

## · 经验交流 ·

计算机辅助设计与快速成形技术在复杂髌臼骨折  
切开复位内固定术中的应用

胡维界, 刘峰, 张军钰

(庆阳市第二人民医院骨科, 甘肃 庆阳 745000)

**【摘要】** 目的: 探讨利用计算机辅助设计 (computer-aided design, CAD) 和快速成形技术 (rapid prototyping, RP) 进行切开复位内固定治疗复杂髌臼骨折的临床及功能疗效。方法: 对 2011 年 6 月至 2014 年 1 月收治的 23 例复杂髌臼骨折利用 CAD 和 RP 进行切开复位内固定治疗, 男 14 例, 女 9 例; 年龄 22~68 岁, 平均 39.96 岁。骨折按 Letournel-Judet 分型: 双柱骨折 (X) 13 例, T 形骨折 (VIII) 5 例, 前柱及后半横行骨折 (IX) 5 例。术后采用改良 Matta 髌臼骨折复位标准评定骨折复位质量, 末次随访时采用改良 d'Aubigné-Postel 功能评分标准评定髌关节功能, 并记录随访过程中出现的并发症。结果: 23 例患者获随访, 时间 10~38 个月, 平均 20.6 个月。手术时间 90~180 min, 平均 123 min; 术中出血量 400~1 400 ml, 平均 728 ml; 根据改良 Matta 髌臼骨折复位标准: 解剖复位 14 例, 良好复位 8 例, 不满意复位 1 例; 末次随访时改良 d'Aubigné-Postel 髌关节功能评分: 优 15 例, 良 6 例, 可 1 例, 差 1 例; 随访过程中发现 3 例创伤性关节炎, 1 例坐骨神经损伤, 1 例髌臼脱位, 2 例异位骨化, 1 例股骨头坏死。结论: 利用 CAD 和 RP 进行切开复位内固定治疗复杂髌臼骨折, 具有手术创伤小, 出血量少, 固定可靠, 手术并发症少, 安全性高, 临床疗效良好等特点, 可广泛应用于临床治疗。

**【关键词】** 髌臼; 骨折; 计算机辅助设计; 快速成型; 外科手术

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.04.003

**Application of computer-aided design and rapid prototyping for open reduction and internal fixation of complex acetabular fractures** HU Wei-jie, LIU Feng, and ZHANG Jun-yu. Department of Orthopaedics, the Second People's Hospital of Qingyang, Qingyang 745000, Gansu, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the clinical and functional efficacy of the treatment of complex acetabular fractures by open reduction and internal fixation techniques with computer-aided design and rapid prototyping. **Methods:** From June 2011 to January 2014, 23 complex acetabular fractures were treated in our department, including 14 males and 9 females, with an average of 39.96 years old ranging from 22 to 68 years old. According to Letournel-Judet classification, there were 13 cases of double column fracture, 5 cases of T-shaped fracture and 5 cases of anterior-posterior semi-transverse fracture. By the modified Matta radiological system reduction quality was evaluated. Modified d'Aubigné-Postel evaluation system was used to assess functional recovery, and complication were recorded at follow-up. **Results:** The 23 patients were followed up from 10 to 38 months (averaged, 20.6 months). The operation time for this series ranged from 90 to 180 minutes (averaged, 123 minutes). The intraoperative blood bleeding ranged from 400 to 1 400 ml (averaged, 728 ml). By the modified Matta evaluation system, 14 cases had anatomic reduction, 8 cases had satisfactory reduction, and 1 case had dissatisfactory reduction. According to the Modified d'Aubigné-Postel evaluation system at the last follow-up, 15 cases were excellent, 6 good, 1 fair and 1 poor. Postoperative complication, traumatic osteoarthritis were in 3 cases, injury of sciatic nerve in 1 case, acetabulum dislocation in 1 case, heterotopic ossification in 2 cases, and femoral head necrosis in 1 case. **Conclusion:** Open reduction and internal fixation techniques with computer-aided design and rapid prototyping can be widely used in clinical treatment of complex acetabular fractures. Because it can lead to limited invasion, less blood loss, rigid fixation, fewer complication, high safety, and satisfactory outcomes.

**KEYWORDS** Acetabulum; Fractures; Computer-aided design; Rapid prototyping; Surgical procedures, operative  
Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(4):302-305 www.zggszz.com

复杂性髌臼骨折多为高能量的严重创伤所致,

其约占整个创伤的 3%, 短期并发症发病率为 50%~80%<sup>[1]</sup>。对于明显移位的髌臼骨折, 切开复位内固定术是治疗的首选方法<sup>[2]</sup>。但因手术过程中髌臼解剖位置深且特殊、移位形式复杂、合并伤多等因素已成

通讯作者: 胡维界 E-mail: huweijie175@163.com

Corresponding author: HU Wei-jie E-mail: huweijie175@163.com

为创伤骨科领域中的难题之一<sup>[3]</sup>。随着计算机辅助设计和快速成形技术在骨科临床的应用,这一难题迎刃而解<sup>[4]</sup>。利用该技术可术前模拟手术过程,从而具有增加手术精准性,减少损伤及出血,缩短手术时间等诸多优势。2011 年 6 月至 2014 年 1 月利用计算机辅助设计(CAD)和快速成形技术(RP)对 23 例复杂髋臼骨折进行切开复位内固定治疗,本文旨在探讨其临床及功能疗效。

## 1 临床资料

本组 23 例,男 14 例,女 9 例;年龄 22~68 岁,平均 39.96 岁。致伤原因:交通伤 14 例,高处坠落伤 6 例,重物砸伤 3 例。骨折按 Letournel-Judet 分型<sup>[5]</sup>:双柱骨折(X)13 例,T 形骨折(VIII)5 例,前柱及后半横行骨折(IX)5 例。合并伤:创伤性休克 3 例,不同程度胸腹损伤 3 例,四肢骨折 4 例,脊柱骨折 2 例,坐骨神经损伤 3 例。

## 2 方法

### 2.1 CAD 及 RP 应用

其基本原理是通过 CT 扫描,获取患者髋臼骨折的二维图像资料,利用计算机三维重建技术建立髋臼骨折模型,并将其输入 CAD 软件,进行个体化手术方案的设计同时验证其可行性,最终采用 RP 制作出与实体 1:1 等大的髋臼骨折模型,在直视下进一步明确骨折类型、移位程度,钢板预弯、螺钉固定

位置等情况(图 1)。

### 2.2 手术方法

采用全身麻醉,患者取健侧卧位的“漂浮体位”,常规消毒铺单。本组患者采用髂腹股沟入路 4 例, Kocher-Langenbeck 入路 5 例,前后路联合 14 例,按术前模拟手术方案,对骨折进行复位,将预弯的重建钢板放置于预定位置并进行相关固定,C 形臂 X 线机透视确定骨折复位良好、钢板固定在位、螺钉长度适宜,髋关节活动正常,分别于髂窝至耻骨后区的深及浅层置引流管,逐层缝合伤口,术毕。

### 2.3 术后处理

术后均给予下肢皮牵引 14 d,常规应用抗生素 24 h,术后 48~72 h 拔除引流管。术后第 2~10 天每日皮下注射低分子肝素钙 1 500 U,2 周内,每日口服吲哚美辛 50 mg,并鼓励患者做下肢肌肉等长收缩锻炼。术后第 14 天开始被动髋关节屈伸功能锻炼,逐渐进行不负重主动髋关节屈伸功能锻炼。根据骨折固定情况和骨折愈合情况决定下床时间,通常为术后 4 周扶拐不负重行走,术后 8 周可逐渐负重行走。

### 2.4 疗效评价与方法

根据影像学资料采用改良 Matta<sup>[6]</sup>髋臼骨折复位标准评定骨折复位质量:解剖复位为骨折移位 0~1 mm,良好复位为骨折移位 2~3 mm,不满意复位为骨折移位 >3 mm;采用改良 d'Aubigné-Postel 髋关节

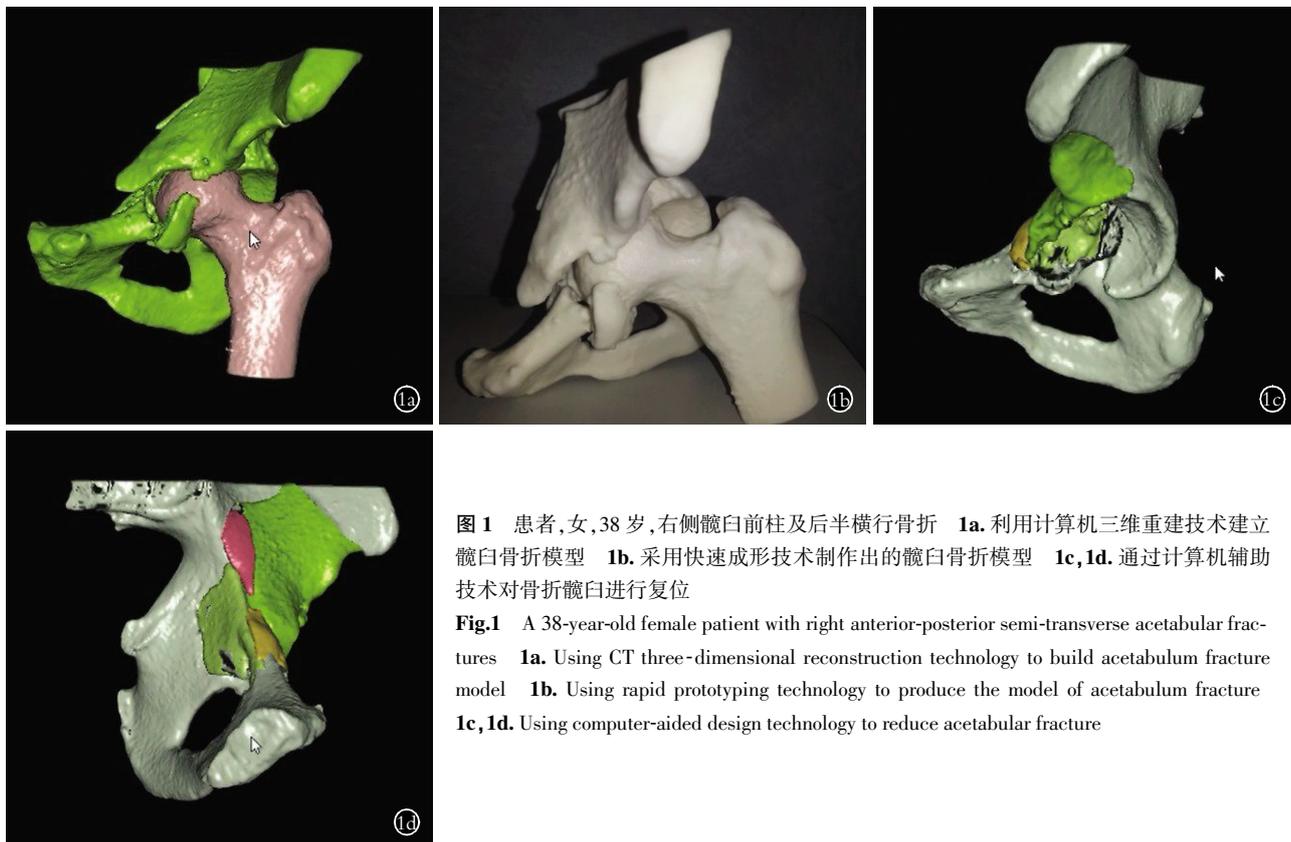


图 1 患者,女,38 岁,右侧髋臼前柱及后半横行骨折 1a. 利用计算机三维重建技术建立髋臼骨折模型 1b. 采用快速成形技术制作出的髋臼骨折模型 1c,1d. 通过计算机辅助技术对骨折髋臼进行复位

Fig. 1 A 38-year-old female patient with right anterior-posterior semi-transverse acetabular fractures 1a. Using CT three-dimensional reconstruction technology to build acetabulum fracture model 1b. Using rapid prototyping technology to produce the model of acetabulum fracture 1c, 1d. Using computer-aided design technology to reduce acetabulum fracture

功能评分<sup>[7]</sup>对其临床疗效进行评估:18 分为优,15~17 分为良,13~14 分为可,0~12 分为差(PMA 髋关节功能评分 18 分=髋关节疼痛 6 分+行走情况 6 分+关节活动范围 6 分)。异位骨化采用 Brooker 等<sup>[8]</sup>分级方法评定:0 级(髋臼骨折周围无软组织钙化),I 级(骨岛至髋部两骨间距离<10 mm),II 级(骨岛至髋部两骨间距离≥10 mm),III 级(骨化部分与骨盆和股骨之间距离<10 mm),IV 级(骨桥连接骨盆和股骨引起髋关节僵硬)。

### 3 结果

23 例患者均获随访,时间 10~38 个月,平均 20.6 个月;手术时间 90~180 min,平均 123 min。术中出血量 400~1 400 ml,平均 728 ml。根据改良 Matta 髋关节复位标准:解剖复位 14 例,良好复位 8 例,不满意复位 1 例;末次随访根据 d'Aubigné-Postel 髋关节功能评分:疼痛 5.61±0.58,行走情况 5.52±0.95,关节活动范围 5.57±1.08,总评分 16.70±2.40;其中优 15 例,良 6 例,可 1 例,差 1 例。典型病例见图 2。

本组术前坐骨神经损伤 3 例,术中未做任何处理,末次随访 2 例完全恢复。发生术后并发症 7 例,其中 3 例创伤性髋关节炎;1 例患者术后 6 个月摔伤致患髋脱臼,最后经过闭合复位治疗;2 例患者发生 Brooker II 级异位骨化未进行任何治疗措施;1 例股骨头坏死,已行全髋关节置换术。未见内固定物松

动、深静脉血栓及伤口感染等并发症发生。

### 4 讨论

对于复杂髋臼骨折治疗,必须使髋臼关节面获得良好解剖复位,关键是提供髋关节足够稳定性,同时早期活动<sup>[9-10]</sup>。随着数字骨科临床研究平台系统在临床的广泛应用,尤其是计算机辅助设计和快速成形技术在髋臼骨折治疗中的应用,其优势主要在于通过计算机辅助设计可将髋臼的不同组成部分单独分开并生成三维模型,可将其任意旋转,选择骨折部位的最佳角度观察,使骨科医生更准确的掌握骨折整个空间情况,为制定更好的临床手术方案提供依据。其结合快速成形技术制成与实体 1:1 等大的髋臼骨折模型,可多视角观察评估髋臼骨折情况,为骨折分类、手术入路选择、内固定方式的选择以及手术方案的制定提供理论依据,此外通过制作髋臼骨折模型,术前可对手术过程进行模拟,包括钢板预弯、放置位置,确定螺钉的种类、长度等,从而在手术过程中可以避免切口过大、减少出血量、缩短手术时间、防止医源性损伤以及提高内固定的生物力学稳定性。Hu 等<sup>[11]</sup>对 7 例髋臼骨折运用计算机辅助设计及快速成形技术进行了切开复位内固定术,认为该项技术对于骨科医生了解骨折的性质和选择恰当的手术方案,都是非常有价值的。汤洋等<sup>[12]</sup>认为对髋臼骨关节面生物形态特征的研究,通过建立更加精确

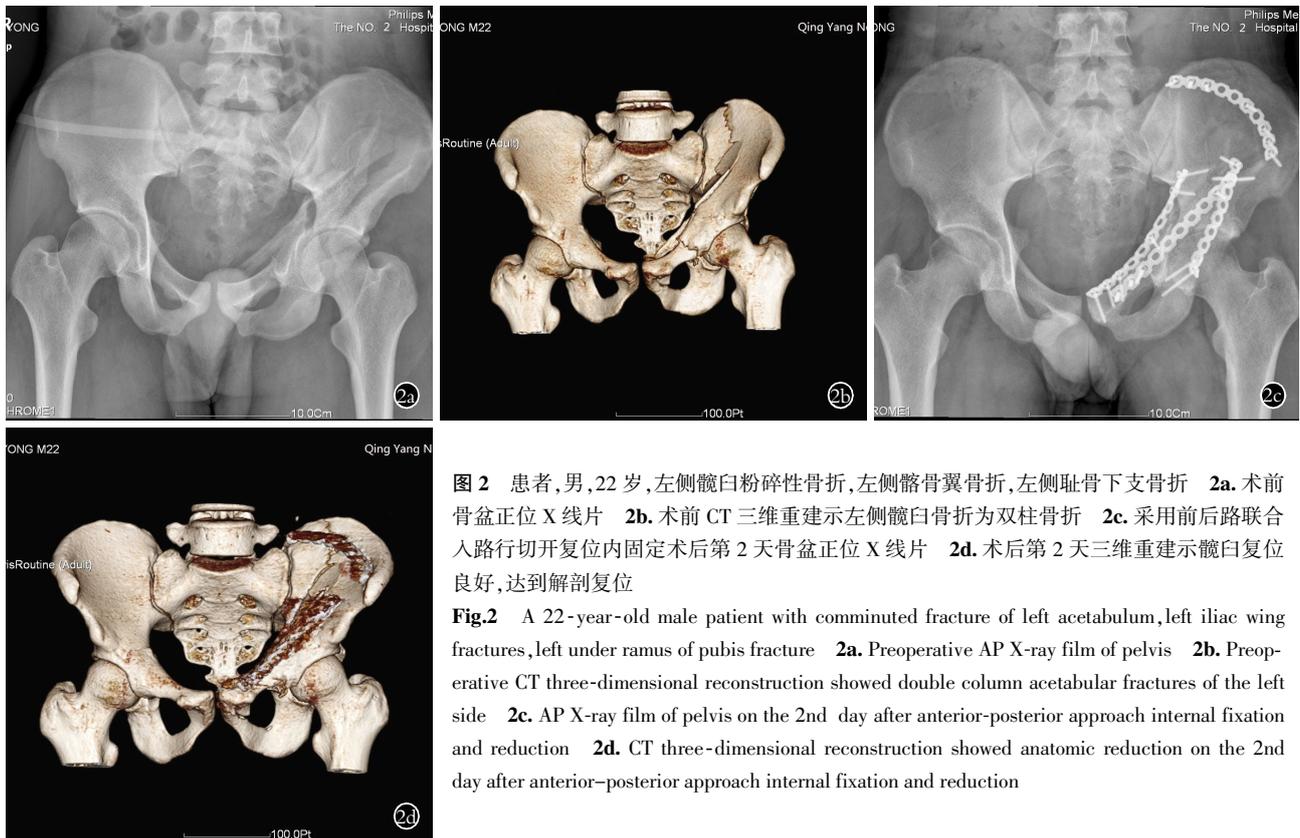


图 2 患者,男,22 岁,左侧髋臼粉碎性骨折,左侧髂骨翼骨折,左侧耻骨下支骨折 2a. 术前骨盆正位 X 线片 2b. 术前 CT 三维重建示左侧髋臼骨折为双柱骨折 2c. 采用前后路联合入路行切开复位内固定术后第 2 天骨盆正位 X 线片 2d. 术后第 2 天三维重建示髋臼复位良好,达到解剖复位

Fig.2 A 22-year-old male patient with comminuted fracture of left acetabulum, left iliac wing fractures, left under ramus of pubis fracture 2a. Preoperative AP X-ray film of pelvis 2b. Preoperative CT three-dimensional reconstruction showed double column acetabular fractures of the left side 2c. AP X-ray film of pelvis on the 2nd day after anterior-posterior approach internal fixation and reduction 2d. CT three-dimensional reconstruction showed anatomic reduction on the 2nd day after anterior-posterior approach internal fixation and reduction

的髋臼三维模型来分析髋关节的生物力学性能,具有重要的临床意义。其与本研究目的有相似之处,均有助于评估髋臼各方面生物力学性能,对髋臼相关疾病治疗有重要临床应用价值。

笔者认为该技术与传统方法相比有绝对优势,但计算机辅助设计及快速成形技术在复杂髋臼骨折的应用中也存在很多问题。因髋臼骨折模型是通过计算机辅助设计结合快速成型技术而产生,其单纯由骨骼构成,而忽略了其周围肌肉、韧带、血管、神经等对手术过程的影响。故模拟手术往往可能低估手术难度。在真实手术过程中,骨折复位相对困难,甚至为了实现解剖复位而过度剥离损伤软组织,如何将模拟手术方案在真实手术中精确实施是计算机辅助设计及快速成形技术在髋臼骨折中应用的最大困难。王满宜等<sup>[13]</sup>认为计算机辅助骨科手术是一种新兴技术,骨科医生在认同和掌握其各种优势的情况下,更应重视该技术所暴露的日益增多的问题。

本研究共利用 CAD 及 RP 对 23 例复杂髋臼骨折患者行切开复位内固定技术,术中骨折粉碎类型、移位方向与模型完全一致,均按原制定手术方案完成手术,但是在实际操作过程中发现术前模拟手术过程对骨折复位难度的低估。术后复位情况及功能疗效良好。故认为,计算机辅助设计与快速成形技术在髋臼骨折切开复位内固定的治疗方面与传统方法相比有绝对优势,但是如何将模拟手术方案在真实手术中精确实施是当前面临的重大困难。

#### 参考文献

- [1] Dunet B, Tournier C, Billaud A, et al. Acetabular fracture: long-term follow-up and factors associated with secondary implantation of total hip arthroplasty[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013, 99(3): 281-290.
- [2] De Bellis UG, Legnani C, Calori GM. Acute total hip replacement for acetabular fractures: a systematic review of the literature[J]. *Injury*, 2014, 45(2): 356-361.
- [3] 王辉, 毕大卫, 胡钢锋, 等. 自制三维解剖锁定钢板固定复合型髋臼骨折的解剖学研究[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(2): 149-152. Wang H, Bi DW, Hu GF, et al. Anatomical study on the treatment of complex acetabular fractures with self-designed 3-dimensional anatomical locking plate[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2013, 26(2): 149-152. Chinese with abstract in English.
- [4] 丁焕文, 涂强, 王迎军, 等. 数字化骨科手术新方法的建立及其临床广泛应用[J]. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2010, 2(2): 92-97. Ding HW, Tu Q, Wang YJ, et al. Establishment of the new method of digital orthopaedics surgery and its clinical application widely[J]. *Zhongguo Gu Ke Lin Chuang Yu Ji Chu Yan Jiu Za Zhi*, 2010, 2(2): 92-97. Chinese.
- [5] Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1980, (151): 81-106.
- [6] Matta JM. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78(11): 1632-1645.
- [7] Andersson G. Hip assessment: a comparison of nine different methods[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1972, 54(4): 621-625.
- [8] Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, et al. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1973, 55(8): 1629-1632.
- [9] Laflamme GY, Hebert-Davies J, Rouleau D, et al. Internal fixation of osteopenic acetabular fractures involving the quadrilateral plate[J]. *Injury*, 2011, 42(10): 1130-1134.
- [10] 王攀峰, 许硕贵, 张春才, 等. 大转子后半截骨术在累及白顶的髋臼骨折中的应用[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(11): 956-959. Wang PF, Xu SG, Zhang CC, et al. Posterior partial trochanteric osteotomy for the treatment of the roof involved acetabular fractures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2013, 26(11): 956-959. Chinese with abstract in English.
- [11] Hu Y, Li H, Qiao G, et al. Computer-assisted virtual surgical procedure for acetabular fractures based on real CT data[J]. *Injury*, 2011, 42(10): 1121-1124.
- [12] 汤洋, 章云童, 张春才, 等. 髋臼后壁解剖学测量及定量分析[J]. *中国骨伤*, 2014, 27(12): 1024-1028. Tang Y, Zhang YT, Zhang CC, et al. Anatomic measurements and quantitative analysis of posterior acetabular wall[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(12): 1024-1028. Chinese with abstract in English.
- [13] 王满宜, 王军强. 客观认识和评价计算机辅助骨科手术技术, 稳步推进临床应用研究[J]. *中华医学杂志*, 2007, 87(37): 2593-2595. Wang MY, Wang JQ. Objective understanding and evaluating the technology of computer assisted orthopaedic surgery, to steadily push forward the clinical application research[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2007, 87(37): 2593-2595. Chinese.

(收稿日期: 2015-08-20 本文编辑: 王玉蔓)