

[文章编号] 1000-1182(2015)03-0272-04

## 个性化钛网联合多孔高密度聚乙烯矫正 眼眶骨折伴眼球内陷畸形

孙黎波<sup>1</sup> 肖金刚<sup>1,2</sup> 兰玉燕<sup>2</sup> 熊义林<sup>3</sup> 张力<sup>1</sup> 周航宇<sup>1</sup> 张磊<sup>1</sup>

1.泸州医学院附属口腔医院口腔颌面外科; 2.口颌面修复重建和再生实验室;

3.泸州医学院附属医院放射科, 泸州 646000

**[摘要]** 目的 应用镜像与快速成型技术制作个性化钛网重建眼眶, 在钛网上植入多孔高密度聚乙烯(Medpor)矫正眼球内陷, 评价其治疗效果。方法 对18例眼眶骨折患者术前行眼眶轴位、冠状位及矢状位CT扫描及三维重建, 以CT数据为基础, 应用快速成型技术制备实体模型, 在其上制作个性化预成形钛网, 术中植入钛网行眼眶重建, 并在钛网基础上充填Medpor矫正眼球内陷。术后复查眼眶CT, 检查钛网植入位置、眼及面部外形和眼功能。结果 术后复查CT, 18例患者的个性化预成形钛网均能精确地重建骨折的眼眶, 眼及面部外形和眼功能显著恢复。术中术后均未发生严重并发症。结论 基于镜像与快速成型技术的个性化预成形钛网技术可以精确地重建骨折及伴有骨缺损的眼眶, 在钛网上植入Medpor可有效矫正眼球内陷及眼球下移畸形。

**[关键词]** 眼眶骨折; 眼球内陷; 镜像; 个性化钛网

**[中图分类号]** R 782.4 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2015.03.012

**Reconstruction of the orbital fracture with enophthalmos using customized titanium mesh combined with Medpor** Sun Libo<sup>1</sup>, Xiao Jingang<sup>1,2</sup>, Lan Yuyan<sup>2</sup>, Xiong Yilin<sup>3</sup>, Zhang Li<sup>1</sup>, Zhou Hangyu<sup>1</sup>, Zhang Lei<sup>1</sup>. (1. Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, Hospital of Stomatology, Luzhou Medical College, Luzhou 646000, China; 2. Orofacial Reconstruction and Regeneration Laboratory, Hospital of Stomatology, Luzhou Medical College, Luzhou 646000, China; 3. Dept. of Radiology, Affiliated Hospital, Luzhou Medical College, Luzhou 646000, China)

**[Abstract]** **Objective** This study aims to evaluate the effect of customized titanium mesh, which was designed by mirror imaging and rapid prototyping technique, with Medpor applied for orbital fracture with enophthalmos. **Methods** Orbital axial, coronal, and sagittal CT scan, and three-dimension CT examination were performed routinely in 18 cases of orbital fracture with enophthalmos preoperatively. Based on the CT data, prosthesis model was designed by reverse engineering and rapid prototyping technique. The customized titanium mesh and Medpor were applied for orbital reconstruction and enophthalmos correction. Orbital reduction and globe projection were evaluated by postoperative CT scan and clinical follow-up visits. **Results** CT scans revealed that the customized titanium mesh with Medpor had great accuracy to reconstruct the orbital fracture and correct the enophthalmos in all patients without serious complications. The eye and facial appearance and function recovered significantly. No serious complication occurred in the operation and after operation. **Conclusion** The customized titanium mesh, based on mirror imaging and rapid prototyping technique, can accurately reconstruct the orbital fractures with enophthalmos. The application of Medpor can effectively correct enophthalmos and eyeball mobility malformation.

**[Key words]** orbital fracture; enophthalmos; mirror imaging; customized titanium mesh

近年来随着交通事故增多, 眼眶骨折发病率逐

渐上升。眼眶骨折一般分为两类, 一类是眶缘骨折, 另一类是眶壁骨折。目前对于眶缘骨折的治疗, 多数学者已达成共识, 但眶壁骨折常导致眼球内陷、眼球下移、复视、视力障碍、眼球运动受限及影响美观等功能障碍, 目前关于眶壁骨折的治疗仍然存在诸多问题。

**[收稿日期]** 2014-10-12; **[修回日期]** 2015-03-20

**[基金项目]** 国家自然科学基金资助项目(81371125); 四川省科技厅基金资助项目(2014JY0044); 四川省教育厅基金资助项目(10-ZB030, 15ZB0167)

**[作者简介]** 孙黎波, 硕士, E-mail: 184466899@qq.com

**[通信作者]** 肖金刚, 副教授, 博士, E-mail: drxiao.jg@sohu.com

本研究通过镜像技术与快速成型技术制作个性化钛网重建眶壁,联合多孔高密度聚乙烯(Medpor)植入矫正眼球内陷以及眼球下移畸形,取得了较理想的整复效果。镜像技术即反求工程技术(reverse engineering technique),是将实物变为计算机辅助设计模型相关的数字化技术、几何模型重建技术和产品制造技术的总称,是将已有产品或实物模型转化为工程设计模型和概念模型,在此基础上对已有产品进行解剖、深化和再创造的过程。快速成型(rapid proto-typing, RP)技术是在计算机的控制下,根据物体的计算机辅助设计模型或CT数据等,通过材料的精确堆积制造物体的数字化成型技术<sup>[1]</sup>。计算机将CT数据转化成快速成型系统通用的数据输入格式,与计算机辅助设计及制造技术相结合,精确地复制出与生物形体具有相同形状的形体模型<sup>[2]</sup>。

## 1 材料和方法

### 1.1 临床样本

选取2010年10月—2013年12月于泸州医学院附属口腔医院口腔颌面外科接受治疗的眼眶骨折18例,其中,眶下壁骨折9例,眶内侧壁骨折2例,眶内下壁骨折并发上颌骨骨折4例,眶外下壁骨折并发上颌骨、颧骨颧弓骨折3例。患者主要临床表现为眼球内陷、复视、运动障碍和面部畸形。所有患者均完善术前辅助检查,排除手术禁忌。手术时间为伤后7~60 d。

### 1.2 镜像和快速成型技术制作个性化钛网重建骨折的眼眶

所有患者术前均行眼眶轴位、冠状位及矢状位CT扫描及三维重建,采用0.625 mm层厚,扫描范围从颅顶到下颌骨下缘,扫描条件为工作电压120 kV,电流150.00 mAs,分辨率512像素×512像素;扫描后的数据通过DICOM接口从CT主机传到影像工作站,然后以DICOM格式将其刻成光盘;通过计算机将CT图像中眼眶及颅颌面骨断层数据进行三维重建,应用反求技术翻转健侧图像软件得到患侧的正常图像,利用计算机辅助设计和制造技术将重建图形转换成反映眼眶骨原形的三维图形数据,将数据转化为快速成型机使用的STL文件格式;将数据输入激光快速成型机(上海市激光快速原形及模具制造中心),通过激光扫描选择性聚合高分子聚苯乙烯环氧树脂粉末,制备出损伤眼眶的实体模型及修复眼眶的实体模型,术前于实体模型上制作用于重建眼眶的个性化预成形钛网。

### 1.3 手术

采用睑缘下阶梯状皮瓣切口联合口内颧颊沟切口、头皮冠状切口或面部小切口入路,沿睑缘下2~3 mm处水平切开皮肤、皮下,达眼轮匝肌浅面,沿眼轮匝肌睑板前部分浅面与皮肤锐性分离,纵深约5 mm处切开眼轮匝肌桥至深面,顺眶隔浅面向下达眶下缘。于眶下缘3 mm切开骨膜附着,自眶下缘处剥离骨膜,显露眶下壁骨折断端。可视骨折情况附加内眦切口,弧形切开皮肤、皮下,然后直接剥离至骨面,显露眶内侧壁骨折断端。术中避免损伤泪囊、泪道系统及眶下神经血管束。显露骨折断端后,松解、复位骨折断端,解除嵌顿于上颌窦及筛窦内的眶内容物,将移位的眶内容物还纳到眶内,钛网植入前需对骨折区行彻底分离,清除碎骨片,充分显露骨折后缘及内外侧缘,植入个性化钛网重建眼眶。术中确定眼外肌及软组织无嵌顿,钛网的边缘超过骨缺损的范围且与骨折边缘完全闭合后,用钛钉于眶下缘处将钛网固定,根据眼球内陷程度植入多层Medpor材料补充眶容积的不足,用可吸收缝线或生物黏合剂将Medpor固定在钛网上,术区充分止血,分层缝合术区。

### 1.4 治疗效果评价

术后7 d内常规观察患者视力、视野、眼球动度及有无复视,并进行眼球运动功能的训练。7 d后拆除术区缝线,复查眼眶轴位、冠状位、矢状位CT及三维重建,检查钛网植入位置。应用眼球突出度计(Hertel眼球突出计)测定术前和术后2周及6月的眼球突出度,以测量值作为疗效评价的参考指标,术后双眼突出度差异小于1 mm表明矫正效果良好。

## 2 结果

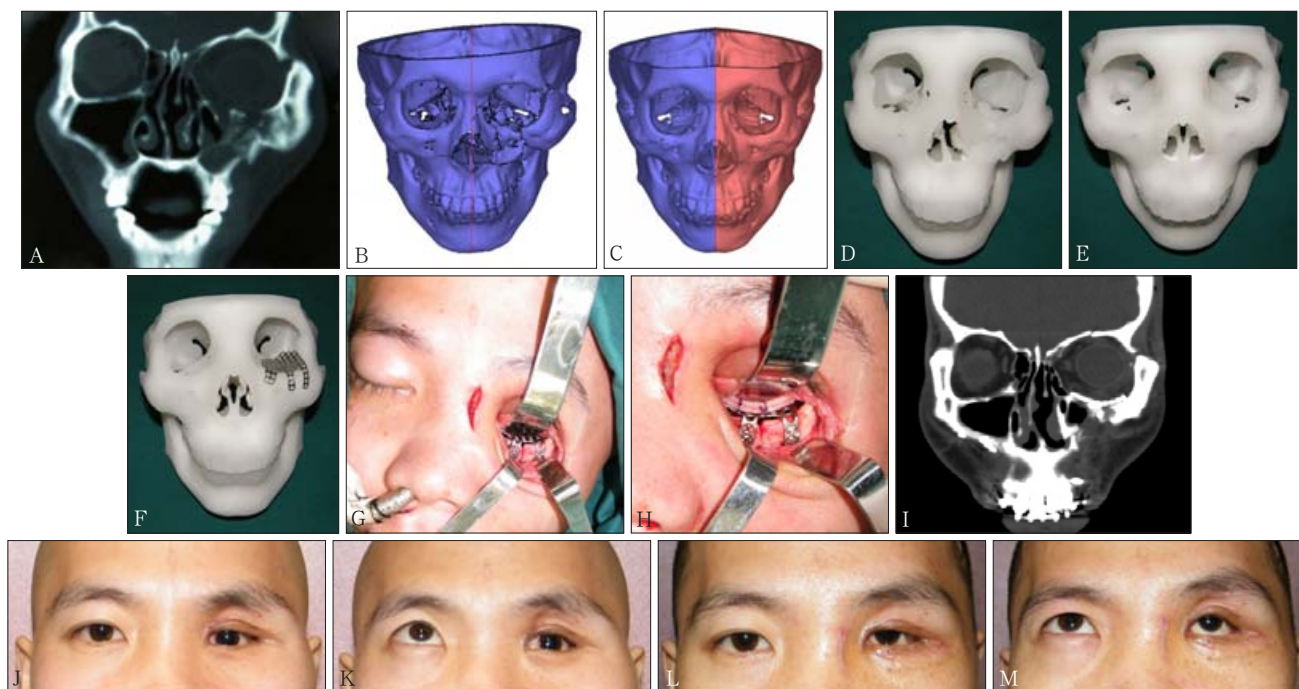
术后复查结果表明,18例患者的个性化预成形钛网均能精确重建骨折的眼眶,眼、面部外形及眼功能显著恢复,术中术后均未发生严重并发症。18例眼球内陷患者中,17例完全矫正,1例矫正欠佳,为靠近眶尖部的内下壁骨折。13例有复视症状的患者,12例复视基本消失,余1例复视症状有明显改善。10例眼球运动受限患者,术后眼球运动功能均恢复正常。1例眶下壁骨折的患者术后出现眶下区麻木,术后6月症状缓解。

典型病例:男性患者,38岁,因交通事故致左眶外下壁骨折并发左上颌骨、左颧骨颧弓骨折及左眶外下壁部分骨缺损,患者左侧眼球内陷、眼球下移,左眼球上转功能受限,复视明显。该病例术前行CT扫描,并应用反求与快速成型技术制作头颅仿



真实体模型,于模型上制作个性化钛网,术中植入个性化钛网修复左眶外下壁骨折及骨缺损部分,植入多层Medpor材料补充眶容积的不足。术后复查CT显示钛网重建骨壁的位置与健侧对称。患者术后未

出现感染、排异和钛网移位等并发症,眼球内陷、眼球下移得到矫正,眼球上转运动功能恢复,术后1周患者复视消失,视力、视野以及眼球动度正常(图1)。



A: 术前CT示左眼眶内下壁、外侧壁及左颧上颌复合体骨折,左眼眶内下壁有骨缺损;B: 原始的眼眶骨折三维重建图像;C: 通过镜像技术获得的修复后眼眶三维重建图像;D: 快速成型技术制作的实体模型;E: 眼眶修复后的实体模型;F: 在修复后的实体模型上制作个性化钛网;G: 术中植入个性化钛网;H: 在植入的钛网上方植入多层Medpor材料矫正眼球内陷和眼球下移;I: 术后CT示个性化钛网修复左眼眶内下壁骨折及骨缺损;J: 术前面像示患侧眼球内陷、眼球下移;K: 术前面像示眼球上转受限;L: 术后面像示患侧眼球内陷、眼球下移得到矫正;M: 术后面像示眼球上转运动功能恢复。

图1 个性化钛网联合Medpor材料矫正眼眶骨折伴眼球内陷畸形典型病例

Fig 1 Typical case of reconstruction of orbital fracture with enophthalmos using customized titanium mesh combined with Medpor

### 3 讨论

眼眶结构复杂,由眶缘和围绕眶内容物的眶腔组成,颧骨构成眶外侧缘和部分外侧壁,蝶骨大翼构成眶腔外壁,上颌骨构成眶下缘和眶底,额骨构成眶上缘和眶顶,筛骨眶板构成眶内侧壁。眶顶将眶腔与前颅窝分开,眶内壁将眶腔与鼻腔和筛窦分开,眶底将眶腔与上颌窦分开。眶缘骨质较厚、强度高、抗力强,而眶壁骨质薄、强度差、易碎。眶尖骨质变厚,保护视神经。这些解剖特点决定眶壁为眼眶骨折的好发部位。目前有很多眼眶骨折的修复材料应用于临床,包括自体骨和人工骨材料<sup>[3]</sup>。自体骨主要为颅骨外板、下颌骨外板<sup>[4]</sup>、上颌骨前壁、肋骨等,人工材料包括高密度多孔聚乙烯、羟磷灰石骨片、钛网等。钛网具有良好的组织相容性、易加工塑形、易固定、质轻且坚韧等优点,并且钛网上的多孔有利于肉芽组织贯穿生长,具有较

强的抗感染能力,是修复眶壁骨折的理想材料<sup>[5]</sup>。安金刚等<sup>[6]</sup>研究显示,计算机辅助制作个性化钛网技术在重建眶壁形态、眶壁修复范围和置入深度等方面均优于自体骨、人工材料移植等传统的重建方法。也有学者指出钛网网架细小和边缘锐利能慢性切割术区软组织致钛网外露。本文术中均采用球钻打磨钛网边缘,使之圆钝,术后无1例患者出现钛网外露。

眼眶骨折可引发一系列并发症,其中主要是眼球内陷、复视、运动障碍。为防止此类并发症的发生,则必须修复眼眶骨折,达到解剖复位,并恢复眶内容物的原有解剖位置。既往修复材料的最终塑形主要凭术者的经验来完成,在吻合性、两侧对称性和骨性标志的修复等方面存在一些缺憾<sup>[7]</sup>。传统的治疗方式,术者在术中通过对骨折区域形态的观察,依据个人经验修整钛网,由于眶周入路手术视野狭窄,术者无法准确观察到骨折区域的形态,且骨折后正常的解剖结构被破坏,无法准确地塑形和

修剪钛网,手术中术者在手术区域内需要反复进行尝试比较,对钛网进行反复调整,很难恢复眶壁的正常解剖形态。

由于在影像诊断、手术入路、植入材料和医学软件领域的进展<sup>[8]</sup>,镜像技术与快速成型技术在临床广泛应用,可以真实地再现眼眶解剖结构及其相互关系,为准确了解眼眶畸形情况、制定科学合理的手术计划提供重要依据<sup>[9-10]</sup>。王兆艳等<sup>[11]</sup>对存在眼球内陷、眶壁缺损、骨性眶腔扩大和眶内软组织疝出的眼眶骨折患者,应用预成形钛网行眶壁修复重建,术中术后均未发生严重并发症,术后CT检查表明眶壁骨折及骨缺损得到了精确的修复。本研究术前通过眼眶实体模型,可以实现在眼眶实体模型上直接比对,对钛网进行一次性精确修剪,同传统钛网植入术相比,可减少术中进入眼眶的尝试比对次数,提供更精确性的修复,并显著缩短手术时间,简化手术过程<sup>[12]</sup>。由于术前考虑了眼眶内的解剖特点,术中可以避免眼眶内重要的解剖结构,明显减少并发症的发生率。

本研究对眶壁骨折患者使用个性化钛网将移位的眶内容物还纳到眶内,直接将钛网覆盖断端,完全将眶内容物托起,并将钛网固定于眶下缘,避免了在术中临时修剪钛网,同时也解决了解剖复位不准确的问题。复杂性眼眶骨折由于骨折错位明显、骨缺损大且跨域不在同一平面的解剖区,采用传统的手术方法将钛网塑形成弯向眶内的凹度并术中修剪多余边缘,很难达到较好恢复骨性眼眶解剖外形的效果。研究表明,应用快速成型技术预制成形个性化钛网在修复眼眶复杂性骨折方面的优势明显,可取得较好的效果。

虽然个性化钛网较传统方法有许多优势,但也存在一些问题,比如钛网不能起到多层填充从而缩小眶腔容积,因此不适用于有眶内容物不足、眼球内陷明显的眼眶骨折<sup>[13-14]</sup>。为解决这类问题,笔者用个性化钛网重建眼眶内侧壁、底壁或外侧壁,在钛网的基础上再根据眼球内陷的程度植入片状Medpor材料补充眶腔容积,恢复眼球的眼位,包括上下、左右及前后位置,有效地矫正了眼球内陷及眼球下移畸形。为了防止植入的钛网或Medpor发生移位,用钛钉将钛网固定于眶缘,用可吸收缝线或生物黏合剂将Medpor固定在钛网上,取得了良好的疗效。

tion of custom mandible titanium tray based on rapid prototyping[J]. Med Eng Phys, 2004, 26(8):671-676.

- [2] Lee JW, Fang JJ, Chang LR, et al. Mandibular defect reconstruction with the help of mirror imaging coupled with laser stereolithographic modeling technique[J]. J Formos Med Assoc, 2007, 106(3):244-250.
- [3] 肖金刚, 刘磊, 董海, 等. 面中部骨折伴发眶底骨折的临床分析[J]. 华西口腔医学杂志, 2007, 25(1):67-69.
- [4] 夏德林, 黄润文, 付光新, 等. 自体下颌骨外板在眶底重建及眼球内陷矫正中的应用[J]. 广东医学, 2012, 33(5):656-658.
- [5] 刘磊, 田卫东. 眼眶骨折的诊治与眼球内陷的矫治[J]. 中华口腔医学杂志, 2008, 43(11):658-661.
- [6] 安金刚, 张益, 张智勇, 等. 计算机辅助制作个性化钛网治疗眼眶骨折继发眼球内陷[J]. 北京大学学报: 医学版, 2008, 40(1):88-91.
- [7] Liao YL, Lu CF, Wu CT, et al. Using three-dimensional multigrid-based snake and multiresolution image registration for reconstruction of cranial defect[J]. Med Biol Eng Comput, 2013, 51(1/2):89-101.
- [8] Bell RB, Markiewicz MR. Computer-assisted planning, stereolithographic modeling, and intraoperative navigation for complex orbital reconstruction: a descriptive study in a preliminary cohort[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2009, 67(12):2559-2570.
- [9] 肖利华, 王毅. 预成形钛网在眼眶爆裂性骨折修复手术中的应用[J]. 中华眼科杂志, 2013, 49(8):762-764.
- [10] 徐静, 韦敏, 沈熾, 等. 快速成型技术在复合性眼眶损伤修复中的应用[J]. 中华创伤杂志, 2014, 30(1):44-47.
- [11] 王兆艳, 阴正勤, 魏世辉, 等. 预成形钛网在眼眶骨折眶壁修复中的应用[J]. 南方医科大学学报, 2013, 33(7):1071-1074.
- [12] Tang W, Guo L, Long J, et al. Individual design and rapid prototyping in reconstruction of orbital wall defects[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2010, 68(3):562-570.
- [13] Wang S, Xiao J, Liu L, et al. Orbital floor reconstruction: a retrospective study of 21 cases[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2008, 106(3):324-330.
- [14] He D, Li Z, Shi W, et al. Orbitozygomatic fractures with enophthalmos: analysis of 64 cases treated late[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2012, 70(3):562-576.

(本文编辑 李彩)

#### [参考文献]

- [1] Singare S, Dichen L, Bingheng L, et al. Design and fabrica-