

# 飞秒激光辅助角膜内皮移植术治疗大泡性角膜病变的疗效观察

赵长霖, 薛春燕, 徐欢欢, 朱小敏, 黄振平

**基金项目:**国家自然科学基金青年基金项目(No. 81200676)  
**作者单位:**(210002) 中国江苏省南京市, 南京军区南京总医院  
 南京大学医学院金陵医院眼科  
**作者简介:**赵长霖, 博士, 主治医师, 研究方向: 角膜病、葡萄膜炎、眼底病。  
**通讯作者:**黄振平, 博士, 教授, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 角膜病、白内障、屈光。zhenpingh@126.com  
**收稿日期:**2015-09-24 **修回日期:**2016-01-18

## Observation of femtosecond laser-assisted Descemet's stripping endothelial keratoplasty for bullous keratopathy

Chang-Lin Zhao, Chun-Yan Xue, Huan-Huan Xu, Xiao-Min Zhu, Zhen-Ping Huang

**Foundation item:** National Natural Science Foundation of China (Youth Project, No. 81200676)  
 Department of Ophthalmology, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command, Jinling Hospital Affiliated to Medical School of Nanjing University, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China  
**Correspondence to:** Zhen-Ping Huang. Department of Ophthalmology, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command, Jinling Hospital Affiliated to Medical School of Nanjing University, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China. zhenpingh@126.com  
 Received: 2015-09-24 Accepted: 2016-01-18

### Abstract

• **AIM:** To evaluate the clinical effects and safety of femtosecond laser-assisted endothelial keratoplasty in bullous keratopathy.

• **METHODS:** It was a retrospective case series study. Fifteen consecutive patients (16 eyes) with bullous keratopathy at Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command underwent Descemet's stripping endothelial keratoplasty whose donor grafts were dissected by a femtosecond laser from March 2013 to February 2014. The corneal irritation symptoms and the attachment of endothelial grafts were evaluated during the 12mo follow-up period. Clinical data of the best-corrected visual acuity, intraocular pressure, anterior segment optical coherence tomography and endothelial cell count were reviewed.

• **RESULTS:** The surgical procedures for all the cases were successful and no intraoperative complication developed. The corneal irritation symptoms began relieving on 1d postoperatively and fully recovered in 3wk and never relapsed during the follow-up period. The grafts were well attached to the host except for one

dislocation (6%) which was relocated and well attached afterward. Fluid leakage between the local graft-host interface occurred in three eyes (19%) and absorbed spontaneously in 3wk. At postoperative 1mo, the corneal epithelium became smooth and the edema of corneal stroma dissolved. The central corneal thickness thinned out from preoperative  $811 \pm 137.55 \mu\text{m}$  to postoperative  $638 \pm 86.51 \mu\text{m}$ . During the follow-up period, acute rejection and graft endothelial decompensation was observed in one eye (6%) respectively. At the final follow-up, endothelial cell density was  $1687 \pm 507 \text{ cells/mm}^2$ .

• **CONCLUSION:** The femtosecond laser-assisted Descemet's stripping endothelial keratoplasty is a safe and effective technique for corneal endothelial decompensation, which may yield thin individualized grafts efficiently and precisely.

• **KEYWORDS:** femtosecond laser; endothelial keratoplasty; Descemet's stripping endothelial keratoplasty; bullous keratopathy

**Citation:** Zhao CL, Xue CY, Xu HH, *et al*. Observation of femtosecond laser-assisted Descemet's stripping endothelial keratoplasty for bullous keratopathy. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(2):335-338

### 摘要

**目的:** 评估飞秒激光辅助的后弹力层撕除角膜内皮移植术治疗大泡性角膜病变的临床疗效及安全性。

**方法:** 回顾性分析 2013-03/2014-02 在我科住院治疗的大泡性角膜病变患者 15 例 16 眼, 其中男 7 例 7 眼, 女 8 例 9 眼, 平均年龄  $66.3 \pm 18.4$  岁, 采用飞秒激光制作薄层角膜内皮植片, 进行后弹力层撕除角膜内皮移植术。术后随访 12mo, 观察角膜刺激症状消退、植片恢复和并发症等情况, 观测指标包括最佳矫正视力、眼压、前节光学相干断层扫描及角膜内皮细胞计数。

**结果:** 所有患者手术顺利, 无术中并发症发生; 术后眼压正常, 最佳矫正视力较术前不同程度提高。角膜刺激症状自术后 1d 开始逐渐减轻, 术后 3wk 完全缓解。术后 1 眼 (6%) 发生内皮植片脱位, 3 眼 (19%) 植片与植床之间存在局灶性层间积液。术后 1mo 角膜上皮变光滑, 基质水肿消退, 中央角膜厚度 ( $638 \pm 86.51 \mu\text{m}$ ) 较术前 ( $811 \pm 137.55 \mu\text{m}$ ) 明显变薄。随访期间, 发生植片急性排斥反应和植片内皮功能失代偿各 1 眼 (6%)。末次随访, 角膜内皮细胞计数为  $1687 \pm 507$  个/ $\text{mm}^2$ 。

**结论:** 应用飞秒激光辅助后弹力层撕除角膜内皮移植术治疗角膜内皮病变, 可以个体化、精确、高效地制作内皮植片, 手术安全性高, 术后恢复快。

**关键词:** 飞秒激光; 角膜内皮移植; 后弹力层撕除角膜内皮

移植术;大泡性角膜病变

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.2.37

引用:赵长霖,薛春燕,徐欢欢,等.飞秒激光辅助角膜内皮移植术治疗大泡性角膜病变的疗效观察.国际眼科杂志 2016;16(2):335-338

## 0 引言

大泡性角膜病变(bullous keratopathy, BK)的传统治疗方法是穿透性角膜移植术(penetrating keratoplasty, PK)<sup>[1]</sup>。近年来创建的角膜内皮移植术(endothelial keratoplasty, EK),选择性替换病变的内皮细胞,保留健康的上皮和基质组织,降低了PK术中眼内容物脱出、爆发性脉络膜上腔出血、术后高散光、移植排斥反应等诸多手术并发症的发生率,在欧美发达国家已经成为治疗角膜内皮疾病的首选方法。飞秒激光自2000年应用于临床,在眼科主要用于角膜屈光手术。鉴于其精确的切削特性,我科近年来利用飞秒激光制备角膜植片,采用后弹力层撕除角膜内皮移植术治疗大泡性角膜病变,取得满意疗效。同时,角膜供体剩余组织用于板层角膜移植术,充分利用了供体材料、缓解我国角膜供体匮乏的矛盾,现报告如下。

### 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性系列病例研究。选取2013-03/2014-02在我院就诊并接受飞秒激光辅助角膜内皮移植术的BK患者共15例16眼,男7例7眼,女8例9眼,年龄44~86(平均66.3±18.4)岁;右眼7例,左眼9例,1例女性为双眼。所有患者大泡性角膜病变均起因于内眼手术后角膜内皮功能失代偿,来我科就诊时距离最近一次内眼手术时间为4mo~13a。曾行手术类型有白内障摘除联合人工晶状体植入术5例6眼,其中1例为双眼前房型人工晶状体,晶状体已取出;青光眼滤过术1例1眼;青光眼滤过术联合白内障囊外摘除术1例1眼;滤过手术联合白内障超声乳化吸除、人工晶状体植入术4例4眼;先后行白内障摘除、人工晶状体植入术和穿透性角膜移植术2例2眼;因外伤先后行穿透性角膜移植、白内障摘除、人工晶状体植入术1例1眼;行虹膜囊肿切除、青光眼引流钉植入术1例1眼。临床表现为患眼刺痛、异物感、畏光流泪、视物模糊,裂隙灯检查可见角膜上皮密布水泡,部分融合成大泡、纤维化,角膜基质层水肿,后弹力层皱折。所有患者均签署手术知情同意书。角膜供体取自意外死亡者捐献的新鲜眼球(湿房保存<6h),供体年龄18~45岁,排除乙型肝炎、丙型肝炎、艾滋病、梅毒等传染性疾病,角膜内皮细胞计数>2500个/mm<sup>2</sup>。本研究遵守赫尔辛基宣言。

### 1.2 方法

**1.2.1 眼部刺激症状的评估** 分别在术前及术后1、3、7、21d对眼部疼痛、异物感、畏光、流泪等刺激症状按等级进行评分,无刺激症状评为0级,轻度刺激症状评为1<sup>+</sup>级,中度刺激症状评为2<sup>+</sup>级,严重刺激症状评为3<sup>+</sup>级。

**1.2.2 检查方法** 术前、术后常规检查患者的视力、最佳矫正视力(best-corrected visual acuity, BCVA)、眼内压,裂隙灯显微镜观察角膜及前房反应,眼前节光学相干断层成像仪(anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT)测量角膜厚度并明确植片位置,角膜内皮细胞分析仪测定角膜内皮细胞密度。术后1wk每天检查视力、眼压,观察植片植床愈合情况、前房反应及并发症等,以后每周复查一次,病情稳定者随访周期倍增,随访时长12mo。

表1 大泡性角膜病变患者术前和术后角膜刺激症状分级频数眼

时间	0级	1 <sup>+</sup> 级	2 <sup>+</sup> 级	3 <sup>+</sup> 级
术前	0	0	0	16
术后1d	0	1	14	1
术后3d	1	8	6	1
术后7d	12	3	1	0
术后21d	16	0	0	0

**1.2.3 手术方法** 所有手术均由同1名手术医生完成。首先利用500-kHz VisuMax飞秒激光系统制备植片。根据板层角膜移植患者角膜曲率值、病灶深度及病灶大小设置飞秒激光切削直径、厚度、边切角度等参数,同时保证外直径达7.8~8mm,切削后后板层组织中央厚度在80~120μm,系统软件版本Keratoplasty Version3.1。激光模式设为螺旋状扫描,能量48mJ。取4℃湿房保存的供体眼球固定在眼球座上,根据角膜直径选择合适大小的负压吸引环,将负压吸引环上具有一定曲率的接触镜片与角膜紧密接触。激光投送系统形成的激光束由内向外以同心圆方式先对角膜进行设定平面上的切削,然后进行边缘切削。切削完成后用镊子取下前板层角膜备用板层角膜移植,剩下带少部分基质的内皮组织用7.8~8mm直径的环钻钻下作为内皮植片。

角膜内皮移植手术步骤:术眼表面麻醉和球后麻醉。角膜上皮水肿严重或纤维化者刮除上皮,8mm标记环在角膜中央标记角膜后弹力膜剥除的范围。4:00位角膜缘置灌注头,前房持续灌注必施液,上方作2.2mm长透明角膜切口,进入剥离钩沿标记线将后弹力层从后基质面剥下。扩大角膜切口至4mm,对侧15°穿刺刀作一辅助切口。用内皮植入器将植片从主切口送入前房,停止前房灌注,自辅助切口进入内皮牵引植片按基质面对基质面贴附于标记线内,前房注入过滤空气顶压固定植片,上皮刮除者配戴角膜绷带镜。术后平卧,直至气泡吸收;应用抗生素及糖皮质激素静脉滴注3~5d,停用静滴激素后改口服泼尼松20mg/d,每周递减5mg。术眼局部点人工泪液,上皮修复后应用妥布霉素地塞米松眼液和10g/L环孢素滴眼液;1mo后将妥布霉素地塞米松眼液改为1g/L氟米龙滴眼液,视植片情况逐渐降低点药频次直至停药。

统计学分析:采用SPSS 19.0统计软件包处理数据。计量资料采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。两组均数比较采用配对t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 眼部刺激症状及角膜上皮修复情况** 所有患者成功接受飞秒激光辅助的角膜内皮移植术,其中1例联合白内障超声乳化吸除术。术后1d角膜疼痛、畏光、流泪症状即开始改善,裂隙灯显微镜检查见角膜中央区变透明。术后3d,角膜上皮水泡明显减少,角膜透明区域由中央向周边扩展。术后7d大部分患者角膜刺激症状缓解,部分术眼植床边缘部位仍存留上皮水泡,伴轻中度角膜刺激症状。术后3wk所有患者角膜刺激症状缓解,角膜上皮光整,见表1及图1。长期随访过程中未见角膜刺激症状复发。

**2.2 角膜内皮植片愈合及功能恢复情况** 术后1d,裂隙灯显微镜下见14例15眼患者角膜内皮植片位置居中,基质层面与植床贴附良好;其中3眼植片与植床之间存在局灶性裂隙或层间积液。另有1例1眼PK术后患者前房气泡

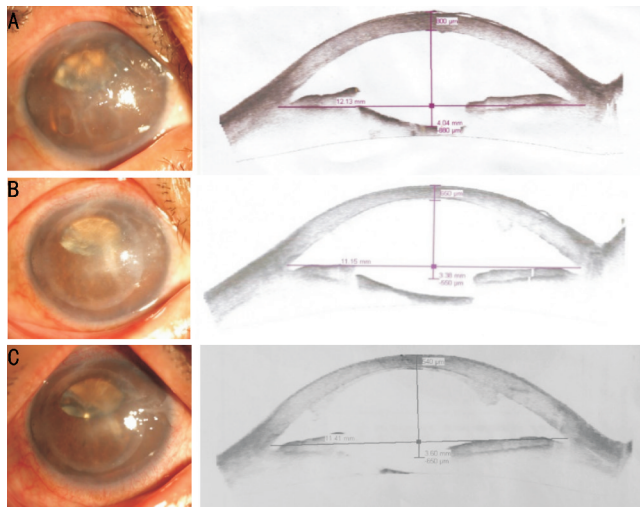


图1 一大泡性角膜病变患者术前及术后早期眼前节彩照及光学相干断层扫描结果 A:大泡性角膜病变患者术前,角膜上皮多个大泡,基质水肿混浊,眼内细节窥不清;前节光学相干断层扫描显示角膜增厚,上皮多处泡状隆起。B:术后3d,角膜内皮植片与植床贴附紧密,大泡部分吸收,前节光学相干断层扫描显示内皮植片附着处上皮大泡消退,周边仍见大泡。C:术后2wk,角膜基本透明,前节光学相干断层扫描显示上皮光滑,基质水肿消退。

消失,内皮植片悬垂于植床后下方,植片水肿。将此例患者送进手术室复位植片,前房注入空气泡固定植片;术后2d发现植片再次脱位,再次行植片复位加前房注气术,并双眼绷带包扎,此后植片紧密贴合。前房中的空气泡于术后3~5d全部吸收。植片与植床层间积液于术后3wk基本吸收,植片与植床紧密贴附(图2)。术后1mo,植床基质层水肿明显减轻,中央角膜厚度由术前的 $811 \pm 137.55 \mu\text{m}$ 降至术后(包括内皮植片)的 $638 \pm 86.51 \mu\text{m}$ ,差异具有显著统计学意义( $t=5.16, P=0.001$ ),此后角膜厚度持续稳定。术前所有患者因角膜水肿及表层粗糙,内皮细胞分析仪检测不到内皮细胞,术后最后一次随访时,该组患者角膜内皮细胞计数为 $1687 \pm 507$ 个/ $\text{mm}^2$ 。

**2.3 视力情况** 所有患者术后视力均有提高,BCVA提高程度差异较大(表2)。最好者视力由术前的0.05提高至0.8,为1例白内障超声乳化联合人工晶状体植入术后角膜内皮失代偿4mo的78岁女性患者。最差仅由指数/20cm提高至0.02,为前房型人工晶状体植入术后10a的82岁女性患者。81%的术眼术后视力维持在0.1~0.3。

**2.4 手术并发症** 所有手术过程顺利,未见术中并发症发生。随访期间,所有患者眼压正常。1例1眼术后发生内皮植片脱位,植片脱位率为6%。1例1眼(6%)患者在术后7.5mo时发生植片急性排斥反应,予以地塞米松2.5mg球结膜下注射、妥布霉素地塞米松眼液及环孢素眼液点眼后,排斥反应在1wk内得以控制,植片恢复透明。1例1眼(6%)患者在术后8mo时发生植片内皮细胞功能失代偿,再次行飞秒激光辅助角膜内皮移植术更换内皮植片,术后视力恢复。

### 3 讨论

大泡性角膜病变是由于眼内手术、角膜外伤、感染、先天异常等各种原因造成角膜内皮细胞广泛损伤,失去液体屏障和主动液泵功能,引起角膜基质和上皮持续性水肿的一类致盲性眼病<sup>[2]</sup>。瞬目摩擦造成角膜上皮水泡破溃,上皮从前弹力层广泛脱离并刺激上皮间的三叉神经末梢,

从而引起剧烈疼痛、异物感、畏光、流泪等刺激症状。近年来,随着白内障超声乳化、人工晶状体植入、玻璃体切割眼内填充物充填等内眼手术的普及,我国BK发病率呈上升趋势。由于角膜供体材料严重匮乏,大多数患者只能用药物、软性角膜接触镜或羊膜移植、角膜前基质针刺<sup>[3]</sup>等姑息疗法暂时缓解疼痛症状,而视力损害加重,严重影响了生活质量。

后弹力层撕除角膜内皮移植术<sup>[4]</sup>(descemet's stripping endothelium keratoplasty, DSEK)是21世纪新开创的一种术式,取代PK用于治疗内皮失代偿引起的角膜病变,由深板层角膜内皮移植术(deep lamellar endothelial keratoplasty, DLEK)<sup>[5]</sup>发展而来。DLEK植片和植床界面光滑度差,层间混浊影响术后视力恢复,并且手术操作复杂,术后内皮细胞丢失严重<sup>[6]</sup>;DSEK仅对后弹力层进行移植,手术操作简化,安全性提高。随着微型角膜刀的应用,内皮供体的采集实现机械自动化,国外眼库开始提供分离好的内皮植片,因此,角膜后弹力层撕除自动角膜刀取材内皮移植术(Descemet's stripping automated endothelium keratoplasty, DSAEK)<sup>[7]</sup>成为当前国际上主流EK术式。

飞秒激光是一种高精度、微创、可穿过透明组织的脉冲式激光,其在屈光矫正术中切削的角膜瓣厚度精确、形态规整、界面光滑,因此,我们尝试利用飞秒激光制备内皮植片,采取DSEK术式治疗BK患者。我们发现飞秒激光是在AS-OCT引导、计算机程序控制下工作,只要准确输入切割参数,角膜切削迅速、安全,植片制备在数分钟内轻松完成,成功率100%。飞秒激光应用于角膜移植术的另一大优势是切割精度高,达 $1 \mu\text{m}$ ,可以根据设计制作厚度精确的植片。对EK手术疗效的总结分析发现,当内皮植片厚度不超过 $130 \mu\text{m}$ 时,患者术后视力与植片的厚度呈负相关<sup>[8]</sup>。而这个厚度,对于手工取材或者用角膜板层刀制备植片都将大大增加内皮穿孔的风险。我们开展飞秒激光辅助DSEK时,在确保不穿孔的前提下尽可能薄的设计植片切割参数,以观术后疗效。另外,一只角膜去除薄层内皮植片后剩下的基质组织可用于治疗前基质层病变患者;飞秒激光的精确切削功能使一个角膜供体常规同时用于两个患者成为可能,可缓解发展中国家角膜供体短缺的供需矛盾。

本组患者术后恢复快。术后1d角膜上皮及基质水肿开始消退,角膜刺激症状逐渐缓解,提示内皮细胞在移植后24h内即开启液泵功能。部分患者术后早期植床与植片之间存在局灶性裂隙,未经特殊处理,3wk内自行吸收,内皮细胞功能恢复。随访1a,角膜保持透明,刺激症状无复发,角膜内皮细胞计数与DSAEK术后相当<sup>[9]</sup>。本研究中患者术后视力大部分维持在0.1~0.3,较国外报道的EK术后视力差<sup>[10]</sup>。分析原因,是由于本组病源选自各种内眼手术后内皮功能失代偿人群,这些患者多在病情发展至非常严重、病程迁延数年甚至十余年才寻求手术,既往的手术或原发病导致眼内结构紊乱、视神经萎缩等,决定了视功能提高程度有限。近期有文献报道<sup>[11]</sup>,角膜板层刀取材的DSAEK较飞秒激光制瓣的DSAEK术后视力好,但是两者在角膜散光度、屈光度和内皮细胞计数方面无差异,病理组织学检查也未发现飞秒激光对角膜内皮细胞的损伤迹象。Rosa等<sup>[12]</sup>利用飞秒激光联合板层刀制作厚度小于 $100 \mu\text{m}$ 的超薄内皮植片进行DSEK,取得非常好的视力和内皮细胞数。因此,对于不同取材方式的DSEK术后

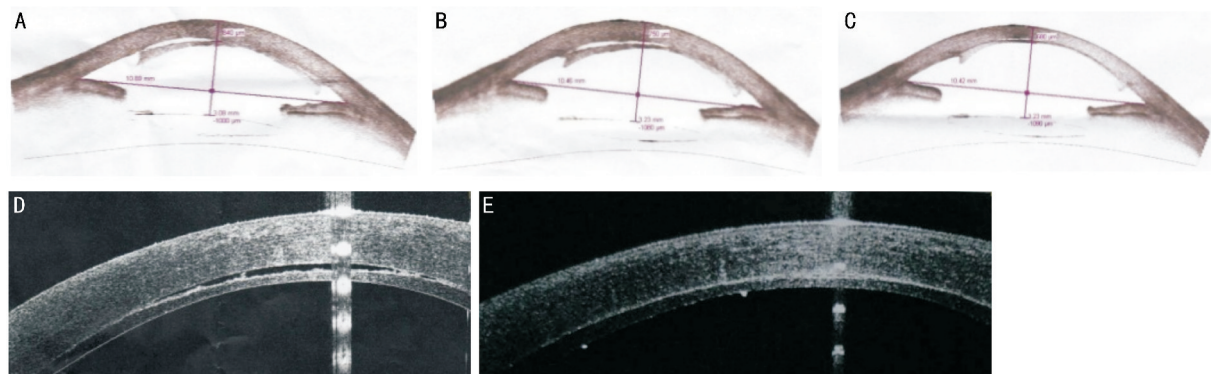


图2 前节光学相干断层扫描显示一左眼飞秒激光辅助角膜内皮移植术后,角膜植片与植床之间裂隙自行愈合过程 A:术后7d; B:术后2wk; C:术后3wk; D:术后3wk 裂隙局部扫描; E:术后4wk。

表2 大泡性角膜病变患者术前及术后1a最佳矫正视力

最佳矫正视力	病例1	病例2	病例3	病例4	病例5	病例6 os	病例6 od	病例7	病例8	病例9	病例10	病例11	病例12	病例13	病例14	病例15
术前	HM/BE	HM/BE	FC/10cm	FC/10cm	FC/10cm	FC/10cm	FC/20cm	FC/20cm	FC/30cm	FC/30cm	FC/50cm	0.05	0.05	0.06	0.06	0.12
术后1a	0.05	0.1	0.1	0.12	0.1	0.1	0.02	0.2	0.1	0.25	0.1	0.8	0.25	0.1	0.3	0.15

视力恢复优劣,有待选择更多条件相似的患者进行病例对照研究。

角膜内皮移植术最常见的并发症是植片脱位。既往文献认为植片脱位与手术方式有关;由于植片与植床之间无缝固定,界面越光滑,摩擦力越小,植片越易脱离,因此脱位率总趋势是 DSAEK>DSEK>DLEK<sup>[13]</sup>,早期 DSAEK 的脱位率高达 50%<sup>[14-15]</sup>。我们在手术中发现,植片送入前房、内皮面朝向虹膜展开后,停止前房灌注,植片会主动吸附到植床上。受体的后弹性层剥离越完整,基质层界面越光滑,越容易贴附,且贴附牢固。推测与植片薄、伸展性好,易随形于植床的角膜后曲率有关。从 AS-OCT 影像上推测,厚内皮植片与植床不易紧密贴附,一旦出现界面间隙,层间积液加上植片自身的重力作用会使植片脱离范围越来越大,直至完全脱位。我们的植片厚度为 80~120μm,愈后 AS-OCT 显示植片与植床界面成线状,即使早期的植片皱折处随着时间的延长也逐渐恢复平滑。本组手术唯一的植片脱位,发生在 PK 术后合并人工晶体眼的患者。其脱位原因是 PK 的植片植床界面存在瘢痕,导致 EK 的植床界面欠平整、植片贴附不紧密,加上前房气泡吸收过快,未能发挥有效的顶压固定作用。该病例经过两次前房注气术,最终植片复位。但是,多次眼内操作对内皮细胞的损伤不可避免,该患也成为本组唯一植片内皮功能失代偿病例。本组病例手术过程中无任何并发症发生,因此,飞秒激光辅助的 DSEK 术操作更简单、安全性更高。

综上所述,飞秒激光辅助的后弹性层撕除角膜内皮移植术是一种安全、有效的治疗角膜内皮疾病的手术方式。利用飞秒激光制作内皮植片,简化了手术操作,缩短了手术时间;植片厚度精确、可控,安全性高;可以常规将一只角膜分成两个植片,充分利用供体材料。但是,由于系统软件的限制,目前飞秒激光只能从角膜前表面开始计算切割厚度,这种切割模式保证前板层植片厚度均一,而内皮植片中央薄周边厚。这种内皮植片形态并不影响内皮功能发挥,但是,如果能改进飞秒激光系统软件,使在制作内皮植片时从角膜后表面开始计算切割厚度,可能更符合角膜的生理结构。

参考文献

1 Dobbins KR, Price FW Jr, Whitson WE. Trends in the indications for

penetrating keratoplasty in the midwestern United States. *Cornea* 2000;19(6):813-816  
 2 葛坚. 眼科学. 第1版. 北京:人民卫生出版社 2005:194  
 3 王超庆, 李燕飞, 程秀春, 等. 角膜基质针刺联合羊膜移植术治疗大泡性角膜病变. *国际眼科杂志* 2014;14(6):1127-1129  
 4 Melles GR, Wijdh RH, Nieuwendaal CP. A technique to excise the descemet membrane from a recipient cornea (descemetorhexis). *Cornea* 2004;23(3):286-288  
 5 Terry MA, Ousley PJ. Deep lamellar endothelial keratoplasty in the first United States patients: early clinical results. *Cornea* 2001;20(3):239-243  
 6 Fillmore PD, Sutphin JE, Goins KM. Visual acuity, refractive error, and endothelial cell density 6 and 12 months after deep lamellar endothelial keratoplasty. *Cornea* 2010;29(6):601-606  
 7 Gorovoy MS. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea* 2006;25(8):886-889  
 8 Neff KD, Biber JM, Holland EJ. Comparison of central corneal graft thickness to visual acuity outcomes in endothelial keratoplasty. *Cornea* 2011;30(4):388-391  
 9 Yokogawa H, Kobayashi A, Yamazaki N, et al. Descemet's stripping and non-Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty for microcornea using 6.0 mm donor grafts. *Clin Ophthalmol* 2013;7:1951-1956  
 10 Busin M, Madi S, Santorum P, et al. Ultrathin descemet's stripping automated endothelial keratoplasty with the microkeratome double-pass technique: two-year outcomes. *Ophthalmology* 2013;120(6):1186-1194  
 11 Heinzlmann S, Maier P, Bohringer D, et al. Visual outcome and histological findings following femtosecond laser-assisted versus microkeratome-assisted DSAEK. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251(8):1979-1985  
 12 Rosa AM, Silva MF, Quadrado MJ, et al. Femtosecond laser and microkeratome-assisted Descemet stripping endothelial keratoplasty: first clinical results. *Br J Ophthalmol* 2013;97(9):1104-1107  
 13 Terry MA, Ousley PJ. Small-incision deep lamellar endothelial keratoplasty (DLEK): six-month results in the first prospective clinical study. *Cornea* 2005;24(1):59-65  
 14 Price FW Jr, Price MO. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 200 eyes: Early challenges and techniques to enhance donor adherence. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(3):411-418  
 15 Basak SK, Basak S. Complications and management in Descemet's stripping endothelial keratoplasty: analysis of consecutive 430 cases. *Indian J Ophthalmol* 2014;62(2):209-218