

## · 临床研究 ·

# 多层螺旋 CT 重组技术对腰椎峡部裂的诊断价值研究

罗小平<sup>1</sup>, 陈伟建<sup>2</sup>, 殷薇薇<sup>2</sup>, 赵余祥<sup>1</sup>, 翁新茫<sup>1</sup>, 滕红林<sup>3</sup>

(1. 温州市第八人民医院放射科, 浙江 温州 325028; 2. 温州医学院附属第一医院影像中心; 3. 温州医学院附属第一医院脊柱外科)

**【摘要】** 目的: 分析多层螺旋 CT(MSCT)容积扫描后的横断面及重组图像, 并与传统 X 线片及常规 CT 椎间盘扫描图像比较, 以探讨其能否提高对腰椎峡部裂的诊断准确率。方法: 采用单盲法回顾性分析自 2003 年 1 月至 2009 年 12 月经手术证实的腰椎峡部裂患者 156 例, 其中男 91 例, 女 65 例; 年龄 16~73 岁, 平均 32.7 岁; 病程 3 个月~10 年, 平均 2.6 年。将患者的影像资料按 X 线片、常规椎间盘 CT 扫描、MSCT 容积扫描进行归类, 其中 X 线片 127 份, 常规椎间盘 CT 扫描图像 79 份, MSCT 容积扫描并重组图像 156 份。由 3 位高年资医师在不知术后诊断结果的情况下共同对 3 种影像资料分别进行分析、诊断, 最终将诊断结果与手术诊断结果比较, 分别得出 3 种影像检查各自对腰椎峡部裂的诊断准确率。应用多样本率的卡方检验验证其差异是否有统计学意义。结果: 以影像学中直接显示腰椎峡部骨不连接为诊断标准, 127 份 X 线片中, 能准确诊断为腰椎峡部裂的有 201 处, 与手术结果比较, 有 64 处未检出, 其对腰椎峡部裂的诊断准确率为 75.8%。79 份常规椎间盘 CT 扫描图像中, 共检出腰椎峡部裂 105 处, 与手术结果比较, 有 55 处未检出, 其对腰椎峡部裂的诊断准确率为 65.6%。156 份 MSCT 容积扫描后重组图像共明确诊断腰椎峡部裂 324 处, 与手术结果完全吻合, 其对腰椎峡部裂的诊断准确率为 100.0%。3 种影像检查各自对腰椎峡部裂的诊断准确率之间的差异有统计学意义 ( $\chi^2=115.66, P<0.005$ )。MSCT 容积扫描后的重组图像对腰椎峡部裂的诊断准确率最高。结论: 通过 MSCT 容积扫描并运用重组技术能获得丰富的影像信息。重组图像能清晰、立体、直观地显示椎弓峡部裂的影像特征, 极大地提高了对腰椎弓峡部裂的诊断准确率。

**【关键词】** 脊柱疾病; 诊断; 体层摄影术, 螺旋计算机; 图像处理, 计算机辅助

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2011.01.008

**The value of MSCT reformation techniques in the diagnosis of lumbar spondylolisthesis** LUO Xiao-ping\*, CHEN Wei-jian, YIN Wei-wei, ZHAO Yu-xiang, WENG Xin-mang, TENG Hong-lin. \*Department of Radiology, the 8th People's Hospital of Wenzhou, Wenzhou 325028, Zhejiang, China

**ABSTRACT** **Objective:** To analyze cross section and custom-crafted image by MSCT volumetric scanning and compare with traditional X-ray and CT scanning, so as to confirm MSCT whether can improve diagnosis of lumbar spondylolisthesis (LS). **Methods:** From Jan. 2003 to Oct. 2009, 156 patients with lumbar spondylolisthesis who had ever been in our hospital, the data of patients were retrospectively analyzed with the single blind trial. In all of the 156 cases, there were 91 males and 65 females with an average age of 32.7 years (ranged 16 to 73 years); the course of disease ranged from 3 months to 10 years with an average of 2.6 years. The image data were classified according to X-ray, CT and MSCT volumetric scanning, among photographs, there were 127 X-rays, 79 CT scanning and 156 MSCT volumetric scanning. All photographs were analyzed by three senior doctors respectively in unknown postoperative result and compared with the intraoperative findings and calculated the accuracy of the diagnosis each other. Chi-square test was performed for statistical analysis. **Results:** According to the diagnostic criteria that the nonunion at the lumbar arch isthmus can be demonstrated, 201 sites of LS were detected in 127 X-rays, compared with the intraoperative findings, 64 sites of LS were overlooked; 105 sites of LS were detected in CT scanning and 55 sites of LS were overlooked. The accreted rate of diagnosis was respectively 75.8%, 65.6% in X-ray and CT. All LS were explicitly diagnosed before operation by MSCT volumetric scanning. There was significant difference among the three kind of photographs for the diagnosis of LS ( $\chi^2=115.66, P<0.005$ ). **Conclusion:** With the MSCT volumetric scanning, enormous image information can be obtained. LS can be displayed clearly and stereoscopically in the post-processing images such as multiplanar reconstruction (MPR) and volume rendering (VR), and the accuracy of diagnosis can be increased greatly.

**KEYWORDS** Spinal diseases; Diagnosis; Tomography, spiral computed; Image processing, computer-assisted

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(1): 25-29 www.zggszz.com

基金项目: 温州市鹿城区科技计划项目 (编号: S090206)

通讯作者: 罗小平 E-mail: lxp@hosp1.ac.cn

腰椎峡部裂是一种常见的脊柱疾病<sup>[1]</sup>,也称椎弓崩裂,是引起下腰痛的常见原因之一,总体发病率为 3%~10%<sup>[2-3]</sup>。以往主要靠 X 线腰椎正、侧位片及左、右双斜位片对其进行诊断,但存在比较大的假阴性率<sup>[4-5]</sup>。而常规椎间盘 CT 检查同样也存在对腰椎峡部裂漏诊的可能<sup>[6]</sup>。因此,临床上急需一种能准确诊断腰椎峡部裂的影像诊断技术。本研究通过分析 X 线片、常规椎间盘 CT 图像及多层螺旋 CT(multi-slice spiral computerized tomography, MSCT)容积扫描并重组的图像,比较三者各自对腰椎峡部裂诊断的准确率,旨在寻求一种能准确诊断腰椎峡部裂且操作简便的影像检查方法。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集本院自 2003 年 1 月至 2009 年 12 月 156 例经手术证实的腰椎弓峡部裂患者的临床资料,其中男 91 例,女 65 例;年龄 16~73 岁,平均 32.7 岁;病程 3 个月~10 年,平均 2.6 年。主要临床表现:腰痛 156 例,伴单侧下肢放射痛 59 例,双下肢放射痛 85 例,双下肢麻木、无力 12 例。

**1.2 检查方法** 每例患者均分别进行了 X 线摄片、常规椎间盘 CT 扫描、MSCT 容积扫描检查中的其中一项或二、三项检查。

其中,127 例进行了 X 线摄片检查,采用 PHILIPS bucky DIAGNOST 500 mA 高频 X 线机摄片,采用 AGFA sole CR 数字处理系统进行图像处理。同时摄腰椎正侧位片及左右双斜位片。

79 例进行了常规椎间盘 CT 扫描,采用 PHILIPS MX8000 多层螺旋 CT 机对 L<sub>3</sub>-S<sub>1</sub> 间各椎间盘进行轴扫,扫描层厚 2.5 mm,层间距 2.5 mm,管电压 140 kV,管电流 220 mA,矩阵 512×512。

156 例进行了容积 CT 扫描(volumetric CT scan)。采用上述 MSCT 机,先行腰椎侧位定位,再根据定位像选择扫描范围,无明确感兴趣区时扫描范围为 L<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>。扫描时机架不倾斜,扫描层厚 3 mm,层间距 3 mm,二次重建层厚 1.3 mm,重建间距 0.6 mm,螺距 0.625,管电压 140 kV,管电流 320 mA,矩阵 512×512。扫描完成后将二次重建图像传至 MX view 工作站,对图像进行多平面重组(multiplanar reconstruction, MPR)、容积再现(volume rendering, VR)重组。

**1.3 观察项目与方法** 由 3 位高年资医师在不知术后诊断结果的情况下共同对 X 线片、常规 CT 图像、MSCT 图像等 3 种影像资料分别进行观察、分析,以影像中直接显示腰椎峡部骨不连接为诊断标准<sup>[5,7]</sup>,即在 X 线左右后斜位片、常规 CT 横断面图像及 MSCT 横断面图像、重组图像中能直接观察到峡

部骨质断裂、缺损即可确诊为峡部裂。最终将诊断结果与手术诊断结果比较,分别得出 3 种影像检查各自对腰椎峡部裂的诊断准确率。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS 16.0 统计软件包,通过多样本率的  $\chi^2$  检验,以手术证实结果为依据,将 X 线片、常规椎间盘扫描 CT 片、MSCT 横断面及重组图像各自对腰椎峡部裂的诊断准确率进行比较,设定检验水准为  $\alpha=0.05$ 。

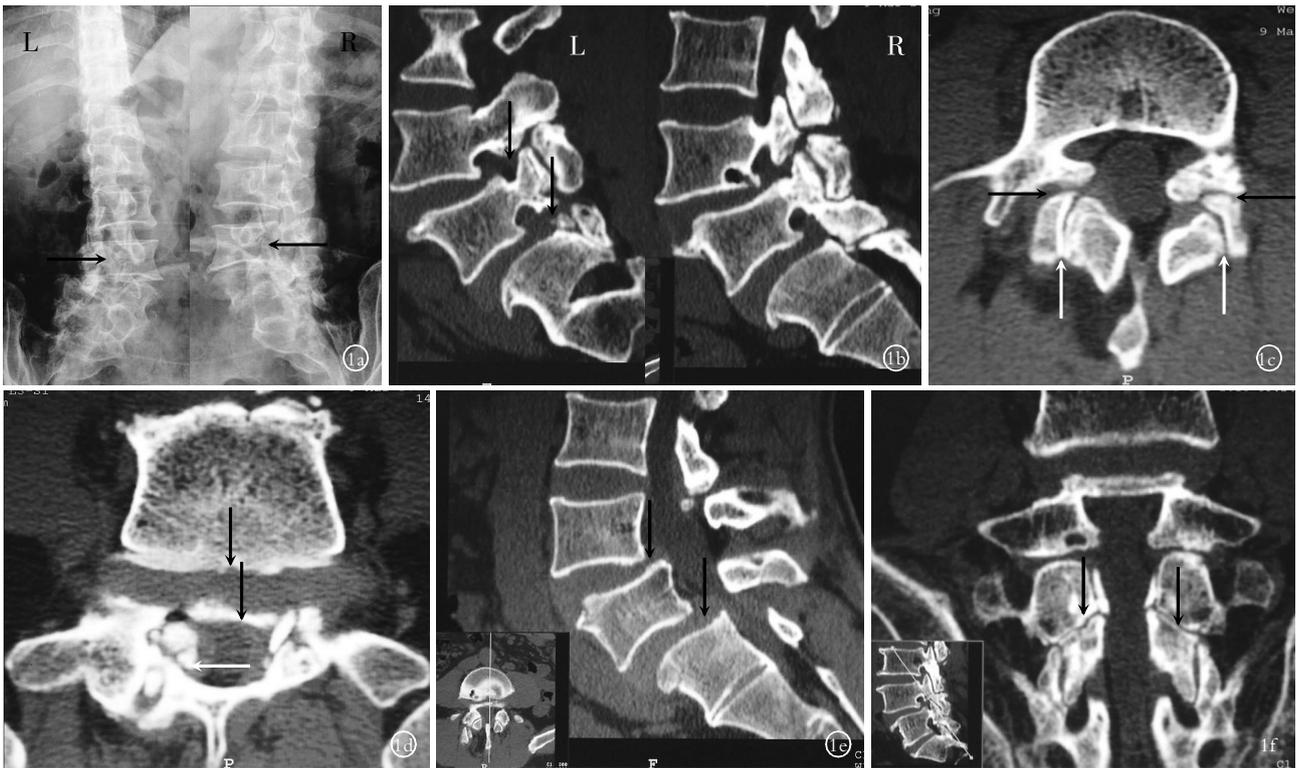
## 2 结果

**2.1 3 种影像检查对腰椎弓峡部骨质不连的观察** 在 127 例患者的 X 线片中共观察到峡部骨质不连 201 处,而手术结果表明实际有 265 处,64 处峡部裂因投照体位、峡部裂周围骨痂情况及患者脊柱侧弯等影响未被观察到(图 1a),而同一患者容积 CT 扫描后的矢状位 MPR 重组图像能清楚显示峡部不连(图 1b)。在 79 例患者的常规椎间盘 CT 扫描横断面图像中共观察到 105 处腰椎峡部骨质不连(图 1d,图 2a,图 3a),而经手术证实有 160 处,55 处未检出。156 例行容积 CT 扫描的患者,经手术证实有 324 处腰椎弓峡部断裂,而在容积 CT 扫描后的横断面及重组图像中全部观察到了 324 处腰椎峡部骨质不连接(图 1c、e、f,图 2b,图 3b、c、d),无漏诊。

**2.2 3 种影像检查对腰椎峡部裂诊断准确率的比较** 将 3 种影像诊断结果与手术诊断结果比较,得出 X 线片、常规椎间盘 CT 扫描及 MSCT 容积扫描的 3 种影像检查各自对腰椎峡部裂的诊断准确率,分别为 75.8%、65.6%、100.0%。通过多样本率的  $\chi^2$  检验,将 3 种影像检查各自对峡部裂的诊断准确率进行比较,认为 3 种影像检查对峡部裂的诊断准确率有差异( $\chi^2=115.66, P<0.005$ )。再通过多个样本率比较的  $\chi^2$  分割法对其进行两两比较,认为 MSCT 容积扫描后的重组图像对峡部裂的诊断准确率与 X 线片及常规 CT 图像对峡部裂的诊断准确率均有差异( $\chi^2$  值分别为 87.79、125.65,  $P<0.005$ ),但还不能认为 X 线片与常规 CT 图像各自对峡部裂的诊断准确率之间有差异( $\chi^2=5.17, P>0.05$ )。因此,可以认为 MSCT 容积扫描后的重组图像对峡部裂的诊断准确率最高。

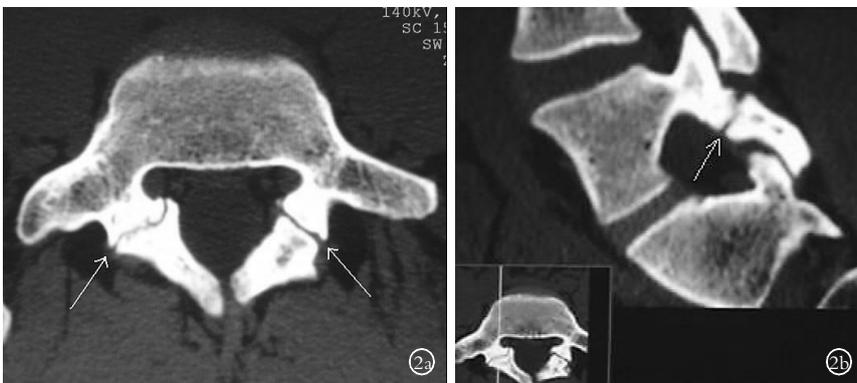
## 3 讨论

**3.1 各种影像检查方法在诊断腰椎峡部裂方面的优缺点** 椎弓峡部解剖结构的特殊性使得峡部在三维空间上与人体的冠状面、矢状面及横断面均不平行,加大了影像检查的难度,各种影像检查对腰椎峡部裂的诊断有其不同的价值和不足。传统腰椎 X 线侧位片能显示腰椎滑脱的部位及程度,左右后斜位片能显示峡部断裂的直接征象——“猎狗项圈征”,



**图 1** 男,49 岁, L<sub>3</sub>、L<sub>4</sub> 峡部裂 **1a.** X 线左右双斜位片清晰显示 L<sub>3</sub> 两侧椎弓峡部断裂(箭头所示),但 L<sub>4</sub> 两侧椎弓峡部因与髂骨影重叠而示不清 **1b.**MSCT 容积扫描后,经左侧椎弓峡部的矢状位 MPR 重组图像显示 L<sub>3</sub>、L<sub>4</sub> 左侧峡部均断裂(箭头所示),经右侧椎弓峡部 MPR 图像显示 L<sub>3</sub> 右侧峡部断裂 **1c.**MSCT 容积扫描原始横断面显示“双关节征”:位于前外方的为峡部裂隙(黑箭头所示),位于后内侧的为上下关节间隙(白箭头所示) **1d.**常规椎间盘 CT 横断面显示“双边征”(黑箭头所示)。并发现峡部裂周围的骨痂及碎片影突入椎管内(白箭头所示) **1e.**MSCT 容积扫描后重组图像,正中矢状面 MPR 示 L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub> 椎体向前轻度滑脱(箭头所示) **1f.**MSCT 容积扫描后重组图像,经过椎弓峡部的斜横断 MPR 图像同时显示 L<sub>3</sub> 两侧峡部裂(箭头所示)

**Fig.1** A 49-year-old male with LS in L<sub>3</sub> and L<sub>4</sub> **1a.** The left and right anteroposterior X-ray films showed the nonunion at the both arch isthmus of L<sub>3</sub>(arrow point at place), but the arch isthmus of L<sub>4</sub> couldn't be displayed because of overlapping **1b.** After scanning by MSCT, the sagittal MPR of the left arch isthmus showed the nonunion at the left arch isthmus of L<sub>3</sub> and L<sub>4</sub> (arrow point at place), and the right sagittal MPR showed the nonunion at the right arch isthmus of L<sub>3</sub> **1c.** The "double joint sign" was showed in the axial image of MSCT. The LS were located at the anterolateral (black arrow point at place), and the vertebral facet joint were located at the posterior inner lateral (white arrow point at place) **1d.** The axial image of the routine CT scanning showed the "double edge sign" (black arrow point at place). Body callus and fragments around arch isthmus intruded in vertebral canal (white arrow point at place) **1e.** The median sagittal MPR showed that the L<sub>4</sub> and L<sub>5</sub> vertebral slip ahead slightly (arrow point at place) **1f.** The oblique axial MPR showed the nonunion at the both arch isthmus of L<sub>3</sub> (arrow point at place)



**图 2** 女,37 岁, L<sub>5</sub> 峡部裂 **2a.** 常规椎间盘 CT 横断面显示 L<sub>5</sub> 两侧椎弓峡部骨质不连(箭头所示) **2b.**MSCT 容积扫描后,经过峡部的矢状面 MPR 显示峡部断裂(箭头所示)

**Fig.2** A 37-year-old female with LS in L<sub>5</sub> **2a.** The axial image of the routine CT scanning showed the nonunion at the both arch isthmus of L<sub>5</sub> (arrow point at place) **2b.** After scanning by MSCT, The sagittal MPR of the right arch isthmus showed the nonunion at the right arch isthmus of L<sub>5</sub> (arrow point at place)

但对未合并椎体滑脱或当脊柱有侧弯、旋转时,常较难显示和容易漏诊<sup>[8]</sup>。同时, X 线片不能显示神经根受压的原因和直接征象,如峡部裂周围骨赘、骨痂、纤维组织增生及合并椎间盘突出等征象<sup>[9]</sup>。椎弓峡部位于椎弓根下 2~9 mm<sup>[10]</sup>,常规椎间盘 CT 扫描常

因未扫及该部位而漏诊峡部裂。较多学者<sup>[11-12]</sup>认为常规椎间盘 CT 扫描能显示“双边征”、椎管前后径改变等,但笔者认为,只有在峡部裂并发椎体滑脱时才能显示以上间接征象,而未并发椎体滑脱则不能显示。本组 28 例行常规椎间盘 CT 扫描患者 55 处峡



**图 3** 男,30 岁, L<sub>5</sub> 峡部裂 **3a.**常规椎间盘 CT 横断面显示“葫芦征”:椎管的前后径增大,椎管呈倒葫芦状 **3b.**MSCT 容积扫描后 VR 重组图像经适当旋转,清晰显示左侧椎弓峡部裂(黑箭头所示),且能与下方的椎小关节间隙明确区分(白箭头所示) **3c.**VR 图像,通过万能切割软件做适当切割,仅保留需观察的椎体。图中清楚、直观地显示了两侧椎弓峡部裂(箭头所示) **3d.**VR 图像,通过旋转图像,能清楚地观察峡部裂的内部形态,该方位显示椎体左侧椎弓峡部完全断裂(箭头所示)

**Fig.3** A 30-year-old male with LS in L<sub>5</sub> **3a.**The axial image of the routine CT scanning showed the anteroposterior diameter of the vertebral canal has increased and look like inverse calabash shape **3b.**The volume rendering image showed the nonunion at the left arch isthmus of L<sub>5</sub> clearly (black arrow point at place)and can definitely discriminate inferior vertebral joint space (white arrow point at place) **3c.** After cutting appropriately, the vertebra that need to be observed were kept only, and it showed the nonunion at both arch isthmus of L<sub>5</sub> stereoscopically (arrow point at place) **3d.** After rotating properly, the VR image showed the inner construction clearly (left arch isthmus completely broken, arrow point at place)

部裂未检出,均因未并发椎体滑脱或仅轻微滑脱,且又未扫及椎弓峡部而造成漏诊。反角度 CT 扫描(reverse gantry angle, RGCT)<sup>[13-14]</sup>通过倾斜 CT 机架保证切层方向与椎弓走行平行,所获图像可直观地显示椎弓冠状解剖结构及相邻组织关系,是常规 CT 扫描的一种重要补充。它在显示“双关节征”、“双管征”等峡部裂征象时明显优于常规椎间盘 CT<sup>[12]</sup>,但对腰椎是否滑脱及其滑脱程度的诊断仍需 X 线片或 CT 定位片<sup>[14]</sup>。此外, RGCT 扫描需大角度倾斜机架,从而造成扫描困难甚至无法扫描<sup>[5,15]</sup>。相比较 X 线片或 CT, MRI 可探测到峡部裂的临床早期阶段,如早期的应力损伤<sup>[16]</sup>,且无电离辐射作用,这可能使 MRI 成为研究峡部裂特别理想的检查,尤其适于青少年女性人群<sup>[17]</sup>。但必须注意到和 CT 一样, MRI 不能评估骨病变更是有代谢活性。

**3.2 MSCT 容积扫描及重组技术对腰椎峡部裂诊断的优势及前景** 随着 MSCT 的广泛应用,采用螺旋程序扫描整段脊柱成为可能,且在腰椎疾患的诊断中越来越重要<sup>[3,18]</sup>。与传统 CT 扫描不同, MSCT 扫描过程中, X 线球管连同探测器利用滑环技术环绕受检体作连续 360°的圆周运动,持续发射 X 线,同时检查床以匀速移动,探测器连续采集数据,以上程序同步进行, X 线相对受检体而言经历了一个螺旋形轨迹,故被称为螺旋 CT 扫描,其采集到的是不间断的连续数据,也被称为容积扫描。其原始图像包含完整的椎体及附件,无论是否并发椎体滑脱,都能清楚显示椎弓峡部裂的直接征象——“环裂征”,如并发椎体滑脱,则能显示椎弓峡部裂的伴发表现,如“双边征”、“双关节征”、“倒葫芦征”及椎管径线改变

等。而且,薄层螺旋 CT 扫描实现了“等素体”,即每一素体在冠状位、矢状位及横轴位 3 个方向是均等的,使图像做到“各向同性”<sup>[19]</sup>,保证了 MPR 影像上任一层面空间分辨率的一致。其中,正中矢状面 MPR 能清楚显示腰椎滑脱的部位及其滑脱程度,相当于 X 线腰椎侧位片,但较 X 线片更清晰,测量滑脱程度更准确。经过椎弓峡部的矢状位 MPR 图像能清楚、直观地显示峡部裂的内部结构及其与邻近组织的关系,且不会因组织重叠等因素导致峡部显示不清,类似腰椎双斜位片的显示位置但优于双斜位片的显示效果。经过椎弓峡部的斜横断 MPR 图像能清楚显示“双关节征”、“倒葫芦征”,与 RGCT 扫描显示的效果相同,但 MPR 图像不受扫描架倾角限制。此外,还可在工作站进行 SSD、VR 等重组。但 SSD 重组图像容积资料丢失较多,细节显示不够<sup>[20]</sup>,只能作为显示椎弓峡部裂的一种补充。利用 4D-Agino 软件重组所得的 VR 图像立体、直观,接近人体真实的解剖结构,且可旋转图像从各个角度观察椎弓峡部的断裂情况,还能应用万能切割(master cut)功能软件将妨碍观察的外部组织切除,从而更清晰地观察峡部裂的内部结构。但是,当患者有骨质疏松的情况时,VR 图像对峡部裂的显示较差,且 VR 重组操作相对 MPR 重组操作更复杂、繁琐。

MSCT 容积扫描及重组技术在诊断腰椎峡部裂上有明显的优势,它仅需一次扫描便能获得包括类似 X 线片和常规椎间盘 CT 扫描所能显示的影像信息在内且更为丰富的影像信息,并较前两者图像显示更为清晰、立体、直观,大大提高了腰椎峡部裂的诊断准确率。为减少临床对峡部裂的漏诊和误诊,应

常规采用多层螺旋 CT 容积扫描对患者进行检查。但是,对长节段腰椎进行容积扫描势必会增大患者所受的辐射剂量,能否在不影响诊断的前提下采用更低剂量的螺旋扫描有待研究。

#### 参考文献

- [1] Kalichman L, Kim DH, Li L, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population[J]. *Spine*, 2009, 34(2): 199-205.
- [2] Klein G, Mehlman CT, McCarty M. Nonoperative treatment of spondylolysis and grade I spondylolisthesis in children and young adults: a meta-analysis of observational studies[J]. *J Pediatr Orthop*, 2009, 29(2): 146-156.
- [3] Belfi LM, Ortiz AO, Katz DS. Computed tomography evaluation of spondylolysis and spondylolisthesis in asymptomatic patients[J]. *Spine*, 2006, 31(24): 907-910.
- [4] Li B, Jiang B, Fu Z, et al. Accurate determination of isthmus of lumbar pedicle: a morphometric study using reformatted computed tomographic images[J]. *Spine*, 2004, 29(21): 2438-2444.
- [5] Wong DA, Transfeldt E. 谭军, 郝定均. 麦氏腰背痛[M]. 北京: 人民军医出版社, 2009: 84-89.  
Wong DA, Transfeldt E, editor. Tan J, Hao DJ, translation. *Macnab's Backache*[M]. Beijing: People's Military Medical Press, 2009: 84-89. Chinese.
- [6] 王玲, 葛英辉, 朱绍成, 等. 腰椎多层螺旋 CT 容积扫描的临床应用[J]. *中华放射学杂志*, 2008, 42(11): 1137-1142.  
Wang L, Ge YH, Zhu SC, et al. Clinical application of multilamellar spiral CT volume scanning of lumbar vertebrae[J]. *Zhonghua Fang She Xue Za Zhi*, 2008, 42(11): 1137-1142. Chinese.
- [7] 白人驹. 医学影像诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 655-656.  
Bai RJ. *Medical Imageology*[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005: 655-656. Chinese.
- [8] Saifuddin A, White J, Tucker S, et al. Orientation of lumbar pars defects: Implications for radiological detection and surgical management[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1998, 80(2): 208-211.
- [9] 叶文钦, 陈忠, 练旭辉, 等. 螺旋 CT 三维和多平面重建在腰椎峡部裂中的应用[J]. *临床放射学杂志*, 2002, 21(11): 886-888.  
Ye WQ, Chen Z, Lian XH, et al. Application of 3D spiral CT and multiplanar reconstruction on lumbar spondylolisthesis[J]. *Lin Chuang Fang She Xue Za Zhi*, 2002, 21(11): 886-888. Chinese.
- [10] Robertson PA, Sherwood MJ, Hadlow AT. Lumbosacral dislocation injuries: management and outcomes[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(3): 232-237.
- [11] 邢成颜, 秦东京, 许昌, 等. 常规椎间盘 CT 扫描在腰椎滑脱诊断中的价值分析[J]. *滨州医学院学报*, 2007, 30(3): 180-182.  
Xing CY, Qin DJ, Xu C, et al. Analysis of value of conventional CT of intervertebral disk in diagnosis of lumbar spondylolisthesis[J]. *Bin Zhou Yi Xue Yuan Xue Bao*, 2007, 30(3): 180-182. Chinese.
- [12] 秦德安, 张佐伦, 李晓东. 腰椎峡部裂的 CT 诊断和临床意义[J]. *实用放射学杂志*, 2005, 21(9): 995-997.  
Qin DA, Zhang ZL, Li XD. Clinical significance of CT in diagnosis of lumbar spondylolisthesis[J]. *Shi Yong Fang She Xue Za Zhi*, 2005, 21(9): 995-997. Chinese.
- [13] 陈晓武, 刘天辉. 反角度 CT 扫描对椎弓崩裂的诊断价值[J]. *临床放射学杂志*, 2001, 20(8): 644-645.  
Chen XW, Liu TH. Value of contra-angle CT scanning in diagnosis of spondylolisthesis[J]. *Lin Chuang Fang She Xue Za Zhi*, 2001, 20(8): 644-645. Chinese.
- [14] 杜秀香, 马茹, 陈亚玲. CT 反角度扫描对腰椎峡部裂诊断的价值[J]. *中医正骨*, 2004, 16(5): 23-24.  
Du XX, Ma R, Cheng YL. The value of contra-angle CT scanning in diagnosing lumbar spondylolysis[J]. *Zhong Yi Zheng Gu*, 2004, 16(5): 23-24. Chinese.
- [15] 侯代伦, 柳澄, 陈海松, 等. 多层螺旋 CT 不同角度 MPR 图像诊断腰椎弓峡部裂的对照研究[J]. *实用放射学杂志*, 2007, 23(2): 150-153.  
Hou DL, Liu C, Chen HS, et al. The value of different angle MPR using multi-slice spiral CT in diagnosing lumbar spondylolysis[J]. *Shi Yong Fang She Xue Za Zhi*, 2007, 23(2): 150-153. Chinese.
- [16] Udeschi UL, Reeves D. Routine thin slice MRI effectively demonstrates the lumbar pars interarticularis[J]. *Clin Radiol*, 1999, 54(9): 615-619.
- [17] Gehweiler JA Jr, Daffner RH. Low back pain: the controversy of radiologic evaluation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1983, 140(1): 109-112.
- [18] Krupski W, Majcher P, Fatyga M, et al. 3D CT imaging of the lumbosacral spine after surgical treatment of L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> spondylolisthesis by postero-lateral spondylosis[J]. *Orthop Traumatol Rehabil*, 2003, 5(2): 243-247.
- [19] Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, et al. Multisection CT: scanning techniques and clinical applications[J]. *Radiographics*, 2000, 20(6): 1787-1806.
- [20] 周康荣. 螺旋 CT[M]. 上海: 上海医科大学出版社, 1998: 14.  
Zhou KR. *Spiral CT*[M]. Shanghai: Publishing House of Shanghai Medical University, 1998: 14. Chinese.

(收稿日期: 2010-05-17 本文编辑: 王宏)