

# PKP术中不同注入量高粘度骨水泥治疗骨质疏松性腰椎骨折的疗效分析

刘军 方振林

**【摘要】目的** 探讨经皮椎体后凸成形术(PKP)术中不同注入量高粘度骨水泥治疗骨质疏松性腰椎骨折(OLVF)的疗效及安全性。**方法** 前瞻性收集2016年9月至2018年9月本院OLVF患者150例,男84例,女66例,年龄(60±8)岁。依据随机数字表分为高量组、中量组、低量组,每组50例,高量组、中量组、低量组PKP术中高粘度骨水泥注入量分别为5.0~7.0 ml、3~4.9 ml、<3.0 ml,比较三组疗效及安全性。**结果** 150例患者获得满意随访,随访时间(19±7)个月。高量组、中量组、低量组手术时间、术中出血量比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );高量组和中量组术后3、6个月椎体前缘高度[(27.3±3.1)mm、(26.0±2.7)mm和(26.9±3.0)mm、(25.7±2.8)mm]明显高于低量组[(23.8±2.8)mm、(21.3±2.5)mm],高量组和中量组术后3、6个月Cobb角及疼痛视觉模拟评分法(VAS)、Oswestry功能障碍指数问卷表(ODI)评分[(40.2±4.7)°、(41.5±4.8)°、(2.6±0.4)分、(1.6±0.3)分、(25.8±3.5)分、(26.9±3.5)分和(40.9±4.8)°、(42.1±4.8)°、(2.6±0.4)分、(1.6±0.3)分、(26.2±3.5)分、(27.2±3.7)分]明显低于低量组[(46.3±5.3)°、(47.8±5.6)°、(3.3±0.4)分、(2.3±0.4)分、(33.3±4.1)分、(34.3±4.2)分],差异有统计学意义( $F=25.371$ 、 $18.914$ 、 $29.334$ 、 $22.457$ 、 $34.276$ 、 $30.217$ 、 $29.364$ 、 $20.071$ ,均 $P<0.001$ );高量组骨水泥渗漏率(28.00%)明显高于中量组和低量组(8.00%和4.00%),差异有统计学意义( $\chi^2=10.241$ ,  $P=0.005$ )。**结论** PKP术中不同注入量高粘度骨水泥治疗OLVF的疗效及安全性存在一定的差异,其中注入中量(3~4.9 ml)高粘度骨水泥可获得良好的疗效及安全性,值得临床推广。

**【关键词】** 经皮椎体后凸成形术; 注入量; 高粘度骨水泥; 骨质疏松性腰椎骨折; 安全性

**The efficacy and safety of PKP with different doses of high-viscosity bone cement in the treatment of osteoporotic lumbar vertebral fracture** Liu Jun, Fang Zhenlin. Huangshi Hospital of traditional Chinese Medicine, Department of Orthopedics, Huangshi 435000, China

Corresponding author: Fang Zhenlin, Email: 543455129@qq.com

**【Abstract】 Objective** To discuss the efficacy and safety of percutaneous kyphoplasty (PKP) with different doses of high-viscosity bone cement in the treatment of osteoporotic lumbar vertebral fracture (OLVF). **Methods** The 150 patients with OLVF in our hospital from September 2016 to September 2018 were selected, there were 84 males and 66 females, aged (60±8) years. They were divided into high-dose group, medium-dose group and low-dose group according to the random number table, 50 cases in each group. The injections of high-viscosity bone cement were 5.0-7.0 ml, 3-4.9 ml and <3.0 ml in high-dose group, medium-dose group and low-dose group respectively, and the efficacy and safety of the three groups were compared. **Results** The 150 patients were followed up satisfactorily for (19±7) months. There was no significant difference in operation time and intraoperative bleeding between high-dose group, medium-dose group and low-dose group ( $P>0.05$ ). The anterior height of vertebral body in high-dose group and medium-dose group [(27.3±3.1)mm, (26.0±2.9)mm and (26.9±3.0)mm, (25.7±2.8)mm] was significantly higher than that in low-dose group [(23.8±2.8)mm, (21.3±2.5)mm] at 3 and 6 months after operation, the Cobb angle, pain visual analogue score (VAS) and Oswestry dysfunction index (ODI) scores in high-dose group and medium-dose group [(40.2±4.7)°, (41.5±4.8)°, (2.6±0.4) scores, (1.6±0.3) scores, (25.8±3.5) scores, (26.9±3.5) scores

and (40.9±4.8)°, (42.1±4.8)°, (2.6±0.4)scores, (1.6±0.3) scores, (26.2±3.5) scores, (27.2±3.7) scores] were significantly lower than those in low-dose group [(46.3±5.3)°, (47.8±5.6)°, (3.3±0.4)scores, (2.3±0.4) scores, (33.3±4.1) scores, (34.3±4.2) scores] at 3 and 6 months after operation, the difference was statistically significant ( $F=25.371, 18.914, 29.334, 22.457, 34.276, 30.217, 29.364, 20.071$ , all  $P<0.001$ ). The leakage rate of bone cement in high-dose group (28.00%) was significantly higher than that in medium-dose group and low-dose group (8.00% and 4.00%), the difference was statistically significant ( $\chi^2=10.241, P=0.005$ ). **Conclusions** There are some differences in the efficacy and safety of different doses of high-viscosity bone cement in the treatment of OLVF during PKP, and the middle dosage (3-4.9 ml) of high-viscosity bone cement can achieve good efficacy and safety, it's worth for further clinical promotion.

**【Key words】** Percutaneous kyphoplasty; Doses; High-viscosity bone cement; Osteoporotic lumbar vertebral fractures; Safety

骨质疏松性腰椎骨折(osteoporotic lumbar vertebral fracture, OLVF)是由骨质疏松引起骨密度和骨质量下降而导致的骨折类型,主要表现为腰痛、麻木感、活动受限等症状,好发于中老年人群,且近年来随着社会老龄化及人们生活、饮食的改变,其发病日益增加,严重影响患者的身体健康<sup>[1]</sup>。

目前,经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)是 OLVF 常用的治疗方法,且配合高粘度骨水泥,能够有效修复骨折腰椎,其临床疗效已逐渐被认可。但在我国应用时间尚短,尤其是高粘度骨水泥注入量多依靠临床经验,尚无统一标准。据相关研究报道显示,在 PKP 治疗 OLVF 过程中,骨水泥注入量与患者的临床疗效有密切的关系,若注入量过少则难以有效灌注骨折椎体而影响治疗疗效,若注入量过多则易引起骨水泥渗漏至骨折椎体周围组织而影响治疗安全性。故 PKP 术注入合适剂量的高粘度骨水泥对患者疗效及安全性具有重要的临床意义<sup>[2-3]</sup>。

本研究通过给予 OLVF 患者分别注入不同量(5.0~7.0 ml、3~4.9 ml、<3.0 ml)高粘度骨水泥下的 PKP 治疗,并比较其疗效及安全性,为临床提供参考,现报道如下。

## 资料与方法

### 一、一般资料

前瞻性选取 2016 年 9 月至 2018 年 9 月本院

OLVF 患者 150 例,采用双盲法依据随机数字表按 1:1:1 分为高量组、中量组、低量组,每组 50 例,在治疗结束后进行揭盲。高量组:男 30 例、女 20 例,年龄 42~79 岁,体质量指数 18.3~27.6 kg/m<sup>2</sup>;中量组:男 26 例、女 24 例,年龄 40~78 岁,体质量指数 18.1~27.9 kg/m<sup>2</sup>;低量组:男 28 例、女 22 例,年龄 43~80 岁,体质量指数 17.9~27.9 kg/m<sup>2</sup>。

### 二、纳入排除标准

纳入标准:(1)经临床症状、病史、X 线、实验室等检查符合《骨质疏松性骨折诊疗指南》中 OLVF 诊断标准<sup>[4]</sup>;(2)年龄>18 岁、无精神病史;(3)均有腰痛、下肢纵向疼痛、骨折处叩击痛等症状;(4)签署知情同意书。

排除标准:(1)陈旧性、外伤性等其他非骨质疏松性骨折;(2)妊娠期、哺乳期女性或有恶性肿瘤;(3)有心、肝、肾等严重性疾病;(4)有椎管狭窄、脊柱结核、脊髓损伤、马尾神经损伤等疾病;(5)中途退出或拒绝参与本研究。本研究经伦理委员会审批通过(批号:20170302),高量组、中量组、低量组一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。

### 三、方法

高量组、中量组、低量组均由同一组医护人员实施 PKP 术治疗,即(1)术前准备,取俯卧位、消毒铺巾、局麻、心电监护等准备,C 臂光机透视下定位病变椎体、穿刺点(双侧椎弓根);(2)术中操作,C 臂光

表 1 三组骨质疏松性腰椎骨折患者一般资料比较

组别	例数	性别 (例,男/女)	骨折椎体 (L <sub>1/2/3/4</sub> )	年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	体质量指数 (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x}\pm s$ )	骨质疏松病程 (年, $\bar{x}\pm s$ )	椎体塌陷度 (%, $\bar{x}\pm s$ )
低量组	50	28/22	16/14/12/8	60±8	23.6±2.6	6.5±0.7	48±5
中量组	50	26/24	18/12/10/6	59±8	23.5±2.6	6.4±0.8	49±5
高量组	50	30/20	14/16/10/10	60±8	23.8±2.6	6.6±0.7	49±6
$\chi^2/F$ 值		0.934	1.071	0.724	0.824	0.782	0.992
$P$ 值		0.304	0.244	0.426	0.371	0.403	0.251

机透视下采用一次性注射器7号针头经穿刺点皮肤穿刺至椎体前1/3处并确认位置无误后,拔出穿刺针、放置套管、球囊扩张复位(保持球囊张力压实局部骨质)后,配置高粘度骨水泥(丙烯酸类树脂骨水泥,批准文号:国食药监械(进)字2011第3650038号,生产厂家为:联合医疗仪器有限公司)至拉丝后期;通过注射器缓慢注入高粘度骨水泥,注入期间注意观察骨水泥的弥散情况及椎体压缩骨折的高度恢复情况并适当调整注入速度和力度,每次注入0.5~0.6 ml,其中高量组、中量组、低量组术中高粘度骨水泥注入量分别为5.0~7.0 ml、3~4.9 ml、<3.0 ml<sup>[1]</sup>,当遇阻力较大或骨水泥已渗透至椎体后缘时停止,待骨水泥稳固后(约3 min),取出套管、保持俯卧15 min;(3)术后处理,术后常规止血、拔出穿刺针、碘伏消毒切口、包扎伤口等处理,术后注意保持切口整洁及避免牵拉以预防切口渗血、感染,翻身无明显疼痛可指导戴腰围下床适当活动,指导碳酸钙D3片、阿法骨化醇胶囊等继续全身抗骨质疏松治疗。

#### 四、疗效评价与随访观察指标

(1)手术情况:记录手术时间、术中出血量、骨水泥注入量等。(2)椎体前缘高度及Cobb角:于术前和术后3、6个月行常规X线检测,椎体前缘高度为最大塌陷部位的椎体高度,Cobb角为伤椎上位与下位椎体下终板延长线的交角<sup>[5]</sup>。(3)腰部功能及疼痛:于术前和术后3、6个月采用Oswestry功能障碍指数问卷表(Oswestry dysfunction index, ODI)<sup>[6]</sup>评估腰部功能,采用6级评分法(0~5分),共10项,得分越高表明功能障碍越严重;于术前和术后3、6个月采用视觉模拟评分法(visual analogue score, VAS)<sup>[7]</sup>评估腰部疼痛,总分10分,得分越高表示疼痛越严重。(4)骨水泥渗漏情况:记录椎间盘、椎旁、静脉等骨水泥渗漏情况。

所有患者均通过电话、邮件及门诊复查等方法进行随访。分别于术后2个月、3个月、6个月、12个月,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄腰椎部位的正侧位X线片,术后首次复诊时指导腰椎功能锻炼,指导行走、转身等活动注意事项,比较三组疗效及安全性。

#### 五、统计学方法

采用SPSS STATISTICS 22.0(IBM,美国)软件,高量组、中量组、低量组等多组资料采用方差分析;年龄、体质量指数、骨质疏松病程、椎体塌陷度、手术时间、术中出血量、骨水泥注入量、椎体前缘高度、

Cobb角、VAS评分、ODI评分等计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示采用 $t$ 检验;性别、骨折椎体、骨水泥渗漏率等计数资料以(%)表示采用 $\chi^2$ 检验; $P < 0.05$ 为有统计学差异。

## 结 果

### 一、一般情况

150例患者均顺利完成手术,手术时间24~46 min,平均(32±6)min,术中出血量5~10 ml,平均(7.4±1.6)ml,且均获得完整随访,随访率100%,随访时间6~28个月,平均(19±7)个月。其中低量组随访时间8~30个月,平均(18±7)个月;中量组随访时间7~32个月,平均(19±7)个月;高量组随访时间6~32个月,平均(19±7)个月。

### 二、三组手术情况比较

高量组、中量组、低量组手术时间、术中出血量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),高量组骨水泥注入量明显高于中量组,中量组骨水泥注入量明显高于低量组,差异有统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。

表2 三组骨质疏松性腰椎骨折患者手术情况比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	骨水泥注入量 (ml)
低量组	50	30±6	7.2±1.4	2.2±0.5
中量组	50	31±6	7.5±1.4	3.7±0.6
高量组	50	32±6	7.6±1.4	6.1±0.6
F值		1.367	1.036	37.261
P值		0.182	0.276	<0.001

### 三、三组椎体前缘高度比较

高量组、中量组、低量组术前椎体前缘高度比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),高量组、中量组术后3、6个月椎体前缘高度明显高于低量组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),高量组、中量组术后3、6个月椎体前缘高度比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表3。

### 四、三组Cobb角比较

高量组、中量组、低量组术前Cobb角比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),高量组、中量组术后3、6个月Cobb角明显低于低量组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),高量组、中量组术后3、6个月Cobb角比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表4。

### 五、三组VAS评分比较

高量组、中量组、低量组术前VAS评分比较,差

**表3** 三组骨质疏松性腰椎骨折患者椎体前缘高度比较  
(mm,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	术前	术后3个月	术后6个月
低量组	50	15.2±1.9	23.8±2.8	21.3±2.5
中量组	50	15.3±1.8	26.9±3.0 <sup>a</sup>	25.7±2.8 <sup>a</sup>
高量组	50	15.1±1.9	27.3±3.1 <sup>a</sup>	26.0±2.9 <sup>a</sup>
<i>F</i> 值		0.934	25.371	18.914
<i>P</i> 值		0.327	<0.001	<0.001

注：“<sup>a</sup>”表示与同组治疗前比较， $P<0.05$ **表4** 三组骨质疏松性腰椎骨折患者Cobb角比较  
(°,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	术前	术后3个月	术后6个月
低量组	50	62.5±6.8	46.3±5.3	47.8±5.6
中量组	50	62.9±6.9	40.9±4.8 <sup>a</sup>	42.1±4.8 <sup>a</sup>
高量组	50	62.6±6.7	40.2±4.7 <sup>a</sup>	41.5±4.8 <sup>a</sup>
<i>F</i> 值		0.836	29.334	22.457
<i>P</i> 值		0.407	<0.001	<0.001

注：“<sup>a</sup>”表示与同组治疗前比较， $P<0.05$ 

异无统计学意义( $P>0.05$ )，高量组、中量组术后3、6个月VAS评分明显低于低量组，差异有统计学意义( $P<0.05$ )，高量组、中量组术后3、6个月VAS评分比较，差异无统计学意义( $P>0.05$ )，见表5。

**表5** 三组骨质疏松性腰椎骨折患者VAS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
低量组	50	7.6±0.8	3.3±0.4	2.3±0.4
中量组	50	7.5±0.8	2.6±0.4 <sup>a</sup>	1.6±0.3 <sup>a</sup>
高量组	50	7.6±0.8	2.6±0.4 <sup>a</sup>	1.6±0.3 <sup>a</sup>
<i>F</i> 值		1.036	34.276	30.217
<i>P</i> 值		0.271	<0.001	<0.001

注：“<sup>a</sup>”表示与同组治疗前比较， $P<0.05$ 

## 六、三组ODI评分比较

高量组、中量组、低量组术前ODI评分比较，差异无统计学意义( $P>0.05$ )，高量组、中量组术后3、6个月ODI评分明显低于低量组，差异有统计学意义( $P<0.05$ )，高量组、中量组术后3、6个月ODI评分比较，差异无统计学意义( $P>0.05$ )，见表6和图1~6。

## 七、三组骨水泥渗漏比较

高量组骨水泥渗漏率明显高于中量组、低量组，差异有统计学意义( $P>0.05$ )，见表7。

## 八、并发症的处理及转归

三组患者均无创口感染、神经损伤、医源性骨折等并发症发生。

**表6** 三组骨质疏松性腰椎骨折患者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
低量组	50	64.2±6.9	33.3±4.1	34.3±4.2
中量组	50	64.0±6.8	26.2±3.5 <sup>a</sup>	27.2±3.7 <sup>a</sup>
高量组	50	64.9±7.0	25.8±3.5 <sup>a</sup>	26.9±3.5 <sup>a</sup>
<i>F</i> 值		0.762	29.364	20.071
<i>P</i> 值		0.432	<0.001	<0.001

注：“<sup>a</sup>”表示与低量组比较， $P<0.05$ **表7** 三组骨质疏松性腰椎骨折患者骨水泥渗漏比较  
[例(%)]

组别	例数	椎间盘	椎旁	静脉	渗漏率
低量组	50	1(2.00)	1(2.00)	0(0.00)	2(4.00) <sup>a</sup>
中量组	50	1(2.00)	2(4.00)	1(2.00)	4(8.00) <sup>a</sup>
高量组	50	6(12.00)	6(12.00)	2(4.00)	14(28.00)
$\chi^2$ 值					10.241
<i>P</i> 值					0.005

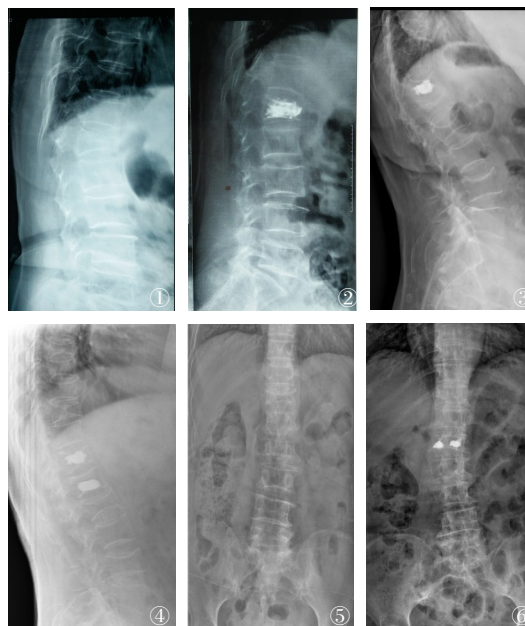
注：“<sup>a</sup>”表示与高量组比较， $P<0.05$ 

图1~2 女,78岁,高量组骨质疏松性腰椎骨折患者。图1 术前X线片;图2 术后X线片 图3~4 女,78岁,中量组骨质疏松性腰椎骨折患者。图3 术前X线片;图4 术后X线片 图5~6 女,77岁,低量组骨质疏松性腰椎骨折患者。图5 术前X线片;图6 术后X线片



## 讨 论

### 一、OLVF 患者 PKP 术高粘度骨水泥注入量的问题分析

OLVF 是骨质疏松症常见的并发症之一,骨量减少、骨微结构破坏等会导致骨折危险性升高,骨折后可导致腰部疼痛、功能障碍、活动受限等,严重影响患者的正常生活和身体健康<sup>[6-7]</sup>。而 OLVF 主要采取 PKP 术注入骨水泥治疗,且随着医疗技术的发展,高粘度骨水泥具有契合人体骨骼特点、富有弹性、不易渗漏等优点,可有效缓解患者的临床症状,具有良好的疗效<sup>[8-9]</sup>。但在 OLVF 的临床治疗中,PKP 术中高粘度骨水泥注入量与治疗疗效及安全性密切相关,因此注入量是人们关注的热点问题,且尚存在争议<sup>[10-11]</sup>。

有研究显示,在 PKP 术中,骨水泥注入量不足时,难以有效修复填充缺损腰椎,易引起椎体灌注不足而影响治疗疗效,甚至术后出现椎体再次塌陷,导致治疗失败,提示骨水泥注入量的选择在 PKP 手术治疗中的重要性<sup>[12-13]</sup>。而相关研究表明,PKP 术中骨水泥注入量过多时,骨水泥易渗漏至骨折腰椎相邻的椎间盘、椎旁、静脉等,易导致发热、神经损伤等并发症,影响治疗的安全性<sup>[14-15]</sup>。因此,注入合适剂量骨水泥对 PKP 手术安全性具有重要的影响作用<sup>[14-15]</sup>。

### 二、PKP 术中高粘度骨水泥注入量对 OLVF 患者临床疗效的影响

本研究结果显示,高量组、中量组、低量组手术时间、术中出血量比较无统计学差异,表明术中注入不同量高粘度骨水泥对 PKP 治疗 OLVF 的操作难度及创伤性无显著影响。这可能是由于 PKP 通过双侧椎弓根穿刺进行骨水泥注入操作即可修复骨折腰椎,其操作简单、创伤小,故高粘度骨水泥不同注入量下 PKP 的操作难度及创伤性基本相同。而本研究中,高量组、中量组术后 3、6 个月椎体前缘高度明显高于低量组,高量组、中量组术后 3、6 个月 Cobb 角和 VAS、ODI 评分明显低于低量组,表明 PKP 术中不同注入量高粘度骨水泥治疗 OLVF 的疗效存在一定的差异,其中注入高量(5.0~7.0 ml)、中量(3~4.9 ml)高粘度骨水泥的疗效更佳。这可能是由于高粘度骨水泥虽具有瞬间粘度高、聚合温度低、可注射时间长的特点<sup>[16-17]</sup>。但可能由于 PKP 术中注入量<3.0 ml 时,其在骨折腰椎中灌注不足而尚不足以有效修复 OLVF 患者塌陷严重的腰椎,导致高粘度

骨水泥未能有效恢复患者腰椎的强度和硬度,使腰椎生理结构缺损仍存在,从而未能有效改善患者的腰部功能及疼痛,导致疗效较差,表现为术后 3、6 个月 Cobb 角和 VAS、ODI 评分较高。而本研究 PKP 术中注入 3 ml 及以上的高粘度骨水泥时,可能由于其能够有效地灌注骨折腰椎,使高粘度骨水泥有效填充了塌陷严重腰椎的间隙或骨腔<sup>[18-19]</sup>,有效地修复和稳固了骨折腰椎,有助于良好地恢复腰椎强度、硬度及生理结构,从而能够有效改善腰椎的负重能力及骨的运动能力<sup>[20-21]</sup>,最终有效改善了患者 OLVF 的腰部功能及疼痛,表现为术后 3、6 个月 Cobb 角和 VAS、ODI 评分较低,达较为良好的治疗疗效。

### 三、PKP 术中高粘度骨水泥注入量对 OLVF 患者骨水泥渗漏的影响

此外,本研究中,高量组骨水泥渗漏率明显高于中量组、低量组,此结果与既往研究<sup>[1-2]</sup>相似,表明 PKP 术中不同注入量高粘度骨水泥治疗 OLVF 的安全性存在一定的差异,其中注入中量(3~4.9 ml)、低量(<3.0 ml)高粘度骨水泥的安全性更好。这可能是由于 PKP 术中高粘度骨水泥注入量>4.9 ml 时,由于其瞬间粘度高、聚合温度低的特点,会显著增加骨折腰椎的压力,甚至会超出骨折腰椎承载能力,导致高粘度骨水泥在患者骨折椎体内弥散范围较大而渗漏至椎间盘、椎旁、静脉等<sup>[21-22]</sup>,引起了骨水泥渗漏的发生。而 PKP 术中注入≤4.9 ml 高粘度骨水泥时,则可能由于其尚不会超出骨折腰椎承载能力,使高粘度骨水泥仍较好地弥散在患者骨折椎体范围内而不易过度压迫骨折腰椎而出现渗漏,从而减少椎间盘、椎旁、静脉等骨水泥渗漏情况的发生,提示其具有较好的治疗安全性。

### 四、小结

本研究也存在一定的局限性,如 PKP 术中高粘度骨水泥填充骨折腰椎的机制复杂,且本次纳入病例数少,尚不足以代表所有病患情况,故还应作更深入、更大样本的研究。但本研究确切发现,PKP 术中不同注入量高粘度骨水泥治疗 OLVF 的疗效及安全性存在一定的差异,其中注入中量(3~4.9 ml)高粘度骨水泥可获得良好的疗效及安全性,值得临床推广。

## 参 考 文 献

- 1 曾本强,罗凌云,常瑞,等.基层医院科室间联合行经皮椎体后凸成形术的疗效研究[J].中华老年骨科与康复电子杂志,2018,4(4):209-213.

- 2 Zhang JA, Yong F, Xin H, et al. Is percutaneous kyphoplasty the better choice for minimally invasive treatment of neurologically intact osteoporotic Kümmell's disease? A comparison of two minimally invasive procedures [J]. *Int Orthop*, 2018, 42(6): 1321-1326.
- 3 Park EJ, Lee HJ, Jang MG, et al. A novel vertebroplasty technique using a larger-diameter needle for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(22): e26174.
- 4 中华医学会骨科学分会骨质疏松学组. 骨质疏松性骨折诊疗指南 [J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37(1): 1-10.
- 5 Moser M, Schmassmann P, Noger M, et al. Usefulness of fat suppression magnetic resonance imaging of osteoporotic vertebral fractures in preventing subsequent fractures after kyphoplasty [J]. *World Neurosurg*, 2019, 125(19): e764-e773.
- 6 谢易, 魏杰, 龚泰芳. 单侧与双侧经皮椎体后凸成形术联合高粘度骨水泥治疗高龄骨质疏松性椎体压缩骨折的临床疗效分析 [J]. *实用医院临床杂志*, 2019, 16(04): 180-183.
- 7 Ma YH, Tian ZS, Liu HC, et al. Predictive risk factors for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: A meta-analysis [J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9(12): 2778-2790.
- 8 Feng F, Zhong X, Luo L, et al. Clinical observation of percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture [J]. *J Pak Med Assoc*, 2020, 70 [Special Issue](9): 84-87.
- 9 Beall DP, Chambers MR, Thomas S, et al. Prospective and multi-center evaluation of outcomes for quality of Life and activities of daily living for balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures: the EVOLVE trial [J]. *Neurosurgery*, 2019, 84(1): 169-178.
- 10 谢亚明, 谢国盛, 林蒙, 等. 网袋成形术与椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的早期疗效比较 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4(4): 202-208.
- 11 Alpantaki K, Dohm M, Korovessis PA. Surgical options for osteoporotic vertebral compression fractures complicated with spinal deformity and neurologic deficit [J]. *Injury*, 2018, 49(2): 261-271.
- 12 Wang S, Duan C, Yang H, et al. Percutaneous intervertebral bridging cementoplasty for adjacent multilevel osteoporotic thoracolumbar fractures with vertebral endplate-disc complex injury: technical note [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 14354.
- 13 Hatzantonis C, Czyz M, Pyzik R, et al. Intracardiac bone cement embolism as a complication of vertebroplasty: management strategy [J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(12): 3199-3205.
- 14 Chen XS, Jiang JM, Sun PD, et al. How the clinical dosage of bone cement biomechanically affects adjacent vertebrae [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 370.
- 15 Tao Z, Zhou W, Jiang Y, et al. Effects of strontium-modified Calcium phosphate cement combined with bone morphogenetic protein-2 on osteoporotic bone defects healing in rats [J]. *J Biomater Appl*, 2018, 33(1): 3-10.
- 16 Li Y, Cui W, Zhou P, et al. Comparison of a flexible versus rigid bone cement injection system in unilateral percutaneous vertebroplasty [J]. *Eur J Med Res*, 2020, 25(1): 36.
- 17 Zhu Y, Cheng J, Yin J, et al. Therapeutic effect of kyphoplasty and balloon vertebroplasty on osteoporotic vertebral compression fracture: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(45): e17810.
- 18 Yan J, Liu QH, Zheng Y, et al. Effect of unilateral pulsed jet lavage prior to vertebroplasty on the intravertebral pressure and cement distribution [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 259.
- 19 Bousson V, Hamze B, Odri G, et al. Percutaneous vertebral augmentation techniques in osteoporotic and traumatic fractures [J]. *Semin Intervent Radiol*, 2018, 35(4): 309-323.
- 20 Jschnake KJ, Scheyerer MJ, Spiegl U, et al. Minimally invasive stabilization of thoracolumbar osteoporotic fractures [J]. *Unfallchirurg*, 2020, 123(10): 764-773.
- 21 Noriega D, Marcia S, Theumann N, et al. A prospective, international, randomized, noninferiority study comparing an implantable Titanium vertebral augmentation device versus balloon kyphoplasty in the reduction of vertebral compression fractures (SAKOS study) [J]. *Spine J*, 2019, 19(11): 1782-1795.
- 22 Lu X, Yang J, Zhu Z, et al. Changes of the adjacent discs and vertebrae in patients with osteoporotic vertebral compression fractures treated with or without bone cement augmentation [J]. *Spine J*, 2020, 20(7): 1048-1055.

(收稿日期:2020-05-16)

(本文编辑:吕红芝)

刘军, 方振林. PKP术中不同注入量高粘度骨水泥治疗骨质疏松性腰椎骨折的疗效分析 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2022, 8(1): 18-23.