

◇技术与方法◇

# 计算机辅助三维重建技术在正颌外科应用中的初步研究

李国超<sup>1,2</sup>, 洪 隼<sup>1,2</sup>, 杨棕昕<sup>3</sup>, 马腾飞<sup>1,2</sup>, 黄珊珊<sup>1,2</sup>, 赵 利<sup>1,2</sup>, 韩 良<sup>1,2</sup>, 王元银<sup>1,2</sup>

**摘要** 选择6例颌面部畸形的患者,通过螺旋CT扫描获得所有颌面部畸形患者的影像资料,通过三维重建,采用计算机辅助测量、分析、手术模拟,最后确定手术方法。计算机辅助三维重建技术为6例颌面部畸形患者术前提供相对准确的诊断,通过辅助三维重建技术获得的图像弥补了普通X线及二维CT轴位图像不足,可以全面立体地显示病变,在正颌外科的术前诊断、手术计划制定及手术后效果评价中具有重要临床应用价值,可作为颌面常规的影像学检查方法,也是口腔计算机辅助外科的数据基础。

**关键词** 三维CT; 计算机辅助三维重建; 颌面畸形; 三维手术预测模拟

中图分类号 R 783.9

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2014)11-1666-03

三维重建能较为精确地显示口腔颌面骨的三维结构,重现其空间解剖位置关系。术前三维图像上进行直接设计,确定需要截骨的位置、截骨量、骨段移动的距离和方向等。并通过选取不同的域值可获得软组织表面轮廓图,比经过立体摄影形成的面部表面三维图像更准确更容易<sup>[1]</sup>。在口腔正颌外科中,对颌颌面结构三维立体的准确诊断分析是正颌外科手术成功的关键因素之一,而计算机辅助三维重建技术再现了颌颌面骨骼的三维模型,极大地提高了临床诊断分析的准确性和可靠性,结合模拟手术技术对临床治疗具有一定指导意义,取得良好的临床应用效果。该研究通过对运用计算机辅助三维重建技术的6例牙颌面畸形患者的临床资料进行分析,探讨三维重建技术在正颌外科中的临床应用价值。

2014-07-14 接收

基金项目:国家自然科学基金(编号:81271162)

作者单位:<sup>1</sup>安徽医科大学口腔医学院附属口腔医院,合肥 230032

<sup>2</sup>安徽省口腔疾病研究中心实验室,合肥 230032

<sup>3</sup>青海大学医学院12级口腔系,西宁 810000

作者简介:李国超,男,硕士研究生;

王元银,男,教授,主任医师,博士生导师,责任作者,E-mail:wyy1970548@sohu.com

## 1 材料与方法

**1.1 临床资料** 收集2010年12月~2012年12月上海第九人民医院口腔颌面外科收治的颌面部畸形患者6例,其中男3例,女3例,年龄19~32岁,中位年龄25岁。3例为下颌骨前突,1例为上颌骨后缩者,另外2例是上颌骨后缩并同时伴有下颌骨前突,以上病例均伴有不同程度的颌面部不对称畸形;常用的计算机系统包括常规应用的电脑硬件设备,Windows 2000操作系统,美国微软公司的Visual C++ 6.0应用软件,Kitware公司生产的The Visualization toolkit(VTK)应用软件。相关信息和数据均采用人机对话及菜单单选择输入计算机完成。

**1.2 三维数据的采集** 入院后患者均术前常规拍摄X线头颅侧位片,通过颌面部螺旋CT扫描获得三维数据,扫描层数根据患者的头部长度确定。Brilliance 16排螺旋CT(Philips,荷兰),三维CT重建工作站:SUN工作站(Oracle/Sun,美国)。扫描参数:层厚1.25 mm,螺距1.5,球管电流225 mA,电压120 kV,矩阵512×512,重建薄层厚度1.25 mm。扫描时患者取仰卧位,其眶耳平面与水平面垂直。自颌下区一直扫描至整个头部。通过多层螺旋CT获得细致而精确的三维数据图像,数据输出采用标准的DICOM 3.0 CT影像数据储存,后再把数据解读并进行图像预处理,运用软件MedGmphys直接解读DICOM 3.0格式CT数据。后对断层图像采取去噪声滤波内插算法进行预处理,从而形成三维数据场;最后对三维数据场进行科学合理的分割,并提取模型所需区域,重建颌面骨组织器官的三维结构。

**1.3 三维的测量** 本研究在三维空间结构上对相关系统进行坐标定义,其目的是便于相关数据测量和手术模拟;在头像上选取5个常用的硬组织标志点来进行定义坐标,建立三维空间坐标体系。①左右侧耳点:左右侧骨性外耳道最上点;②左右侧眶点:左右侧眶缘轮廓的最下点;③鼻根点:位于骨中缝处,鸡冠突的最高点处;ZOX平面:经过两侧耳点

及两侧眶点的平均坐标; XOY 平面: 通过双侧耳点并垂直于 ZOZ 平面; YOZ 平面: 通过鼻根点并垂直于 ZOZ 和 XOY 平面; 用以建立三维空间坐标。通过以上定点在三维硬组织模型上交互选取 63 个特征点, 并设立 82 个特征值, 包含角度和线距作为研究的参考依据。最后测量特征值并结合手术者临床经验, 作出准确的诊断, 制定科学的手术计划。

**1.4 三维截骨模拟手术** 采用专业数据运算法则, 对测得的三维骨骼数据进行切割处理, 每块被切割出的骨块都有其特定临床含义, 本研究对头颅三维模型骨块可以进行包括升高、旋转、平移、变换旋转中心等操作, 通过模拟截骨线系统还可以算出以上骨块的运动参数值。在三维模型上实施经典的正颌外科手术截骨式模拟, 包括上颌骨前牵术、下颌矢状劈开术、上颌前份节段性骨切开、Le Fort I、II 截骨术、以及颏成形术等手术方法, 直至手术模拟结果达到满意。

## 2 结果

本组 6 例牙颌面畸形的系统精度线性误差和角度误差均较低, 手术前临床诊断准确可靠, 见图 1。通过三维图像术前诊断后, 术前在三维图像上进行直接设计、模拟手术过程、模拟手术结果满意后, 在此基础上采取对下颌骨前突的 3 例患者中 2 例选择单纯截骨术, 1 例行截骨 + 磨骨手术; 对 1 例上颌骨后缩患者, 采用上颌骨前牵术; 对上颌后缩并下颌前突的 2 例患者, 每个患者都采取在下颌骨截骨后退的同时也行上颌骨前牵手术。手术时间相对缩短, 术后患者颌面部的畸形明显改善, 手术过程顺利, 术后效果非常满意。术后经过 6 ~ 12 个月的随访,

患者面部外形、咬合关系及咀嚼功能均得到显著地恢复和改善, 且无明显并发症发生。

## 3 讨论

本研究所收集的临床资料相对较少, 不能对传统的二维 X 线测量与三维头颅测量法的准确性进行细致的统计学相关分析; 然而有学者发现计算机辅助三维重建技术对颌面部畸形可以进行定量和精确的测量, 其结果具有较好的可重复性, 是颌面部畸形研究和应用的不可替代的工具和方法之一<sup>[2-3]</sup>。目前临床上三维模型的正颌手术模拟仿真一方面让医师和患者直观的了解畸形的情况及程度, 另一方面让医师和患者直观的了解畸形的术后的效果, 便于医患之间的沟通和交流; 更重要的是能让颌面外科医师提前预知, 熟悉手术计划和相关操作过程, 提高了外科手术的可预测性, 减少了患者手术后的相关并发症<sup>[4]</sup>。有研究者采用计算机辅助外科模拟技术对复杂颅颌面畸形进行系统手术治疗, 发现相关的预测结果与临床实际距离之间相差极少; 同时手术时间大大缩短, 其手术后的效果也比常规外科手术好的多<sup>[5-7]</sup>。有研究者发现颌面外科导航引导完成颌面部复杂解剖区域内高风险的手术, 其相比传统方法获得更好的临床手术效果, 能最大限度地保留患者机体的功能与外形, 认为这一技术未来可作为一种常规的口腔颌面正颌外科手术常规之一<sup>[8]</sup>。桂海军等<sup>[9]</sup>发现颌面外科手术导航系统在口腔颌面正颌外科应用中其技术方法已能够满足口腔颌面外科医师临床应用要求, 临床上取得满意手术效果。然而计算机辅助三维重建技术及模拟技术也有其不足之处: 正颌术后组织的移动的预测相对

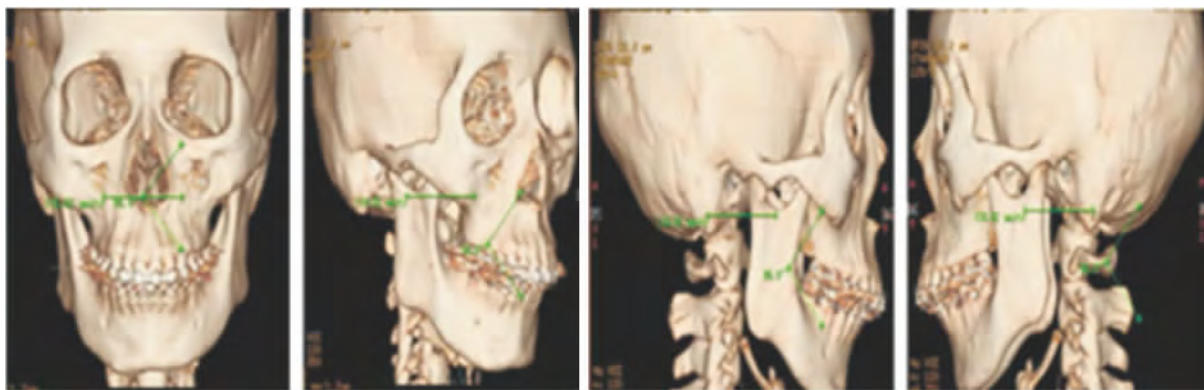


图 1 同一患者不同位面三维图像, 清楚、立体地显示牙颌面畸形的空间结构, 并可通过计算机软件测量获得需要数据

不够准确,其结果大大影响了正颌外科手术预测系统的精确性;以及其扫描厚度的局限性,对骨伪影。辐射量偏大,对于需多次拍摄患者,不符合“医疗照射正当化”原则等。

计算机辅助三维重建技术在口腔颌面正科外科中可作为常规术前诊断和治疗手段,对于临床手术方案的制定、缩短手术时间和评估手术效果具有重要指导意义和价值。随着多层螺旋 CT 及计算机技术的快速发展,使临床上把虚拟成像实时性与真实性更好的结合成为可能,而其桥梁之一颌面外科手术导航技术起着关键作用,并能创建计算机模拟手术教学及培训系统和远程医疗系统,这些都为口腔颌面外科技术的发展开辟了一个崭新的领域。

参考文献

[1] 宋志巍,余咏梅,胡碧芳,等. 三维 CT 在颌面部整形修复术中的应用[J]. 中华整形外科杂志 2000, 16(5):315-7.

[2] Kane A A, Kim Y O, Eaton A, et al. Quantification of osseous facial dysmorphology in untreated unilateral coronal synostosis [J]. *Plast Reconstr Surg* 2000, 106(2):251-8.

[3] Badawi-Fayad J, Cabanis E A. Three-Dimensional procrustes analysis of modern human craniofacial form [J]. *Anat Rec* 2007, 290(3):268-76.

[4] 胡静,沈国芳,王兴,等. 正颌外科学[M]. 北京:人民卫生出版社 2010:46.

[5] Metzger M C, Hohlweg-Majert B, Schon R, et al. Verification of clinical precision after computer-aided reconstruction in craniomaxillofacial surgery [J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007, 104(4):e1-10.

[6] Xia J J, Phillios C V, Gateno J, et al. Cost-effectiveness analysis for computer-aided surgical simulation in complex cranio-maxillofacial surgery [J]. *J Oral Maxillofac Surg* 2006, 64(12):1780-4.

[7] Gateno J, Xia J J, Teichgraber J F, et al. Clinical feasibility of computer-aided surgical simulation (CASS) in the treatment of complex cranio-maxillofacial deformities [J]. *J Oral Maxillofac Surg* 2007, 65(4):728-34.

[8] Hassfeld S, Brief J. Computer assisted oral, maxillary and facial surgery [J]. *Radiology* 2000, 116(3):218-26.

[9] 桂海军,张诗雷,沈国芳,等. 光学导航定位多自由度机械臂辅助颌颌面骨畸形修复技术方法的建立及初步应用[J]. 中国口腔颌面外科杂志 2011, 9(3):178-82.

## Research on pilot application of computer-assisted three-dimensional reconstruction technique in orthognathic surgery

Li Guochao<sup>1,2</sup>, Hong Xiao<sup>1,2</sup>, Yang Liangxin<sup>3</sup>, et al

(<sup>1</sup> Stomatologic Hospital & College, Anhui Medical University, Hefei 230032; <sup>2</sup> Key Lab of Oral Diseases Research of Anhui Province, Hefei 230032; <sup>3</sup> Level of 2012 Oral Department, Medical College of Qinghai University, Xining 810000)

**Absrtact** Six patients of orthognathic osteotomies were included in this study. Orthognathic osteotomies image data were obtained by spiral CT scan. Surgical plan was determined by 3D reconstruction and computer-aided measurement, analysis and surgical simulation. The computer-assisted three-dimensional reconstruction technique could be used to provide relatively accurate clinical diagnosis and so cover the shortage of X-ray and two-dimensional CT axial images. Moreover, it could show disease in each aspect, and was of great value in preoperative diagnosis, surgical plan making and surgical effect evaluation. Therefore, the computer-assisted three-dimensional reconstruction technique could be used for normal method of maxillofacial imaging examination. Moreover, this technique provides basic data for oral computer assisted surgery.

**Key words** 3-DCT; computer-assisted three-dimensional reconstruction technique; maxillofacial deformity; three dimensional surgical planning and simulation