

# 采用MRI结合DR片定位规范数字化PKP/PVP术快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折

汤长华<sup>1</sup> 杨惠林<sup>2</sup> 张晓慧<sup>1</sup> 冯国新<sup>1</sup> 叶志远<sup>1</sup> 张杰<sup>1</sup> 朱永敢<sup>1</sup>

**【摘要】 目的** 探讨采用MRI结合DR片定位数字化经皮椎体后凸成形术(PKP)/经皮椎体成形术(PVP)快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折的疗效。**方法** 回顾性收集江苏省泗洪县人民医院骨科2016年1月至2018年12月采用MRI结合DR片定位数字化PKP/PVP术快速康复治疗T<sub>5</sub>~S<sub>1</sub>老年胸腰骶椎骨折患者69例。采用疼痛视觉模拟评分(VAS)进行疼痛评分,X线片测定术前、术后椎体前后缘高度比值及Cobb's角,进行统计学分析,评定疗效。**结果** 随访3~24个月,平均(18±11)个月。术中出血量2~15 ml,平均(5.0±2.1)ml。手术时间30~120 min,平均(55±7)min。术中无脊髓神经损伤,1例陈旧性骨折发生无症状椎间隙人工骨渗漏,2例PMMA椎旁渗漏。疼痛VAS评分由术前的(7.5±0.7)分恢复为术后1个月的(0.7±0.7)分。椎体前后缘高度比值由术前的(62±32)恢复为术后1个月的(94±38)。Cobb's角由术前的(16±5)°恢复为术后1个月的(2.6±1.4)°。差异均有统计学意义( $P<0.01$ )。**结论** 采用MRI结合DR片定位数字化PKP/PVP术,快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折,可降低骨水泥渗漏风险,纠正脊柱后凸畸形,早期下床快速康复锻炼,骨折愈合好。

**【关键词】** 椎体成形术; 椎体后凸成形术; 核磁共振; 数字化

**Rapid rehabilitation of elderly patients with thoracic and lumbar and sacral fractures by MRI combined with DR positioning and standardized digital PKP/PVP** Tang Changhua<sup>1</sup>, Yang Huilin<sup>2</sup>, Zhang Xiaohu<sup>1</sup>, Feng Guoxin<sup>1</sup>, Ye Zhiyuan<sup>1</sup>, Zhang Jie<sup>1</sup>, Zhu Yonggan<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Department of orthopedics, Sihong County People's Hospital of Jiangsu Province, Sihong 223900, China; <sup>2</sup>Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China

Corresponding author: Tang Changhua, Email: tangch1666@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of rapid rehabilitation of percutaneous kyphoplasty/percutaneous vertebroplasty (PKP/PVP) in the treatment of senile thoracic and lumbar and sacral fractures with MRI combined with DR. **Methods** From January 2016 to December 2018 in department of orthopedics, Sihong County People's Hospital in Jiangsu Province, 69 patients with T5-S1 elderly thoracic and lumbar and sacral fractures were treated with MRI combined with DR imaging and digital PKP/PVP. Pain scores were performed by visual analogue score method. X-ray films were used to measure the ratio of anterior and posterior vertebral heights and cobb angles before and after surgery. Statistical analysis was performed to evaluate the efficacy. **Results** 69 patients were followed up for 3 to 24 months with an average of 18±11 months. The intraoperative blood loss was 2-15 ml, with an average of 5.0±2.1 ml. The operation time was 30-120 min with an average of 55±7 min. There was no spinal nerve injury during operation, 1 case of old fractures had asymptomatic intervertebral space artificial bone leakage, 2 cases of PMMA paraspinal leakage. The pain VAS score returned from preoperative 7.5±0.7 points to 0.7±0.7 points one month after operation. The anterior-posterior height ratio of the vertebral body recovered from 62±32 before surgery to 94±38 one month after operation. Cobb's angle recovered from preoperative 16±5° to 2.6±1.4° one month after operation. The differences were statistically significant ( $P<0.01$ ). **Conclusions** MRI combined with DR film positioning digital PKP/PVP rapid rehabilitation treatment of elderly thoracic and lumbar and sacral fractures,

can reduce the risk of bone cement leakage, correct kyphosis deformity, obtain early rapid rehabilitation, good fracture healing.

**【key words】** Vertebroplasty; Kyphoplasty; Magnetic resonance imaging; Digitizing

随着世界人口的不断老龄化,骨质疏松症患者逐年增多。许多老年患者存在腰痛就医不及时、漏诊或治疗延迟不规范问题,经过磁共振检查多可发现胸腰椎压缩性骨折、骨不连等,脊柱后凸畸形并发症多见。目前常采用经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)或经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)等微创方法治疗<sup>[1-2]</sup>,促进骨折快速康复。其中PKP对新鲜骨折复位效果好,疗效更佳,临床应用更为广泛。但存在骨水泥仍易渗漏及医患双方X射线接触量较大等不足。对一些多发骨折、有脊柱畸形等复杂病例,手术难度往往增加,甚至无法行正常微创手术。为此,结合术中手法复位,江苏省泗洪县人民医院骨科自2016年1月至2018年12月采用MRI结合DR片定位数字化PKP/PVP术快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折并后凸畸形等69例,实现伤椎精准定位,进一步减少通过DR片数字定位寻找伤椎时因放大率误差带来医患双方的X射线接触损害<sup>[3]</sup>。现报告如下。

## 资料与方法

### 一、纳入及排除标准

纳入标准:年龄60岁以上胸腰骶椎骨折;有不同程度外伤史;持续胸腰痛症状明显;MRI示胸腰骶椎椎体新鲜损伤;摄片/CT示受伤胸腰骶椎椎体前方压缩塌陷在椎体高度的1/3~4/5者;不愿卧床保守治疗者;骨密度检查存在骨量减少或骨质疏松者。

排除标准:胸腰骶椎体压缩塌陷经检查为脊柱转移性肿瘤或原发性肿瘤、脊柱结核等感染性疾病继发;糖尿病血糖控制不佳者。

本研究已获得本院伦理委员会批准及全部患者的知情同意。

### 二、一般资料

回顾性收集江苏省泗洪县人民医院骨科自2016年1月至2018年12月采用MRI结合DR片定位数字化PKP/PVP术快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折并后凸畸形等69例,男性12例,女性57例;年龄61~100岁,平均(74±6)岁。受伤原因为:跌伤15例、负重伤30例,颠簸伤24例;受伤至手术时间为3 h~

60 d,平均(4±0.7)d。新鲜骨折65例,陈旧性骨折4例。病例选择标准:胸腰痛症状明显、MRI示椎体损伤或摄片示受伤椎体前方压缩塌陷在椎体高度的1/3~4/5者。损伤节段范围:T<sub>3</sub>~S<sub>1</sub>例。51例为单椎损伤,18例多椎骨折(2~5个)。

### 三、手术方法

根据术前MRI、DR片测量数据(结合分段测量),结合通过院内网络系统与影像科联网共享DR、MRI资料,利用专业软件工具测量所需数据后(DR片定髂嵴上缘高度,自两侧髂嵴上缘水平连线向上测量距伤椎椎弓根窗外上象限穿刺点垂直距离,再于伤椎椎弓根窗外上象限穿刺点至伤椎棘突中线测量水平距离),选择穿刺进针点(图1~4)。取俯卧位,肌注杜冷丁,以定位尺测量标记皮肤穿刺点(结合经皮3D打印穿刺导板应用)。根据脊柱后凸角度尽可能与伤椎处脊柱生理曲度垂直摆放C型臂X光机,正位透视1~2次确认穿刺进针点,对伴严重后凸畸形者以细针头穿刺侧位透视确认穿刺点准确性。消毒铺单后,切口2%利多卡因局麻,尖刀于透视微调精准穿刺点处切一3 mm皮肤切口,捶击穿刺针穿刺至关节突骨面下3 mm,间断透视微调于椎弓根内准确穿刺(一般将穿刺针针尖置于椎弓根影的外上缘,左侧10点钟,右侧2点钟位置;特殊病例穿刺点及角度根据需要调整。多节段者易出现器械干扰,可分步操作)。捶击穿刺套针至伤椎椎体后壁前8~10 mm处,拔出针芯,更换导针,限深超出套管约20 mm,抵达至损伤椎体内或临近处,可抵达椎体前缘皮质骨。套管置入,使工作套管前端位于椎体后壁前方5~10 mm处,去导针,将细钻扩孔超出1 cm(PVP)~2 cm(PKP)、球囊扩张(PKP,压力一般介于6~25 kpa之间)(可结合手法复位),透视复位效果,注入拉丝期聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA,意大利Tecres S.P.A.公司/德国Heraeus Medical GmbH)或磷/硫酸钙人工骨(上海瑞邦生物材料有限公司/美国Wright Medical Technology公司)、PMMA序贯注入。注入量每侧3~4.5 ml,保持PMMA在椎体内。密切观察呼吸、血压等生命体征变化,及时纠正(PVP/PKP器械包为创生或威高公司生产)。

#### 四、术后处理

平卧观察呼吸、血压等生命体征。术后复查DR片(图5~6),有条件行CT或MRI检查。术后2 h根据具体情况佩戴支具保护下床行走(骨折严重者术后1月内控制活动量)。3 d内酌情使用抗生素预防感染。应用低分子肝素及拜阿司匹林预防血栓形成,并行骨密度、性激素六项检查,根据结果予以唑来膦酸、钙剂等抗骨质疏松治疗、腰背肌训练等,并给予全身不同强度的骨骼轴向加压训练。

#### 五、随访及疗效评定方法

随访方法采用出院医嘱、电话通知专家门诊复诊等形式,告知患者于术后1、2、3、6、12、24个月酌情摄片/CT等复查。采用疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)、测量伤椎cobb角及椎体前后缘高度比值(椎体前缘高度/椎体后缘高度 $\times 100\%$ ),比较患者术前、术后变化,进行疗效评定。

#### 六、统计学分析

采用SPSS 23.0(IBM,美国)统计软件进行数据录入及统计分析,计量资料采用Kolmogorov-

Smirnov 检验进行正态性检验,符合正态分布的统计术前、术后cobb角及椎体前后缘高度比值、visual analogue scale(VAS)疼痛评分,采用配对 $t$ 检验。检验水准 $\alpha$ 值取双侧0.05。

## 结 果

术中出血量2~15 ml,平均 $(5.0\pm 2.1)$ ml。手术时间30~120 min,平均 $(55\pm 7)$ min。术中无脊髓神经损伤,1例陈旧性骨折发生无症状椎间隙人工骨渗漏,2例PMMA椎旁渗漏,其余病例无气胸、PMMA椎管内渗漏、肺栓塞等并发症。术后69例经DR摄片提示椎体定位无误,PMMA充填满意。患者住院时间2~12 d,平均 $(4.0\pm 1.4)$ d。69例随访3~24个月,平均 $(18\pm 11)$ 个月。疼痛VAS评分由术前 $(7.5\pm 0.7)$ 分恢复为术后1个月的 $(0.7\pm 0.7)$ 分并维持稳定。椎体前后缘高度比值由术前 $(62\pm 32)$ 恢复为术后1个月的 $(94\pm 38)$ 并维持稳定。Cobb's角由术前 $(16\pm 5)^\circ$ 恢复为术后1个月的 $(2.6\pm 1.4)^\circ$ ,并维持稳定。差异均有统计学意义 $P<0.01$ 。(见表1)

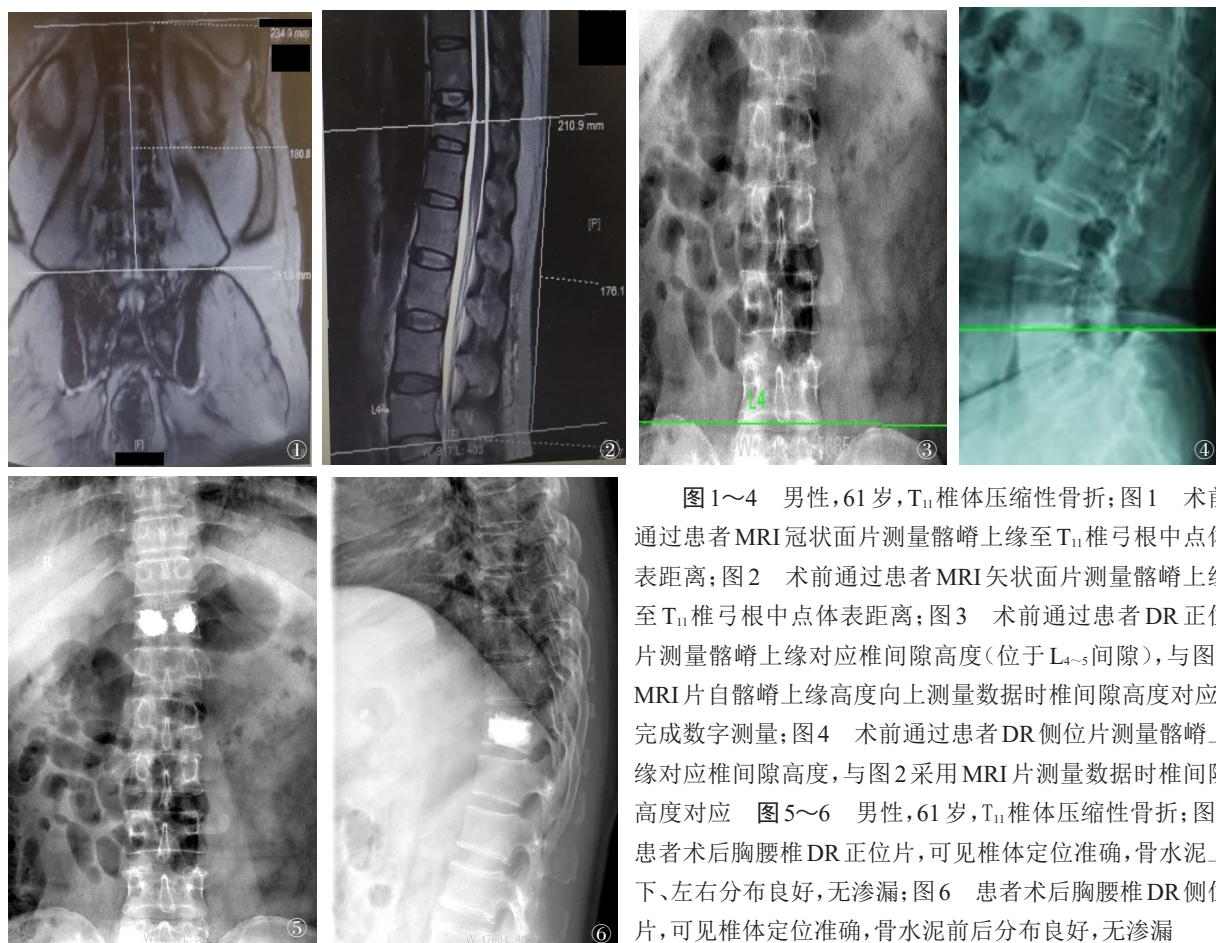


图1~4 男性,61岁,T<sub>11</sub>椎体压缩性骨折;图1 术前通过患者MRI冠状面片测量髂嵴上缘至T<sub>11</sub>椎弓根中点体表距离;图2 术前通过患者MRI矢状面片测量髂嵴上缘至T<sub>11</sub>椎弓根中点体表距离;图3 术前通过患者DR正位片测量髂嵴上缘对应椎间隙高度(位于L<sub>4</sub>-<sub>5</sub>间隙),与图2 MRI片自髂嵴上缘高度向上测量数据时椎间隙高度对应,完成数字测量;图4 术前通过患者DR侧位片测量髂嵴上缘对应椎间隙高度,与图2采用MRI片测量数据时椎间隙高度对应 图5~6 男性,61岁,T<sub>11</sub>椎体压缩性骨折;图5 患者术后胸腰椎DR正位片,可见椎体定位准确,骨水泥上下、左右分布良好,无渗漏;图6 患者术后胸腰椎DR侧位片,可见椎体定位准确,骨水泥前后分布良好,无渗漏



表1 69例患者术前、术后一个月VAS疼痛评分、椎体前后缘高度比值、cobb角比较

时间	VAS(分, $\bar{x} \pm s$ )	椎体前后缘高度比值(%, $\bar{x} \pm s$ )	Cobb'角( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )
术前	7.5 $\pm$ 0.7	62 $\pm$ 32	16 $\pm$ 5
术后一个月	0.7 $\pm$ 0.7	94 $\pm$ 38	2.6 $\pm$ 1.4
t值	1.995	1.995	1.995
P值	<0.01	<0.01	<0.01

## 讨 论

### 一、老年骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折的治疗现状

随着我国人口的不断老龄化及部分骨折患者不能及早负重,老年骨质疏松症性胸腰椎压缩性骨折患者逐年增多。其中许多腰痛老年患者体检、就医时才发现胸腰椎压缩性骨折病变,部分已畸形愈合,漏诊、漏治或治疗延迟、畸形愈合处应力集中区骨损伤等多见。经过磁共振检查多可发现腰痛责任椎,如新鲜胸腰椎压缩性骨折、骨不连等,脊柱后凸畸形并发症甚为常见。如何加强预防宣传教育、注重骨质疏松症筛查以减少漏诊、及早规范化治疗以提高人民群众的生活质量和健康水平,成为当前医务工作者的重要责任。

由于保守治疗存在风险较大<sup>[4]</sup>,目前多主张采用PVP、PKP术结合微创椎弓根钉固定等微创方法治疗老年骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折<sup>[5-6]</sup>,有条件者还可结合3D打印技术<sup>[7-8]</sup>。尽量早期规范治疗,促进骨折快速康复,减少骨不连等并发症的发生<sup>[9]</sup>。临床胸腰椎骨折手术中根据X线片、CT、MRI检查有多种伤椎数字定位方法<sup>[3,10-13]</sup>,结合克氏针、针头、定位格、穿刺导向器、3D打印导板应用等,O型臂等导航系统费用昂贵影响普及应用<sup>[14]</sup>。PVP、PKP术中C型臂X光机应用仍为主流,但对椎体压缩不明显病例,存在伤椎定位步骤较繁琐、医患双方X射线接触量较大、骨水泥容易渗漏等不足<sup>[15-17]</sup>。对一些多节段骨折、严重脊柱后凸畸形伴严重骨质疏松等复杂病例,手术难度增加<sup>[18-19]</sup>,甚至无法清晰透视,完成微创手术。

### 二、MRI结合DR片数字定位的方法及优点

MRI结合DR片数字定位的方法:由于CT检查射线伤害大,为减少患者X射线损伤,临床多采用MRI检查了解脊柱损伤情况。结合X线片(DR等),根据术前MRI、DR片等进行数据测量。对伴脊柱

严重后凸畸形者可采用分段测量技术,提高数字定位的准确性。也可通过影像科与临床科室网络构建,传输数据,进行图像三维重建,精确测量髂嵴上缘连线距伤椎椎弓根窗外上象限垂直距离,再于伤椎棘突中线向两侧测量至伤椎椎弓根窗外上象限水平距离。定位、标记穿刺进针点,根据脊柱后凸角度按与伤椎上终板平行正位摆放C型臂X光机,减少误差。透视1~2次可确认穿刺进针点,消毒、铺单、切口局麻后穿刺至椎弓根内,透视微调穿刺点及角度,准确穿刺、套管植入、扩孔、球囊扩张或不扩张,透视复位效果(可结合手法复位),注入快/慢凝聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)或磷/硫酸钙人工骨、PMMA序贯注入。也可结合CT检查获取DICOM格式数据、数字图像处理建模软件(Mimics、E-3D等)实施3D打印技术,打印骨骼标本<sup>[20]</sup>,还可设计经皮穿刺导板等,快速精准定位伤椎,精准穿刺。

MRI结合DR片数字定位的优点:MRI结合DR片对伤椎进行快捷数字定位,明显减少了术中C型臂X光机伤椎定位照射次数及医患双方X射线接触量,缩短了手术时间<sup>[3]</sup>,提高了穿刺准确性,降低了骨水泥渗漏风险,纠正脊柱后凸畸形,具有可早期下床快速康复锻炼,骨折愈合好,邻近节段再骨折风险低等优点。适用于T<sub>5</sub>~S<sub>1</sub>范围骨质疏松性脊柱压缩性骨折及部分轻度爆裂性骨折的PVP/PKP微创治疗。

### 三、经皮穿刺导板的设计及优缺点

尽管MRI结合DR片对伤椎进行数字定位可从正位准确定位伤椎高度,但徒手穿刺时穿刺针内外、上下倾斜角度控制不稳定可造成一定误差。

目前导板定位多为伤椎局部导板定位,需经多次X线照射寻找确认穿刺点。由于术前检查时伤椎邻近安放体表定位模块具有不确定性,且易移位,伤椎定位、穿刺误差较大。

为此,我们设计的经皮穿刺导板为手术前采用数字图像处理建模软件(Mimics等)对患者胸腰椎MRI或CT检查进行数据分析、精确测量基础上,通

过数字图像处理建模软件设计出带有精确穿刺角度的经皮穿刺导板(椎体及皮肤数据三维重建:将患者原始CT数据以DICOM格式导入Mimics19.0软件进行椎体和皮肤三维重建、通过阈值分割、区域增长,图像手动分割等功能分别对骨组织蒙版、皮肤蒙版进行三维重建,将获得的数据模型文件以STL格式导出并保存。经皮导板设计与打印:在3-matic和nx软件中将患者椎体和皮肤数据以STL文件格式导入软件,在椎体的冠状面、矢状面和横断面确定穿刺钉道头倾和最佳植入点,设计穿刺钉道内直径为3.5 mm、外直径为6.5 mm、将钉道延伸至皮肤外表,在皮肤外表层设计导板底座,选取皮肤表面,向外侧偏移0.3 mm,拉伸5 mm,最后将穿刺钉道与导板底座求和,对边界进行外观整形修改,完成导板设计),于髂嵴上缘连线处安置定位,可根据患者经济条件应用Magic21.0软件选择3D打印,消毒后术中经皮数字定位伤椎穿刺点,具有操作容易、定位及穿刺更加精准等优点(图7~10)。缺点为导板设计、3D打印耗时较多(必要时可在数字定位基础上选择骨折处部分打印),且增加了部分治疗费用。

#### 四、MRI结合DR片数字定位技术治疗脊柱复杂骨质疏松性骨折类型及手术策略

特殊病例穿刺点及角度根据需要调整,MRI结合DR片数字定位技术可降低以下脊柱复杂骨质疏松性骨折类型的治疗难度:(1)伤椎复发型,二次外伤或骨不连,手术入路选择、穿刺点及角度应根据患者椎弓根有无骨水泥堵塞进行调整。穿刺角度调整以能安全穿刺入椎体为原则。(2)多发性骨折,分相邻型和跳跃型。相邻椎穿刺交错操作可避免器械互相干扰。还应注重骨水泥的选择及注射时机,分次操作可节约费用。对多节段骨折采用低粘度慢凝骨水泥保留足够的操作时间,防止骨水泥过早凝固造成浪费。单节段应用低粘度快凝骨水泥可节约手术时间。尽管有报道高粘度骨水泥可减少渗漏<sup>[17]</sup>,但低粘度骨水泥更易推注操作。(3)伴严重后凸畸形,数字定位采用分段测量技术,及时调整C臂X光机透视角度,可减少误差,提高定位准确性。(4)陈旧性骨折或伴多次损伤,椎体高度丢失伴后凸畸形多难矫正,医患需沟通到位,手术目的以止痛及防止后凸畸形进一步加重为主。(5)畸形愈合/骨不连,球囊扩张压力应适中,骨水泥易渗漏,需采取应对措施防范,如人工骨、骨水泥序贯注射<sup>[2]</sup>。穿刺针可微调角度尽可能躲避骨缺损区,利用球囊扩张的松质骨封

堵皮质骨缺损部位,减少骨水泥渗漏。骨不连伴严重骨质疏松者,骨水泥注入量适当增加,防止骨水泥注入量不足导致治疗失效。(6)应力集中区损伤型,可对应力集中损伤椎体及邻节进行多椎加强。(7)轻度爆裂性骨折,易渗漏,采用PVP或PKP术组合可吸收球囊应用,组合经皮骨水泥注射型椎弓根钉固定可增加脊柱稳定性。

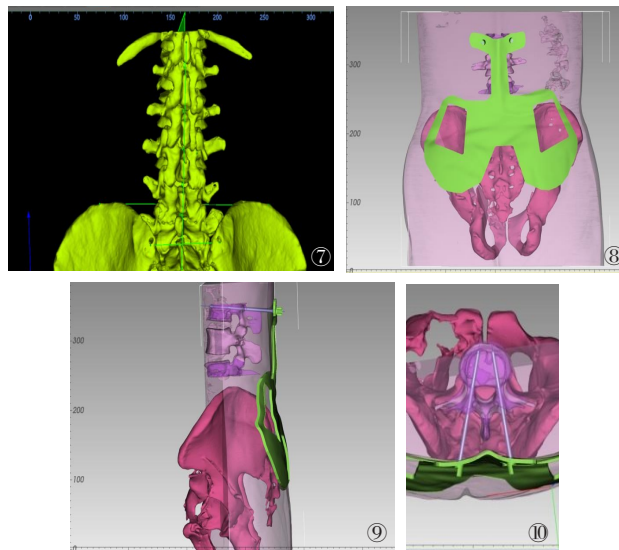


图7 L<sub>2</sub>椎体压缩性骨折患者脊柱CT检查三维重建示意图 图8 设计的经皮穿刺导板正位示意图,可准确定位L<sub>2</sub>椎弓根穿刺点 图9 经皮穿刺导板侧位示意图,可准确定位穿刺的上下倾斜角度 图10 经皮穿刺导板横断面示意图,可准确定位穿刺的内外倾斜角度

#### 参考文献

- Hu KZ, Chen SC, Xu L. Comparison of percutaneous balloon dilation kyphoplasty and percutaneous vertebroplasty in treatment for thoracolumbar vertebral compression fractures [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 1994, 22(1 Suppl): 51-52.
- 汤长华, 杨惠林, 曹晓建, 等. 人工骨、骨水泥序贯注入结合体外数字定位经皮椎体后凸成形术治疗胸腰椎骨质疏松性压缩性骨折 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 17(6): 546-548.
- 汤长华, 杨惠林, 曹晓建, 等. 无射线接触体外数字伤椎定位结合探针应用椎体后凸成形术治疗胸腰椎压缩性骨折 [J]. 微创医学, 2013, 8(5): 547-550.
- Zhang J, He X, Fan Y, et al. Risk factors for conservative treatment failure in acute osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) [J]. Arch Osteoporos, 2019, 14(1): 24.
- Li CB, Pan JF, Gu YT, et al. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty for the treatment of thoracolumbar burst fracture [J]. Int J Surg, 2016, 36(A): 255-260.
- 高贵营, 夏庆福, 黄立军, 等. 椎弓根螺钉结合骨水泥椎体成形术对骨质疏松性胸腰椎骨折患者远期疗效的前瞻性研究 [J]. 中国骨与关节杂志, 2018, 7(7): 494-498.

- 7 王欣文, 刘继军, 王文涛, 等. 3D打印技术在经皮椎体成形术中的临床应用 [J]. 中国现代手术学杂志, 2017, 21(5): 321-326.
- 8 赵汝岗, 张强, 赵昌松, 等. 3D打印经皮导板导航在骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体后凸成形术中的初步应用 [J]. 中国医师进修杂志, 2016, 39(11): 1030-1032.
- 9 杨惠林, 王根林, 牛国旗, 等. 骨质疏松性胸腰椎骨折不愈合的诊断与治疗 [J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(9): 682-686.
- 10 汤长华, 罗辉耀, 王小明, 等. 椎弓根钉系统联合椎体内混合植骨治疗严重胸腰椎压缩、爆裂性骨折 [J]. 中国微创外科杂志, 2009, 9(5): 465-466, 469.
- 11 汤长华, 吴昊, 罗辉耀, 等. 椎弓根钉内固定联合球囊扩张椎体内混合植骨治疗严重胸腰椎压缩爆裂性骨折 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2010, 25(2): 135-137.
- 12 汤长华, 周崇勇, 周晓宇, 等. 气管插管球囊扩张术在严重开放性胸腰椎骨折治疗中的作用 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2010, 12(11): 1049-52.
- 13 汤长华, 杨惠林, 张晓慧, 等. 体外数字伤椎定位结合双探针定位椎体后凸成形术治疗 T12L1 压缩骨折 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014, 29(11): 1140-1141.
- 14 徐峰, 徐彬, 李涛, 等. 三维导航与传统 C 型臂 X 线机辅助经皮椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折对比研究 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017 (8): 727-732.
- 15 Zhang ZF, Yang JL, Jiang HC, et al. An updated comparison of high- and low-viscosity cement vertebroplasty in the treatment of osteoporotic thoracolumbar vertebral compression fractures: A retrospective cohort study [J]. Int J Surg, 2017, 43: 126-130.
- 16 冯新民, 王静成, 张亮, 等. 高黏度骨水泥在修复骨质疏松性胸腰椎骨折中的应用 [J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(30): 4757-4763.
- 17 周伟. 高黏度骨水泥及其椎体成形治疗重度骨质疏松性胸腰椎骨折 [J]. 中国组织工程研究, 2014, 19(46): 7534-7538.
- 18 Du JP, Fan Y, Liu JJ, et al. The analysis of MSTMOVCF (Multi-segment thoracolumbar mild osteoporotic fractures surgery or conservative treatment) based on ASTLOF (the assessment system of thoracolumbar osteoporotic fracture) [J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 8185.
- 19 Du JP, Liu JJ, Fan Y, et al. Surgery for Multisegment Thoracolumbar Mild Osteoporotic Fractures: Revised Assessment System of Thoracolumbar Osteoporotic Fracture [J]. World Neuro Surg, 2018, 114: e969-e975.
- 20 费琦, 赵凡, 孟海, 等. 术前数字化设计辅助的改良椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中华医学杂志, 2016, 96(9): 731-735.

(收稿日期: 2019-03-25)

(本文编辑: 吕红芝)

汤长华, 杨惠林, 张晓慧, 等. 采用 MRI 结合 DR 片定位规范数字化 PKP/PVP 术快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(2): 68-73.