

# 双源CT结合多平面重建与容积再现三维重建技术评价肋骨骨折

钱斌, 邹新农, 姚选军, 陶广宇, 王凯, 陈宏伟

## Dual-source CT with multiplanar reconstruction and volume rendering three-dimensional reconstruction in the evaluation of rib fractures

Qian Bin, Zou Xin-nong, Yao Xuan-jun, Tao Guang-yu, Wang Kai, Chen Hong-wei

### Abstract

**BACKGROUND:** Diagnosis of rib fractures relying on the chest radiograph diagnosis often leads to misdiagnosis.

**OBJECTIVE:** To investigate the application of dual-source CT with three-dimensional reconstruction in rib fractures.

**METHODS:** Sixty-five patients with rib fractures were scanned with dual-source CT. The data were sent to the workstation line of multi-planar reconstruction using volume rendering technique, to obtain high-resolution three-dimensional images of rib fractures, and to observe the fracture line courses, fracture displacement and angulation of the situation from different angles.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The combination of dual-source CT and three-dimensional reconstruction images clearly showed 286 fractures in 65 patients, including 52 cases of conservative treatment, and the remaining 13 cases of surgery. The surgery programs in all patients were developed with reference to three-dimensional reconstruction images showing the fracture position, displacement, angulation, etc., consistent with the intraoperative findings. Dual-source CT can confirm the diagnosis of rib fractures, and multi-planar reconstruction and volume rendering techniques complement each other in the diagnosis and guiding treatment of rib fractures which have a distinct advantage.

Qian B, Zou XN, Yao XJ, Tao GY, Wang K, Chen HW. Dual-source CT with multiplanar reconstruction and volume rendering three-dimensional reconstruction in the evaluation of rib fractures. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(39): 7251-7254. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 依靠胸部摄片诊断肋骨骨折常导致误诊和漏诊。

**目的:** 分析双源CT结合三维重建技术在肋骨骨折中的应用价值。

**方法:** 使用双源CT对65例肋骨骨折患者进行薄层扫描,将数据发送至工作站行多平面重建、容积再现技术,得到肋骨骨折高清晰度的三维图像后,从不同角度观察骨折线走行、骨折移位及成角情况。

**结果与结论:** 双源CT结合三维重建图像清晰显示65例患者286根骨折,其中52例保守治疗,其余13例行切开复位、内固定治疗。制定手术方案时均参考了三维重建图像,所显示的骨折部位、移位、成角等情况与术中所见一致。提示双源CT能明确诊断肋骨骨折,多平面重建和容积再现技术互相补充对诊断肋骨骨折及指导治疗方案有明显的优势。

**关键词:** 肋骨骨折; 双源CT; 胸部X射线摄影; 多平面重建; 容积再现技术

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.39.008

钱斌, 邹新农, 姚选军, 陶广宇, 王凯, 陈宏伟. 双源CT结合多平面重建与容积再现三维重建技术评价肋骨骨折[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(39):7251-7254. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

肋骨骨折目前主要依靠胸部拍片诊断,但是胸部平片因显示肋骨骨折位置欠佳,常常导致误诊或漏诊,对伴胸、腹、四肢损伤的肋骨骨折患者进行多种体位的扫描,反复移动体位,增加了患者的痛苦<sup>[1-3]</sup>。双源CT结合多平面重建、容积再现技术,为肋骨骨折的诊疗提供了新的客观检查方法,现对本院65例肋骨骨折患者采用双源CT扫描及三维重建的图像资料进行分析,旨在探讨其在肋骨骨折中的应用价值。

## 1 对象和方法

**设计:** 病例分析。

**时间及地点:** 于2008-01/2010-09在南京医科大学附属无锡市人民医院医学影像科完成。

**对象:** 2008-01/2010-09收治的65例胸部外伤患者,胸部平片可疑肋骨骨折或骨折部位、数量不确定的患者均行胸部双源CT扫描。男37例,女28例,年龄18~72岁;平均32.5岁。致伤原因:车祸伤42例,摔伤9例,钝器击打8例,高空坠落伤6例。

所有参与试验的患者均自愿进行螺旋CT扫描,接受X射线辐射。

**纳入标准:** ①胸部平片可疑肋骨骨折或骨折部位、数量不确定者。②进行双源CT扫描,并通过多平面重建与容积再现三维重建技术处理者。③患者对实验均知情同意。

**排除标准:** ①胸部平片明确肋骨骨折并确定

Department of Radiology, Wuxi People's Hospital, Wuxi 214023, Jiangsu Province, China

Qian Bin, Attending physician, Department of Radiology, Wuxi People's Hospital, Wuxi 214023, Jiangsu Province, China 1067019959@qq.com

Correspondence to: Chen Hong-wei, Master, Chief physician, Department of Radiology, Wuxi People's Hospital, Wuxi 214023, Jiangsu Province, China qbqb5188@163.com

Received: 2011-04-01 Accepted: 2011-05-17

南京医科大学附属无锡市人民医院医学影像科,江苏省无锡市214023

钱斌,男,1979年生,江苏省无锡市人,汉族,2003年南京中医药大学毕业,主治医师,主要从事医学影像诊断研究。1067019959@qq.com

通讯作者:陈宏伟,硕士,主任医师,南京医科大学附属无锡市人民医院医学影像科,江苏省无锡市214023 qbqb5188@163.com

中图分类号:R318  
文献标识码:A  
文章编号:1673-8225(2011)39-07251-04

收稿日期:2011-04-01  
修回日期:2011-05-17  
(20101113001/G·W)

数量。②进行非双源CT检查,或未通过三维重建技术处理者。

**方法:**应用西门子公司双源64层螺旋CT(Somatom Definition, Siemens Medical Solutions, Forchheim, DSCT)对65例患者进行扫描。扫描参数:管电压120 kV,参考管电流220 mA,开启实时动态曝光剂量调节CARE(Combmed Application Reduce Exposure)Dose 4D:螺距1.2,球管旋转时间1 s/圈,自动重建层厚1 mm,重建间隔0.75 mm,并将自动重建层厚8 mm,重建间隔8 mm的图像用于摄片。患者先行定位像扫描,再行全肋骨平扫。

**扫描范围:**胸廓入口至脐部。然后将薄层数据图像传到工作站(syngo MMWP)上,行多平面重建和容积再现等技术进行图像重组。图像观察评价由3位主治以上放射诊断医师共同阅读评定。

**主要观察指标:**双源CT横断扫描及多平面重建、容积再现三维重建图像显示骨折数量、部位等特征。

## 2 结果

**2.1 参与者数量分析** 纳入65例肋骨骨折患者,采用意向性分析,全部进入结果分析,无脱落。

**2.2 显示骨折数量** 本组65例患者通过双源CT及三维重建技术共检出286根肋骨骨折,明显多于通过胸部平片检出的54例患者共251例肋骨明确骨折。胸部平片漏诊的11例35根骨折,其中15根靠近胸椎,10根靠近肋软骨,8根胸部平片显示无移位,2根未包在平片内。

**2.3 显示骨折性质** 286根肋骨骨折中,单发23例23根,多发42例263根;左侧197根,右侧89根;错位性骨折156根,线性骨折88根,粉碎性骨折35根,凹陷性骨折7根。

**2.4 显示骨折效果** 双源CT横断扫描显示65例全部286根肋骨骨折,所显示的骨折线和骨碎片数目明显比平片多。同时发现并发气胸17例,血气胸9例,肺挫伤15例,肝挫裂伤3例,脾破裂1例,膈疝2例,见图1。

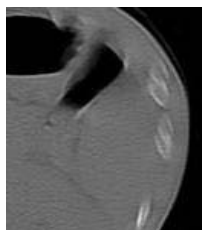


Figure 1 Dual-source CT images: Cross-section clearly shows multiple rib fractures, broken ends the lower left chest dislocation, and overlap  
图1 双源CT图像:横断面清晰显示左下胸多发肋骨骨折,断端错位、重叠

多平面重建图像显示骨折286根,显示率100%,清晰地显示骨折线及其骨折部位,提供信息较CT横断平扫多,对线性骨折及小碎骨片也都能良好显示,见图2。

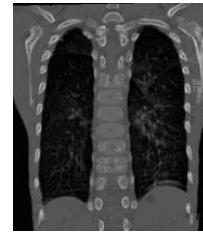


Figure 2 Multi-planar reconstruction image: Coronal plane shows the left upper and lower thoracic rib fractures, the fracture line where the level of the small and shifting was showed clearly  
图2 多平面重建图像:冠状面显示左侧上、下胸肋骨骨折,清晰显示所在层面的细小骨折线及移位情况

容积再现图像显示骨折283根,显示率99%,能全方位真实地显示骨折部位骨结构的解剖和三维空间关系,直观地显示骨折的特征、骨碎片移位的方向、距离,见图3, 4。



Figure 3 Volume rendering technique image: The back side showed the three-dimensional image of rib fractures on both sides, comprehensive, realistic, visually showed the shape of the fracture and bone fragment displacement  
图3 容积再现技术图像:后面显示两侧肋骨骨折的立体图像,全面、逼真、直观地显示骨折的形态及骨碎片移位



Figure 4 Volume rendering technique image: Visually displayed the shape and replacement of the left side of multiple rib fracture  
图4 容积再现技术图像:侧面直观地显示左侧多发肋骨骨折的形态、移位情况

**2.5 治疗结果** 65例患者中,保守治疗52例,13例行切开复位、内固定治疗;13例图像均与手术中所见符合,符合率为100%。全部病例制定手术方案时均参考了多平面重建和容积再现图像,所显示的骨折部位、移位、

成角等情况与术中所见一致。

### 3 讨论

**3.1 双源CT检查在肋骨骨折检查中的优势** 2005年在北美放射学会年会上推出的双源CT被称为CT技术发展史上的新一次革命,开辟了潜在的临床应用领域<sup>[4]</sup>。它具有摆位简单、患者痛苦小、扫描速度快、图像清晰、放射剂量较单源CT低等优点<sup>[5-7]</sup>。以往较多应用于心血管系统疾病,无论患者的自身状况和心率如何,该系统都能提供高质量图像<sup>[4,8-9]</sup>。目前将双源CT应用于肋骨骨折的诊断,以探索其在肋骨外科创伤中的应用价值,双源CT仅用数秒钟即可完成扫描,减少了呼吸、心脏等器官的动态模糊,使骨骼等结构显示清晰,由于严重复杂的肋骨创伤常伴有胸腹部脏器损伤,对此类创伤患者,可将胸部一起平扫。

本组病例中,双源CT横断扫描检出65例全部286根肋骨骨折,并检出合并气胸17例,血气胸9例,肺挫伤15例,肝挫裂伤3例,脾破裂1例,膈疝2例。而且,由于具有强大软件支持的工作站,在扫描资料输送到位后数分钟即可获得三维重建图像<sup>[4-5,10-12]</sup>。由此可见,双源CT比普通螺旋CT具有加强的功能和优越性,其费用与普通螺旋CT基本相同,低于超高速CT,故已成为肋骨骨折首选的CT扫描检查。

**3.2 多平面重建和容积再现技术相互补充的显示效果** 多平面重建是在横断面CT图像上按需要任意画线,然后将一系列横断面重建重组,即可获得该画线平面的三维重建图像,包括冠状面、矢状面和任意角度斜位面图像,可较好地显示组织器官内复杂解剖关系,有利于病变的准确定位<sup>[3,13-15]</sup>。能精确测量骨碎片的大小、移位情况,并且提供骨折周围软组织肿胀、积血等信息,不足之处是缺乏立体感和整体性。

容积再现技术是将每个层面的容积资料中的所有体积元加以利用,显示时根据设定的不同阈值范围赋予扫描结构不同的颜色<sup>[15-16]</sup>。能全面、直观、逼真地显示肋骨骨折,可绕任意角度旋转,显示肋骨骨折各个方位的立体图像,真实再现肋骨的轮廓,整体显示肋骨骨折的形态和方位,并保证容积资料不丢失<sup>[13,17-18]</sup>,其显示骨折的细微结构、骨折线走行方面优于三维表面遮盖法重建,但观察细节方面和周围情况不如多平面重建。

本组病例多平面重建图像显示骨折286根,显示率100%;容积再现图像显示骨折283根,显示率99%,所有病例采用多平面重建图像与容积再现图像相结合,为肋骨骨折的显示提供了直观而详细的信息。

**3.3 双源CT结合三维重建对肋骨骨折的临床借鉴意义** 双源CT三维重建图像具有直观性,空间立体感强,对肋骨骨折的诊断和临床治疗有重要价值。它可显示肋骨的

全貌,针对骨折部位的不同,可多层面、任意角度旋转进行观察,能够精确说明骨折粉碎程度、骨折片形状、肋软骨及周围软组织的情况,清晰显示不全骨折,前肋骨折,特别是靠近肋软骨、胸椎、无明显移位的骨折<sup>[19-20]</sup>,最大限度地减少漏诊和误诊,对治疗方案的选择,治疗入路有重要意义。对移位严重、对其他脏器有影响的肋骨骨折需要手术治疗的,骨科或外科医师可以在三维重建图像上模拟手术,从而确定治疗入路,模拟复位程序,制定治疗方案。从而缩短手术时间,可提高手术的安全性和成功率,减少并发症。本组资料中,双源CT结合多平面重建图像明确了65例全部286根骨折,而胸部平片漏诊的11例35条肋骨骨折,多靠近肋软骨、胸椎或无移位,这些骨折均被双源CT确诊。本组13例行切开复位、内固定治疗,内固定前制定治疗方案时均参考了多平面重建和容积再现图像,所显示的骨折部位、移位、成角等情况与术中所见完全符合。

综上所述,双源CT扫描具有无创、快速、图像分辨率高、放射剂量较普通螺旋CT低等优点,多平面重建和容积再现技术互相补充可以多方位、立体、全面地显示肋骨骨折部位和程度,精确显示肋骨骨折与其相邻组织的解剖结构。因此,双源CT结合三维重建技术具有很大的优越性和临床应用价值,对肋骨骨折的诊断以及治疗方案的制定具有重要的指导意义。

### 4 参考文献

- [1] Hart RA, Hansen BL, Shea M, et al. Pedicle screw placement in the thoracic spine: a comparison of image-guided and manual techniques in cadavers. *Spine*. 2005;30(12):326-331.
- [2] Lomoschitz FM, Eisenhuber E, Linnau KF, et al. Imaging of chest trauma: radiological patterns of injury and diagnostic algorithms. *Eur J Radiol*. 2003;48(1):61-70.
- [3] Li FL, Xu XL, Cai XH, et al. *Fangshexue Shijian Zazhi*. 2007;4(22):424-425.  
李付良,徐新立,蔡雪华,等.胸部创伤的CT诊断[J].放射学实践杂志,2007,4(22):424-425.
- [4] Johnson TR, Nikolaou K, Wintersperger BI, et al. Dual source CT cardiac imaging initial experience. *Eur Radiol*. 2006;16(7):1409-1415.
- [5] Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, et al. First performance evaluation of a dual source CT (DSCT) system. *Eur Radiol*. 2006;16(2):256-268.
- [6] Zhang ZJ, Lu GM. *Yixue Yanjiusheng Xuebao*. 2007;20(4):416-418.  
张宗军,卢光明.双源CT及其临床应用[J].医学研究生学报,2007,20(4):416-418.
- [7] Xiao P, Yang Z, Zhou CS, et al. *Zhongguo Zhongyiyao Xiandai Yuancheng Jiaoyu*. 2009;7(10):51-52.  
肖平,杨震,周长圣,等.双源CT在颌面部骨折中的临床应用[J].中国中医药现代远程教育,2009,7(10):51-52.
- [8] Li F, Zhu ZM, Zhang ZJ. *Yixue Yanjiusheng Xuebao*. 2008;21(11):1178-1180.  
李峰,朱宗明,张宗军.双源CT在颈部血管成像中的应用[J].医学研究生学报,2008,21(11):1178-1180.
- [9] Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography: First experience in a high pre-test probability population without heart rate control. *Eur Radiol*. 2006;16(12):2739-2747.
- [10] Jacques M, Brunn C, Frederie E, et al. Costal cartilage fractures as revealed on CT and sonography. *AJR*. 2001;176(2):429-432.
- [11] Kara M, Dikmen E, Erdal HH, et al. Disclosure of unnoticed rib fractures with the use of ultrasonography in minor blunt chest trauma. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003;24(4):608.
- [12] Hausleiter J, Meyer T, Hadamitzky M, et al. Radiation dose estimates from cardiac multislice computed tomography in daily practice: impact of different scanning protocols on effective dose estimates. *Circulation*. 2006;113(10):1305-1310.

- [13] Rosenthal E, Quint DJ, Johns M, et al. Diagnostic maxillofacial coronal images reformatted from helically acquired thin scgtil axial CT date. *AJR*. 2000;175(4):1171-1181.
- [14] Achenbach S, Ropers D, Kuettner A, et al. Contrast enhanced coronary artery visualization by dual source computed tomography initial experience. *Eur J Radiol*. 2006;57(3):331-335.
- [15] Kirsch J, Williamson EE, Araoz PA. Non-compaction visualization using ECG-gated dual-source CT. *Int J Cardiol*. 2007;118(2):46-47.
- [16] Reimann AJ, Rinck D, Birinci Aydogan A, et al. Dual-source computed tomography: advances of improved temporal resolution in coronary plaque imaging. *Invest Radiol*. 2007;42(3):196-203.
- [17] Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(1):552-557.
- [18] Fu D, Jin AM. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2007;11(9):1620-1623.  
傅栋, 靳安民. CT断层图像快速构建人体骨骼有限元几何模型的方法[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(9):1620-1623.
- [19] Wu MZ, Ying Q, Cai WD, et al. Fangshexue Shijian. 2006;21(12):1257-1260.  
吴茂铸, 应琦, 蔡卫东, 等. 多层螺旋CT三维成像在肋软骨骨折诊断中的应用[J]. 放射学实践, 2006, 21(12):1257-1260.
- [20] He J, Li SL, Peng ZG, et al. Shiyong Fangshexue Zazhi. 2006;22(8):945-947.  
何杰, 李石玲, 彭志刚, 等. 64层螺旋CT三维成像在肋骨及肋软骨损伤病变中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2006, 22(8):945-947.

来自本文课题的更多信息--

作者贡献: 第一作者进行实验设计, 实验实施为第一

作者, 实验评估为第二、三、四作者, 资料收集为第四、五作者, 第一作者成文, 第二、六作者审校, 第一作者对文章负责。所有作者均取得执业医师资格和主治医师职称, 均有5年以上骨外伤诊断工作经历, 本组病例均采用盲法评估。

**致谢:** 感谢鲍健、吴力源等主任提供技术性帮助, 并给予指导, 感谢无锡市人民医院骨外科提供的临床治疗和医学影像科技技术组提供的图像资料。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益冲突。

**伦理批准:** 所有参与试验的患者均自愿进行螺旋CT扫描, 接受X射线辐射。

**本文创新性:** 检索万方数据库2000/2010的相关文章, 发现肋骨骨折以往依靠胸部摄片诊断, 但由于胸部平片因显示肋骨骨折位置欠佳, 常导致误诊、漏诊, 对伴胸、腹、四肢损伤的肋骨骨折患者进行多种体位的拍摄, 反复移动体位, 增加了患者的痛苦。文章对双源CT检查结合三维重建技术诊断肋骨骨折进行图像分析, 证明双源CT扫描速度快, 图像清晰度高, 多平面重建和容积再现技术互相补充对诊断肋骨骨折及指导治疗方案有明显的优势。

医学英语单词例句: 本刊英文部

performance  
n. 表演, 实行, 表现, 履行, 性能, 本事  
**英英解释:**  
名词 performance:  
1. a dramatic or musical entertainment  
同义词: public presentation  
2. the act of presenting a play or a piece of music or other entertainment  
3. the act of performing; of doing something successfully; using knowledge as distinguished from merely possessing it  
同义词: execution, carrying out, carrying into action  
4. any recognized accomplishment  
5. process or manner of functioning or operating  
同义词: operation, functioning  
**本刊例句:**  
Artificial knee joint wearing **performance** is influenced by many factors.

describe  
vt. 描述, 说成, 形容, 画(尤指几何图形)  
**英英解释:**  
动词 describe:  
1. give a description of  
同义词: depict, draw  
2. to give an account or representation of

in words  
同义词: report, account  
3. make a mark or lines on a surface  
同义词: trace, draw, line, delineate  
4. identify as in botany or biology, for example  
同义词: identify, discover, key, key out, distinguish, name  
**本刊例句:**  
Many studies focus on some factor alone, and mainly **describe** experimental results, but not further exploration of joint movement and wearing mechanism.

wearing  
adj. 穿用的, 使疲惫的, 磨损的  
**英英解释:**  
名词 wearing:  
1. (geology) the mechanical process of wearing or grinding something down (as by particles washing over it)  
同义词: erosion, eroding, eating away, wearing away  
2. the act of having on your person as a covering or adornment  
同义词: wear  
动词 wear:  
1. be dressed in

同义词: have on  
2. have on one's person  
同义词: bear  
3. have in one's aspect; wear an expression of one's attitude or personality  
4. deteriorate through use or stress  
同义词: wear off, wear out, wear down, wear thin  
5. have or show an appearance of  
6. last and be usable  
同义词: hold out, endure  
7. go to pieces  
同义词: break, wear out, bust, fall apart  
8. exhaust or get tired through overuse or great strain or stress  
同义词: tire, wear upon, tire out, weary, jade, wear out, outwear, wear down, fag out, fag, fatigue  
9. put clothing on one's body  
同义词: put on, get into, don, assume

形容词 wearing:  
1. producing exhaustion  
同义词: exhausting, tiring, wearying  
**本刊例句:**  
Studies of artificial knee joint movement and **wearing** performance should combine kinematics and mechanics with wearing status for prediction of wearing.