

论 著

DR片与多层螺旋CT三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用*

周文才* 王世奎 宣拓
天长市中医院CT室(安徽 天长 239300)

【摘要】目的 探究数字X线成像(DR)与多层螺旋CT(MSCT)三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用价值。**方法** 以2020年1月~2022年12月77例疑似肋骨骨折患者为研究对象,均给予DR片及MSCT三维重建技术检查[容积再现(VR)、曲面重建(CPR)、多平面重建(MRP)、最大密度投影(MIP)],比较DR片及MSCT三维重建技术检查对肋骨隐匿性骨折的诊断价值,及对不同类型肋骨隐匿性骨折的检出率。**结果** 根据手术结果可知77例患者中存在肋骨隐匿性骨折59例,骨折部位共78处。MSCT检查结果与手术结果的一致性(Kappa=0.889)高于DR检查(Kappa=0.415)。MSCT诊断肋骨隐匿性骨折的AUC值大于DR($P<0.05$)。MSCT三维重建技术中CPR检查结果与手术结果的一致性(Kappa=0.889)高于VR、MRP、MIP检查(Kappa=0.372、0.782、0.231)。MSCT三维重建技术中CPR、MRP诊断肋骨隐匿性骨折的AUC值大于VR、MIP($P<0.05$)。MSCT中CPR、MRP技术对内缘皮质骨折的检出率高于DR及MSCT中VR、MIP技术,且外缘皮质骨折的检出率高于MSCT中MIP技术($P<0.05$)。**结论** 相比于DR,MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折具有较高的诊断价值,且MSCT中CPR、MRP技术对不同类型骨折的检出率均较高。

【关键词】 肋骨隐匿性骨折;数字X线成像;多层螺旋CT;三维重建技术;诊断价值

【中图分类号】 R683.1

【文献标识码】 A

【基金项目】 安徽省重点研究与开发计划项目(201905507020060)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.030

Application of DR Film and Multi-slice Spiral CT Three-dimensional Reconstruction Technique in The Diagnosis of Rib Occult Fractures*

ZHOU Wen-cai*, WANG Shi-kui, XUAN Tuo.

Tianchang Hospital of traditional Chinese medicine, Department of Computed Tomography, Tianchang 239300, Anhui Province, China

Abstract

Objective To explore the application value of digital radiography (DR) and multi-slice spiral CT (MSCT) three-dimensional reconstruction technique in the diagnosis of rib occult fractures. **Methods** 77 patients with suspected rib fractures from January 2020 to December 2022 were selected as the study subjects, and all patients underwent DR film and MSCT three-dimensional reconstruction technique [volume reconstruction (VR), curve planar reconstruction (CPR), multiplanar reconstruction (MRP), maximum intensity projection (MIP)]. The diagnostic value of DR film and MSCT three-dimensional reconstruction technique on rib occult fractures and the detection rates of different types of rib occult fractures were compared. **Results** According to the surgical result, there were 59 cases of rib occult fractures among 77 patients, with 78 fracture sites. The consistency of MSCT result with surgical result (Kappa=0.889) was higher than that of DR result (Kappa=0.415). The AUC of MSCT in the diagnosis of rib occult fractures was higher than that of DR ($P<0.05$). Among MSCT three-dimensional reconstruction, the consistency of CPR with surgical result (Kappa=0.889) was higher than that of VR, MRP and MIP (Kappa=0.372, 0.782, 0.231). The AUC of CPR and MRP in the diagnosis of rib occult fractures was higher than that of VR and MIP ($P<0.05$). The detection rate of internal cortical fracture by CPR and MRP in MSCT was higher than that by DR and that by VR and MIP in MSCT, and the detection rate of external cortical fracture was higher than that by MIP in MSCT ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with DR, MSCT three-dimensional reconstruction has high diagnostic value on rib occult fractures, and the detection rates of CPR and MRP in MSCT are higher for different types of fractures.

Keywords: Rib Occult Fractures; Digital Radiography; Multi-slice Spiral CT; Three-dimensional Reconstruction; Diagnostic Value

肋骨隐匿性骨折是骨折常见疾病,因病人骨折较轻微,临床上诊断较难,虽部分隐匿性微小骨折可自愈,但有部分患者往往因不能及时治愈,而影响骨折愈合及患者预后。目前影像学技术仍是诊断骨折的常用技术,但对于隐匿性骨折往往会因急诊时症状不明显、影像学投射条件等原因出现误诊、漏诊现象^[1]。既往多采用X线片对胸部骨折患者进行诊断,但胸廓中各个脏器与胸壁被覆,且软组织成分复杂,具有较多的重叠干扰,可能出现误诊^[2]。数字X线成像(direct digital radiography, DR)是基于X线片发展而来的影像学诊断方法,其相比于X线片具有较多的优势,所需的照射总剂量更小,且时间分辨率更高,可覆盖到更大对比度的总范围^[3]。临床资料显示,多层螺旋CT(multi-slice CT, MSCT)三维成像技术对胸部骨折也存在较高的诊断价值^[4]。MSCT三维成像技术具有扫描范围大、分辨率高等优点,可精确地显示肋骨的三维形态及空间结构,能多角度的显示骨质损伤。基于此,本研究旨在分析DR与MSCT三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用价值,为该疾病的早期诊断提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 以2020年1月至2022年12月77例疑似肋骨骨折患者为研究对象,其中男61例,女16例;年龄30~83岁,平均(59.03±10.64)岁;受伤类型:车祸伤42例、打击伤10例、摔伤12例、高空坠落伤13例。

纳入标准:有胸部外伤史;行手术治疗者;行DR及MSCT三维重建技术检查者。排除标准:严重心、肺等脏器疾病患者;既往有肋骨骨折史者;既往肋骨手术史者;合并严重神经系统疾病患者;影像学资料不完整者。

1.2 方法 DR:在首次入院时应用PHILIPS DigitalDiagnost型X射线摄影系统进行检查。正位取立位摄影(根据患者情况可取卧位),对患者行疼痛切线位检查等多体位检查,行切线位投影,扫描时叮嘱患者屏气完成。

MSCT三维重建技术:所有患者均DR检查后行MSCT检查,应用GE公司BrightSpeed CT扫描仪进行检查,管电压、管电流分别为120KV、345mA,扫描层厚、间隔1mm。先行CT轴位扫描,患者取仰卧位,扫描范围为锁骨上缘至髂骨翼上缘,嘱咐患者扫描时屏气。轴位扫描结束后对原始数据重建,重建层厚、间距分别为1.5mm、1mm,而后行多平面重建等后处理。

1.3 观察指标 (1)以手术结果为金标准,对患者DR片及MSCT三维重建技术检查结果进行分析,并比较两者对肋骨隐匿性骨折的诊断价值。(2)比较不同MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折的诊断价值,及其与DR对不同类型肋骨隐匿性骨折的检出率。

1.4 统计学处理 研究所得数据均用SPSS 22.0软件处理,计数资料以百分比表示,采用

【第一作者】周文才,男,主治医师,主要研究方向:影像学诊断。E-mail: 13955077739@163.com

【通讯作者】周文才

χ^2 检验比较组间差异; 计量资料经正态检验后用($\bar{x} \pm s$)表示, 用t检验比较组间差异; 应用ROC曲线分析DR与MSCT对肋骨隐匿性骨折的诊断价值。 $P < 0.05$ 即差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 DR与MSCT对肋骨隐匿性骨折的诊断结果 根据手术结果可知77例患者中存在肋骨隐匿性骨折59例, 骨折部位共78处。MSCT检查结果与手术结果的一致性(Kappa=0.889)高于DR检查(Kappa=0.415), 见表1。

2.2 DR与MSCT对肋骨隐匿性骨折的诊断价值分析 MSCT诊断肋骨隐匿性骨折的AUC值大于DR($P < 0.05$), 见表2、图2。

表1 DR与MSCT对肋骨隐匿性骨折的诊断结果

检查方法		手术诊断结果		合计
		是(n=59)	否(n=18)	
DR	是	47	6	53
	否	12	12	24
MSCT	是	58	2	60
	否	1	16	17

2.3 MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折的诊断结果比较 MSCT三维重建技术中CPR检查结果与手术结果的一致性(Kappa=0.889)高于VR、MRP、MIP检查(Kappa=0.372、0.782、0.231), 见表3。

2.4 MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折的诊断价值分析 MSCT三维重建技术中CPR、MRP诊断肋骨隐匿性骨折的AUC值大于VR、MIP($P < 0.05$), 见表4、图3。

2.5 MSCT三维重建技术及DR对不同内缘皮质骨折的检出率比较 MSCT中CPR、MRP技术对内缘皮质骨折的检出率高于DR及MSCT中VR、MIP技术, 且外缘皮质骨折的检出率高于MSCT中MIP技术($P < 0.05$), 见表5。

表2 DR与MSCT对肋骨隐匿性骨折的诊断价值分析

检查方法	AUC值	SE	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)
DR	0.732	0.063	0.618~0.826	79.66	66.67
MSCT	0.936 [*]	0.039	0.856~0.979	98.31	88.89

注: 与DR比较, ^{*} $P < 0.05$ 。

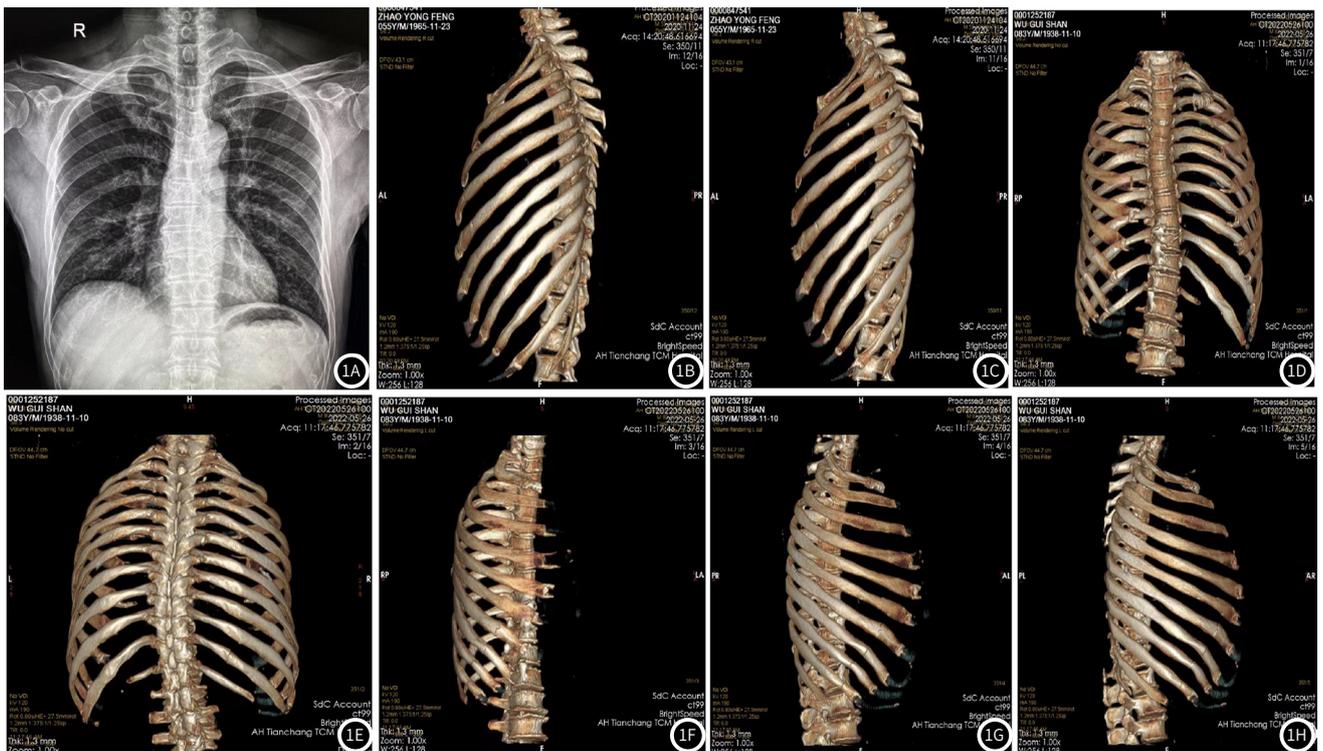


图1A-图1H 肋骨隐匿性骨折的DR与MSCT图像

图1A-1C: 患者男性, 55岁, 图1A为DR胸部正位片, 显示无肋骨骨折, 两肺膈角锐利, 上诸肋未见明显移位性骨折征象; 图1B-图1C为MSCT图像, 显示左侧第4-7肋骨骨折, 左侧第4-7肋骨外缘局部骨皮质不连续, 断端无错位。左第3肋骨外缘局部骨皮质欠光整, 未见明显透亮线影, 余肋骨未见明显骨折移位征象, 三维重组所见同平扫且清晰显示骨折立体形态。图1D-1H为MSCT图像: 患者男性, 83岁, DR检查显示为右侧6-9肋骨骨折, MSCT显示骨窗及三维示右侧第6-11肋骨骨皮质不连续, 部分断端移位。

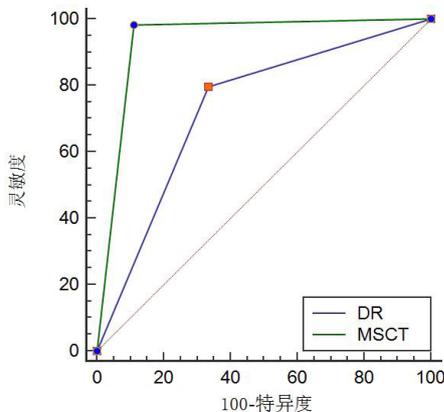


图2 DR与MSCT诊断肋骨隐匿性骨折的ROC曲线

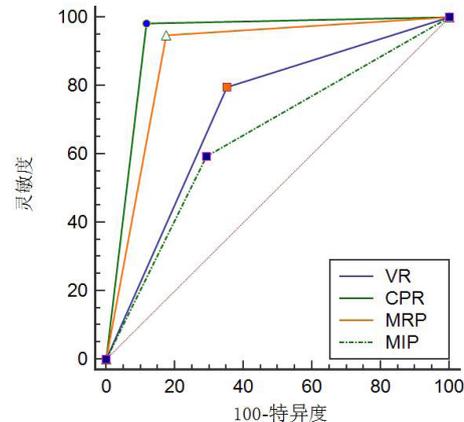


图3 MSCT三维重建技术诊断肋骨隐匿性骨折的ROC曲线

表3 MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折的诊断结果比较

重建技术		手术诊断结果		合计
		是(n=59)	否(n=18)	
VR	是	47	7	54
	否	12	11	23
CPR	是	58	2	60
	否	1	16	17
MRP	是	56	3	59
	否	3	15	18
MIP	是	35	5	40
	否	24	13	37

表4 MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折的诊断价值分析

检查方法	AUC值	SE	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)
VR	0.722*	0.065	0.607~0.819	79.66	61.11
CPR	0.933	0.041	0.851~0.977	98.31	88.89
MRP	0.886	0.050	0.793~0.948	94.92	83.33
MIP	0.650*	0.066	0.532~0.756	59.32	72.22

注：与CPR、MRP比较，*P<0.05。

表5 MSCT三维重建技术及DR对不同肋骨隐匿性骨折的检出率比较(例, %)

检查方法	例数	完全线性骨折(9例)			不完全线性骨折	肋软骨骨折(6例)	总检出率
		内缘皮质骨折(38例)	外缘皮质骨折(20例)	骨小梁骨折(5例)			
DR	78	8	30*	18	4	3	80.77(63)*
MSCT	VR	78	7	30*	17	4	79.49(62)*
	CPR	78	9	37	19	5	97.44(76)
	MRP	78	8	37	18	4	92.31(72)
	MIP	78	6	27*	12*	2	64.10(50)*

注：与MRP、CPR比较，*P<0.05。

3 讨论

近年来随着交通事故、建筑事故发生率的增高，各类骨折疾病发生率也呈明显上升趋势。隐匿性骨折是一种特殊类型的骨折，多由挤压所致，骨折后患者多会出现反复呼吸运动、疼痛等症状，如不及时治疗极易导致患者并发气胸、肺不张等症状，严重者甚至会刺穿心肺等重要脏器，威胁患者的生命安全^[5-6]。X线片因具有操作简单、辐射小以及成像迅速等特点，被广泛应用于胸部骨折患者的临床诊断中，但由于肋骨骨折患者胸廓骨径厚度较大，检查后易出现重影现象，导致成像质量较差，易出现误诊现象^[7]。DR是基于X线片发展而来的影像学诊断技术，其时间分辨率相对于X线片检查较高，且所需的照射总剂量也更小^[8]。既往报道亦指出，其对胸部骨折的诊断准确率高于X线片^[9]。MSCT是目前常用的影像学检查方法，具有分辨率高、扫描范围大、等优点，且其具有强大的三维重建后处理功能，能立体、多层面、多角度、多方位地显示全肋骨的内部结构及断端形态，进而可提高诊断准确率^[10-11]。本研究发现，MSCT检查结果与手术结果的一致性高于DR检查，且MSCT诊断肋骨隐匿性骨折的AUC值大于DR，表明MSCT对肋骨隐匿性骨折的诊断价值高于DR。其原因在于，肋骨骨质较薄，通过DR等检查时难以与胸壁软组织进行区分，且对膈下肋骨、肋椎关节端等显示也不够清晰，故在发生不完全骨折、肋软骨骨折后，极易出现漏诊，而MSCT是通过锥形X线束以螺旋状扫描轨迹沿着机体长轴连续容积扫描，并采用多排探测器采集数据，可显著提高扫描速率，且使用计算机进行三维重建技术能有效减少运动伪影，提高了对微小骨折线、骨皮质断裂等不全骨折的检出率^[12]。

既往多采用X线片对肋骨骨折进行诊断时，对于没有发生移位的完全骨折，易出现漏诊^[13]。临床资料显示，MSCT及图像三维重建后处理技术因其具有扫描范围大、层薄、分辨率高的特点，可有效避免这一问题，其能精确地显示肋骨的三维形态和空间结构，且可全方位呈现骨质细微损伤，进而可提高诊断准确率^[14-15]。VR是在容积数据基础上显像，可剪切重叠骨的干扰；MIP检查时图像可以360°旋转，能较直观地显示骨折的空间结构；MRP技术是诊断微小骨折的重要依据，可从不同方向多角度对图像进行重建，显示骨折的细微结构；CPR主要是沿着长轴重建图像，可提高肋软骨骨折和软组织的成像清晰度，从而达到提高诊断准确率的目的^[16]。本研究发现，MSCT三维重建技术中CPR、MRP诊断肋骨隐匿性骨折的AUC值大于VR、MIP，提示CPR、MRP技术对肋骨隐匿性骨折具有较高的诊断价值，这也是MSCT诊断价值高于DR的重要因素。另外，本研究结果显示，MSCT中

CPR、MRP技术对内缘皮质骨折的检出率高于DR及MSCT中VR、MIP技术，且外缘皮质骨折的检出率高于MSCT中MIP技术，提示MSCT中CPR、MRP技术可明显提高对内缘、外缘皮质骨折的检出率，这主要是与CPR和MRP不仅能清晰显示任意一个冠状位或矢状位二维重建图像，还能观察周围软组织损伤有关。

综上所述，相比于DR，MSCT三维重建技术对肋骨隐匿性骨折具较高的诊断价值，且MSCT中CPR、MRP技术对不同肋骨骨折的检出率均较高。

参考文献

- [1] 李刚, 冯延冰. 多层螺旋CT三维技术与X线数字断层融合技术在肋骨骨折诊断中的价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 167-169.
- [2] 范利斌, 周静, 康剑锋, 等. DR胸部正斜位摄片与MSCT重建技术对肋骨骨折的急诊诊断价值对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(5): 46-47, 78.
- [3] Alsabbagh AY, Watt-Smith S, Leeson R. Comparison of CT, 3D Reconstruction, and Virtual Reality in the Interpretation of Maxillofacial Fractures[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2019, 57(10): e69.
- [4] 李瑞江, 党计锋, 张振霞. 多层螺旋CT在肋骨细微骨折诊断中的应用价值[J]. 现代科学仪器, 2021, 38(6): 88-92.
- [5] Wilczek ML, Bhatta L, Brumpton BM, et al. Screening for women with increased risk of fragility fractures in a general female population using digital X-ray radiogrammetry (DXR)[J]. Maturitas, 2021, 144(10169): 60-67.
- [6] 林海洋. 多层螺旋CT三维重建技术诊断隐匿性肋骨骨折的临床价值分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(5): 888-890.
- [7] 崔博, 解非. 多层螺旋CT与数字X线成像在隐匿性骨折诊断中的临床应用对比[J]. 贵州医药, 2022, 46(6): 954-956.
- [8] 辛宇强, 刘英杰, 石运力, 等. CT联合MRI对膝关节隐匿性骨折的诊断价值研究[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2022, 25(5): 486-489.
- [9] 余开冠, 孙芳仁. MSCT与DR检查外伤性肋骨骨折的临床应用对比分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(7): 1260-1263.
- [10] 付哲祥, 李昌松. 多层螺旋CT的MPR、SSD及VRT重建技术在肋骨骨折中的临床应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 164-166.
- [11] 李涛, 顾金凤. 多层螺旋CT与DR摄影在隐匿性肋骨骨折诊断中的应用比较[J]. 武警后勤学院学报: 医学版, 2020, 29(10): 21-24.
- [12] 陈勇, 韩金花, 刘青云, 等. MRI、MSCT后处理技术对隐匿性骨折的诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(2): 152-154.
- [13] 李立, 钱伟军, 于敏, 等. 伤后不同多层螺旋CT检查时间诊断隐匿性肋骨骨折的效果分析[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(7): 1284-1287.
- [14] 钱玉, 杨春, 王伟, 等. DR、螺旋CT重建技术在成人四肢骨折中的应用价值对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 152-154.
- [15] 何绪成, 陈晓霞, 周闪闪, 等. MSCT图像后处理技术在足踝部隐匿性骨折诊断中的应用价值[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(8): 862-864.
- [16] 程敏. 64层螺旋CT三维容积再现图像在肋骨骨折诊断中的应用价值[J]. 生物医学工程与临床, 2019, 23(1): 60-63.

(收稿日期: 2023-06-05)

(校对编辑: 谢诗婷)