

· 临床研究 ·

# 计算机辅助设计与制作技术在眼眶爆裂性骨折治疗中的应用及疗效评价

郑嵩山 卜战云 柴昌

**【摘要】** **背景** 眼眶爆裂性骨折引起明显的眼球形态和功能的异常。眼眶解剖结构复杂,故眼眶骨折修复手术中植入物的设计和制作具有一定的难度,而计算机辅助设计与制作(CADM)技术有望提供一种新的方法,但其临床应用价值有待评估。**目的** 研究 CADM 技术在眼眶爆裂性骨折治疗中的应用方法,评价其临床效果。**方法** 对河南省眼科研究所 河南省立眼科医院 2006 年 7 月至 2012 年 7 月收治的眼眶爆裂性骨折患者 74 例 74 眼的手术过程和疗效进行回顾性分析,其中 CADM 手术者 58 例 58 眼,非 CADM 手术者 16 例 16 眼,2 个组间患者基线特征,如年龄、性别和眼别均匹配。CADM 手术组术眼采用 CADM 技术进行个体化三维立体植入物的设计和制作并进行眶骨骨折缺损处的填充,非 CADM 手术组术眼采用常规羟基磷灰石人工骨或多孔聚乙烯高分子合成材料(Medpor)填充法。所有术眼术前均行常规眼部检查以及 CT 检查,术后随访 22~69 个月,在随访期间内定期进行眼部临床观察和 CT 检查。观察指标包括最佳矫正视力、眼球突出度、眼球位置、眼球运动和复视改善情况以及并发症情况。**结果** CADM 手术组和非 CADM 手术组术眼术前最佳矫正视力分别为  $0.71 \pm 0.37$  和  $0.69 \pm 0.41$ ,术后最佳矫正视力分别为  $0.74 \pm 0.38$  和  $0.72 \pm 0.41$ ,组间差异无统计学意义( $F_{\text{分组}} = 0.043, P = 0.837$ ),术眼手术前后视力的总体比较差异有统计学意义( $F_{\text{时间}} = 13.576, P < 0.01$ ),其中 2 个组术眼术后视力均好于术前,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。2 个组间复视和眼球运动障碍治愈和好转的眼数分布差异均无统计学意义( $Z = -0.298, P = 0.766; Z = -0.548, P = 0.584$ )。CADM 手术组和非 CADM 手术组术眼术前眼球内陷度值分别为  $(3.93 \pm 0.99)$  mm 和  $(3.88 \pm 0.97)$  mm,术后分别为  $(0.91 \pm 0.67)$  mm 和  $(1.84 \pm 0.80)$  mm,组间总体比较差异无统计学意义( $F_{\text{分组}} = 3.558, P = 0.063$ ),各组术眼术后眼球内陷度值均明显低于术前,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。CT 影像显示,CADM 手术组术眼植入物在位,与眶骨骨折缺损处贴合良好,患者眼球位置及外观均恢复正常。非 CADM 手术组术眼发生植入物翘起并损伤内直肌。随访期内 CADM 手术组未发现组织感染、排斥反应等不良反应。**结论** CADM 技术用于眼眶爆裂性骨折的治疗可重建三维立体骨性眼眶,并有效改善患眼位置、眼球运动功能和视觉功能,其疗效优于传统植入物填充术。

**【关键词】** 眼眶骨折/手术; 计算机辅助手术/方法; 钛网/治疗; X 射线断层摄影术; 治疗效果; 人

**Application of computer-aided designing and manufacturing technology in the reconstruction of orbital blow-out fracture** Zheng Songshan, Bu Zhanyun, Chai Chang. Henan Eye Institute, Henan Eye Hospital, Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: Zheng Songshan, Email: zhengsongshan@163.com

**[Abstract]** **Background** Orbital blow-out fracture often results in the abnormalities of appearance and function of eye. Because of the special and complex anatomical structure of orbital cavity, it is difficult to design and manufacture the corresponding orbital implants. The computer-aided designing and manufacturing (CADM) technology provides a new approach to orbital implants. However, the clinical value of this method is still under evaluation. **Objective** This study was to investigate the application and the therapeutic effect of CADM for orbital blow-out fracture. **Methods** The clinical data of 74 eyes of 74 patients who received surgery for orbital blow-out fracture from July 2006 to July 2012 in Henan Eye Institute, Henan Eye Hospital were retrospectively analyzed. Fifty-eight patients underwent CADM implanted surgery and 16 patients received non-CADM surgery in the same period with matched age, gender and lateral eyes in both groups. The individualized 3D orbital implants were designed and manufactured by the technology of CADM and then were implanted in the bone defects in the CADM group, while the traditional hydroxyapatite artificial bone or high density porous polyethylene material (Medpor) was utilized in the

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.08.013

作者单位: 450003 郑州, 河南省眼科研究所 河南省立眼科医院

通信作者: 郑嵩山, Email: zhengsongshan@163.com

non-CADM group with a fellow-up duration for 22 to 69 months. The best corrected visual acuity (BCVA), eyeball exophthalmos, ocular position, eye movement, diplopia and postoperative complications were evaluated. **Results** The preoperative BCVA were  $0.71 \pm 0.37$  and  $0.69 \pm 0.41$ , and the postoperative BCVA were  $0.74 \pm 0.38$  and  $0.72 \pm 0.41$  in the CADM group and the non-CADM group, respectively, showing an insignificant intergroup difference ( $F_{\text{group}} = 0.043, P = 0.837$ ), but a significant variation was found over time ( $F_{\text{time}} = 13.576, P < 0.01$ ). The BCVA was significantly improved after surgery compared with before surgery in both groups (both at  $P < 0.05$ ). No significant differences were found in the number of eyes with curative and improved diplopia and eye movement disorders between the two groups during the fellow-up duration ( $Z = -0.298, P = 0.766; Z = -0.548, P = 0.584$ ). The preoperative eyeball exophthalmos values were  $(3.93 \pm 0.99)$  mm and  $(3.88 \pm 0.97)$  mm and the postoperative ones were  $(0.91 \pm 0.67)$  mm and  $(1.84 \pm 0.80)$  mm in the CADM group and the non-CADM group, respectively, without significant difference between the two groups ( $F_{\text{group}} = 3.558, P = 0.063$ ). However, the eyeball exophthalmos values after operation were remarkably lower than those before operation in both groups (both at  $P < 0.05$ ). CT imaging displayed implants fitting well with fracture defect and attached to bone tissue accurately in all of the eyes in the CADM group, but in the non-CADM group, the bulge of implants damaging extraocular muscles or optical nerve was found in 2 eyes. No postoperative complication was seen throughout the fellow-up duration in the CADM group. **Conclusions** CADM technology for orbital blow-out fracture can reconstruct a 3D bony orbit and effectively repair ocular position and appearance, and furthermore restore eye movement and visual functions. The therapeutic outcome of CADM technology for orbital blow-out fracture is superior to conventional implants.

**[Key words]** Orbital fractures/surgery; Surgery, computer-assisted/methods; Titanium meshes/therapeutic use; Tomography, X-ray computed; Treatment outcome; Human

眼眶爆裂性骨折是一种常见的眼眶骨折,多由直径大于眶口的物体钝性打击眼眶软组织和眶缘引起<sup>[1]</sup>。眼球内陷是眼眶爆裂性骨折常见的临床表现,其治疗是一个临床难题<sup>[2]</sup>。眼眶爆裂性骨折的治疗既要保证术后眼部形态和功能的完全恢复,又要避免各种并发症,因此对眼眶植入物的设计、材料的选择提出了更高的要求。计算机辅助设计与制作(computer-aided designing and manufacturing, CADM)技术的进步为此问题的解决提供了一种新的方法。CADM方法在神经外科领域应用较多,但其在眼眶的临床应用报道较少,主要是由于眼眶内下壁骨质较薄且解剖结构复杂,以致CT显像不清,同时还存在CADM精度不够和定位不准等问题。本研究中将CADM技术用于眼眶爆裂性骨折眼球内陷患者的手术治疗,对手术进行了术前设计和优化,并对眼眶植入物进行了个体化的三维立体设计和制作,观察其临床效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用回顾性研究设计。纳入2006年7月至2012年7月于河南省眼科研究所 河南省立眼科医院治疗的单纯眼眶爆裂性骨折且病史资料完整的患者74例,分别实施了CADM手术和非CADM手术。所有患者术前CT检查均证实为眼眶内壁和/或下壁骨折,双眼眼球突出度绝对差值大于2mm,有明显的复视、眼球运动障碍等症状。伴有颅骨、颧骨和上颌骨骨折畸形的患者不

纳入分析。CADM手术组患者58例58眼,其中拳击伤32例,摔伤12例,车祸伤14例;男40例,女18例;年龄16~59岁,平均 $(29.45 \pm 10.52)$ 岁;右眼32例,左眼26例;受伤至手术时间为7~250d,平均 $(60.54 \pm 70.30)$ d。非CADM手术组16例16眼,其中拳击伤9例,摔伤3例,车祸伤4例;男11例,女5例;年龄16~60岁,平均 $(30.05 \pm 11.52)$ 岁;右眼9例,左眼7例;受伤至手术时间为7~240d,平均 $(59.64 \pm 60.30)$ d。2个组术后随访22~69个月,平均 $(42.06 \pm 11.37)$ 个月。2个组多数患者术前有不同程度向组织嵌顿相反方向的眼球运动受限,从而引起不同程度的复视。术后嘱患者坚持眼球运动功能锻炼3~6个月。2个组患者人口基线特征匹配(表1),患者术前均已签署知情同意书。

表1 2个组患者的人口基线特征比较

组别	例数	年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁) <sup>a</sup>	性别(男/女, n) <sup>b</sup>	眼别(右/左, n) <sup>b</sup>
CADM手术组	58	29.45±10.52	40/18	32/26
非CADM手术组	16	30.05±11.52	11/5	9/7
$t/\chi^2$		-0.179	0.000	0.006
P		0.869	0.981	0.939

注:CADM:计算机辅助设计与制作(a:独立样本t检验;b: $\chi^2$ 检验)

### 1.2 方法

**1.2.1 眼眶植入物CADM设计与制作** CADM手术组患者术前常规行眼眶64排超薄层螺旋CT扫描,层厚为0.625mm,并以医学数字图像和通讯(digital imaging and communication in medicine, DICOM)格式存

入光盘, 所得 CT 数据采用 Mimics 10.0 (materialise interactive medical image control system) (比利时 Materialise 公司) 等软件处理、修正 CT 数据, 设置骨密度阈值, 进行三维立体重建骨性眼眶, 应用镜像技术以前正中轴为轴将健侧眼眶翻转并替代患侧眼眶。在眶内壁或下壁内曲面上首先确定眶壁骨折部位, 一般多在眶底后部以及眶内壁中后部; 根据骨折区域和定位固定区域确定最小解剖可定位区域, 其中定位固定区域一般位于眶缘(图 1)。眼眶三维立体模型以立体光刻成型 (stereo lithography, STL) 的格式输出, FLASHFORGE CREATOR 三维立体打印机打印出实体模型, 选取厚度为 0.3 mm 的钛网(瑞士 Synthes 公司) 作为植入材料, 再根据最小解剖可定位区域确定钛网的范围、大小以及三维立体形态(图 2)。制作出的个体化三维立体钛网用电磁抛光机抛光去除边缘毛刺, 超声波清洗机清洁, 术前常规消毒备用。

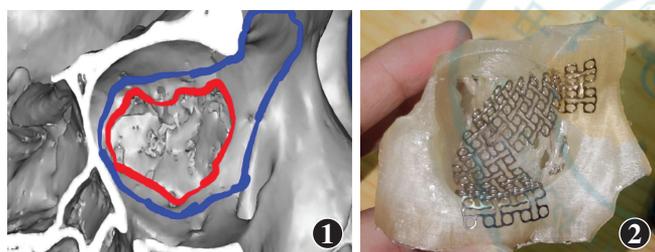


图 1 眼眶植入物设计图 红色圈内为眶壁骨折区域, 蓝色圈内为最小解剖可定位区域 图 2 眼眶植入物与眼眶实体模型 白色为眼眶实体模型, 中间金属为塑形钛网

**1.2.2 CADM 技术在术前手术设计中的应用** 三维立体重建的骨性眼眶建成后, 根据最小解剖可定位区域确定患者的具体解剖定位标志, 如存留完好的眶缘、骨缝、孔或裂等自然解剖标志, 一般包括眶内壁及下壁眶缘、泪后嵴(包括前部 1/3 ~ 1/2)、眶下裂或沟等。将这些解剖标志点或线与制作的个体化三维立体钛网相对应, 以便术中逐一核对。术前根据三维立体重建的骨性眼眶模型可大体确定手术方案, 术中注意保护眼眶内重要结构。

**1.2.3 手术过程** 74 例眼眶爆裂性骨折患者均在全身麻醉下进行手术, 根据骨折位置选择相应的手术切口, 内侧壁骨折缺损选择眉弓内侧皮肤切口, 下壁骨折缺损选择下睑睫毛下皮肤切口, 较大范围骨折缺损选择联合切口。切开眶骨膜, 充分暴露眶壁, 完全复位眶壁骨折缺损处嵌顿的眶软组织(必要时扩大眶壁缺损)。CADM 手术组患者眶壁缺损处植入采用 CADM 技术辅助制作出的个体化三维立体钛网, 用钛钉将其固定于眶缘, 术中眶壁缺损位置依据眶缘或骨缝等骨

性标志进行准确定位, 以确保钛网被植入到正确的位置。分层缝合切口, 术后可见患眼较健眼轻度突出。非 CADM 手术组患者眶壁缺损处植入简单修剪和塑形的羟基磷灰石人工骨或 Medpor。

**1.2.4 临床检查及观察指标** 术前常规检查患者双眼裸眼视力和最佳矫正视力, 用 Hertel 突眼计测量眼球突出度, 用同视机检查眼球位置、眼球运动以及复视情况。裂隙灯显微镜下检查眼前节及前段玻璃体情况, 评估瞳孔对光反射, 用直接或间接检眼镜检查眼底, 常规眼眶 64 排螺旋 CT 检查。术后观察指标包括最佳矫正视力、眼球突出度、眼球运动以及复视情况, 均以术后 3 个月以上的检查数据为准。按照 Findl 等<sup>[3]</sup> 的标准对复视进行分级: 0 级: 无复视; I 级: 周边视野复视 (>15°); II 级: 正前方及阅读位 (<15°) 无复视, 其他方向复视; III 级: 正前方及阅读位 (<15°) 复视。参照 Haigis 等<sup>[4]</sup> 的方法对眼球运动受限情况进行分级: 0 级: 眼球运动不受限; I 级: 向一个或多个方向极限运动时轻度受限; II 级: 向一个或多个方向运动时明显受限; III 级: 向一个或多个方向运动不能到达中线。眼球运动受限和复视治疗效果的判断标准: 治愈: 术后为 0 级; 好转: 术后比术前级别降低; 不变: 术后与术前级别一样; 加重: 术后比术前级别升高。随访时间为 22 ~ 69 个月, 询问患者有无头痛、头晕等症状, 观察患者有无眼部突然肿胀、疼痛并伴有视力下降等症状, 定期进行详细的眼部和眼眶 CT 检查。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件 (IBM-SPSS, Chicago, USA) 进行统计分析。本研究最佳矫正视力和眼球内陷深度指标的数据资料经 W 检验证实呈正态分布, 以  $\bar{x} \pm s$  表示, 2 个组间在手术前后不同时间点最佳矫正视力和患眼内陷深度的总体差异比较均采用重复测量两因素方差分析, 两两比较采用 LSD-t 检验。本研究中不同组间术后眼球转动障碍程度分级和复视程度分级数据资料的差异比较均采用 Mann-Whitney U 检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 术眼术后疗效观察

**2.1.1 2 个组术眼手术一般情况** 2 个组患者术前眼球位置、瞳孔对光反射、眼前节以及眼底等检查均未发现明显异常。CADM 手术组 58 例患者均成功地制作了个体化三维立体钛网, 术中均成功将三维立体钛网植入到眶壁缺损处, 完全修补了眶壁的骨质缺损, 与眶缘固定稳定(图 3)。非 CADM 手术组患者植入物术中

需反复修剪、试填,精确度差,固定困难。

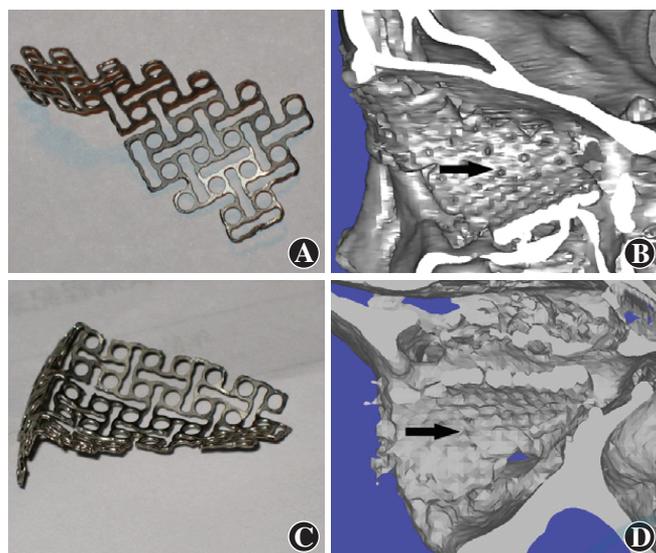


图3 三维塑形钛网的外观和植入情况 A:基于1例眶内壁骨折患者眶壁缺损形状个体化设计和制作的三维立体塑形钛网 B:眶内壁骨折患者三维立体塑形钛网植入(箭头) C:基于1例眶底骨折患者骨质缺损形状个体化设计和制作的三维立体塑形钛网 D:眶底骨折患者三维立体塑形钛网植入(箭头)

**2.1.2 2个组患者术后最佳矫正视力的比较** CADM手术组13眼术后视力得到不同程度的提高,45眼视力与术前保持不变;非CADM手术组4眼术后视力不同程度提高,12例视力与术前保持不变。2个组间术眼最佳矫正视力总体比较差异无统计学意义( $F_{\text{分组}} = 0.043, P = 0.837$ ),各组术眼手术前后最佳矫正视力不同,总体比较差异有统计学意义( $F_{\text{时间}} = 13.576, P < 0.01$ ),其中各组术眼术后最佳矫正视力均好于术前,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ) (表2)。

表2 2个组患眼手术前后最佳矫正视力比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	眼数	最佳矫正视力	
		术前	术后
CADM手术组	58	0.71±0.37	0.74±0.38 <sup>a</sup>
非CADM手术组	16	0.69±0.41	0.72±0.41 <sup>a</sup>

注: $F_{\text{分组}} = 0.043, P = 0.837; F_{\text{时间}} = 13.576, P < 0.01; F_{\text{交互作用}} = 0.053, P = 0.819$ 。与各自组内术前值比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$  (重复测量两因素方差分析, LSD-*t* 检验) CADM:计算机辅助设计与制作

**2.1.3 各组术眼术后复视及眼球运动障碍的评价** 术后3~6个月,2个组术眼眼球运动功能均有不同程度改善。2个组患者复视治疗效果比较,差异无统计学意义( $Z = -0.298, P = 0.766$ );2个组患者眼球转动障碍治疗效果比较,差异无统计学意义( $Z = -0.548, P = 0.584$ ) (表3)。

表3 2个组患者复视及眼球转动障碍治疗效果比较(*n*)

组别	总眼数	复视不同疗效眼数				眼球转动障碍不同疗效眼数			
		治愈	好转	不变	加重	治愈	好转	不变	加重
CADM手术组	58	27	19	12	0	26	17	15	0
非CADM手术组	16	7	5	4	0	6	5	5	0
Z									
P									

注:CADM:计算机辅助设计与制作(Mann-Whitney U 检验)

**2.1.4 各组术眼眼球内陷度比较** 2个组间术眼手术前后眼球内陷度的总体比较差异无统计学意义( $F_{\text{分组}} = 3.558, P = 0.063$ ),但所有术眼手术前后的眼球内陷度明显不同,差异有统计学意义( $F_{\text{时间}} = 1323.636, P < 0.01$ ),其中2个组术眼术后眼球内陷度值明显小于术前值,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。CADM手术组术眼术后眼球内陷度值较术前约减小3.02mm,非CADM手术组约减小2.04mm(图4,5,表4)。



图4 CADM手术组术眼手术前后眼球内陷度比较 A:术前患者左眼明显凹陷 B:术后患者左眼凹陷消失,双侧基本对称



图5 非CADM手术组术眼手术前后眼球内陷度比较 A:术前患者左眼明显凹陷 B:术后患者左眼凹陷稍改善,双侧仍不对称

表4 2个组术眼手术前后眼球内陷度值比较( $\bar{x} \pm s, \text{mm}$ )

组别	眼数	眼球内陷度值	
		术前	术后
CADM手术组	58	3.93±0.99	0.91±0.67 <sup>a</sup>
非CADM手术组	16	3.88±0.97	1.84±0.80 <sup>a</sup>

注: $F_{\text{分组}} = 3.558, P = 0.063; F_{\text{时间}} = 1323.636, P = 0.000; F_{\text{交互作用}} = 51.200, P = 0.000$ 。与各自组内术前值比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$  (重复测量两因素方差分析, LSD-*t* 检验) CADM:计算机辅助设计与制作

**2.2 各组术眼 CT 影像学表现**

对CADM手术组术眼手术前后CT影像进行对比,术后CT影像显示眼眶解剖结构得到重建,眶壁缺损修补完整(图6,7)。非CADM手术组术眼术后CT影像显示,6眼未得到较好的眼眶解剖结构重建,其中较严重者2眼(图8)。

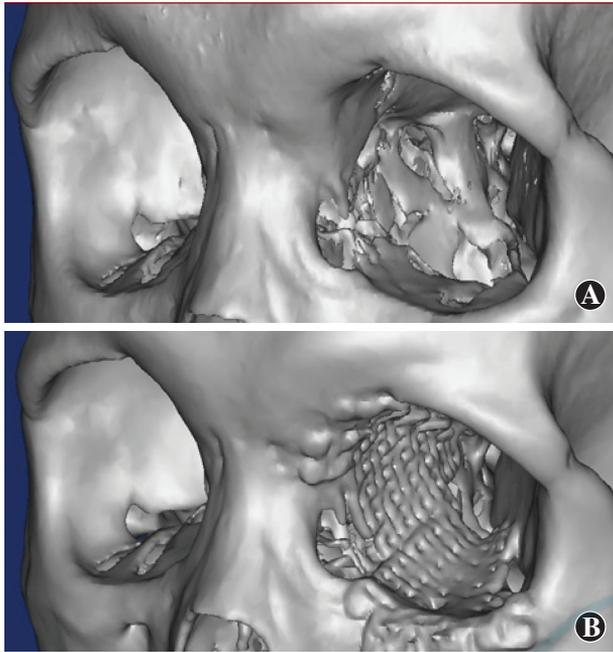


图 6 CADM 手术组手术前后术眼眼眶 CT 三维重建图 A: 术前患者左眼眶内下壁骨折缺损 B: 术后患者左眼眶的解剖结构得到精确重建

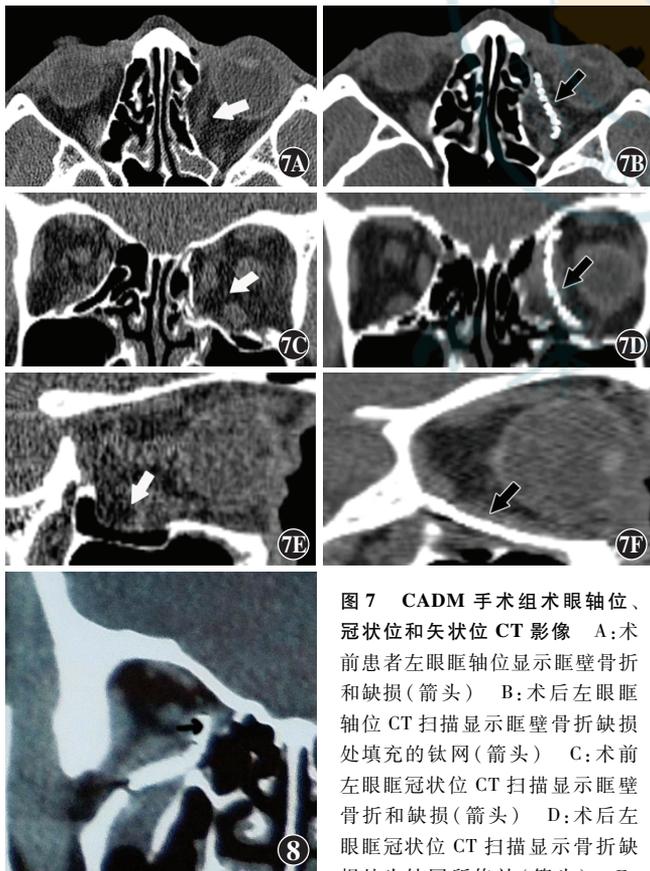


图 7 CADM 手术组术眼轴位、冠状位和矢状位 CT 影像 A: 术前患者左眼眶轴位显示眶壁骨折和缺损(箭头) B: 术后左眼眶轴位 CT 扫描显示眶壁骨折缺损处填充的钛网(箭头) C: 术前左眼眶冠状位 CT 扫描显示眶壁骨折和缺损(箭头) D: 术后左眼眶冠状位 CT 扫描显示骨折缺损处为钛网所修补(箭头) E: 术前左眼眶矢状位 CT 扫描显示眶壁骨折和缺损(箭头) F: 术后左眼眶矢状位 CT 扫描可见眶壁骨折缺损处为钛网所修补(箭头)

图 8 非 CADM 手术组术眼术后 CT 影像 羟基磷灰石人工骨剪裁精确度欠佳, 向眶中心内翘, 损伤内直肌(箭头)

### 2.3 术眼术后不良反应

在随访期内, CADM 手术组术眼未见组织感染、填充物移位、排斥反应等不良反应, 非 CADM 手术组中 2 眼植入物形状与眼眶解剖形态偏差过大, CT 影像显示羟基磷灰石填充物翘起, 损伤内直肌。

### 3 讨论

眼眶爆裂性骨折多认为是在间接性外力作用下, 由于眶内压力的增高, 超过一定的数值, 在眶壁最薄弱的眶内壁和眶底发生的骨折, 引起眶内软组织嵌顿, 不但可以造成明显的眼球内陷、视力下降或丧失、复视和眼球运动障碍, 还可以造成鼻窦炎和额窦黏液囊肿等<sup>[5]</sup>。对于眼眶爆裂性骨折的治疗, 现在常用方法是采用眶内植入材料修复眶壁缺损和复位内陷眼球, 但仍存在一些问题: 一方面是治疗效果有时不甚理想, 术后仍存在一定程度的眼球内陷<sup>[2]</sup>, 眶壁缺损过大或骨折位置较深并靠近眶尖时, 手术无法进行, 即使勉强手术, 术中对眼部组织的损伤也较重<sup>[6-9]</sup>; 另一方面是会出现一定的并发症, 如发生组织感染、植入材料移位、损伤眶内软组织等<sup>[2]</sup>。

为了提高眼眶爆裂性骨折的治疗效果, 首先要精确地重建眼眶的解剖结构, 随着 CADM 技术、CT 技术、图像处理技术的不断进步, 使精确重建眼眶的解剖结构成为可能。一些国外学者逐渐开始对眼眶植入物进行术前预处理, 进行眼眶结构的重建, 用于眼眶骨折以及其他原因引起的眶壁缺损<sup>[10-12]</sup>, 中国学者也进行了一定的探讨和研究, 取得了一定的成果<sup>[13-14]</sup>。国内外学者所采用的方法大致相似, 首先对患者眼眶进行 CT 扫描, 所得 CT 影像资料采用图像处理软件进行处理加工, 形成眼眶的三维立体重建图像, 再利用镜像技术反转以健侧眼眶代替患侧眼眶, 采用快速成形机技术快速形成眼眶的三维实体模型, 并在此实体模型的基础上进行眼眶植入物的塑形, 用于眶壁缺损的修补。本研究在此技术的基础上进行了改进, 通过鼻窦黏膜的影像重建, 校正并解决了眶下壁骨质菲薄, 不易显影及重建的难题, 采用了相对经济的 3D 打印机, 预制个体化的三维立体钛网, 并且术前确定了植入物的定位和固定方案, 术前对手术过程进行了合理的设计和 optimization, 不仅降低了成本, 提高了设计效率, 还提高了手术治疗的效果, 减少或避免了各种并发症的发生。与安全刚等<sup>[13]</sup>的研究相比, 本研究纳入病例较多, 改进了方法, 提高了精度, 并考虑了植入物定位的问题等。CADM 手术组患者成功地进行了眼眶植入物的术前三维立体预制, 通过手术的方法植入到眶壁缺损处, 术后患侧眼

球内陷基本消失, 双侧眼眶恢复对称, 取得了较好的临床治疗效果, 与以往报道相比<sup>[1-2]</sup>, 具有明显的优点, 说明该方法是一种治疗眼眶爆裂性骨折较好的方法。

为了减少或防止并发症的发生, 本研究中选择组织相容性较好的钛作为植入材料, 钛具有强度高、热强度高、抗蚀性好、低温性能好、导热系数小、弹性模量小、质轻、无毒性、无磁性等特点, 被广泛应用于各个医学领域; 同时眶缘钛钉固定可防止钛网移位, 可植入较大的深度而不损伤视神经, 提高了安全性, 并且在长达 69 个月的随访期内, 未发现眼眶植入物感染、排斥反应等不良反应的发生, 亦说明了这种方法的安全性较高<sup>[1-2]</sup>。

CADM 技术在眼眶爆裂性眼科骨折治疗中的应用有明显的优点<sup>[15]</sup>。眼眶解剖结构复杂, 眶壁内表面, 特别是下壁或内壁为一个复杂的曲面, 这为眼眶植入物的设计和制作增加了难度, 以往的方法很难重建这种复杂的曲面, 因此治疗效果不甚理想。CADM 技术设计和制作的个体化三维立体钛网较好地解决了这一问题, 较精确地重建了这一曲面, 提高了治疗效果。CADM 手术组术后眼球内陷度改善值高于非 CADM 手术组, 说明 CADM 手术组治疗效果明显优于非 CADM 手术组, 患者外观恢复较好。个体化钛网及合理的术前设计提高了术中、术后的安全性, 减少或避免了因植入物和手术对眼部组织的损伤, 降低了并发症的发生率。

总之, 本研究结果表明 CADM 技术可以应用于眼眶爆裂性骨折的治疗, 该技术不仅可以有效恢复眼部外观, 使双眼对称, 还可以精确地重建眼眶的解剖结构, 恢复眼球的正常位置和运动功能, 但这种方法应用于临床的时间尚短, 临床研究患者例数仍不够多, 今后尚需扩大样本量进一步观察其疗效。

## 参考文献

- [1] 范先群, 沈勤, 李海生, 等. 眼眶爆裂性骨折伴眼球内陷的眼眶容积测量[J]. 中华眼科杂志, 2002, 38(1): 39-41.
- [2] 范先群, 张涤生, 冯胜之, 等. 眼眶爆裂性骨折眼球内陷的晚期整复治疗[J]. 中华眼科杂志, 2002, 38(11): 644-649.
- [3] Findl O, Drexler W, Menapace R, et al. Improved prediction of intraocular lens power using partial coherence interferometry[J]. J Cataract Refract Surg, 2001, 27(6): 861-867.
- [4] Haigis W, Lege B, Miller N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2000, 238(9): 765-773.
- [5] Gosse EM, Ferguson AW, Lymburn EG, et al. Blow-out fractures; patterns of ocular motility and effect of surgical repair[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2010, 48(1): 40-43. doi: 10.1016/j.bjoms.2009.04.028.
- [6] 卜战云, 柴昌, 郑嵩山. 眼眶骨折的手术时机与疗效分析[J]. 中华实验眼科杂志, 2011, 29(12): 1129-1130. doi: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2011.12.017.
- [7] Garibaldi DC, Merbs SL, Grant MP. Repair of orbital fractures[J]. Ophthalmology, 2009, 116(11): 2265-2265. doi: 10.1016/j.opht.2009.08.008.
- [8] Hwang K, You SH, Sohn IA. Analysis of orbital bone fractures; a 12-year study of 391 patients[J]. J Craniofac Surg, 2009, 20(4): 1218-1223. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181ae01.
- [9] Kummoona R. Management of injuries of the orbital skeleton[J]. J Craniofac Surg, 2009, 20(3): 762-767.
- [10] Metzger MC, Schön R, Schmelzeisen R. Preformed titanium meshes; a new standard? [J]. Skull Base, 2007, 17(4): 269-272. doi: 10.1055/s-2007-984494.
- [11] Metzger MC, Schön R, Zizelmann C, et al. Semiautomatic procedure for individual preforming of titanium meshes for orbital fractures[J]. Plast Reconstr Surg, 2007, 119(3): 969-976.
- [12] Schön R, Metzger MC, Zizelmann C, et al. Individually preformed titanium mesh implants for a true-to-original repair of orbital fractures[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2006, 35(11): 990-995.
- [13] 安全刚, 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.
- [14] 范先群, 周慧芳, 陶凯, 等. 复合性眼眶骨折修复重建术中计算机辅助设计和辅助制造技术的应用[J]. 中华眼科杂志, 2005, 41(12): 1092-1097.
- [15] Huempferner-Hierl H, Doerfler HM, Kruber D, et al. Morphologic comparison of preformed orbital meshes[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2015, 73(6): 1119-1123. doi: 10.1016/j.joms.2015.01.031.

(收稿日期: 2015-03-16)

(本文编辑: 尹卫靖 刘艳)

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评的稿件, 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识进行文字加工、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)