

# 三维计算机辅助系统在颌面部 陈旧性骨折治疗中的应用

孙应明, 王晓波, 李新军, 丁加根

(解放军第 101 医院口腔科, 江苏无锡 214044)

**[摘要]** **目的** 基于个人计算机实现三维颌颌面硬组织手术预测和模拟, 在颌面部陈旧性骨折的治疗中发挥重要作用。**方法** 系统以 Windows98 为操作平台, 采用医学三维可视化技术和 VisualC++ 6.0 编程语言, 采集患者术前 CT 原始资料, 对 6 例陈旧性骨折患者进行硬组织模型的三维重建以及测量、分析, 采用交互方式进行手术模拟, 确定手术结果。**结果** 该系统成功地 6 例颌面部陈旧性骨折错位愈合的患者提供术前诊断和制定量化的手术方案提供参考。**结论** 该系统的建立将为提高陈旧性骨折临床诊断和治疗水平, 促进医患的交流与合作发挥作用。

**[关键词]** 颌面部; 陈旧性骨折; 计算机图像; 三维手术预测模拟; 虚拟现实

中图分类号: R782.2<sup>+</sup>3 文献标识码: A 文章编号: 1672-271X(2009)02-0115-03

## Application of computer-assisted three dimensional planning and simulation system for orthognathic surgery in the treatment of old maxillafacial fracture

SUN Ying-ming, WANG Xiao-bao, LI Xin-jun, DING Jia-gen (Department of Stomatology, the 101th Hospital of PLA, Wuxi 214044, Jiangsu, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the application of computer-assisted three dimensional planning and simulation system for orthognathic surgery in the treatment of old maxillafacial fracture. **Methods** On the basis of Windows 98, the three dimensional simulation system was set up by 3-D visualization technique and VisualC++ 6.0. The imaging information of six old maxillafacial fracture cases was collected, and the dimensional surgical planning and simulation was preformed by the system. **Results** The orthognathic osteotomies of the six cases were performed in our system interactively and the clinical results were satisfactory. **Conclusion** The system can be used to raise the level of clinical diagnosis and treatment of old maxillafacial fracture, and promote the communication and cooperation between patients and doctors.

**[Key words]** Maxillofacial deformity; Old fracture; Computer graphics; Three dimensional surgical planning and simulation; Virtual reality

颌面部骨折常并发颅脑损伤或其他严重的并发症, 临床上如果颌面骨折治疗不及时或者受伤初期没有正确复位固定, 易造成颌骨的陈旧性骨折的错位愈合, 造成口腔颌面部的功能障碍及牙颌面畸形。部分患者表现为不对称复杂错合畸形<sup>[1]</sup>。但传统的手术方法往往是建立在二维的测量分析和手术模拟的基础上, 对于这类患者会大大影响手术的可预测性和手术效果。我们通过基于 CT 数据开发的三维硬组织手术预测和模拟系统的应用, 指导 6 例复杂

颌面部陈旧性骨折的治疗, 取得了较好的临床效果。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 2005 年 3 月~2007 年 12 月我院口腔科收治的颌面部陈旧性骨折患者 6 例, 男 4 例, 女 2 例。年龄 19~45 岁。受伤至就诊时间为 4 个月~1.5 年。致伤原因: 车祸 5 例, 坠落伤 1 例。均由于受伤时伴颅脑损伤或全身脏器损伤, 以及医疗条件限制而延误治疗。全部患者均有不同程度的牙颌面畸形, 其

作者简介: 孙应明(1971-), 男, 安徽寿县人, 博士后, 主治医师, 从事口腔正畸临床与基础研究。

中,前后牙反合 4 例,开合 2 例,伴有颜面不对称畸形。骨折部位与类型:上颌骨骨折 4 例,上下颌骨联合骨折 2 例。

1.2 术前三维手术测量和分析、手术模拟

1.2.1 三维数据的采集 术前采用我院放射科 Picker 6000(美国) CT 机。采集原始 CT 数据。扫描参数为 120 KV、125 mA,扫描层厚 2 mm、螺距 1.5 mm,共扫描 134 层。图像格式为 516×516 matrix、16bits、ds 格式文件,显示视野(DFOV)为 25 cm。扫描层数由患者头部的长度而定。患者处于自然咬合状态,仰卧位,眶耳平面与水平面垂直。从颌下区开始扫描,一直覆盖到整个头部。通过基于 TCP/IP 协议,采用 FTP 命令将位于工作站上的 CT 数据传输到个人计算机,并保存为 bmp 图像文件。

1.2.2 数据的预处理及三维重建 为了提高重建图像的质量,消除原始的切片文件噪声和 CT 机采样密度方向性不均匀的问题,需对数据的进行预处理。本实验中主要采用区域剪切和滤波、切片插值、图像分割和切片重组等方法。头颅骨骼表面的三维重建采用移动立方体法(Marching Cubes Algorithm,简称 MC)来进行表面重建。

1.2.3 三维测量分析 本研究通过五个常用的硬组织标志点(包括鼻根点、左右耳点和左右眶点)建

立了系统的空间三维坐标。在三维硬组织模型上交互选取了 63 个特征点,并且设立 82 项特征值(包括线距和角度)。根据特征值的测量结果并结合临床经验,可以对患者作出诊断和制定手术计划。

1.2.4 获取待移动组织数据块 显示患者颅颌面图像于图像终端,操作者按手术类型选取标志点,划出截骨线,位于截骨线上的所有边界像素构成“切割线”输入并存储于系统;所有边界像素均予以标记,使“截骨段”由边界像素切割线界定为独立、有确定大小和厚度的多面体操作块。该切割线的所有轮廓点都经过世界坐标到屏幕坐标的转换并标记到头颅图像上,轮廓线不连续之处则予以插值。

1.2.5 对选定的数据块进行手术模拟移动与旋转 通过设定骨块的参数,可以将骨块移动到任何预定位置,如果效果不满意可以重复操作,直到满意为止。

2 结 果

采用三维手术预测和模拟系统在术前对患者进行测量分析以及手术模拟,指导临床手术取得了满意的临床治疗结果。6 例患者进行了 6 个月~1.5 年的随访,6 例患者面部外形、咬合及咀嚼功能均得到显著的恢复和改善(图 1~8)。

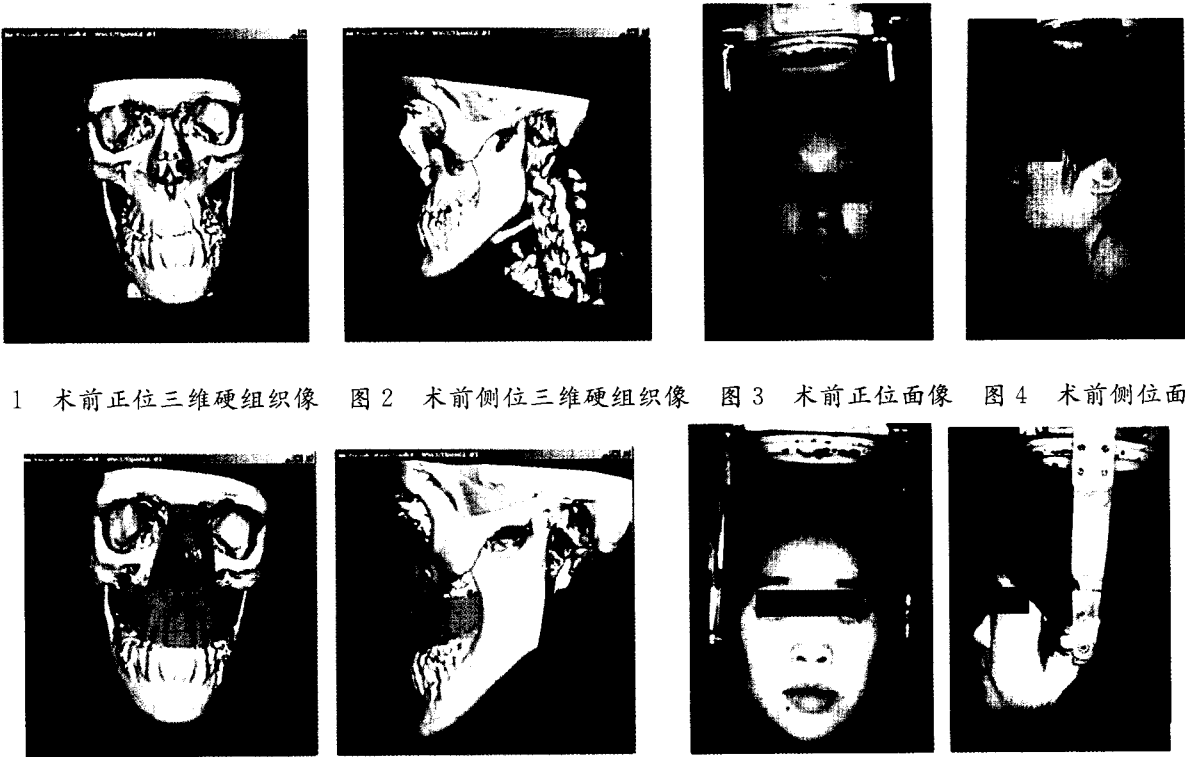


图 1 术前正位三维硬组织像 图 2 术前侧位三维硬组织像 图 3 术前正位面像 图 4 术前侧位面像

图 5 术后正位三维硬组织像 图 6 术后侧位三维硬组织像 图 7 术后正位像 图 8 术后侧位像

### 3 讨 论

因交通事故、坠落伤等造成的重型颌面部创伤,常合并颅脑、胸、四肢以及腹部的损伤。如患者全身损伤症状较重,需多学科救治使颌面部的骨折无法得到早期的治疗。也有一部分患者是因颌面部多发骨折,伤情复杂,或因条件限制,未及时对骨折进行复位而错位愈合造成颌面部的陈旧性骨折,引起面部的不对称畸形和严重影响患者的心理健康<sup>[2]</sup>。我们通过自主开发的三维正颌外科手术预测和模拟系统的应用,指导临床手术取得了明显的治疗效果。

以往临床上采用软件的多为建立在二维数据基础上的手术预测和模拟系统,但它们对于复杂的颌面部畸形存在不可避免的局限性<sup>[1]</sup>:通常采用的二维X线定位头影片是颌颌面骨的二维重叠影像,丧失了许多空间三维信息;影像模糊不清常致定点和测量误差;正位定位X线头影由于影像重叠致无法清晰显示上颌骨、颧骨,鼻—筛—眶区整体外观形态;侧位定位X线头影不能反映颌颌面不对称畸形的特征,手术模拟是在颌颌骨侧位轮廓剪影上进行二维平面的操作,视觉效果类似于传统的剪纸模板拼对疗效预测。

基于CT图像的三维手术模拟是当今的一大热点,因为它克服了以往的局限性<sup>[3]</sup>。Moss等<sup>[4]</sup>以CT资料进行颌颌面骨骼的手术模拟,通过结合激光扫描资料,对50例正畸联合外科手术的先天面部畸形患者,成功地进行交互式计算机图像模拟,并将预测出三维面部形态展示给医生和患者。Xia等<sup>[5-7]</sup>通过CT资料建立的三维计算机辅助模拟截骨手术系统,将外科医生置身于一个虚拟现实环境里:戴一个立体眼镜,手握一个虚拟的“解剖刀”(3D鼠标)来模拟三维骨块的移动,并且可以从任意的视角观察手术的效果。国内杨斌等<sup>[1]</sup>也采用CT方法,进行了颌颌面硬组织的三维重建,并在骨组织上进行了颌颌面整形外科的手术模拟,获得了令人满意的效果。目前关于硬组织的手术模拟的方法已经比较成熟。首先应对移动的骨块进行定义,即确定组织模块内的体数据,以便在模拟手术过程中对要操作的组织块进行变换(平移和旋转)。对这些组织模块的提取应事先确定组织模块的边界,然后根据组织模块的

边界来获取模块中的体数据。这个过程实际上就是对体数据的切割。在三维空间中,对体数据的切割一般采用平面切割,有时候也可以使用曲面切割。但采用曲面切割必须知道曲面的显示表达式。对于一般的曲面我们只能用多个平面进行拟合。当然这样的曲面也可以用已知表达式的曲面来拟合,如二次曲面等,但由于体数据量巨大,这样做的结果十分费时,因此用平面来拟合的方式是可取的,从本实验的结果来看也是合适的<sup>[8]</sup>。

本实验所建立起来的颌颌面硬组织手术模拟系统,进行单个骨块的截骨模拟需要大概25分钟的时间。外科医生可以根据临床诊断和经验实施各种类型的截骨手术,并可不断修改直到满意为止。系统还将提供骨块的移动参数,包括平移的距离和旋转的角度等,供术者参考。

### 参 考 文 献

- [1] 沈宁江,吕春堂,毛天球.陈旧性颌骨骨折错位畸形的处理[J].华西口腔医学杂志,1990,8(5):46-49.
- [2] 洪咏龙,封兴华,程晓兵,等.正颌外科技术用于面中部陈旧性骨折的外形与功能重建[J].中国美容医学杂志,2002,11(3):244-246.
- [3] 孙应明,段银钟,惠光艳.计算机辅助正颌外科手术预测和模拟系统—颌颌面硬组织的三维重建[J].中国美容医学杂志,2002,11(5):473-475.
- [4] Moss JP,Grindrod SR,Linney AD,et al. A computer system for the interactive planning and prediction of maxillofacial surgery[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop,1988,17(2):470-475.
- [5] Xia J,Wang D,Samman R et al. Computer-assisted three dimensional surgical planning and simulation; 3D color facial model generation[J]. Int J Oral Maxillofac Surg,2000,29(2):2-10.
- [6] Xia J, Samman R, Wang D, et al. Computer-assisted three dimensional surgical planning and simulation; 3D virtual osteotomy[J]. Int J Oral Maxillofac Surg,2000,29(2):11-17.
- [7] Xia J, Wang D, Samman R, et al. Computer-assisted three dimensional surgical planning and simulation; 3D soft tissue planning and prediction[J]. Int J Oral Maxillofac Surg,2000,29(3):250-258.
- [8] 雋 峰,黎小间,高建华,等.基于OpenGL的医学整形手术仿真研究[J].计算机仿真,2007,24(4):186-189.

(收稿日期:2008-03-31;修稿日期:2008-06-02)

(本文编辑:黄攸生; 英文编辑:王建东)