

# VisuMax 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植 16 例临床效果

陆燕 朱小敏 曹谦 杨丽萍 王春红 黄振平

**【摘要】** 目的 观察 16 例 VisuMax 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植临床效果。方法 回顾性病例研究。16 例(16 眼)患者在南京军区南京总医院眼科行 VisuMax 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植术。500 kHz 飞秒激光进行供体及受体角膜的 90°垂直边切。主要评价指标包括裸眼视力(UCVA)、最佳矫正视力(BCVA)、散光度、角膜厚度及内皮细胞计数等。随访时间为(9.6±5.6)个月。结果 所有手术顺利完成。UCVA 从术前的光感~0.15 提高到术后的手动~0.5, BCVA 从术前的光感~0.3 提高到术后的手动~0.8, 平均散光度为(2.91±2.57)D, 中央角膜厚度为(554.9±23.3)μm, 角膜内皮细胞密度为(2 433±322)cells/mm<sup>2</sup>。结论 VisuMax 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植由于切口对合精确, 术后视力恢复快, 散光较小, 视力较术前均有不同程度的提高。

**【关键词】** VisuMax 飞秒激光; 角膜移植术, 穿透性; 治疗结果

**Clinical results of 16 patients treated with VisuMax femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty** Lu Yan, Zhu Xiaomin, Cao Qian, Yang Liping, Wang Chunhong, Huang Zhenping. Department of Ophthalmology, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command PLA, Nanjing 210002, China

Corresponding author: Huang Zhenping, Email: huangzhenping1963@163.com

**【Abstract】** **Objective** To describe the clinical outcomes of femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty. **Methods** This retrospective surgical case series consisted of 16 eyes from 16 patients who were treated with VisuMax femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty at Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command PLA. A 500 kHz VisuMax femtosecond laser was used to perform corneal cuts with a 90° side cut angle on both donor and recipient corneas. The outcome measures were the uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), astigmatism, corneal thickness and endothelial density count. The mean follow-up was 9.6±5.6 months. **Results** All eyes were successfully treated. The mean UCVA increased from LP-0.15 to HM-0.5, and the mean BCVA increased from LP-0.3 to HM-0.8. The mean astigmatism was 2.91±2.57 D, the mean central corneal thickness was 554.9±23.3 μm and the mean endothelial cell density was 2 433±322 cell/mm<sup>2</sup>. **Conclusion** This study shows that VisuMax femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty provides a rapid visual improvement and reduces astigmatism due to precise graft-host alignment and visual acuity improves in varying degrees postoperatively.

**【Key words】** VisuMax femtosecond laser; Keratoplasty, penetrating; Treatment outcome

近年来,成分角膜移植手术在国内外角膜领域成为研究热点,但是当病变累及角膜全层时,仍需进行穿透性角膜移植术(penetrating keratoplasty, PKP)。PKP 仍然具有不可替代的地位。

飞秒激光辅助的角膜移植可精确到达角膜的任何地方,切割面光滑,切口有更好的对合,术后的视觉效果更佳。目前,国内外相关报道中,主要有美国 60 kHz IntraLase 飞秒激光辅助的 PKP<sup>[1-4]</sup>, 尚未见有德国 500 kHz VisuMax 飞秒激光应用于的 PKP 报道。在 VisuMax 飞秒激光辅助的 PKP 中,供体和受体周边可进行 90°垂直切削,不会出现传统手工切削的边缘损伤。现将我院 VisuMax 飞秒激光辅助的 PKP 16 例临床效果报告如下。

DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2015.07.011

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81270979);江苏省自然科学基金面上项目(BK2012777)

作者单位:210002 南京军区南京总医院眼科

通信作者:黄振平, Email: huangzhenping1963@163.com

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

系列病例研究。选择2012年4月至2014年4月在我院眼科就诊的各种角膜病患者16例,其中角膜营养不良3例,角膜白斑10例,角膜变性1例,既往PKP术后植片失代偿1例,圆锥角膜1例。女7例,男9例,年龄26~73岁,平均(50.5±13.3)岁。术前裸眼视力(UCVA)为光感~0.15,最佳矫正视力(BCVA)为光感~0.3。供体角膜来自意外死亡青壮年的新鲜尸体,眼球摘除后置冰块内保存,24 h内用于手术,排除患有传染病及恶性肿瘤等疾病的供体。随访时间截止到2014年4月。所有患者均签署手术知情同意书及新技术知情同意书,本研究通过本院医学伦理委员会批准,严格遵守赫尔辛基宣言关于使用人体试验材料的基本原则。

### 1.2 术前检查

患者术前检查UCVA、BCVA、裂隙灯显微镜、角膜地形图、角膜曲率、光学相干断层扫描(OCT)结合A超测量供体及受体角膜最薄点厚度、内皮细胞密度、眼压等。

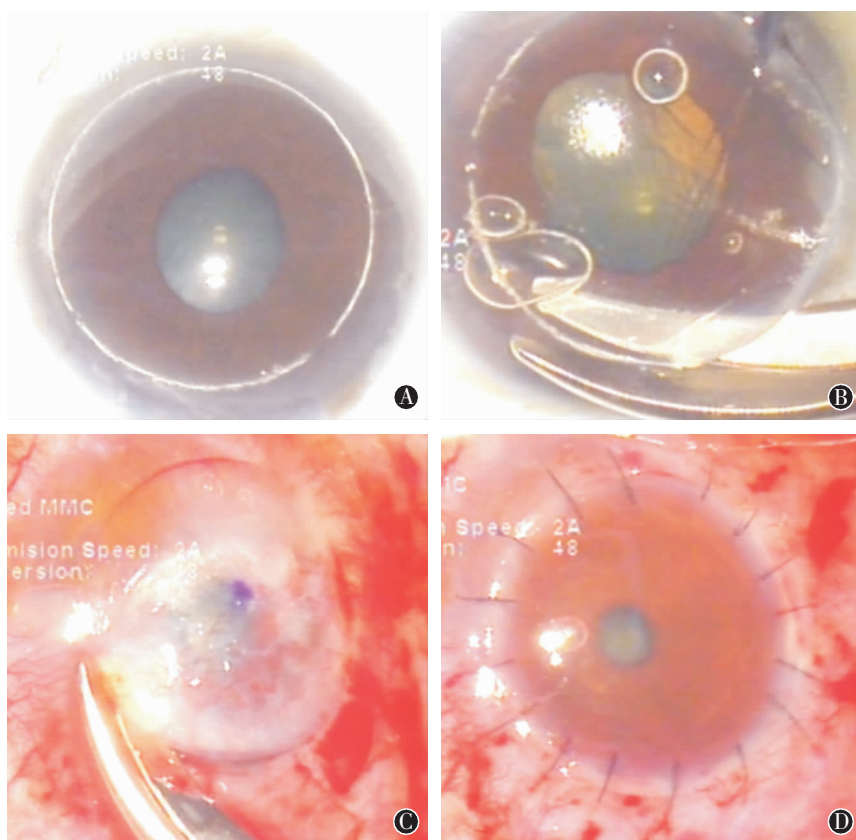
### 1.3 手术方法

首先在激光室采用德国蔡司公司VisuMax飞秒激光仪进行供体及受体角膜切割。然后转移至手术室,

分离供体及受体角膜瓣,将供体板层角膜缝合到受体植床上。具体步骤如下:供体眼球常规清洗消毒修剪后,置于眼球固定器上,角巩膜缘使用一次性负压吸引环,按照预设的直径及厚度进行飞秒激光切割。供体角膜切割直径为(7.47±0.18)mm(6.9~7.7 mm),厚度为(737.3±136.7)μm(591~1 000 μm),预设切割厚度为(775.3±132.4)μm(650~1 090 μm),预设切割厚度大于角膜的实际厚度,选择穿透性角膜移植模式进行周边垂直穿透切割。VisuMax飞秒激光的参数设置为:角膜周边切割能量为300 nJ,切割方向为90°,飞秒激光扫描线距1.5 μm,飞秒激光光斑点距1.5 μm。

患者常规手术准备后,在表面麻醉下,术前行记号笔标记角膜中心作为飞秒激光切割对位的中心点,角巩膜缘使用一次性负压吸引环固定眼球,按照预先设置的参数进行飞秒切割,受体切割直径为(7.36±0.19)mm(6.8~7.6 mm),受体角膜的厚度为(512.1±149.8)μm(200~736 μm),受体角膜预设切割深度为(522.2±150.5)μm。切割厚度略大于角膜实际厚度。VisuMax飞秒激光的参数设置同供体角膜。

然后将患者转移到手术室,给予球后麻醉。将供体及受体角膜在角膜剪及镊子辅助下进行分离,10-0尼龙线间断16针缝合(见图1)。所有手术均由同一经验丰富的医师完成。



A, 供体角膜飞秒激光周边垂直切割后;B, 角膜剪辅助下分离供体全层角膜;C, 受体角膜飞秒激光周边垂直全层切割后剪刀辅助分离;D, 供体角膜缝合于受体植床上  
图1 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植术步骤图

#### 1.4 术后处理

地塞米松 5 mg 与抗生素静脉滴注,持续 3 d;术眼局部用左氧氟沙星滴眼液滴眼,持续 1 个月,复方妥布霉素地塞米松滴眼液滴眼,持续 1 个月,1 个月后改为氟米龙滴眼液与环孢素 A 滴眼液滴眼,持续 6 个月,术后随访时间为(9.6±5.6)个月(4.5~24.0 个月)。

## 2 结果

### 2.1 术中及术后早期情况

16 眼手术均顺利完成,术中未见并发症。术后早期所有角膜植片透明,图 2B 为一患者术后 4 d 裂隙灯显微镜照片。

### 2.2 术后一般情况

16 眼术后视力恢复良好,较术前均有显著提高,术后最后 1 次随访,UCVA 为手动~0.5,BCVA 为手动~0.8。术后散光(2.91±2.57)D,中央角膜厚度为(554.9±23.3)μm(510~580 μm)。角膜内皮细胞密度为(2 433±322)cells/mm<sup>2</sup>。

### 2.3 并发症及处理

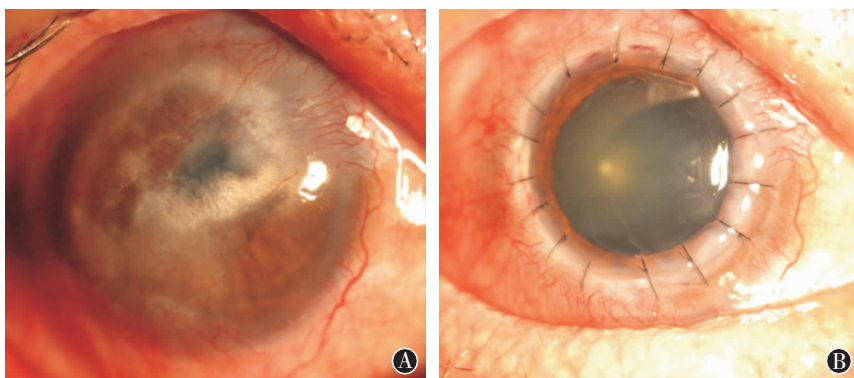
术后 1 例患者出现固定性瞳孔散大,1 例患者出现排斥反应,给予结膜下注射地塞米松及眼部频点妥布霉素地塞米松滴眼液后排斥反应消失。患者术后屈光状态及并发症见表 1。

## 3 讨论

迄今为止,PKP 已经有 100 多年的历史<sup>[5]</sup>。传统的环钻切割的 PKP 术后因屈光不正,尤其是高度散光,患者术后难以获得较好的视力。

飞秒激光的出现对传统 PKP 手术是个很大的革新和替代,它可以非常精确地按照预设厚度进行切削,切割面更加光滑,供体和受体能达到最好的切口对接、生物力学及切口水密,缝合张力减少,伤口愈合更快,并发症减少,散光进一步减少,缝线拆除可提前,最后达到早期良好的视力恢复<sup>[6-7]</sup>。

VisuMax 全飞秒激光系统激光发射的频率高达 500 kHz,是目前世界上速度最快的飞秒激光系统,比美国的 60 kHz Intralase FS 飞秒激光的发射频



A,术前可见角膜白斑;B,术后 4 d 角膜植片透明

图 2 一患者飞秒激光辅助的穿透性角膜移植术前术后裂隙灯显微镜照片

表 1 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植患者术前术后情况

患者	诊断	年龄(岁)	性别	眼别	术前 BCVA	术后 BCVA(矫正度数)	术后并发症	随访时间(月)
1	角膜营养不良	37	女	左	指数	0.6(小孔)	瞳孔固定性散大	24.0
2	植片失代偿	73	女	右	光感	0.02	-	22.0
3	角膜白斑	65	男	右	手动	0.04	-	11.0
4	角膜白斑	35	女	右	0.10	0.10	-	11.0
5	角膜白斑	48	男	左	手动	0.10(+16.0 D-6.0 D×165)	-	10.0
6	角膜白斑	50	男	右	0.15	0.40(+1.50 D-6.0 D×160)	-	9.0
7	角膜营养不良	38	女	左	0.04	0.60(+3.5 D-6.0 D×180)	-	9.0
8	角膜白斑	45	女	左	指数	0.4(-2.0 D×30)	-	9.0
9	圆锥角膜	26	女	右	0.12	0.80(-2.5 D-4.0 D×80)	-	8.0
10	角膜白斑	52	男	右	指数	0.12(-6.0 D)	排斥反应	8.0
11	角膜变性	52	男	右	手动	0.25(小孔)	-	7.0
12	角膜白斑	63	男	左	0.25	0.20	-	6.5
13	角膜白斑	61	男	右	0.10	0.25(+4.0 D+4.0 D×180)	-	5.5
14	角膜白斑	64	男	右	光感	手动	-	5.0
15	角膜营养不良	38	女	右	0.30	0.60(-5.0 D×40)	-	4.5
16	角膜白斑	61	男	右	指数	0.25(+1.2 D-3.0 D×65)	-	4.5

率更快,意味着其在角膜移植手术中,供体与受体植片制作的时间更短,更短的负压吸引眼球时间,更少的眼底视网膜牵拉与眼底缺血时间,因此对眼内组织的副作用更小。

本研究观察了 VisuMax 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植 16 例临床效果,16 例患者尽管内皮功能仍然健康,但仍然选择了 PKP,没有进行深板层角膜移植,这是由于本研究中的患者或者因为角膜白斑的瘢痕厚度过深导致飞秒激光无法穿透瘢痕进行切割,或者因与虹膜发生前粘连而内皮功能较差,而圆锥角膜患者尽管内皮健康,由于后弹力层破裂,因此也选择了 PKP。

患者术后在未完全拆线的情况下,平均散光度为  $(2.91 \pm 2.57)D$ ,这与国外文献报道的结果<sup>[3]</sup>一致。切口相关的并发症小,角膜均恢复了正常的生理厚度,随访  $(9.6 \pm 5.6)$  个月,角膜内皮细胞密度平均为  $(2433 \pm 322)$  cells/mm<sup>2</sup>。16 例供体与受体角膜平均切割的时间均在 30 s 以内,远小于 Intralase 平均切割时间  $(1.5 \text{ min}^{[4]})$ ,更短的切割时间意味着更小的眼内组织的损伤,这是 VisuMax 飞秒激光优于 Intralase 飞秒激光的地方,但在供体及受体切割时,VisuMax 飞秒激光只能进行周边 90°垂直切割,而 Intralase 飞秒激光可以根据角膜病变性质及范围进行各种形状的穿透切割,如“Z 字形、礼帽状、蘑菇状”等<sup>[4]</sup>,这说明 VisuMax 飞秒激光角膜移植软件仍有待改进和提升。VisuMax 飞秒激光和传统环钻及负压环钻相比,前者以垂直角膜面 90°方向进行切割,而环钻切割与角膜成 60°,两者相比,前者切割对合更紧密,术后并发症更少。

关于手术的并发症,1 例患者术后出现了常见的排斥反应,给予结膜下注射地塞米松及眼部频点妥布霉素地塞米松滴眼液后排斥反应消失。1 例患者术后出现固定性瞳孔散大,随访至 24 个月,瞳孔散大不可恢复,尽管 BCVA 可达到 0.6,但患者 UCVA 不佳,导致患者出现废用性外斜视,影响视觉效果及美观。固定性瞳孔散大是传统 PKP 术后的并发症之一,固定性瞳孔散大又称 urrets-zavaliala syndrome,临床表现为固定性瞳孔散大、虹膜萎缩、

伴或不伴眼压升高。此并发症最早于 1963 年由 Urrets-Zavaliala 报道,其分析发病原因可能与虹膜缺血导致瞳孔括约肌麻痹有关,国内也有相关的报道<sup>[8]</sup>。因此,本研究中的患者术后出现固定性瞳孔散大很可能不是因为 VisuMax 飞秒激光的使用。

综上所述,VisuMax 飞秒激光辅助的 PKP 术后视力较术前均有不同程度的提高,仅 1 例患者术后视力为手动,这是由于此老年男性患者存在的白内障影响了术后视力的提高,我们将会在角膜缝线拆除后为患者进行白内障手术,力争达到较好的视觉效果。

术后平均散光度较小,在角膜病变需行 PKP 时,VisuMax 飞秒激光较传统的环钻切割仍具有优势。但与 Intralase 飞秒激光相比,VisuMax 飞秒激光在角膜切割的形状和角度上仍需继续努力,开发出更好的角膜移植软件,为角膜病患者带来更好的治疗效果。

#### 参考文献:

- [1] Holzer MP, Rabsilber TM, Auffarth GU, et al. Penetrating keratoplasty using femtosecond laser[J]. Am J Ophthalmol, 2007, 143(3):524-526.
- [2] Birnbaum F, Wiggermann A, Maier PC, et al. Clinical results of 123 femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasties[J]. Graefes Arch Clin Exp, 2013, 251(1):95-103.
- [3] Tan JC, Heng WJ. One-year follow-up of femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty[J]. Clin Ophthalmol, 2013, 7: 403-409.
- [4] 李绍伟,陈铁红,张涛,等. 飞秒激光辅助的穿透性角膜移植术临床疗效观察[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2013, 15(12): 709-712.
- [5] Tan DT, Dart JK, Holland EJ, et al. Corneal transplantation[J]. Lancet, 2012, 379(9827): 1749-1761.
- [6] Levinger E, Trivizki O, Levinger S, et al. Outcome of “mushroom” pattern femtosecond laser-assisted keratoplasty versus conventional penetrating keratoplasty in patients with keratoconus[J]. Cornea, 2014, 33(5): 481-485.
- [7] Maier P, Böhringer D, Birnbaum F, et al. Improved wound stability of top-hat profiled femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty in vitro[J]. Cornea, 2012, 31(8): 963-966.
- [8] 张丽云,董东生,邹留河,等. 穿透性角膜移植术后瞳孔固定性散大临床分析[J]. 中国实用眼科杂志, 2000, 18(2): 105-106.

(收稿日期:2014-12-08)

(本文编辑:季魏红,毛文明)