

骨水泥注射量及弥散程度与PVP治疗OVCF的疗效分析

冯献礼^{1,2} 高彤² 张喜善¹

【摘要】 目的 回顾性分析骨水泥注射量及弥散情况与经皮穿刺椎体成形术(PVP)治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)疗效的相关性,为临床医师提供一定参考。**方法** 纳入2018年3月至2020年9月就诊于山东第一医科大学第二附属医院确诊为骨质疏松椎体压缩性骨折并行单椎体PVP手术治疗的患者。收集患者年龄、性别、骨折节段、伤椎椎体压缩程度、术前术后视觉模拟评分法(VAS)、腰痛ODI评分、骨水泥渗漏情况、骨水泥注射量以及弥散分布等信息,按照骨水泥注射量以及弥散分布情况分组,统计分析骨水泥渗漏率、临床疗效改善程度、伤椎高度恢复情况等。**结果** 本研究一共纳入111名患者,伤椎数量111个。男性患者34例,女性患者77例。平均年龄(70.23±4.76)岁。所有患者术后腰背部疼痛均明显缓解,不同骨水泥注射量和弥散程度组间各时间节点的VAS与ODI评分差异无统计学意义。所有伤椎发生椎体渗漏率为17.17%,随着骨水泥注射量升高,骨水泥渗漏发生率逐渐升高($P=0.019$),骨水泥弥散程度越高,骨水泥渗透发生率越高($P<0.001$)。所有患者术后伤椎高度平均恢复比例为(14.97±9.26)%。高剂量组恢复比例最大[(17.08±13.50)%],差异具有统计学意义($P=0.048$);弥散程度Ⅲ级的伤椎恢复比例最大[(19.32±9.48)%],差异有统计学意义($P=0.037$)。所有患者邻椎骨折发生率为9.91%,其中骨水泥注射量与骨水泥弥散程度越高,邻椎骨折发生率随之增高($P=0.010$, $P=0.035$)。随访期间未发生骨水泥过敏、骨水泥栓塞等并发症。**结论** PVP可有效缓解OVCF患者的术前症状,改善生活质量。症状改善与骨水泥注射量和弥散程度无明显相关性。骨水泥注射量的升高以及骨水泥弥散程度增高可以提高伤椎高度恢复比例,但同时也提高骨水泥渗漏发生率和邻椎骨折发生率。当使用中等剂量骨水泥(4~6 mL)以及骨水泥弥散程度为Ⅱ级时,在有效改善临床症状和伤椎高度的情况下,能保持较低的骨水泥渗漏发生率和邻椎骨折发生率。

【关键词】 骨质疏松椎体压缩骨折; 经皮穿刺椎体成形术; 骨水泥; 弥散程度; 渗漏

Correlation analysis of bone cement volume and dispersion and the clinical efficacy of PVP for OVCF
Feng Xianli^{1,2}, Gao Tong², Zhang Xishan¹. ¹Department of Spine, The Second Affiliated Hospital of Shandong First Medical University, Taian 271000, China; ²Shandong Second Rehabilitation Hospital, Taian 271000, China
Corresponding author: Zhang Xishan, Email: zxs2717@163.com

【Abstract】 Objective To retrospectively analyze the correlation between the bone cement volume and dispersion and the efficacy of PVP in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF), so as to provide some reference for surgeons. **Methods** Patients who were diagnosed with OVCF and underwent single vertebral PVP surgery in the Second Affiliated Hospital of Shandong First Medical University from March 2018 to September 2020 were included. Information such as age, gender, fracture segment, degree of vertebral compression of injured vertebrae, VAS score and ODI score before and after surgery, bone cement leakage, bone cement volume and distribution were collected. The bone cement leakage rate, the improvement of clinical efficacy, and the recovery of injured vertebral height were statistically analyzed according to bone cement volume and distribution. **Results** A total of 111 patients were included in this study, with 111 injured vertebrae. The low back pain of all the patients in the different groups was significantly relieved, and the VAS and ODI scores at each time point had no significant correlation with the vol-

ume and dispersion degree of bone cement. The incidence of vertebral body leakage in all injured vertebrae was 16.96%. With the increase of bone cement volume, the incidence of bone cement leakage gradually increased ($P=0.019$). The higher of the dispersion degree of bone cement, the incidence of bone cement penetration increased ($P<0.001$). The average recovery rate of injured vertebral height in all patients was $(14.97\pm 9.26)\%$. The recovery rate in the high-dose group was the largest $(17.08\pm 13.50)\%$, with a statistical difference ($P=0.048$). The proportion of recovery was the largest $(19.32\pm 9.48)\%$ in the injured vertebra of diffusion grade III ($P=0.037$). The incidence of adjacent vertebral fractures in all patients was 9.91%. The higher volume and dispersion degree of bone cement, the higher the incidence of adjacent vertebral fractures ($P=0.010$, $P=0.035$). No complications such as bone cement allergy and bone cement embolism occurred during follow-up. **Conclusion** PVP can effectively relieve preoperative symptoms and improve live quality for OVCF patients. The improvement of symptoms was not significantly related to the volume and dispersion degree of bone cement. The increase of the volume and dispersion degree of bone cement can improve the recovery ratio of injured vertebrae height, but also increase bone cement leakage and the incidence of adjacent vertebral fractures. The medium dose of bone cement volume (4-6 ml) and the grade II dispersion, can effectively improve the clinical symptoms and the height of the injured vertebra, maintain a low incidence of bone cement leakage and adjacent vertebral fractures.

【Key words】 Osteoporotic vertebral compression fracture; Percutaneous vertebroplasty; Bone cement volume; Degree of bone cement dispersion; Bone cement leakage

骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)是指由骨质疏松症导致椎体骨密度和骨质量下降、骨强度减低,在轻微外力甚至没有明显外力的作用下即发生的骨折,是最常见的骨质疏松性骨折类型^[1]。随着人口老龄化,骨质疏松症已成为重要公共健康问题,我国首次骨质疏松症流行病学结果显示:65岁以上人群骨质疏松症患病率达到32.0%^[2]。OVCF作为骨质疏松症的严重后果之一,发病率逐年增高,80岁以上高达58.1%^[3]。OVCF严重降低患者生活质量,并增加死亡率,OVCF患者骨折1年后的死亡率为3.1%,明显高于普通人群^[4-5]。

经皮穿刺椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)是OVCF患者最常用的微创手术之一^[6]。骨水泥渗漏是PVP术后常见并发症。除了高龄、伤椎骨质不连续、骨密度过低等疾病自身原因外,单纯PVP相关因素:骨水泥注射量及弥散分布等,被认为是导致并发症的主要原因。有学者指出骨水泥注射量越大、弥散分布越好,伤椎稳定性恢复越好,临床效果越明显;也有学者认为PVP术后疼痛缓解与骨水泥注射量无明显相关性,且高骨水泥注射量很可能会增加骨水泥渗漏的风险^[7-8]。然而目前临床上关于骨水泥注射量以及弥散分布尚缺少明确定论,本研究通过回顾性分析骨水泥注射量及弥散情况与PVP治疗OVCF效果的相关性,旨在为临床医师提供参考。

资料与方法

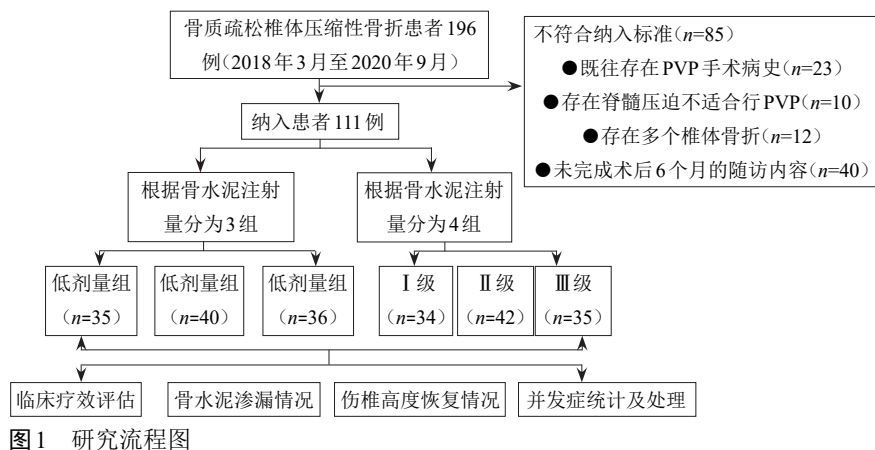
一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)老年病人,60岁以上;(2)患有骨质疏松症,骨密度(DXA) $T\leq -2.5$ SD(标准差);(3)骨折累及椎体范围为 $T_8\sim L_5$;(4)新发椎体压缩性骨折,骨折时间 <2 周,核磁共振检查在T1像呈低信号,T2像呈高信号;(5)接受单椎体PVP治疗;(6)患者住院期间的病史资料齐全并且至少完成了术后6个月的门诊随访内容。

排除标准:(1)椎体骨折数量2个及以上;(2)既往脊柱手术病史;(3)非骨质疏松性椎体压缩性骨折,合并脊柱肿瘤、感染、结核等;(4)存在脊髓或神经损伤症状而不适于PVP患者;(5)住院期间的病史资料不全,或者未完成术后6个月的门诊随访。

二、一般资料

本研究回顾性分析了2018年3月至2020年9月本院接收的确诊为骨质疏松椎体压缩性骨折的患者196例。其中23例患者因既往存在PVP手术病史被排除,10例患者因存在脊髓压迫不适合行PVP手术被排除,12例患者因存在多椎体骨折被排除,40例患者因未完成术后6个月的随访内容被排除,最终符合纳入排除标准的患者111例,见图1。本研究方案通过山东第一医科大学第二附属医院医学伦理会审核(2018034)并获得所有患者的知情同意。



三、手术方法

所有患者手术均由同一高年资医师完成。患者俯卧位于手术床,胸腰椎过伸便于骨折椎体复位,腹部悬空减少手术出血。在C形臂X线透视下确定伤椎,并标记双侧椎弓根体表投影。常规消毒铺巾后,局部逐层浸润麻醉至骨膜,透视定位再次确认手术节段,在双侧椎弓根投影外侧缘1~1.5 cm处做长约5 mm皮肤切口,经双侧椎弓根将穿刺针缓慢插入椎体,透视确认穿刺针位置良好,拔出穿刺针针芯,环锯取活检常规送病理,沿导针置入工作通道,透视下沿工作通道缓慢注射骨水泥,根据术中骨水泥弥散情况满意后终止注射,记录骨水泥注射量。待骨水泥硬化后,拔出工作通道。术后第1天复查伤椎正侧位X线片。出院后常规进行抗骨质疏松治疗。所有患者随访时间至少为6个月,内容包括视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)、腰痛 ODI 评分

(The Oswestry Disability Index, ODI)、伤椎X线正侧位等。典型病例如图2~9所示。

四、数据采集及随访

回顾患者资料,记录患者年龄、性别、骨折部位及节段、伤椎椎体压缩程度、骨水泥注射量以及弥散分布等。回顾性分析患者术前影像学资料,根据胸/腰椎侧位X线影像,采用 Genant 目视半定量判定方法^[1],将椎体压缩性骨折分型为以下3类:①轻度:椎体高度压缩小于25%;②中度:椎体高度压缩25%~40%;③重度:椎体高度压缩大于40%。统计患者术中骨水泥使用量,根据不同骨水泥剂量分组:低剂量组2~4 mL(包括4 mL);常规剂量组4~6 mL(包括6 mL);高剂量组6~8 mL(包括8 mL)。根据患者术后胸/腰正侧位X线片结果,将骨水泥在伤椎的弥散分布分为3个等级^[9]:I级:正位与侧位X线片上骨水泥投影均小于1/2;II级:正位和侧位X线片上

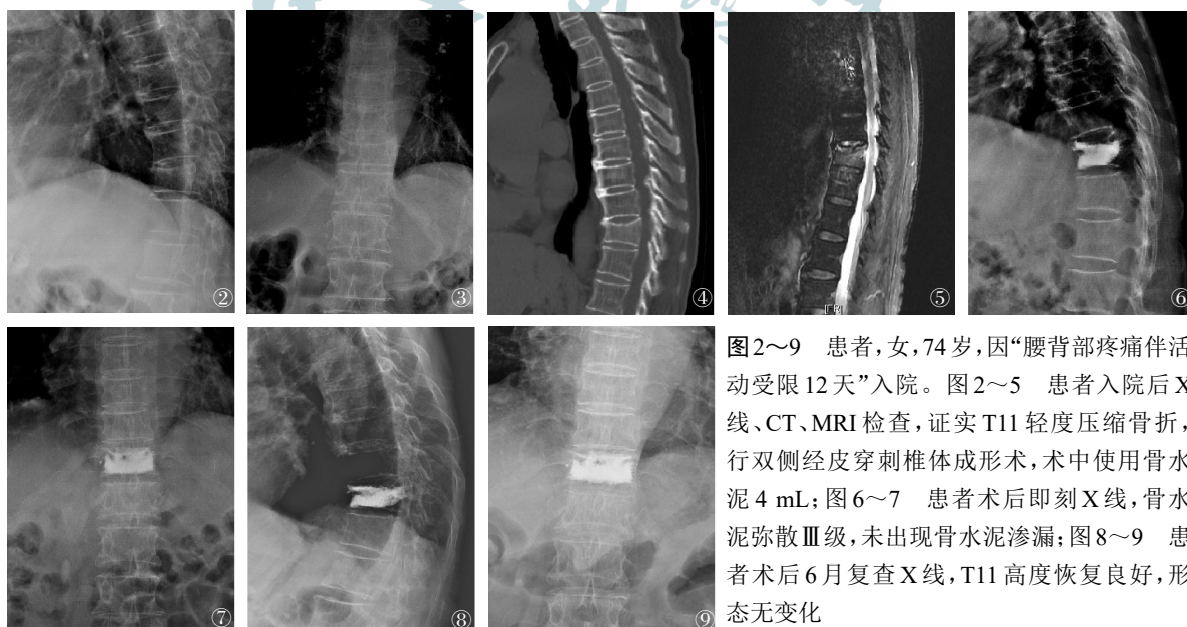


图2~9 患者,女,74岁,因“腰背部疼痛伴活动受限12天”入院。图2~5 患者入院后X线、CT、MRI检查,证实T11轻度压缩骨折,行双侧经皮穿刺椎体成形术,术中使用骨水泥4 mL;图6~7 患者术后即刻X线,骨水泥弥散III级,未出现骨水泥渗漏;图8~9 患者术后6月复查X线,T11高度恢复良好,形态无变化

其中一个骨水泥投影小于1/2,而另一个大于1/2;Ⅲ级:正位与侧位X线片上骨水泥投影均大于1/2。

患者随访通过电话和门诊复查等方法进行随访。分别于术后3个月、6个月、12个月进行门诊随访,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄胸/腰正侧位X线片。术后首次复诊时指导扶拐下地行走的正确步态,纠正不良行走方式,指导患者加强双下肢功能锻炼强度,第二次复诊时进一步巩固首次复诊的要求并复查胸/腰正侧位X线片。

五、临床指标评估

(一)临床症状改善程度评估

VAS评分及腰痛ODI评分。收集患者术前及术后1 d、术后3月、术后6月的VAS评分。腰痛ODI评分得分越高,表明患者功能障碍越严重。考虑患者均为60岁以上老年人群,去除性生活项目评分。同时,患者术后常卧床休息,日常生活少涉及ODI中项目,因此只收集患者术前、术后3月、术后6月的ODI评分数据,同时患者术后6月内未进行旅行,故去除该项目评分。即,术前ODI评分未计入性生活状况,总分为45分;术前ODI指数=ODI分数/45。术后3月及术后6月ODI评分未计入性生活状况和旅行状况,总分为40分;术后ODI指数=ODI分数/40。ODI改善指数=术前ODI指数-术后ODI指数。

(二)骨水泥渗漏发生率统计

观察患者术后骨水泥渗漏的发生概率,主要包括椎间盘渗漏、椎旁软组织渗漏、椎前静脉渗漏、椎管内渗漏等。

(三)伤椎高度恢复评估

根据患者胸/腰椎正侧位X片,测量患者在术前、术后1 d、术后6个月的伤椎高度丢失比例,计算PVP术后患者伤椎高度恢复比例。术前伤椎丢失高度(%)=(术前后壁高度-术前前壁高度)/后壁高度;术后伤椎丢失高度(%)=(术后后壁高度-术后前壁高度)/后壁高度;伤椎改善程度=术前伤椎丢失高度-术后伤椎丢失高度。

(四)其他并发症统计

在患者随访期间,统计患者其他并发症发生情况,包括邻椎骨折发生率、骨水泥过敏、骨水泥栓塞等。

六、统计学方法

按照实验设计分组后,统计各组在术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月的VAS评分以及腰椎ODI评分、伤椎恢复高度等数据,满足正态分布的数据,先进行样本间方差齐性 F 检验后,再进行配对的 t 检

验或多组间的One-way Anova分析检查相同时间节点的不同组别、同一组内各时间节点是否具有显著性差异,对于骨水泥渗漏以及其他并发症的发生概率,采用 χ^2 检验评估是否具有显著性差异。数据通过SPSS 25.0软件(IBM,美国)进行统计学分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般结果

本研究中共有111例患者获得完整随访,随访率71.15%,随访时间3~22个月,平均(8.65±9.33)个月。本研究中男性患者34例(30.63%),女性患者77例(69.37%)。最大年龄83岁,最小年龄62岁,平均年龄(70.23±4.76)岁。伤椎分布在T₈~L₅,其中发病率最高的是L₁(35.83%),其次是T₁₂(23.33%)。椎体轻度压缩有35例(31.53%),椎体中度压缩有54例(48.65%),椎体重度压缩有22例(19.82%)。所有患者术中出血量(5.45±1.25)ml,无引流管,术后指导患者卧床休息,锻炼双下肢以预防静脉血栓。

二、临床疗效

按照骨水泥注射量将所有患者分为低剂量组(2~4 mL)、中剂量组(4~6 mL)、高剂量组(6~8 mL),所有患者疼痛在术后均有效缓解,短期疗效稳定。各组患者术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月的VAS评分结果,经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=0.127, P=0.084$),不同时间点间差别有统计学意义($F=45.259, P<0.001$),组别与时间点间存在交互作用($F=5.238, P<0.001$),进一步分析单独效应,各时间点两组差异均无统计学意义($P>0.05$),低剂量组、中剂量组和高剂量组组内各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),表明随着时间的延长,低剂量组、中剂量组和高剂量组中患者的VAS评分逐渐降低,临床症状逐步改善,结果见表1。统计分析各组患者术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月的ODI评分结果,经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=0.233, P=0.126$),不同时间点间差别有统计学意义($F=32.347, P<0.001$),组别与时间点间存在交互作用($F=4.351, P<0.001$),进一步分析单独效应,各时间点两组差异均无统计学意义($P>0.05$),低剂量组、中剂量组和高剂量组组内各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),表明随着时间的延长,低剂

量组、中剂量组和高剂量组中患者的ODI评分逐渐降低,临床症状逐步改善,结果见表2。

按照骨水泥弥散分布将所有患者分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级,统计分析各组患者各时间节点的VAS评分结果,统计分析各组患者术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月的VAS评分结果,经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=0.113$, $P=0.078$),不同时间点间差别有统计学意义($F=23.432$, $P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=6.821$, $P=0.000$),进一步分析单独效应,各时间点两组差异均无统计学意义($P>0.05$),弥散Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),表明随着时间的延长,各组中患者的VAS评分逐渐降低,临床症状逐步改善,结果见表3。统计分析各组患者术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月的ODI评分结果,经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=0.548$, $P=$

0.069),不同时间点间差别有统计学意义($F=26.351$, $P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=3.225$, $P=0.000$),进一步分析单独效应,各时间点两组差异均无统计学意义($P>0.05$),弥散Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),表明随着时间的延长,各组中患者的ODI评分逐渐降低,临床症状逐步改善,结果见表4。

三、骨水泥渗漏情况

术后伤椎正侧位X线和CT检查共发现19名患者(19个椎体)发生渗漏,总体椎体渗漏率为17.17%。根据骨水泥注射量和弥散程度分组后,统计各组之间渗漏情况,如表5所示,随着骨水泥剂量增高,骨水泥渗漏发生率逐渐升高($P=0.019$),骨水泥弥散程度越高,骨水泥渗透发生率越高($P<0.001$)。

四、伤椎高度恢复情况

所有患者术后伤椎高度平均恢复比例为

表1 按照骨水泥注射量分组的各组PVP手术前后不同时间节点的VAS评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后1 d	术后3个月	术后6个月	F值	P值
低剂量组	35	7.95±0.84	3.23±0.75*	1.68±0.65**	1.27±0.51**&	8.139	<0.001
中剂量组	40	7.65±0.58	3.26±0.58*	1.65±0.62**	1.34±0.50**&	11.458	<0.001
高剂量组	36	7.75±0.45	3.17±0.47*	1.92±0.51**	1.43±0.45**&	12.541	<0.001
F值		2.028	0.0897	0.0927	1.5012		
P值		0.136	0.914	0.382	0.479		

注:“*”表示与术前比较 $P<0.05$,“**”表示与术后1天比较 $P<0.05$,“&”表示与术后3月比较 $P<0.05$

表2 按照骨水泥注射量分组的各组PVP手术前后不同时间节点的ODI评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后3个月	术后6个月	F值	P值
低剂量组	35	37.23±2.51	10.33±1.25*	9.41±1.99**&	23.254	<0.001
中剂量组	40	36.32±1.83	10.57±1.34*	9.64±1.73**&	32.546	<0.001
高剂量组	36	36.00±1.65	11.56±1.41*	10.50±1.68**&	29.537	<0.001
F值		1.943	0.102	0.562		
P值		0.117	0.272	0.217		

注:“*”表示与术前比较 $P<0.05$,“&”表示与术后3月比较 $P<0.05$

表3 按照骨水泥弥散分布的各组PVP手术前后不同时间节点的VAS评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后1 d	术后3个月	术后6个月	F值	P值
Ⅰ级	34	7.54±0.52	3.00±0.81*	1.54±0.52**	1.17±0.48**&	9.546	<0.001
Ⅱ级	42	7.78±0.55	3.25±0.76*	1.65±0.65**	1.21±0.52**&	10.234	<0.001
Ⅲ级	35	7.71±0.80	3.32±0.64*	1.79±0.59**	1.32±0.44**&	10.967	<0.001
F值		0.793	0.928	0.985	1.225		
P值		0.455	0.399	0.377	0.297		

注:“*”表示与术前比较 $P<0.05$,“**”表示与术后1天比较 $P<0.05$,“&”表示与术后3月比较 $P<0.05$

(14.97±9.26)%。根据患者术后X线,对比不同注射量组和不同弥散程度组的伤椎恢复高度比例,骨水泥有助于恢复伤椎高度,弥散程度Ⅲ级的伤椎,在术后6个月椎体高度丢失更小,远期疗效可能更佳。按照骨水泥注射量分组,经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=0.958, P=0.021$),不同时间点间差别有统计学意义($F=21.154, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=7.354, P=0.000$),进一步分析单独效应,除术前伤椎丢失高度各组差别无统计学意义($P>0.05$),术后1 d和6月伤椎丢失高度的差异差异均有统计学意义($P<0.05$),低剂量组、中剂量组和高剂量组的各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),表明随着时间的延长,低剂量组、中剂量组和高剂量组伤椎

高度恢复程度稳定,未出现再次塌陷,结果见表6。按照骨水泥弥散分布分组,经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=0.865, P=0.032$),不同时间点间差别有统计学意义($F=12.452, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=5.839, P=0.000$),进一步分析单独效应,除术前伤椎丢失高度各组差别无统计学意义($P>0.05$),术后1 d和6月伤椎丢失高度的差异差异均有统计学意义($P<0.05$),弥散Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级组的各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),表明随着时间的延长,弥散Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级组伤椎高度恢复程度稳定,未出现再次塌陷,结果见下表7。

四、并发症的处理及转归

根据不同骨水泥注射量以及弥散程度分组,所

表4 按照骨水泥弥散分布的各组PVP手术前后不同时间节点的ODI评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术前	术后3 d	术后6个月	F值	P值
Ⅰ级	34	36.08±1.61	10.27±1.59*	9.00±1.47* [△]	25.634	<0.001
Ⅱ级	42	36.73±1.72	10.59±1.89*	9.63±1.92* [△]	28.539	<0.001
Ⅲ级	35	36.21±2.48	11.14±1.73*	10.03±1.62* [△]	31.228	<0.001
F值		1.143	1.282	1.321		
P值		0.337	0.292	0.204		

注:“*”表示与术前比较 $P<0.05$,“[△]”表示与术后3月比较 $P<0.05$

表5 按照骨水泥注射量和弥散分组的各组PVP术后发生骨水泥渗漏的情况[例(%)]

组别	例数	有	无	χ^2 值	P值
低剂量组	35	2(5.71)	33(94.29)	7.910	0.019
中剂量组	40	6(15.00)	34(85.00)		
高剂量组	36	11(30.56)	25(69.44)		
Ⅰ级	34	1(2.94)	33(97.06)	13.97	<0.001
Ⅱ级	42	5(11.90)	37(88.10)		
Ⅲ级	35	12(34.29)	23(65.71)		

表6 按照骨水泥注射量分组的各组PVP术前术后伤椎高度恢复情况(% , $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术前伤椎丢失高度	术后1 d伤椎丢失高度	术后6月伤椎丢失高度	F值	P值	术后1 d伤椎高度恢复程度	术后6月伤椎高度恢复程度	F值	P值
低剂量组	35	32.73±16.16	24.55±12.43*	25.36±11.32* [△]	1.690	0.004	8.18±8.94*	7.58±8.46* [△]	2.981	0.001
中剂量组	40	29.42±13.55	18.83±7.30*	19.29±6.93* [△]	3.499	<0.001	10.45±8.40*	9.54±7.68* [△]	5.321	<0.001
高剂量组	36	35.00±15.23	19.72±2.57*	20.26±3.18* [△]	34.971	<0.001	17.08±13.50*	16.86±12.43* [△]	21.126	<0.001
F值		1.824	0.852	0.756			0.721	0.679		
P值		0.061	0.013	0.010			0.048	0.037		

注:“*”表示与术前比较 $P<0.05$,“[△]”表示与术后1 d比较 $P<0.05$

有患者其他并发症统计结果如下表8所示。在至少6个月的随访期内,所有患者邻椎骨折发生率为9.91%,其中骨水泥注射量与骨水泥弥散程度越高,邻椎骨折发生率随之增高($P=0.010$, $P=0.035$),说明骨水泥量以及弥散程度过高会增大邻椎骨折的风险。所有患者在随访期间,未发生骨水泥过敏、骨水泥栓塞等并发症。所有发生邻椎骨折(11例)的患者年龄一般情况如下:年龄(79.47 ± 2.74)岁,4例男性,7例女性。邻椎骨折出现时间在术后3月随访时

发现,均采用二次PVP治疗,患者效果满意,术后VAS评分(3.43 ± 0.78)分。典型病例见图10~15。

讨 论

PVP具备微创、快速缓解疼痛,稳定伤椎等优点,在临床上广泛应用于OCVF的治疗。PVP缓解骨折疼痛主要通过:骨水泥填充使得伤椎内部显微骨折得以固定、并减低骨折断端应力,以减轻疼痛^[10];骨水泥

表7 按照骨水泥弥散分布的各组PVP术前术后伤椎高度恢复情况(%, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术前伤椎丢失高度	术后1 d伤椎丢失高度	术后6月伤椎丢失高度	F值	P值	术后1 d伤椎高度恢复程度	术后6月伤椎高度恢复程度	F值	P值
I级	34	31.03±15.94	23.85±7.40*	24.17±6.74* [#]	3.813	0.002	7.18±10.61*	7.58±8.46* [#]	3.561	0.001
II级	42	30.63±13.69	19.21±7.63*	20.56±8.12* [#]	3.220	<0.001	11.75±9.12*	9.54±7.68* [#]	5.321	<0.001
III级	35	38.85±14.46	19.71±10.22*	21.67±9.83* [#]	2.434	<0.001	19.32±9.48*	16.86±12.43* [#]	21.126	<0.001
F值		2.011	0.561	0.621			0.393	0.412		
P值		0.173	0.042	0.052			0.027	0.041		

注:“*”表示与术前比较 $P<0.05$,“[#]”表示与术后1 d比较 $P<0.05$

表8 根据骨水泥注射量/弥散分组的其他并发症统计情况

组别	例数	邻椎骨折例数(N,%)	χ^2 值	P值	骨水泥过敏	骨水泥栓塞
低剂量组	35	1(2.85%)	9.15	0.010	0	0
中剂量组	40	2(5%)			0	0
高剂量组	36	8(22.22%)			0	0
I级	34	1(2.94%)	6.68	0.035	0	0
II级	42	3(7.14%)			0	0
III级	35	7(20%)			0	0

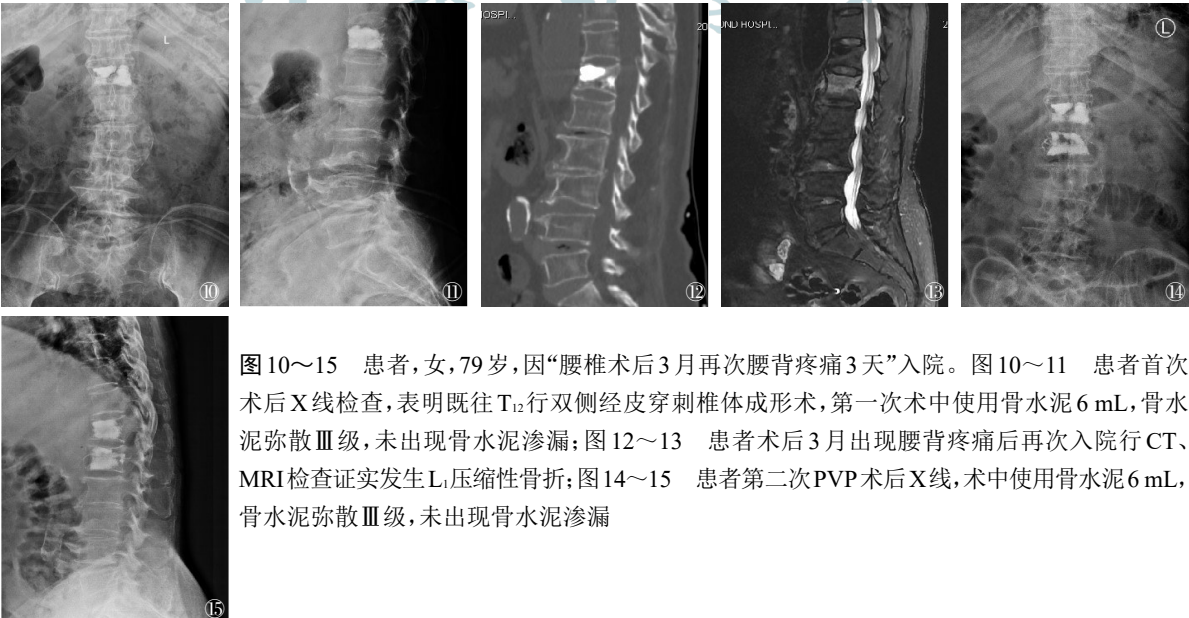


图10~15 患者,女,79岁,因“腰椎术后3月再次腰背疼痛3天”入院。图10~11 患者首次术后X线检查,表明既往T₁₂行双侧经皮穿刺椎体成形术,第一次术中使用骨水泥6 mL,骨水泥弥散Ⅲ级,未出现骨水泥渗漏;图12~13 患者术后3月出现腰背疼痛后再次入院行CT、MRI检查证实发生L₁压缩性骨折;图14~15 患者第二次PVP术后X线,术中使用骨水泥6 mL,骨水泥弥散Ⅲ级,未出现骨水泥渗漏

在体内凝固时释放热量,引起痛觉神经末梢坏死^[11]。

一、疼痛缓解是PVP手术的主要目的

He等^[12]将患者的疼痛完全缓解定义为术后3个月的VAS评分为0或1。Mao等^[13]通过荟萃分析发现,不同实验内的各组间短期和长期的VAS结果不完全一致。本研究所有患者在术后1d,疼痛得到有效缓解,术后3月时VAS评分稳定在1~2分,这再次证明了PVP是治疗OVCF的有效措施。Nieuwenhuijse和Jin等^[14-15]的研究结果认为骨水泥量和临床疗效之间存在正相关性,骨水泥量越大、骨水泥弥散越好可更好地恢复伤椎的生物力学,临床效果越明显。然而,也有学者认为OVCF患者PVP术后疼痛的缓解与骨水泥注射量无明显相关性^[16]。本研究中低、中、高注射量组的VAS评分和ODI评分均无明显差异,表明了临床疗效与骨水泥的注射量无明确相关性。这可能是足够的骨水泥进入伤椎后,已经达到了稳定伤椎内细微骨折和神经末梢热力学坏死的目的,因为本研究中骨水泥注射最小值为3.5 ml,达到了最低使用量^[17]。

二、骨水泥渗漏作为PVP常见并发症之一,影响着患者预后

一旦发生椎管内渗漏,压迫脊髓或马尾神经等,极可能造成不可逆的神经损害或者截瘫^[18]。因此如何避免PVP骨水泥渗漏成为众多骨科医师所面临的挑战之一。骨水泥注射量及骨水泥在椎体的弥散分布与骨水泥渗漏发生率密切相关。骨水泥注射量一直备受争议。有研究表明高骨水泥注射量以及弥散分布会导致骨水泥更容易到达椎体骨折裂隙处,渗入周围血管神经组织^[19]。本研究中19名患者(19个椎体)发生渗漏,总体椎体渗漏率为17.17%。随着骨水泥剂量增高,骨水泥渗漏发生率逐渐升高($P=0.019$),不同弥散程度组之间,骨水泥渗漏有明显相关性,骨水泥弥散程度越高,骨水泥渗透发生率越高($P<0.001$)。伤椎高度恢复比例也是PVP手术疗效的评估指标之一,本研究所有患者术后伤椎高度平均恢复比例为 $(14.97\pm 9.26)\%$,表明骨水泥有助于恢复伤椎高度。对比不同注射量组和不同弥散程度组的伤椎恢复高度比例,表明伤椎高度恢复比例与骨水泥注射量以及弥散分布有关,高剂量组恢复比例最大 $(17.08\pm 13.50)\%$,差异具有统计学意义($P=0.048$),弥散程度Ⅲ级的伤椎恢复比例最大 $(19.32\pm 9.48)\%$,有统计学差异($P=0.037$),但是高剂量组与弥散程度Ⅲ级也存在骨水泥渗漏率高、邻椎骨折高的问题。邻椎骨折发生率也是PVP远期并

发症之一。本研究中发现骨水泥注射量与骨水泥弥散程度越高,邻椎骨折发生率随之增高($P=0.010$, $P=0.035$),说明骨水泥量以及弥散分布过高会增大邻椎骨折的风险。这可能与骨水泥提高了伤椎刚度和强度、引起相邻椎体骨折发生有关^[20-21]。

本研究存在一定局限性:(1)本研究为单中心的回顾性分析,只观察了PVP手术的短期疗效,仍需要多中心前瞻性随机临床试验进一步探究;(2)本回顾性研究基于现有临床资料,采用伤椎正侧位X线片评估骨水泥弥散度,研究资料完整且真实,但是该评估技术存在主观偏倚,相对于伤椎CT重建计算骨水泥体积而言,不够精准,未来可采用CT评估法开展进一步前瞻性临床试验;(3)本研究为保证更好探究骨水泥注射量的效果,为避免多椎体骨折的影响,只纳入了单一椎体骨折患者,存在一定选择偏倚。

综上所述,本研究发现,经皮穿刺椎体成形术对于骨质疏松性压缩性骨折,可以有效缓解患者的术前症状,改善生活质量,但症状改善与骨水泥注射量和弥散程度无明显相关性。骨水泥注射量、骨水泥弥散程度与骨水泥渗漏发生率有相关性。骨水泥注射量的升高以及骨水泥弥散程度增高可以最大程度增高伤椎高度恢复比例,但同时也伴随着更高的骨水泥渗漏率和邻椎骨折率。当使用中等剂量骨水泥(4~6 mL)以及骨水泥弥散程度Ⅱ级时,在有效改善临床症状和伤椎高度的情况下,能保持较低的骨水泥渗漏发生率和邻椎骨折发生率。

参 考 文 献

- 1 丁悦,张嘉,岳华,等.骨质疏松性椎体压缩性骨折诊疗与管理专家共识[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2018,11(5):425-437.
- 2 National Health Commission of the People's Republic of China.National Health and Health Committee's text on the media communication meeting on October 19, 2018. Available at: <http://www.nhc.gov.cn/wjw/xwdt/201810/d816a5c72f6b45e399-a1e7214642cd47.shtml>.
- 3 Cui L, Chen L, Xia W, et al. Vertebral fracture in postmenopausal Chinese women: a population-based study [J]. Osteoporos Int, 2017, 28(9): 2583-2590.
- 4 Kanterewicz E, Puigoriol E, Rodríguez Cros JR, et al. Correction to: prevalent vertebral fractures and minor vertebral deformities analyzed by vertebral fracture assessment (VFA) increases the risk of incident fractures in postmenopausal women: the FRODOS study [J]. Osteoporos Int, 2019, 30(9): 1901-1902.
- 5 Wang O, Hu Y, Gong S, et al. A survey of outcomes and management of patients post fragility fractures in China [J]. Osteoporos Int, 2015, 26(11): 2631-2640.

- 6 张英泽. 老年骨质疏松性骨折的防治焦点 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2021, 7(1): 1.
- 7 Fu ZY, Hu XP, Wu YJ, et al. Is there a Dose-Response relationship of cement volume with cement leakage and pain relief after vertebroplasty? [J]. Dose Response, 2016, 14(4): 1559325816682867.
- 8 吴艳刚, 崔岩, 申海波, 等. 椎体成形术治疗隐性骨质疏松性椎体骨折中不同骨水泥分布的临床疗效比较 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(2): 74-79.
- 9 赵玉波, 张庆明. 椎体成形术中骨水泥弥散分布等级的量效关系 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(1): 63-65.
- 10 Li YD, Tsai TT, Niu CC, et al. Cement bridging phenomenon in percutaneous vertebroplasty for adjacent vertebral compression fracture [J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 10184.
- 11 Yu WB, Jiang XB, Liang D, et al. Risk factors and score for recollapse of the augmented vertebrae after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Osteoporos Int, 2019, 30(2): 423-430.
- 12 He X, Meng YB, Huang YF, et al. Factors affecting delayed union of vertebral fractures following percutaneous kyphoplasty [J]. Pain Physician, 2017, 20(2): E241-E249.
- 13 Mao HQ, Zou J, Geng DC, et al. Osteoporotic vertebral fractures without compression: key factors of diagnosis and initial outcome of treatment with cement augmentation [J]. Neuroradiology, 2012, 54(10): 1137-1143.
- 14 Nieuwenhuijse MJ, Bollen L, van Erkel AR, et al. Optimal intravertebral cement volume in percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(20): 1747-1755.
- 15 Jin YJ, Yoon SH, Park KW, et al. The volumetric analysis of cement in vertebroplasty: relationship with clinical outcome and complications [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(12): E761-E772.
- 16 Gao T, Chen ZY, Li T, et al. Correlation analysis of the puncture-side bone cement/vertebral body volume ratio and bone cement leakage in the paravertebral vein in vertebroplasty [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1): 184.
- 17 Martinčić D, Brojan M, Kosel F, et al. Minimum cement volume for vertebroplasty [J]. Int Orthop, 2015, 39(4): 727-733.
- 18 Zhang K, She J, Zhu YD, et al. Risk factors of postoperative bone cement leakage on osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective study [J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 183.
- 19 Zhang TY, Zhang PX, Xue F, et al. Risk factors for cement leakage and nomogram for predicting the intradiscal cement leakage after the vertebra augmented surgery [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 792.
- 20 Karlsson MK, Hassserius R, Gerdhem P, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: New treatment strategies for fractures in the osteoporotic spine [J]. Acta Orthop, 2005, 76(5): 620-627.
- 21 李楠, 张贵林, 何达, 等. 骨水泥的分布与剂量对椎体成形术疗效影响的研究 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(1): 66-68.

(收稿日期: 2023-01-27)

(本文编辑: 吕红芝)

冯献礼, 高彤, 张喜善. 骨水泥注射量及弥散程度与PVP治疗OVCF的疗效分析 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2024, 10(4): 193-201.

中华医学会