扫描(anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT)结合超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy, UBM)检查,明确感染病灶深度大于 $1/2$ 角膜厚度,且未累及角膜后弹力层。(2)B超显示术眼玻璃体腔内未见明显异常回声。(3)术前术眼最佳矫正视力(BCVA) <0.1 。排除标准:角膜感染病灶已累及全层或已发生穿孔者。本研究严格遵循世界医学会《赫尔辛基宣言》的医学研究伦理原则,经医院伦理委员会批准,患者及家属同意并签署知情同意书。

1.2 方法 所有患者均采用2%利多卡因与罗哌卡因(体积比为3:2)的混合液5 mL行患眼球后阻滞麻醉。使用开睑器开睑,5-0丝线悬吊上下直肌固定眼球。根据角膜病灶范围选取适合大小角膜环钻(超过角膜病灶边界至少0.5 mm),采取手法湿剥及大气泡法去除角膜病变或混浊组织,直至植床透明,确保剩下的角膜植床干净无感染,并且角膜植床无穿孔,剖切深度尽可能接近后弹力层。切除病变角膜组织,并送微生物培养和组织病理学检查。取出4℃保存的脱细胞猪角膜基质,置入生理盐水中复水30 s,见植片变软呈半透明状时将其取出。选择植床同等大小环钻钻取角膜基质植片,将植片凸面向上置于植床,10-0缝线间断缝合16针,缝合深度达植片厚度的 $4/5$ 以上,散光盘引导下调整缝线并埋藏线结。术中需确保角膜植片低于角膜植床,否则角膜上皮难以移行覆盖角膜植片,可能导致植片溶解^[5]。术后患眼绷带加压包扎。术后2 wk内根据原发病病原检测结果继续给予抗感染药物治疗,真菌性角膜溃疡患者局部给予那他霉素滴眼液每2 h

滴眼1次,口服伊曲康唑每天1次,每次0.2 g,1 mo后若无复发则加用妥布霉素地塞米松眼液每天4次;细菌性角膜溃疡患者局部给予妥布霉素地塞米松眼液每天4次,左氧氟沙星凝胶1次/晚;病毒性角膜溃疡患者局部给予更昔洛韦凝胶每天4次,妥布霉素地塞米松眼液每天4次,口服阿昔洛韦片每次0.4 g,每天5次。所有患者均局部给予他克莫司滴眼液每天3次,人工泪液每天4次,并逐渐减量维持至术后6 mo。术后每天在裂隙灯下观察患者角膜感染控制情况以及植片上皮修复状态,待植片完全上皮化,角膜感染无复发后可出院。出院后1 wk进行第1次复诊随访,此后每月复诊1次直至术后6 mo。随访依植片情况及验光结果,术后3 mo开始分次逐步拆除缝线,一般于术后3-6 mo完全拆除角膜植片缝线。

所有患者每次随访均进行裂隙灯检查角膜透明度、角膜有无新生血管长入、有无感染复发或移植排斥反应;采用国际标准视力表进行BCVA检查,并转换为最小分辨角对数(logarithm of the minimum angle of resolution, LogMAR)视力进行统计学分析^[6];眼压;角膜荧光素钠染色判断植片上皮愈合情况。在随访期内记录患者有无原发感染复发、植片脱落、排斥反应等并发症。

裂隙灯检查观察角膜植片透明情况评分标准:角膜完全透明,虹膜纹理及瞳孔清晰可见为0分;角膜植片轻度混浊,可见虹膜纹理可看清瞳孔为1分;角膜植片中度混浊,虹膜不清但可见瞳孔为2分;角膜植片重度混浊,看不到虹膜纹理瞳孔不清为3分。角膜上皮愈合情况评分标准: $<1/3$ 植片面积为0分, $1/3-1/2$ 植片面积为1分, $>1/2$ 植片面积为2分,完全愈合为3分。眼部刺激症状评分标准:无刺激症状为0分,有轻度刺激症状为1分,有明显刺激性症状但可以忍受为2分,有明显刺激性症状且不能忍受为3分。

统计学分析:采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析,不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用广义估计方程进行分析;计数资料 $n(\%)$ 表示,以 $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入患者术中和术中情况 本研究纳入应用脱细胞猪角膜基质进行深板层角膜移植手术治疗的感染性角膜炎患者17例17眼,所有患者均顺利完成深板层角膜移植手术,均未发生后弹力层穿孔等术中并发症,无失访病例。纳入患者术前眼部情况见表1。

2.2 纳入患者术后角膜炎症控制情况及角膜愈合情况 所有患者术后角膜感染均得到控制,术后1 wk患眼睫状充血逐步消退,眼表炎症明显减轻,随访过程中均无感染复发,感染控制率为100%。术后3-7 d内患者均出现较明显的眼部刺激症状,但随着时间延长,患者眼部刺激性症状逐渐减轻,术后3 mo患者刺激性症状评分均 ≤ 1 分,见表2。通过角膜荧光素钠染色观察,16眼均于术后1 mo上皮完全覆盖角膜植片,仅1眼患者上皮未延迟愈合,为病毒性角膜炎的反复发作。术后1.5 mo所有患者上皮均完全愈合见表3。

2.3 纳入患者手术前后BCVA比较 纳入患者术前BCVA

(LogMAR)为 1.45 (1.35, 1.56), 术后 3 d 为 0.60 (0.52, 0.645), 术后 7 d 为 0.52 (0.32, 0.57), 术后 1 mo 为 0.39 (0.31, 0.52), 术后 3 mo 为 0.30 (0.29, 0.41), 术后 6 mo 为 0.17 (0.16, 0.30), 手术前后 BCVA 比较差异有统计学意义 ($\chi^2 = 529.215, P < 0.001$)。

2.4 纳入患者手术前后角膜透明度情况 术后 3-7 d, 17 眼患者角膜植片呈中重度混浊, 术后 1 mo 角膜水肿开始改善, 其中 1 眼角膜植片轻度混浊, 16 眼中重度混浊; 术

后 3-6 mo 角膜透明度稳定, 至术后 6 mo 时 4 眼完全透明, 6 眼轻度混浊, 6 眼中度混浊, 1 眼重度混浊。1 眼患者重度混浊, 因角膜植片偏心靠近角膜缘, 术后 1 mo 左右开始出现新生血管侵入角膜缘进入角膜植片, 植片出现轻度混浊呈半透明状, 经强化他克莫司滴眼液并加用妥布霉素地塞米松滴眼液点眼治疗后, 角膜角膜透明度逐渐改善, 但新生血管未能完全消退, 患者视功能未受到影响, 见表 4、图 1-3。

表 1 纳入患者术前眼部情况

感染类型	眼数	眼 (%)			
		病灶范围 (mm)		病灶深度	
		≤5	>5-8	1/2-2/3	>2/3
真菌性	14	3(21)	11(79)	4(29)	10(71)
细菌性	2	0	2(100)	0	2(100)
病毒性	1	0	1(100)	1(100)	0

表 2 纳入患者手术前后眼部刺激症状评分构成情况

评分	眼 (%)				
	术前	术后 3 d	术后 7 d	术后 1 mo	术后 3 mo
0分	0	0	0	5(29)	12(71)
1分	3(18)	7(41)	13(77)	9(53)	5(29)
2分	12(71)	10(59)	4(24)	3(18)	0
3分	2(12)	0	0	0	0

表 3 纳入患者术后角膜上皮愈合情况

评分	眼 (%)			
	术后 3 d	术后 7 d	术后 1 mo	术后 1.5 mo
0分	15(88)	1(6)	0	0
1分	2(12)	2(12)	1(6)	0
2分	0	5(29)	0	0
3分	0	9(53)	16(94)	17(100)

表 4 角膜透明度评分分布构成情况

透明度评分	眼 (%)					
	术前	术后 3 d	术后 7 d	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
0分	0	0	0	0	1(6)	4(24)
1分	0	0	0	1(6)	3(18)	6(35)
2分	1(6)	5(29)	7(41)	7(41)	9(53)	6(35)
3分	16(94)	12(71)	10(59)	9(59)	4(24)	1(6)

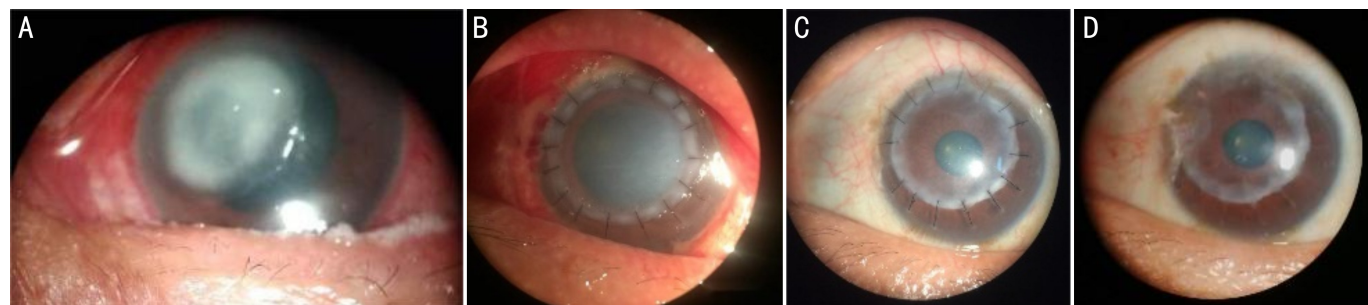


图 1 病例 1 真菌性角膜炎患者手术前后裂隙灯显微镜检查 A: 术前药物保守治疗无效; B: 术后 3 d 植片呈灰白色混浊水肿; C: 术后 3 mo 植片基本透明, 感染无复发; D: 术后 6 mo 已拆除全部缝线, 近角膜缘处新生血管侵入。

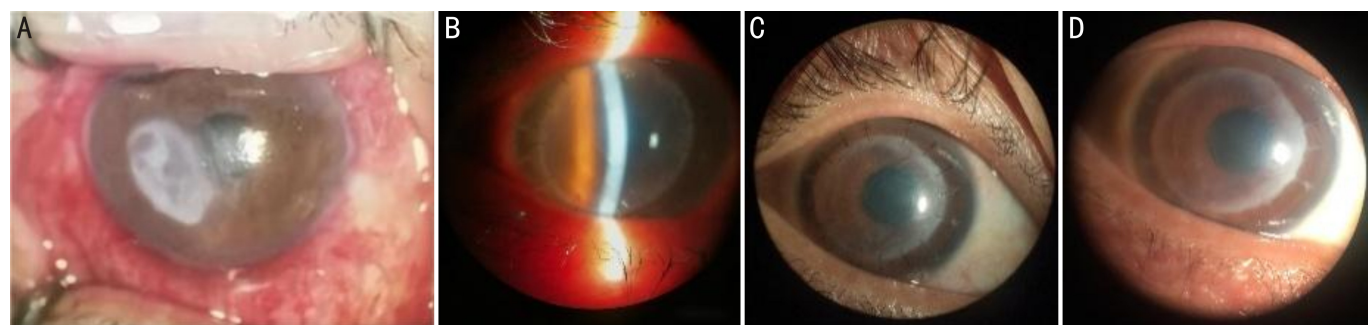


图 2 病例 2 真菌性角膜炎患者手术前后裂隙灯显微镜检查 A: 术前病灶位于角膜颞下方; B: 术后 1 mo 炎症控制感染无复发, 植片中度混浊; C: 术后 3 mo 植片基本透明部分缝线松弛; D: 术后 6 mo 植片保持透明度。

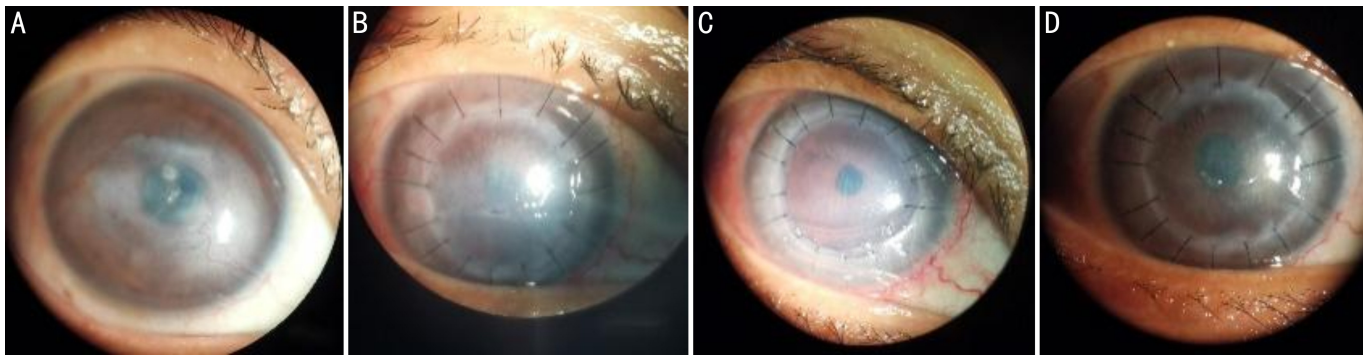


图3 病例3病毒性角膜炎患者手术前后裂隙灯显微镜检查 A:术前角膜炎反复发作;B:术后1 wk 角膜植片中度混浊,上皮部分愈合不良;C:术后1 mo 植片中度混浊,上皮水肿残余岛状愈合不良;D:术后3 mo 植片基本透明,感染无复发。

2.5 纳入患者术后并发症情况 纳入患者随访过程中均未发生植片脱落,无植片排异现象。1眼在术后1 mo出现眼压升高,给予降眼压药物治疗1 wk后眼压恢复正常,其余病例均未出现眼压升高。2眼术后1 d出现术眼双前房,经保守观察1 wk后自行好转,植片植床贴附。

3 讨论

角膜移植被认为是治疗角膜盲最有效的途径之一,而感染性角膜炎是目前角膜移植手术的主要适应证。目前,应用新鲜或保存的同种异体角膜材料行角膜移植治疗感染性角膜炎取得较好的疗效^[7]。随着成分角膜移植观念的推广,在感染尚未累及至角膜全层而药物治疗又未能控制时,板层角膜移植手术作为一种能够有效控制感染恢复视力,并对供体角膜要求较低的手术方式,得到越来越多的应用^[8]。其中深板层角膜移植手术(deep anterior lamellar keratoplasty, DALK)是一种完全去除病变角膜基质组织直至后弹力层,移植供体角膜组织的手术方法^[9]。DALK能够减少穿透性角膜移植因内皮细胞引起的排斥反应,又减少了角膜基质存在的瘢痕和混浊对术后视力的影响,获得与穿透角膜移植相似的透明性和视力恢复效果^[10]。

我国角膜供体处于严重匮乏状态,角膜供应尚不能满足角膜盲患者的需求,同时由于缺乏先进的保存技术,角膜供体只能就近移植,这导致基层医院难以大规模开展角膜移植手术^[11]。因此,寻找可行、实用的新型角膜材料是解决这一突出矛盾的重要方法。2015年由我国自主研发的脱细胞猪角膜基质通过国家食品药品监督管理总局注册并应用于临床,作为世界首个可替代人角膜供体进行板层角膜移植的材料,缓解了我国角膜捐献供体极度匮乏的现状。本研究使用的脱细胞猪角膜基质,是一种取材于猪角膜的组织工程异种角膜替代材料,是猪角膜的细胞外基质,由角膜基质经病毒灭活与脱细胞等处理制备而成。与角膜上皮和内皮相比,角膜基质免疫原性最低^[12],且经过脱细胞处理去除了生物细胞与其他抗原性物质,可有效降低角膜移植术后免疫应答反应,降低了移植后排斥反应发生率^[13-14]。此外,脱细胞猪角膜基质保留了天然的胶原纤维立体结构,同时,脱细胞猪角膜基质具有一定的弹性、韧性,形状大小和厚度易于改变的特点^[15]。其在覆盖病变的创面后能保护创面,引导基质胶原合成及上皮再生,

减少新生血管生成,逐渐被机体细胞所改建,最终形成与正常角膜相似的结构^[16]。多个研究团队开展了脱细胞猪角膜基质治疗角膜感染的临床研究,最终将脱细胞猪角膜基质应用于人板层角膜移植^[17-19]。本研究中,所有患者术后感染均得到控制,随访过程中均无感染复发情况,感染控制率为100%。需要注意的是彻底清除病灶是预防术后复发的关键,术中对病变组织的剖切范围要超过病灶边界至少0.5 mm,剖切深度尽可能接近后弹力层^[20]。本研究中,所有患者在6 mo随访过程中未发生植片融解和脱落,未发生排斥反应,进一步证实脱细胞猪角膜基质在治疗感染性角膜炎应用是安全有效的。脱细胞猪角膜基质能够与角膜上皮细胞形成紧密结合,上皮细胞黏附稳定^[21]。本研究中,术后1 mo 16眼上皮可完全覆盖角膜植片。术后1.5 mo所有患者上皮均完全愈合。另外,与术前相比,术后的BCVA均明显改善。术后1 mo角膜水肿开始改善,其中1眼角膜植片轻度混浊,16眼中重度混浊;术后3-6 mo角膜透明度稳定,至术后6 mo时4眼完全透明,6眼轻度混浊,6眼中度混浊,1眼重度混浊。所有患者随访过程中均未见角膜植片脱落和排斥现象,但有1眼出现眼压增高并给予降压治疗后眼压恢复正常,提示采用脱细胞猪角膜基质进行板层角膜移植是安全有效的。仅1眼术后上皮延迟愈合,角膜透明度较差。考虑病毒性角膜炎的反复发作、病毒直接破坏、免疫性损害以及营养不良性障碍等影响,同时目前临床尚无有效控制病毒复发的药物,从该病例中可以看出病毒性角膜炎不是脱细胞猪角膜基质移植的最佳适应证。脱细胞猪角膜基质在治疗其余16眼真菌性及细菌性角膜溃疡均有效,且角膜植片均能保持良好的透明性,说明脱细胞猪角膜基质移植治疗真菌性及细菌性角膜溃疡具有较好的疗效且安全性高。有研究发现脱细胞猪角膜基质细胞密度和清晰度低于新鲜角膜,因此虽然脱细胞猪角膜基质移植术后视力并无差异,但视觉质量可能低于新鲜角膜移植^[22]。本研究认为脱细胞猪角膜基质治疗感染性角膜炎对视力的恢复有一定程度帮助,但仍受溃疡与角膜瞳孔区的距离、术后角膜植片的透明程度等因素影响,导致视觉质量不如新鲜角膜移植。

综上所述,脱细胞猪角膜基质治疗感染性角膜炎,不仅能有效控制感染,恢复角膜的解剖与功能,而且能维持

良好的透明性,提高患者视力,作为替代同种异体人角膜进行板层角膜移植是安全有效的。本研究的不足之处为观察的样本量有限,观察时间较短,其确切疗效、远期效果及安全性评价还需要更大样本量的长期观察和研究。

参考文献

[1] 史伟云,高华.中国角膜病诊疗技术70年发展回顾.中华眼科杂志,2020,56(6):401-408.

[2] Shin JH, Jung YH, Song HB, et al. Sutureless contact lens-type amniotic membrane for persistent epithelial defects after infectious keratitis. *Int J Ophthalmol*, 2022,15(8):1404-1406.

[3] 周晓丹,杨玉倩,徐强崧.真菌性角膜炎的致病菌属和转归及其影响因素分析.国际眼科杂志,2022,22(11):1892-1895.

[4] 程燕,吴洁,朱海峰,等.生物工程角膜移植术后排斥反应的临床及免疫病理观察:附5例报告.国际眼科杂志,2021,21(9):1661-1664.

[5] 曲晓瑜,储昭节,马强,等.生物工程角膜移植治疗病毒性角膜炎疗效观察.海南医学,2019,30(21):2805-2807.

[6] 岑颖雯,胡志城.动态视标与LogMAR视力表测定视敏度的一致性比较.中华实验眼科杂志,2021,7(6):534-537.

[7] 周美池,陈颖欣.治疗性深板层角膜移植术治疗感染性角膜炎伴微穿孔临床疗效分析.临床军医杂志,2020,48(6):665-667.

[8] 戴馨莹.板层角膜移植术治疗角膜病变的临床疗效分析.吉林大学,2021.

[9] 张鹏飞,明春秀,韩新红,等.铜绿假单胞菌性角膜炎急性行深板层角膜移植术2例.临床眼科杂志,2023,31(3):270-271.

[10] Camacho JDH, Hwang FS, Khundkar T. Deep Anterior Lamellar Keratoplasty (DALK). *Case Reports Ophthalmology*, 2022, 13(1):9-16.

[11] 刘志玲,高明宏,陈颖欣.生物工程角膜与人供体角膜治疗真

菌性角膜溃疡的比较.中国组织工程研究,2020,24(10):1563-1569.

[12] 范祥雨,黄霏霏,张朝然,等.利用猪角膜脱细胞基质行板层角膜移植手术治疗感染性角膜炎的临床研究.中国眼耳鼻喉科杂志,2021,21(5):330-334,340.

[13] 徐婉欣,凌玲,查琴,等.以脱细胞角膜基质为载体的组织工程化兔角膜的构建及移植.广东医学,2021,42(1):65-70.

[14] 刘景晨,李明军,孙曙光,等.眼科领域应用的脱细胞组织材料.中国组织工程研究,2021,25(34):5530-5536.

[15] 罗应坤,张霓霓,黄桂林.脱细胞基质对干细胞生物行为的影响.贵州医药,2020,44(5):696-699.

[16] Zhou Q, Guaiquil VH, Wong M, et al. Hydrogels derived from acellular porcine corneal stroma enhance corneal wound healing. *Acta Biomater*, 2021,134:177-189.

[17] Santillo D, Mathieson I, Corsi F, et al. The use of acellular porcine corneal stroma xenograft (BioCorneaVet™) for the treatment of deep stromal and full thickness corneal defects: a retrospective study of 40 cases (2019-2021). *Vet Ophthalmol*, 2021,24(5):469-483.

[18] Li S, Deng Y, Tian B, et al. Healing characteristics of acellular porcine corneal stroma following therapeutic keratoplasty. *Xenotransplantation*, 2020,27(2):e12566.

[19] 刘全坤,李恒,杨旭,等.生物工程角膜移植对真菌性角膜溃疡的临床疗效及其对组织形态学的影响.中国医学前沿杂志(电子版),2021,13(11):102-106.

[20] 张子俊,韦振宇,梁庆丰.翼状胬肉板层角膜移植术后细菌性角膜炎1例.中华眼科杂志,2022,58(10):803-805.

[21] 段虎成,陈瑞,罗嘉婧.猪脱细胞角膜基质人板层角膜移植术后植片上皮化的临床观察.眼科学报,2019,34(2):85-89.

[22] 谭越,王旭,高芯,等.深板层角膜移植术治疗感染性角膜炎的效果.中华眼外伤职业眼病杂志,2021,43(6):405-410.