

## •非血管介入 Non-vascular intervention•

## CT 多曲面重建在 C 臂引导经皮骶骨成形术中的应用

孙飞虎, 何仕诚, 王卫东, 朱海东, 方 文, 杜瑞杰, 范 晨

**【摘要】 目的** 探讨术前行多排螺旋 CT 扫描及多曲面重建(MPR)技术建立模拟穿刺路径对 C 臂下行经皮骶骨成形术(PSP)术中实际入路的指导价值。**方法** 收集 2014 年至 2017 年东南大学附属中大医院收治 17 例患者资料,17 例患者术前均经过多排螺旋 CT 扫描并行 MPR 建立模拟穿刺入路,分别测量棘突旁开距离(AC)、椎弓根横角(AOC)及腰骶角(AOB),并与术中实际测量值行配对 *t* 检验。所有病例均在 C 臂透视引导下经椎弓根入路进行操作,术后 3 d 内 CT 复查观察骨水泥分布及有无渗漏,术后 7 d 内观察并发症情况。**结果** 17 例 20 节次椎体成形均获成功,所有椎体术前均建立模拟穿刺路径,术前模拟 AC、AOC 分别为 $(4.3\pm 0.4)$  cm、 $30.5^\circ\pm 1.9^\circ$ ,与术中实际测量值 $(4.5\pm 0.5)$  cm、 $30.7^\circ\pm 1.9^\circ$ ,差异无统计学意义。术前腰骶角 AOB 为  $37.1^\circ\pm 4.1^\circ$ ,与术中实际测量值  $29.7^\circ\pm 3.0^\circ$ ,差异有统计学意义。术后 CT 证实椎间盘渗漏 2 例,骶孔渗漏 1 例,无穿刺路径损伤或骨水泥渗漏引起的有临床症状的并发症。**结论** 多曲面重建可模拟骶1 椎体经椎弓根入路穿刺路径,与实际针道具有较好的一致性,并可指导 C 臂透视下行骶骨成形术,提高实际穿刺的准确性和安全性。

**【关键词】** 骶骨成形术;腰骶角;C 臂;多曲面重建;

中图分类号:R739 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2021)-08-0788-04

**The application of CT multi-planar reconstruction in C-arm fluoroscopy-guided percutaneous sacroplasty**  
SUN Feihu, HE Shicheng, WANG Weidong, ZHU Haidong, FANG Wen, DU Ruijie, FAN Chen.  
Department of Interventional Radiology, Affiliated Wuxi Municipal People's Hospital, Nanjing Medical University, Wuxi, Jiangsu Province 214000, China

Corresponding author: HE Shicheng, E-mail: shichenghe@vip.sina.com

**【Abstract】 Objective** To discuss the value of preoperative establishment of simulated puncture path based on multi-row spiral CT scanning and multi-planar reconstruction(MPR) technique in guiding C-arm fluoroscopy-guided percutaneous sacroplasty(PSP). **Methods** The clinical data of 17 patients, who received PSP from 2014 to 2017, were collected. Preoperative multi-row spiral CT scanning as well as MPR was performed to establish a simulated puncture path in all 17 patients. The distance away from spinous process(AC), the pedicle transverse angle(AOC) and the lumbosacral angle(AOB) were separately measured. A pairwise *t*-test between the obtained values and the actually measured values during the operation was conducted. Under C-arm fluoroscopy guidance, PSP via interpedicular approach was carried out in all patients. CT reexamination was performed within 3 days after PSP to observe the distribution of bone cement and to check if there was any cement leakage. The complications occurred within 7 days after PSP were recorded. **Results** Successful PSP was accomplished for 20 vertebral bodies in 17 patients. Preoperative establishment of simulated puncture path was performed for all 20 vertebral bodies. The preoperative simulated AC and AOC were  $(4.3\pm 0.4)$  cm and  $(30.5\pm 1.9)^\circ$  respectively, during operation the actually measured values of AC and AOC were  $(4.5\pm 0.5)$  cm and  $(30.7\pm 1.9)^\circ$  respectively, the differences between the two were not statistically significant. The preoperative AOB was  $(37.1\pm 4.1)^\circ$ , while the actually measured AOB was  $(29.7\pm 3.0)^\circ$ , the difference between the two was

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.08.009

作者单位: 214000 江苏无锡 南京医科大学附属无锡人民医院介入科(孙飞虎、王卫东、范 晨);东南大学附属中大医院介入与血管外科(何仕诚、朱海东、方 文、杜瑞杰)

通信作者: 何仕诚 E-mail: shichenghe@vip.sina.com

statistically significant. Postoperative CT scan showed that intervertebral disc cement leakage occurred in 2 patients and sacral foramen cement leakage occurred in one patient. No puncturing path injury or cement leakage-related clinical symptoms occurred. **Conclusion** By using MPR technique the transpedicular puncturing route to the first sacral body can be simulated on CT images, which is quite consistent with the actual needle-puncturing track. Therefore, this technique can be used in guiding C-arm fluoroscopy-guided PSP and improve the accuracy and safety of actual puncturing in PSP. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 788-791)

**【Key words】** sacroplasty; lumbosacral angle; C-arm; multi-planar reconstruction

骶尾椎是脊柱与骨盆之间的桥梁,对骨盆与脊柱之间的稳定性起重要作用。骶骨骨折、肿瘤等病变均可引起骶尾部疼痛,严重影响患者生活质量。经皮骶椎成形术(percutaneous sacroplasty, PSP)是PVP的衍生技术,近年来采用PSP治疗骶骨不全骨折疗效显著<sup>[1]</sup>。目前PSP常用的引导方式为CT和C臂。CT引导较C臂穿刺定位更为精准,但其手术时间长,同时不能实时监控骨水泥弥散方向<sup>[2-3]</sup>。为提高C臂引导穿刺的准确性及安全性,本课题对17例骶1椎体病变患者术前行多曲面重建(MPR)模拟穿刺路径,并与实际穿刺入路进行比较,现报道如下。

## 1 材料与方法

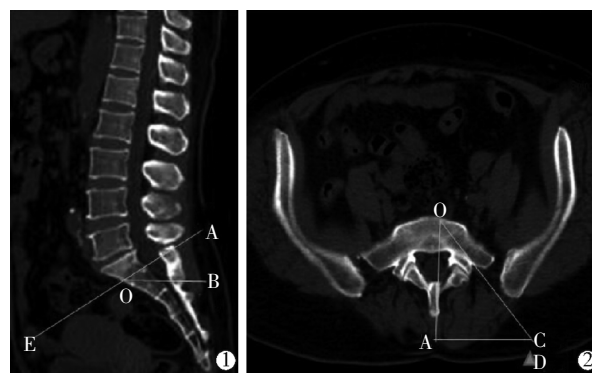
### 1.1 临床资料

PSP治疗骶1椎体病变共17例,男8例,女9例,平均年龄( $67.4 \pm 11.1$ )岁(51~90岁)。参照Denis骶骨骨折分型<sup>[1]</sup>将病变累及范围分3型:I型骶骨翼区病变;II型骶孔区病变;III型椎体区病变。所有患者术前均经CT及MRI证实病变累及部位均为骶1椎体III型,未累及骶管。本组无I型和II型病变。

### 1.2 方法

**1.2.1 术前模拟路径测量值** CT数据均传至三维工作站(德国Siemens公司Somatom Senation)进行后处理。将骶椎正中矢状面作为定位图,平行于骶骨岬平面以3 mm层厚进行横断面重建。于正中矢状面测量腰骶角(骶1椎体骶骨岬平面与横断面的夹角),于椎弓根层面分别测量旁开距离(穿刺点距中线的旁开距离)及椎弓根横向角(水平面上椎弓根长轴线与椎体矢状面的夹角)(图1)。

**1.2.2 术中实际进针测量值** 患者取俯卧位,在DSA(美国GE公司Innova 3100及荷兰Philip公司FD20)透视引导下进行。正位透视下骶骨中心线投照向头侧倾斜 $5^\circ \sim 15^\circ$ ,采用10 cm长13G骨穿针(美国COOK公司)经椎弓根入路穿刺。首先以术前CT重建测量值确定体表穿刺点,根据术前所测旁开



①正中矢状面重建图像,AE平行于骶骨岬平面,OB平行于横断面,AOB即为腰骶角;②经椎弓根长轴斜位重建图像,OC为椎弓根长轴线,OA平行于正中矢状面,AC长为旁开距离,D点为皮肤穿刺点

图1 术前二维重建图像

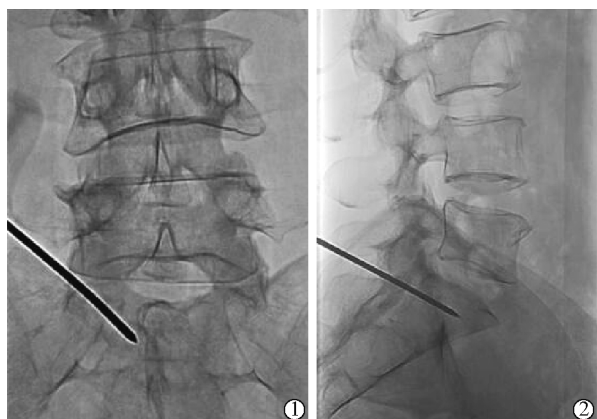
距离以L5棘突为起点向穿刺侧做平行于脊柱长轴的平行线,再侧位透视下以金属棒投影经椎弓根层面做平行于骶骨岬平面的平行线,交点即为体表穿刺点,通常位于髂骨内侧缘。穿刺针突破皮下后横断面沿椎弓根横向角,矢状面沿术中实际腰骶角倾斜路径进针,术中正侧位双向透视证实穿刺方向,当穿刺针抵达椎弓根内侧缘及椎体后缘,测量穿刺针与矢状面及横断面夹角,后侧位透视下穿刺至椎体前缘(图2)。透视下于黏稠期注入骨水泥。术后CT复查观察骨水泥分布及有无渗漏。

### 1.3 统计学分析

数据采用SPSS20.0统计软件进行分析,计量资料采用率及( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较应用配对t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

17例经椎弓根路径穿刺均获成功,其中3例患者行双侧穿刺,手术成功率100%。20节椎体术前均获清晰模拟穿刺路径。术后CT证实椎间盘渗漏2例,骶孔渗漏1例,无穿刺路径损伤或骨水泥渗漏引起的有临床症状的并发症。



①正位透视下横断面沿椎弓根横向角进针;②矢状面沿腰骶角倾斜斜路径进针,后侧位透视下穿刺至椎体前缘

图2 正侧位透视下骶1椎体穿刺过

术中 DSA 投照角度平均头侧倾斜  $8.6^{\circ} \pm 1.8^{\circ}$  ( $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$ )。术前 CT 模拟测量值和术中实际针道的皮肤穿刺点棘突旁开距离、与矢状面的夹角(椎弓根横向角)以及与横断面的夹角(腰骶角)结果见表 1, 其中术前 CT 所测旁开距离及椎弓根横向角, 与术中实际旁开距离及矢状面的夹角差异均无统计学意义( $t=-1.506, P=0.148, t=-0.925, P=0.367$ )。术前 CT 腰骶角测量值比术中实际所测腰骶角值平均大  $7.4^{\circ}$ , 差异有统计学意义( $t=10.663, P<0.000 1$ )。

表1 术前模拟路径测量值与术中实际测量值的结果比较

项目	测量值	实际值	t 值	P 值
AC/cm	$4.3 \pm 0.4$	$4.5 \pm 0.5$	-1.506	0.148
AOC/ $^{\circ}$	$30.5 \pm 1.9$	$30.7 \pm 1.9$	-0.925	0.367
AOB/ $^{\circ}$	$37.1 \pm 4.1$	$29.7 \pm 3.0$	10.663	<0.000 1

AC 为旁开距离;AOB 穿刺针与横断面的夹角;AOC 穿刺针与矢状面的夹角

### 3 讨论

骶尾椎位于人体中轴下段,是连接脊椎与骨盆的结构和力学传导枢纽,也是骨盆的重要组成部分。保持骶尾椎的完整性对于人体的正常负重、活动以及大小便等功能具有重要意义。椎体成形术可稳定微骨折、加固椎体从而迅速缓解疼痛,已成为脊椎良恶性病变的重要治疗方法,目前胸腰椎常采用经椎弓根入路,解剖结构相对安全,已广泛开展<sup>[4]</sup>。骶骨由于解剖结构较为复杂,PSP 报道病例较胸腰椎少。

正常情况下脊柱有 4 个生理弯曲,矢状面上呈 S 形,即颈段前凸、胸段后凸、腰段前凸和骶段后凸,腰骶移行部呈前凸曲度,这使得骶骨横断面与水平面呈一夹角,即腰骶角<sup>[5]</sup>;横断面上骶骨骨面呈卵圆形,椎弓根向两侧外展,短而宽大,位于骶骨后皮质骨板下,呈“三棱柱”状,椎弓根轴线自后外斜向前

内与椎体矢状面呈一夹角,即椎弓根横向角<sup>[6]</sup>。正是由于骶骨解剖的复杂性,早年间对于骶骨中心区病变(Ⅲ型)常选择经骶髂关节或骶翼穿刺路径到达病灶,该路径创伤大,患者常常无法忍受<sup>[7]</sup>。为减轻穿刺路径损伤,Firat 等<sup>[8]</sup>采用经椎弓根外下斜向前上并平行于骶骨前缘穿刺的方法行 PSP 治疗骶 1 椎体病理性骨折,术前、术后 VAS 评分(8 比 1)分,注入骨水泥 6 mL,穿刺过程中无明显神经血管损伤,但该例仅为个案报道,同时穿刺方法经过多节骶椎。

有研究指出,MPR 图像与病理解剖结构相近,尤其是骨性结构。多层螺旋 CT 及 MPR 技术可选取合适重建平面从而消除腰骶椎生理曲度,清楚显示完整的骶椎长轴和骶椎横断面的局部解剖结构,使术者术前能充分了解骶 1 椎体与椎弓根各平面的角度<sup>[9]</sup>。本组 17 例 20 节椎体术前均获清晰模拟穿刺路径,20 节椎体均在 C 臂引导下经椎弓根后入路行 PSP 治疗,手术成功率 100%。通过对术前腰骶椎 CT 矢状及斜横断面的重建数据进行测量,结果显示平均旁开距离( $4.3 \pm 0.4$ ) cm,椎弓根横向角  $30.5^{\circ} \pm 1.9^{\circ}$ ,与术中实际旁开距离( $4.5 \pm 0.5$ ) cm、进针角度  $30.7^{\circ} \pm 1.9^{\circ}$ ,差异均无统计学意义,说明模拟穿刺路径与实际针道具有较好的一致性。腰骶角在不同个体有较大的差异,立位 X 线侧位片上一般不超过  $45^{\circ}$ ,超过此值将导致脊柱不稳,本组术前腰骶角测量值  $37.1^{\circ} \pm 4.1^{\circ}$ ,与术中所测腰骶角  $29.7^{\circ} \pm 3.0^{\circ}$ ,差异有统计学意义,分析原因认为是两组腰骶角所测值采取的体位不同,术前多排螺旋 CT 扫描采用仰卧位,腰骶部所承受的负荷不同于站立位,也不同于俯卧位,因此腰骶部曲度较俯卧位更为前凸。

PVP 治疗椎体病变的常见并发症为骨水泥渗漏<sup>[10]</sup>。Kortman 等<sup>[11]</sup>回顾性分析了 6 个医疗中心应用 PSP 治疗的 243 例患者资料,其中骶骨不全骨折 204 例,骶骨肿瘤 39 例,术后仅有 1 例患者出现了骨水泥漏入骶孔的并发症。一般骨水泥渗漏大多无症状,症状性骨水泥渗漏少见。本组 17 例 PSP 术中均无穿刺路径的神经血管损伤,术后 CT 证实仅椎间盘渗漏 2 例,骶孔渗漏 1 例,随访期间均无相关临床症状。我们认为术前行多曲面重建可以了解骨折线的类型,骨破坏区累及范围以及与邻近脊髓的关系,制定最安全的穿刺路径,并一定程度减少骨水泥渗漏。

术前应用多排螺旋 CT 扫描对骶椎进行 MPR 重建,可以了解病椎的局部解剖关系,建立模拟穿

刺路径,优化手术设计,确定最佳的手术入路,从而节省手术时间,使术中操作更加安全,以降低患者的手术风险。

#### [参考文献]

- [1] Andresen R, Ludtke C W, Radmer S, et al. Radiofrequency sacroplasty(RFS) for the treatment of osteoporotic insufficiency fractures[J]. Eur Spine J, 2015, 24:759-763.
- [2] Ortiz AO, Brook AL. Sacroplasty[J]. Techn Vasc Interv Radiol, 2009, 12:51-63.
- [3] Georgy BA. Percutaneous cement augmentations of malignant lesions of the sacrum and pelvis[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30:1357-1359.
- [4] 孙飞虎,何仕诚,杜瑞杰,等. 脊柱转移性肿瘤的介入微创治疗现状[J]. 东南大学学报(医学版), 2018, 37:180-184.
- [5] 邢帅,杨勇,王永刚,等. 脊柱骨盆矢状面平衡对骨质疏松性椎体压缩性骨折经皮椎体后凸成形术后继发骨折的影响[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20:487-491.
- [6] 李孟军,戴国强,占新华,等. 骶骨椎弓根及侧块的应用解剖研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20:864-867.
- [7] 张继,吴春根,程永德. 经皮骶椎成形术[J]. 介入放射学杂志, 2008, 17:142-144.
- [8] Firat AK, Gumus B, Kaya E, et al. Interpedicular approach in percutaneous sacroplasty for treatment of sacral vertebral body pathologic fractures[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2011, 34 (Suppl 2):S282-S287.
- [9] 上官建伟,梁俊芳,肖新广,等. 螺旋 CT 扫描及多平面重建(MPR)技术在骶尾部病变诊断中的应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2017, 15:130-132.
- [10] 孙钢. 经皮椎体强化术并发症发生及对策[J]. 介入放射学杂志, 2017, 26:769-774.
- [11] Kortman K, Ortiz O, Miller T, et al. Multicenter study to assess the efficacy and safety of sacroplasty in patients with osteoporotic sacral insufficiency fractures or pathologic sacral lesions[J]. J Neurointerv Surg, 2013, 5:461-466.

(收稿日期:2020-07-02)

(本文编辑:俞瑞纲)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告  
《Journal of Interventional Medicine》  
网址: [www.keaipublishing.com/JIM](http://www.keaipublishing.com/JIM)  
邮箱: [j\\_intervent\\_med.@163.com](mailto:j_intervent_med.@163.com)