

论 著

MSCT后处理技术在
脊柱侧弯诊断中的
应用湖北省武汉大学中南医院脊柱与骨
肿瘤科 (湖北 武汉 430070)

胡雅琼 平安松 谢江涛

【摘要】目的 探究多层螺旋CT (MSCT) 后处理技术在脊柱侧弯诊断中的价值。**方法** 选择2016年2月至2019年3月我院收治的71例脊柱侧弯患者作为研究对象, 所有患者均行脊柱正、侧位X线片、MSCT及其后处理技术检查。分析MSCT后处理技术对椎体的显示情况, 比较MSCT及X线片对脊柱异常的检出率。**结果** 71例患者X线共检出脊柱畸形88处, MSCT检出畸形178处, X线及MSCT对脊柱畸形的检出率比较差异具统计学意义 ($P < 0.05$); 多平面重建 (MPR) / 曲面重建 (CRP) 可允许各个角度观察畸形椎体冠状面、矢状面影像, 可较好的显示椎管及脊髓情况; 表面遮盖显示 (SSD) 重建对脊柱侧弯椎体形态显示良好, 重建后通过图像旋转可观察脊柱矢状位曲度的改变, 但对于椎管结构及软组织显示欠佳; 容积显示技术 (VRT) 可通过调节不同密度阈值观察骨质及椎管形态, 对脊柱形态、附件、椎管、脊髓等均可较好显示。**结论** MSCT及其图像后处理技术可提供脊柱侧弯畸形立体结构及空间位置信息, 对于脊柱异常的检出率优于X线片, 可为临床诊断提供可靠的影像资料。

【关键词】 体层摄影机; X线计算机; 脊柱侧弯; 脊椎

【中图分类号】 R682.1+3; R445.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.10.042

通讯作者: 胡雅琼

The Application of Post-processing
Techniques of MSCT in the Diagnosis of
Scoliosis

HU Ya-qiong, PING An-song, XIE Jiang-tao. Department of Spine and Bone Oncology, Central South Hospital, Wuhan University, Wuhan 430070, Hubei Province, China

[Abstract] Objective To explore the value of post-processing techniques of multi-slice spiral CT (MSCT) in the diagnosis of scoliosis. **Methods** Seventy-one patients with scoliosis admitted to the hospital from February 2016 to March 2019 were selected as subjects. All of them were examined with positive and lateral X-ray films, MSCT and its post-treatment techniques. The display of the vertebral body by post-processing techniques of MSCT was analyzed, and the detection rates of spinal anomalies by MSCT and X-ray films were compared. **Results** A total of 88 spinal anomalies were detected by X-ray in 71 patients, and 178 anomalies were detected by MSCT. There was a significant difference in the detection rate of X-ray and MSCT for spinal anomalies ($P < 0.05$). Multi-planar reconstruction (MPR) / surface reconstruction (CRP) could be used to observe coronal and sagittal images of the deformed vertebral body at various angles, and could better show the condition of the spinal canal and the spinal cord. Surface shaded display (SSD) reconstruction well showed morphology of the vertebral body with scoliosis. After reconstruction, changes of sagittal curvature of the spine could be observed by image rotation, but it is not good for display of spinal canal structure or soft tissue. Volume display technology (VRT) could be used to observe the bone and spinal morphology by adjusting the threshold of different density. It could well display morphology of the spine, accessories, spinal canal and spinal cord, etc. **Conclusion** MSCT and its image post-processing techniques can provide stereoscopic structure and spatial position information of scoliosis. The detection rate of spinal anomaly is better than X-ray film, and it can provide reliable imaging data for clinical diagnosis.

[Key words] Tomography Machine; X-ray Computed; Scoliosis; Spine

脊柱侧弯是指脊柱一个及以上节段偏离身体中线形成的弯曲状态, 多数脊柱侧弯患者可伴有脊柱旋转、倾斜畸形或椎旁韧带、肌肉的异常^[1]。流行病学报道青少年脊柱侧弯畸形发病率约为1.1%, 随患者年龄增加侧弯可逐渐进展, 甚至影响心肺功能的发育, 对患者的身心健康均有较大的危害^[2]。研究表明, 多数先天性脊柱侧弯呈现进展性, 因此在治疗原则上以早发现、早预防、早治疗为主^[3-4]。X线片是临床应用广泛的影像学检查方法, 但因脊柱侧弯空间结构复杂, 椎体骨性结构可在X线片上发生重叠, 较难准确评估畸形真实结构。多层螺旋CT (MSCT) 及其后处理技术可为脊柱侧弯畸形提供更多有价值的信息, 可从任意层面及角度观察脊柱畸形结构, 为临床诊断及后续治疗方案制定提供可靠依据^[5-6]。本研究回顾性分析我院行MSCT及图像后处理技术检查的脊柱侧弯患者的临床资料, 分析其在诊断方面的优势, 为脊柱侧弯诊断方式的选择提供参考。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2016年2月至2019年3月我院收治的71例脊柱侧弯患者作为研究对象, 其中男性34例, 女性37例, 年龄3~22岁, 中

位年龄14岁。所有患者均临床表现出脊柱“S”或“C”型弯曲，凸侧肩部较高，其中1例继发胸廓畸形。所有患者均行脊柱正、侧位X线片、MSCT检查及其后处理技术。

1.2 方法 X线片检查：患者取站立位，投照体位主要为正、侧位、脊柱全长正位、左右侧曲位等。

MSCT检查：1)检查方法：采用美国GE公司Light Speed 64层螺旋CT扫描仪，扫描参数：管电压120kV，管电流200mAs，扫描层厚5mm，矩阵512×512，螺距1.0，FOV为36.0，数据采集后薄层重建层厚为0.625mm。检查示患者取仰卧位，脚先进，躯体自然放松且尽量保持对称状态。扫描范围为颅底至骶尾部。2)图像后处理方法：将原始数据及薄层重建数据传输入AW4.3工作站进行图像后处理，利用骨算法进行骨性结构的多平面重建(MPR)、曲面重建(CRP)；利用软组织算法进行容积显示技术(VRT)、表面遮盖显示(SSD)重建，观察脊柱整体及微小结构。

图像评价：由2名具有丰富经验的影像学医师对X线片及MSCT三维重建图像进行观察，主要包括椎弓根矢状面及轴位宽径、椎弓根畸形程度、椎体空间位置关系等。

1.3 统计学分析 采用SPSS20.0进行数据处理与统计学分析，计数资料比较行 χ^2 检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 X线片及MSCT后处理技术对脊柱异常的检出情况比较 71例患者中，脊柱畸形位于胸椎段50(70.42%)例，胸腰椎段

2(2.82%)例，腰椎段19(26.76%)例；脊柱侧弯畸形凸侧中心位于胸4椎体4(5.63%)例，胸5椎体6(8.45%)例，胸6椎体2(2.82%)例，胸7椎体6(8.45%)例，胸8椎体7(9.86%)例，胸9椎体7(9.86%)例，胸10椎体11(15.49%)例，胸11/12椎体3(4.23%)例，胸12椎体4(5.63%)例，胸12/腰1椎体2(2.82%)例，腰2椎体7(9.86%)例，腰2/3椎体7(9.86%)例，腰3椎体5(7.04%)例。

71例患者X线共检出脊柱畸形88处，MSCT检出畸形178处，X线及MSCT对脊柱畸形的检出率比较差异具统计学意义($P<0.05$)。部分病例影像学表现详见图1-8。详见表1。

2.2 不同MSCT后处理技术对椎体畸形显示情况 所有病例在CPR上均可较好的显示椎管及脊髓情况，10例清晰显示椎管内骨性分隔生长方式及形态，MPR矢状位图像上可观察椎管内情况，冠状位显示侧弯程度不满意，CPR/MPR可允许各个角度观察畸形椎体冠状面、矢状面影像，可较好的显示椎管及脊髓情况；SSD对脊柱侧弯椎体形态显示良好，重建后通过图像旋转可观察脊柱矢状位曲度的改变，但对于椎管结构及软组织显示欠佳；VRT通过调节不同密度阈值观察骨质及椎管形态，对脊柱形态、附件、椎管、脊髓等均可较好显示。

3 讨 论

脊柱侧弯可分为原发性及继发性，继发性脊柱侧弯多为先天性脊柱侧弯继发，如半椎体、椎体融合及蝴蝶椎等，部分患者可继发胸部病变等病症。既往研究报道青少年脊柱侧弯多发生于上胸椎段，其次为胸腰段，本研究统计显示本组患者青少年侧弯部位以下段胸椎较多，其次为胸腰椎段。脊柱侧弯患者治疗关键在于早发现、根据畸形类型制定个体化治疗方案，合理的治疗建立在对畸形类型、程度及范围的正确诊断基础上。X线片检查是脊柱侧弯分类及评估的基础，可显示侧弯部位、弯曲程度、受累椎体数目，也可较为直观的观察躯体、骨盆的倾斜程度，但X线片成像是将三维图像显示在二维图片上，对于部分结构较为复杂的侧弯畸形，不同层次的影像重叠可影响医师对病椎的判断，为疾病诊断及治疗方案的制定带来一定难度^[7]。常规CT虽较X线片可更清晰显示侧凸角度较小的脊柱畸形，但因脊柱CT扫描范围较长，其时间分辨率及空间分辨率较低，对于病灶的观察基本局限于横断面图像的观察；另外，当Cobb角较大且同时合并椎体旋转时，同一椎体的椎弓根不能同时成像，且得到的为斜位图像，采用此方法测定的参数也不准确，为临床提供的价值不多^[8]。

表1 X线片及MSCT后处理技术对脊柱异常的检出情况比较

畸形分类	X线(88处)	MSCT(178处)
半椎体、1/4椎	10	28
蝴蝶椎	19	37
阻滞椎	38	59
不规则椎体	4	15
肋骨	15	33
脊柱裂	2	3
脊膜膨出	0	3

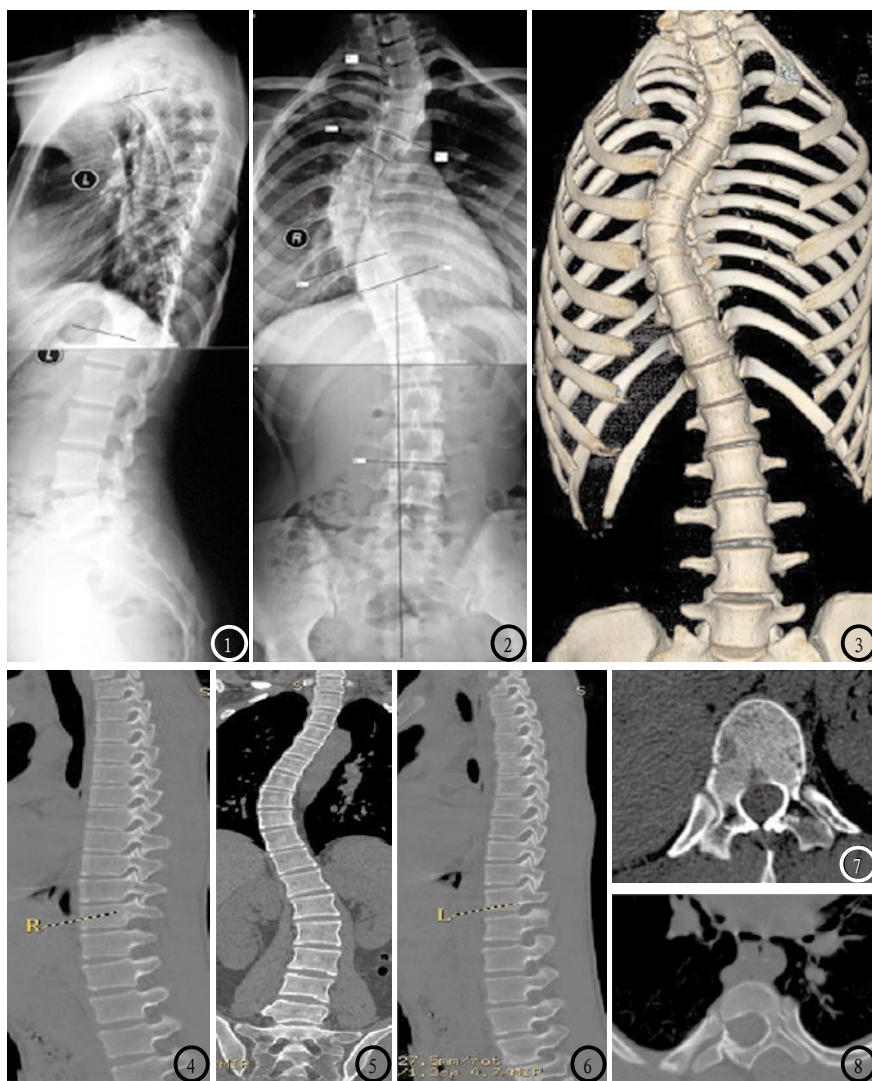


图1-8 部分病例X线片及MSCT表现；图1-3 X线片及三维重建显示胸椎主侧凸，上胸椎及腰椎段侧凸为次要非结构性侧凸；图4-6 MSCT MPR/CRP技术显示左右椎弓根矢状面；图7-8 MPR技术显示椎弓宽径。

本研究中MSCT图像后处理技术主要为MPR、CRP、VR及SSD等技术，各技术在显示椎体畸形方面均有其优劣势，MPR是最快捷的处理技术，主要针对感兴趣进行无间隔薄层CT重建，再利用重建数据进行冠状面、矢状面及其他层面的组建，其矢状面、冠状面图像可显示椎体的轮廓及骨质改变，也可观察脊柱附近的软组织情况，同时其对椎管也有一定显示能力，但其对整体的脊柱侧弯情况难以进行准确评价^[9]。CRP是以椎管为轴心进行冠状成像的技术，其可对旋转型畸形具有良好的应用价值，可直观显示椎管及脊髓的形态，为脊柱的连续观

察提供一定依据，可弥补MPR的不足^[10]。既往有学者认为，对于矢状位及冠状位有显著畸形的病例，采用CPR技术对保持脊柱的完整显示具有较大价值，可清晰显示结构复杂区域的隐匿、微小改变，适用于分节不良型畸形^[11]。本研究所有患者经MPR及CRP后处理后均可清晰显示椎体情况。SSD技术是先进行靶组织阈值的选择，然后将阈值像素构建成为三维结构模型，以便观察脊柱骨性结构，如椎体旋转程度、椎体骨性改变及侧弯角度的测定等^[12]。在各图像处理技术中，VRT对所有脊柱侧弯的评估指标均有较高的显示价值，可从任意角度旋转观

察脊柱状态，明确病变部位、程度；另外该处理技术允许进行观察组织密度阈值的选择，同时辅以不同亮度、透明度更为细微的显示靶组织的结构^[13]。多种图像后处理技术相结合，相互验证可为诊断提供更为可靠的信息，其中VRT可直观显示椎体结构，有利于病变的发现；对于较为复杂或难以显示的细微结构，通过MPR或CPR可清晰显示这些结构。本研究中X线片对脊柱异常的检出率明显低于MSCT检查，进一步证实MSCT及其图像后处理技术的结合对提高脊柱畸形的检出率具有较高的临床价值。

综上，MSCT及其图像后处理技术可提供脊柱侧弯畸形立体结构及空间位置信息，对于脊柱异常的检出率优于X线片，可为临床诊断、手术路径选择、手术方式制定及预后判断等方面提供可靠的影像资料。

参考文献

- [1] Pesenti S, Ghailane, Soufiane, Varghese, Jeffrey J, et al. Bone substitutes in adolescent idiopathic scoliosis surgery using sublaminar bands: is it useful? A case-control study[J]. Int Orthop, 2017, 41(10): 1-8.
- [2] 吴旻昊, 孙文超, 闫飞飞, 等. 早发型脊柱侧弯的治疗研究与新进展[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(3): 433-439.
- [3] 傅涛, 厉彦虎. 功能性康复训练改善青少年特发性脊柱侧弯的研究[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(28): 4462-4468.
- [4] Lee, Wan-Hee, Kang H, Kim, Seong Yeol. Discrepancy between self-awareness and actual diagnosis and treatment of the conditions among adolescent with scoliosis in middle-school age[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(4): 567-571.
- [5] Liu K, Zhang, Qiang, Li, Xin, et al. Preliminary application of a multi-level 3D printing drill

- guide template for pedicle screw placement in severe and rigid scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2016, 26(6): 1-6.
- [6] 管喆恒, 杨惠林, 罗宗平, 等. 腰椎椎弓根CT影像学参数的测量与临床意义[J]. *中国组织工程研究*, 2018, 22(11): 1743-1748.
- [7] Adwan S, Alsaleh, Iqbal, Majed, Rasha. A new approach for image stitching technique using Dynamic Time Warping (DTW) algorithm towards scoliosis X-ray diagnosis[J]. *Measurement*, 2016, 84: 32-46.
- [8] Kalra M K, Quick, P, Singh, S, et al. Whole spine CT for evaluation of scoliosis in children: feasibility of sub-milliSievert scanning protocol[J]. *Acta Radiologica*, 2013, 54(2): 226-30.
- [9] 柯雨洪, 尹东, 昌耘冰, 等. CT三维重建在脊柱半椎体畸形矫正手术中的价值[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2012, 30(1): 52-55.
- [10] Bach K, Ahmadian A, Deukmedjian A, et al. Minimally Invasive Surgical Techniques in Adult Degenerative Spinal Deformity: A Systematic Review[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(6): 1749.
- [11] Ahmad F U. Use of anteroposterior view fluoroscopy for targeting percutaneous pedicle screws in cases of spinal deformity with axial rotation. [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 21(5): 826-832.
- [12] O' Brien, Joseph R. The Use of Intraoperative CT and Navigation for the Treatment of Spinal Deformity in Open and Minimally Invasive Surgery[J]. *Spine*, 2017, 42(5): S28-S29.
- [13] Zygourakis C C, DiGiorgio Anthony M, Crutcher Clifford L, et al. The Safety and Efficacy of CT-Guided, Fluoroscopy-Free Vertebroplasty in Adult Spinal Deformity Surgery[J]. *World Neurosurgery*, 2018, 5(8): 11-17.
- (本文编辑: 刘龙平)
- 【收稿日期】 2019-07-23