

## · 临床研究 ·

# 骨填充网袋椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体爆裂骨折的比较

冯 方\* 彭 毅 张 晗 刘 英<sup>①</sup>

(南充市中心医院康复科, 南充 637000)

**【摘要】 目的** 探讨骨填充网袋椎体成形术与经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)治疗骨质疏松性椎体爆裂骨折(osteoporotic vertebral burst fracture, OVBF)的疗效差异。**方法** 回顾性分析我科 2015 年 1 月~2017 年 12 月 58 例 OVBF, 骨填充网袋椎体成形术组 22 例, PKP 组 36 例。比较 2 组手术时间、骨水泥灌注量、骨水泥渗漏率、疼痛视觉模拟评分(Visual Analogue Score, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)、伤椎前缘高度、伤椎后凸 Cobb 角。**结果** 骨填充网袋椎体成形术组手术时间和骨水泥注入量与 PKP 组比较无明显差异( $P > 0.05$ )。骨填充网袋椎体成形术组骨水泥渗漏 2 例(9.1%), 明显少于 PKP 组骨水泥渗漏 14 例(38.9%) ( $\chi^2 = 4.670, P = 0.031$ ), 均无神经脊髓症。58 例术后随访 12~36 个月, 平均 24.4 月。2 组间 VAS 评分、ODI 比较差异无显著性( $P > 0.05$ ), 组间和时间无交互作用( $P > 0.05$ )。2 组患者术后 1 d、末次随访 VAS 评分、ODI 均明显小于术前( $P$  均 = 0.000), 且末次随访时较术后 1 d 进一步降低( $P$  均 = 0.000)。2 组间伤椎前缘高度、伤椎后凸 Cobb 角差异无显著性( $P > 0.05$ ), 组间和时间无交互作用( $P > 0.05$ )。2 组患者术后 1 d、末次随访时伤椎前缘高度显著高于术前( $P$  均 = 0.000), 末次随访时较术后 1 d 无明显丢失( $P = 0.144$ )。2 组患者术后 1 d 及末次随访时伤椎后凸 Cobb 角明显小于术前( $P$  均 = 0.000), 末次随访时较术后 1 d 无明显变化( $P = 0.288$ )。骨填充网袋椎体成形术组 1 例手术椎体再骨折, 2 例非手术椎体骨折, PKP 组 4 例非手术椎骨折, 2 组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 骨填充网袋椎体成形术和 PKP 治疗 OVBF 均可缓解患者的临床症状, 部分恢复伤椎高度, 矫正伤椎后凸畸形, 但骨填充网袋椎体成形术能有效降低骨水泥渗漏。

**【关键词】** 骨填充网袋椎体成形术; 经皮椎体后凸成形术; 骨质疏松; 椎体爆裂骨折; 骨水泥渗漏

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2020)05-0441-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2020.05.015

**Comparison of Vesselplasty and Percutaneous Kyphoplasty in the Treatment of Osteoporotic Vertebral Burst Fractures** Feng

Fang, Peng Yi, Zhang Han, et al. Department of Rehabilitation, Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, China

Corresponding author: Feng Fang, E-mail: 83468762@qq.com

**【Abstract】 Objective** To compare the efficacy of vesselplasty and percutaneous kyphoplasty (PKP) in the treatment of osteoporotic vertebral burst fracture (OVBF). **Methods** A retrospective analysis was made on 58 patients with OVBF from January 2015 to December 2017. According to the treatment method, they were divided into two groups: vesselplasty group ( $n = 22$ ) and PKP group ( $n = 36$ ). The operation time, bone cement perfusion and bone cement leakage rate were compared between the two groups. The Visual Analog Score (VAS), the Oswestry Disability Index (ODI), the anterior edge height of injured vertebrae, and the Cobb angle of kyphosis of injured vertebrae were recorded 1 day after operation and at the last follow-up. **Results** There were no significant differences in operation time and bone cement injection between the vesselplasty group and PKP group ( $P > 0.05$ ). In the vesselplasty group, there were 2 cases of bone cement leakage (9.1%), while in the PKP group, 14 cases (38.9%), all of which had no neuromyelopathy. The leakage rate of bone cement in the vesselplasty group was lower than that in the PKP group ( $\chi^2 = 4.670, P = 0.031$ ). The patients were followed up for 12-36 months with an average of 24.4 months. There was no significant difference in VAS scores and ODI between the two groups ( $P > 0.05$ ). There was no interaction between the groups and time ( $P > 0.05$ ). The VAS scores and ODI of the two groups were significantly lower 1 day after operation and at the last follow-up than those before operation (all  $P = 0.000$ ), and the VAS scores and ODI at the last follow-up were further lower than those 1 day after operation (all  $P = 0.000$ ). There was no significant difference in the anterior edge height and the Cobb angle between the two groups ( $P > 0.05$ ). There was no

\* 通讯作者, E-mail: 83468762@qq.com

<sup>①</sup> (西南石油大学校医院, 南充 637000)

interaction between the groups and time ( $P>0.05$ ). The anterior edge height of injured vertebrae in the two groups was significantly higher 1 day after operation and at the last follow-up than those before operation (all  $P=0.000$ ), and there was no significant loss at the last follow-up ( $P=0.144$ ). The Cobb angle of injured kyphosis in the two groups at 1 day after operation and at the last follow-up was significantly lower than those before operation (all  $P=0.000$ ), but there was no significant change at the last follow-up as compared with that at 1 day after operation( $P=0.288$ ). During the follow-up period, there were 1 case of re-fracture of vertebrae and 2 cases of non-operative fracture of vertebrae in the vesselpasty group, and 4 cases of nonoperative fracture of vertebrae in the PKP group. There was no significant difference between the two groups ( $P>0.05$ ). **Conclusions** Both vesselpasty and PKP can relieve the clinical symptoms of the patients, partially restore the height of the injured vertebrae, and correct the kyphosis of the injured body in the treatment of OVBF. However, bone pouch vesselpasty can effectively reduce bone cement leakage.

**【Key Words】** Vesselpasty; Percutaneous kyphoplasty; Osteoporosis; Vertebral burst fracture; Bone cement leakage

经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP)是近十年治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)里程碑式技术<sup>[1]</sup>。PKP 是向椎体内注入骨水泥,恢复椎体强度和刚度,能够迅速缓解疼痛<sup>[2]</sup>。骨质疏松性椎体爆裂骨折 (osteoporotic vertebral burst fracture, OVBF)由于椎体后壁损裂,椎体与椎管相通,行 PKP 治疗时,骨水泥沿椎体后壁破损处渗漏至椎管,骨水泥椎管内渗漏,导致脊髓神经损伤,曾被视为 PKP 治疗的相对禁忌证<sup>[3,4]</sup>。随着 PKP 技术的成熟,PKP 治疗 OVBF 取得肯定疗效,但骨水泥渗漏率仍较高<sup>[5,6]</sup>。骨填充网袋椎体成形术是在 PKP 基础上研制出来的,可有效降低骨水泥渗漏<sup>[7-10]</sup>。本研究回顾性比较 2015 年 1 月~2017 年 12 月我科骨填充网袋椎体成形术与 PKP 治疗 OVBF 的疗效差异,报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究 58 例,男 12 例,女 46 例。年龄 61~83 岁,(69.3±6.5)岁。受伤原因:摔伤 30 例,弯腰提重物致伤 13 例,坐车颠簸致伤 7 例,自发性损伤 8 例。受累节段:胸椎 23 例,腰椎 35 例。根据不同的手术组分为骨填充网袋椎体成形术组(22 例)和 PKP 组(36 例)。2 组术前一般资料比较差异无显著性( $P>0.05$ ),有可比性,见表 1。

病例选择标准:①年龄>60 岁;②伤椎前缘高度丢失<50%,伤椎后凸 Cobb 角<30°;③符合骨质疏松诊断标准<sup>[11]</sup>,骨密度 T 值≤-2.5SD;④骨折 AO 分型属于 A<sub>3</sub>,椎管占位<30%,无有脊髓神经症状;⑤MRI 检查显示骨折椎体 T1 加权像低信号,T2 加权及抑脂像中高信号,即新鲜骨折<sup>[12]</sup>。排除标准:①伴有严重的内科疾病不能耐受手术;②椎体原发肿瘤及转移性肿瘤等发生的病理性骨折;③凝血功能障碍;④伴有其他严重的脊柱疾病;⑤对骨水泥或造影剂过敏者。

表 1 2 组患者一般资料比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	年龄 (岁)	性别		骨折节段		病程(d)	术前 VAS 评分(分)	术前 ODI (%)	术前伤椎前 缘高度(mm)	术前伤椎后凸 Cobb 角(°)
		男	女	胸椎	腰椎					
骨填充网袋椎体成形术组( $n=22$ )	69.5±7.2	5	17	10	12	7.2±3.0	7.0±1.0	68.4±6.9	17.0±1.4	19.7±3.3
PKP 组( $n=36$ )	69.1±6.3	7	29	13	23	6.7±3.1	6.8±1.0	68.6±6.7	16.8±1.2	19.7±3.9
$t(\chi^2)$ 值	$t=0.216$	$\chi^2=0.090$		$\chi^2=0.498$		$t=-0.380$	$t=0.745$	$t=-0.120$	$t=0.584$	$t=0.025$
$P$ 值	0.830	0.765		0.480		0.704	0.460	0.905	0.526	0.980

1.2 方法

骨填充网袋椎体成形术:全麻,取俯卧位,胸部和髂前垫高,使腹部悬空。C 形臂 X 线机透视定位,常规消毒铺巾,C 形臂 X 线机透视下左侧 10:00,右侧 2:00 方向进行穿刺进针。穿刺成功后抽出内芯,置入导丝,拔出穿刺套管,置入工作套管,使其前缘位于患椎前 2/3 处。移出导丝,精细钻扩大导丝针道,并取精细钻上骨组织送病理活检。放置骨扩张

矫形器,使其位于患椎前 1/3,撑开骨扩张矫形器,椎体复位满意后取出骨扩张矫形器,置入大小适合的骨填充网袋[山东冠龙公司,批文号:国食药监械(准)字 2014 第 3461268 号]于椎体前 1/3,在透视监视下采用多次、缓慢、低压灌注骨水泥(聚甲基丙烯酸甲酯,PMMA,德国贺利氏医疗有限公司,批文号:国械注进 20143655901)。当网袋在椎体内膨胀或渗漏时,停止灌注,待骨水泥干结后将通道与骨填

充网袋脱离,最后取出工作通道,结束操作,无菌敷贴覆盖。

PKP:麻醉、体位、穿刺方法、骨水泥灌注方法同骨填充网袋椎体成形术。穿刺后更换工作套管,依次循序置入导针、扩张管和工作套管,建立工作通道。置入球囊[山东冠龙公司,批文号:国食药监械(准)字 2015 第 3040284 号]于椎体中线前 1/3 处,注入碘海醇,使球囊撑开扩张,椎体复位满意后取出球囊,灌注骨水泥。骨水泥弥散均匀或者有渗漏水时停止灌注,结束操作,无菌敷贴覆盖。

术后处理:术后心电监护 2 h,术后 1 d 戴腰围下床活动。常规复查胸腰椎正侧位 DR 片、伤椎 CT。继续系统性抗骨质疏松治疗。术后 3、6、12 个月定期随访,1 年后每半年随访 1 次。随访行胸腰椎正侧位 DR 片、伤椎 CT 检查。

1.3 观察指标

采用视觉模拟评分 ( Visual Analogue Score, VAS)评价骨折部位疼痛程度,Oswestry 功能障碍指数 ( Oswestry Disability Index, ODI)评估日常活动功能状况。影像学指标包括:①伤椎前缘高度<sup>[13]</sup>:椎体前缘上、下终板之间的距离;②伤椎后凸 Cobb 角<sup>[14]</sup>:伤椎上位椎体前缘、后上缘连线与伤椎下位

椎体前下缘、后下缘连线相交所得的角度。

1.4 统计学处理

采用 SPSS19.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验,不同时点比较采用重复测量方差分析;计数资料采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

58 例均顺利完成手术。骨填充网袋椎体成形术组手术时间明显短于 PKP 组 ( $P < 0.05$ ),骨水泥注入量与 PKP 组比较无明显差异 ( $P > 0.05$ )。骨填充网袋椎体成形术组骨水泥渗漏 2 例 (9.1%),其中渗漏至椎体前缘 1 例,椎间隙 1 例;PKP 组骨水泥渗漏 14 例 (38.9%),其中渗漏至椎体旁 5 例,椎体前缘 4 例,椎间隙 3 例,椎管内渗漏 2 例(渗漏骨水泥沿后纵韧带分布),均无神经脊髓症,骨水泥渗漏率明显高于骨填充网袋椎体成形术组 ( $P < 0.05$ )。58 例随访 12 ~ 36 个月,平均 24.4 月。骨填充网袋椎体成形术组 1 例手术椎体再骨折,2 例非手术椎体骨折,PKP 组 4 例非手术椎骨折,2 组比较差异无显著性 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 2 2 组术中情况比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	手术时间 (min)	骨水泥注入量 (ml)	骨水泥渗漏率	再骨折发生率
骨填充网袋椎体成形术组 ( $n = 22$ )	34.4 ± 8.0	5.06 ± 0.96	9.1% (2/22)	13.6% (3/22)
PKP 组 ( $n = 36$ )	37.4 ± 10.4	4.93 ± 0.78	38.9% (14/36)	11.1% (4/39)
$t(\chi^2)$ 值	$t = -1.203$	$t = 0.621$	$\chi^2 = 4.670$	$\chi^2 = 0.000$
$P$ 值	0.234	0.537	0.031	1.000

2 组间 VAS 评分、ODI 比较差异无显著性 ( $P > 0.05$ ),组间和时间无交互作用 ( $P > 0.05$ )。2 组患者术后 1 d 和末次随访 VAS 评分、ODI 均明为小于术前 ( $P$  均 = 0.000),末次随访 VAS 评分、ODI 均较术后 1 d 进一步降低 ( $P$  均 = 0.000)。见表 3。2 组间伤椎前缘高度、伤椎后凸 Cobb 角差异无显著性 ( $P > 0.05$ ),组间和时间无交互作用 ( $P > 0.05$ )。2

组患者术后 1 d 和末次随访伤椎前缘高度显著高于术前 ( $P$  均 = 0.000),末次随访较术后 1 d 无明显丢失 ( $P > 0.05$ )。2 组患者术后 1 d 和末次随访伤椎后凸 Cobb 角明显小于术前 ( $P$  均 = 0.000),末次随访较术后 1 d 无明显变化 ( $P > 0.05$ )。见表 4。典型病例见图 1。

表 3 2 组术前、术后 1 d、末次随访 VAS 评分和 ODI 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	VAS 评分 (分)			ODI (%)		
	术前①	术后 1 d②	末次随访③	术前①	术后 1 d②	末次随访③
骨填充网袋椎体成形术组 ( $n = 22$ )	7.0 ± 1.0	3.5 ± 0.9	1.3 ± 0.8	68.4 ± 6.9	33.0 ± 4.8	18.0 ± 3.7
PKP 组 ( $n = 36$ )	6.8 ± 1.0	3.4 ± 0.7	1.4 ± 0.8	68.6 ± 6.7	33.9 ± 5.8	17.6 ± 3.2
$F, P$ 值	$F_{\text{组间}} = 0.107, P_{\text{组间}} = 0.745; F_{\text{时间}} = 516.754, P_{\text{时间}} = 0.000; F_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.407, P_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.668$			$F_{\text{组间}} = 0.077, P_{\text{组间}} = 0.782; F_{\text{时间}} = 1404.231, P_{\text{时间}} = 0.000; F_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.268, P_{\text{时间} \times \text{组间}} = 0.765$		

VAS 评分不同时间比较:  $P_{1-2} = 0.000, P_{1-3} = 0.000, P_{2-3} = 0.000$ ; ODI 不同时间比较:  $P_{1-2} = 0.000, P_{1-3} = 0.000, P_{2-3} = 0.000$

表 4 2 组术前、术后 1 d、末次随访伤椎前缘高度和伤椎后凸 Cobb 角比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	伤椎前缘高度(mm)			伤椎后凸 Cobb 角(°)		
	术前①	术后 1 d②	末次随访③	术前①	术后 1 d②	末次随访③
骨填充网袋椎体成形术组( $n=22$ )	$17.0 \pm 1.4$	$21.9 \pm 1.8$	$21.9 \pm 1.8$	$19.7 \pm 3.3$	$11.9 \pm 3.3$	$11.9 \pm 3.3$
PKP 组( $n=36$ )	$16.8 \pm 1.2$	$22.1 \pm 1.8$	$22.0 \pm 1.8$	$19.7 \pm 3.9$	$11.7 \pm 2.8$	$11.7 \pm 2.7$
$F, P$ 值	$F_{\text{组间}}=0.004, P_{\text{组间}}=0.951; F_{\text{时间}}=254.120, P_{\text{时间}}=0.000; F_{\text{时间} \times \text{组间}}=0.425, P_{\text{时间} \times \text{组间}}=0.656$			$F_{\text{组间}}=0.030, P_{\text{组间}}=0.863; F_{\text{时间}}=261.919, P_{\text{时间}}=0.000; F_{\text{时间} \times \text{组间}}=0.041, P_{\text{时间} \times \text{组间}}=0.960$		

伤椎前缘高度不同时间比较: $P_{1-2}=0.000, P_{1-3}=0.000, P_{2-3}=0.144$ ; 伤椎后凸 Cobb 角不同时间比较: $P_{1-2}=0.000, P_{1-3}=0.000, P_{2-3}=0.288$

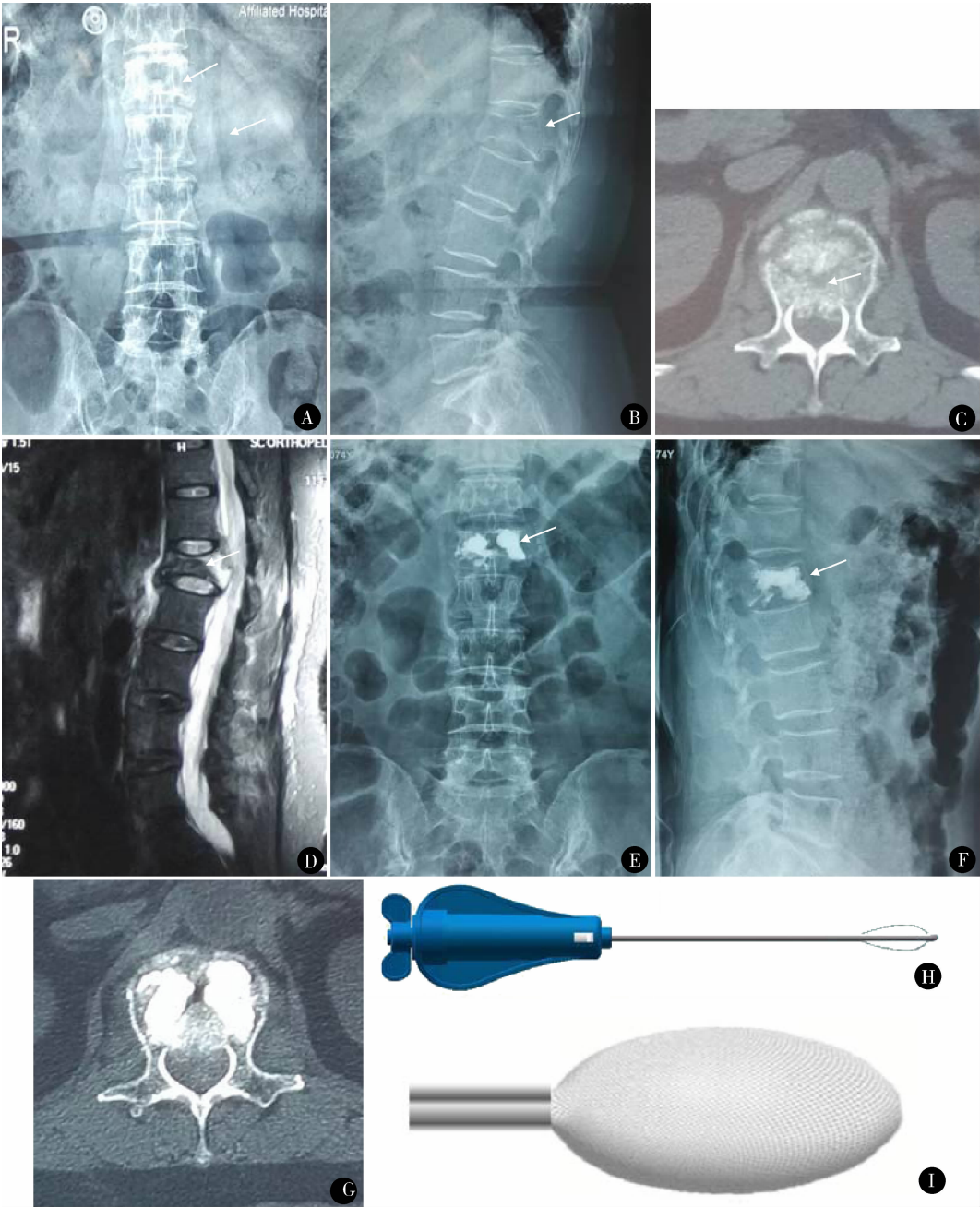


图 1 女,74 岁,L<sub>1</sub> 椎体爆裂骨折 A ~ D. 术前腰椎 DR、CT 和 MRI 示 L<sub>1</sub> 椎体爆裂骨折,椎管占位;E ~ G. 术后 1d 腰椎 DR 和 CT 示伤椎高度基本恢复,后凸矫正,骨水泥分布均匀,椎间隙少许渗漏,椎管占位减小;H. 骨扩张矫形器;I. 骨填充网袋

### 3 讨论

#### 3.1 骨填充网袋减少骨水泥渗漏

PKP 最常见的并发症是骨水泥渗漏<sup>[15]</sup>,其中最严重的是骨水泥椎管内渗漏<sup>[6]</sup>。OVBF 椎体后壁破裂、椎管骨性占位,PKP 术中球囊撑开过程中,骨折块向椎管移位;骨水泥灌注时,骨水泥沿椎体后壁破裂处渗漏至椎管,发生骨水泥椎管内渗漏,压迫脊髓神经,曾被视为 PKP 相对禁忌证<sup>[3,4]</sup>。因此,采用 PKP 治疗 OVBF,关键技术是预防骨折块向椎管移位和降低骨水泥渗漏,尤其是骨水泥椎管内渗漏。PKP 术后骨水泥椎管内渗漏率约为 7.28%,有症状渗漏率约为 0.98%<sup>[16]</sup>。本研究骨填充网袋椎体成形术组骨水泥渗漏 2 例(9.1%),PKP 组骨水泥渗漏 14 例(38.9%),其中椎管内渗漏 2 例(渗漏骨水泥沿后纵韧带分布),均无神经脊髓症,骨填充网袋椎体成形术组骨水泥渗漏率明显低于 PKP 组( $\chi^2 = 4.670, P = 0.031$ ),说明骨填充网袋有效地降低了骨水泥渗漏。骨填充网袋是一种生物相容性材料 PET 织成的网袋,具有较好的可压缩性及延展性。骨填充网袋降低骨水泥渗漏主要有 2 个原理,“洋葱效应”和“狼牙效应”<sup>[17]</sup>。术中向骨填充网袋内灌注骨水泥,骨填充网袋允许少量骨水泥沿着网眼向周围呈线样缓慢渗出,最终形成“洋葱效应”,溢出的骨水泥又可通过高分子纤维渗出到周围骨小梁,与骨小梁间隙充分接触铆合后形成微观绞索,形成“狼牙效应”。He 等<sup>[18]</sup>通过对比研究认为骨填充网袋治疗 OVCF 的疗效是肯定的,可有效降低骨水泥渗漏。

#### 3.2 疗效

本研究结果显示 2 组患者术后 1 d 和末次随访时伤椎前缘高度和伤椎后凸 Cobb 角较术前明显改善( $P$  均 = 0.000),末次随访时较术后 1 d 无明显丢失( $P > 0.05$ )。2 组术后 1 d 与末次随访伤椎前缘高度和伤椎后凸 Cobb 角比较差异无显著性( $P > 0.05$ ),说明骨填充网袋椎体成形术可以部分恢复伤椎高度,矫正伤椎后凸畸形,恢复脊柱序列,且与 PKP 效果相似。骨填充网袋椎体成形术是骨填充网袋联合骨扩张矫形器,术中通过骨扩张矫形器扩张撑开椎体,恢复椎体高度。侯伟等<sup>[19]</sup>将 120 例 OVCF 随机分为骨扩张矫形器组和 PKP 组,术后 2 组伤椎高度均恢复,后凸角改善,且 2 组无明显差异。骨填充网袋是以缩瘪状态放入伤椎内,注入骨水泥后可以膨胀到原形状,继而抬高椎体终板,达到恢复椎体高度和改善后凸畸形;另一方面,通过分次逐层向网袋内灌注骨水泥,骨填充网袋内的压力逐

级升高,网袋体积扩张,逐步释放压力,抬高终板,这样可有效预防伤椎术后塌陷和邻椎继发骨折。骨填充网袋椎体成形术组术后 1 例术椎再骨折,我们分析可能是术中骨扩张矫形器复位过多,而网袋较小,骨水泥填充不足,但 2 组术后再骨折发生率无明显差异( $\chi^2 = 0.000, P = 1.000$ )。本研究结果显示,2 种手术方式均可缓解临床症状,且疗效相似。

#### 3.3 骨水泥渗漏的预防

本研究 2 组骨水泥渗漏仍较高,尤其是 PKP 组。为降低骨水泥渗漏,可采用的方法如下。①灌注高黏度骨水泥:高黏度骨水泥流动速度慢,可有效降低骨水泥渗漏率<sup>[20]</sup>;②分次灌注骨水泥:骨水泥分 2 次调制灌注,第 1 次推注少量骨水泥封堵骨折线,待第 1 次灌注骨水泥干结后再次灌注拉丝期后期骨水泥,减少骨水泥渗漏<sup>[6]</sup>;③明胶海绵填塞:在灌注骨水泥前用少许明胶海绵封堵较大骨折线,明胶海绵也可以吸收骨水泥中的少量水分使骨水泥快速干结,减少流动,从而减少骨水泥渗漏<sup>[21]</sup>;④机械臂辅助灌注骨水泥:实时监测灌注骨水泥,缩短灌注期时间,减少辐射剂量,降低骨水泥渗漏率<sup>[22]</sup>;⑤术中增加 C 形臂透视次数,灌注适量的骨水泥,降低骨水泥灌注速度等。

综上所述,填充网袋椎体成形术和 PKP 治疗 OVBF 均可缓解患者的临床症状,部分恢复伤椎高度,矫正伤椎后凸畸形,但骨填充网袋椎体成形术能有效降低骨水泥渗漏,值得临床推广。骨填充网袋也有不足:骨水泥弥散效果欠佳,无法弥漫到椎体上下终板;骨填充网袋容积有限,部分椎体高度恢复不理想,骨水泥灌注量偏少等。

#### 参考文献

- 1 孙育良,熊小明,何本祥,等.椎体成形骨填充材料的研究与现状.中国组织工程研究,2017,21(14):2285-2290.
- 2 王涛,马信龙,张晓林.椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性压缩骨折的研究进展.中华创伤杂志,2016,32(7):661-665.
- 3 Pingel A, Kandziora F, Hoffmann CH. Osteoporotic L1 burst fracture treated by short-segment percutaneous stabilization with cement-augmented screws and kyphoplasty (hybrid technique). Eur Spine J, 2014, 23(9):2022-2023.
- 4 Nakano M, Kawaguchi Y, Kimura T, et al. Transpedicular vertebroplasty after intravertebral cavity formation versus conservative treatment for osteoporotic burst fractures. Spine J, 2014, 14(1):39-48.
- 5 Oh T, Scheer JK, Fakurnejad S, et al. Minimally invasive spinal surgery for the treatment of traumatic thoracolumbar burst fractures. J Clin Neurosci, 2015, 22(1):42-47.
- 6 孙育良,熊小明,邓轩赓,等.两次与单次骨水泥灌注治疗骨质疏松性椎体爆裂骨折的比较.中国矫形外科杂志,2018,26(6):481-486.

- 7 林端阳,王孝林,谭 涛,等.网袋加压成形与后凸成形治疗后壁破损型骨质疏松性椎体压缩性骨折的近期疗效对比.中国微创外科杂志,2019,19(5):430-434.
- 8 王孝林,权正学,王 南,等.网袋加压椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折.中国微创外科杂志,2017,17(9):822-826.
- 9 王智黔,赵安菊,彭 智,等.骨填充网袋椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较.中华创伤杂志,2018,34(7):618-623.
- 10 曹 臣,陈书连,高延征,等.骨填充网袋单侧穿刺经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较.中华创伤杂志,2019,35(1):30-37.
- 11 Golob AL, Laya MB. Osteoporosis: screening, prevention, and management. Med Clin North Am,2015,99(3):587-606.
- 12 康 荏,唐 可,肖 艳,等.核素骨显像和 MRI 定位骨质疏松性椎体压缩骨折责任椎体的价值.中华创伤杂志,2016,32(9):789-793.
- 13 姚珍松,陈 康,江晓兵,等.网袋成形术治疗骨壁破裂型复杂椎体骨折的经验.中国矫形外科杂志,2016,24(16):1466-1470.
- 14 马田成,王 林,李天清,等.旋转棒技术结合短节段固定治疗亚急性期胸腰段椎体压缩骨折.中华创伤骨科杂志,2015,17(6):509-512.
- 15 Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC, et al. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature. Spine J, 2008,8(3):488-497.
- 16 张 帅,王 清,杨 进,等.经皮椎体后凸成形术骨水泥椎管内渗漏发生率及相关危险因素分析.中国矫形外科杂志,2018,26(24):2244-2249.
- 17 黄浩然,冯 丽,梁 华,等.骨填充网袋治疗老年性骨质疏松性椎体压缩骨折的特点.中国组织工程研究,2018,22(26):4110-4115.
- 18 He CJ, Liu GD. Comparison of the efficacy and safety of bone-filling mesh container and simple percutaneous balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. Pain Physician,2018,21(3):259-268.
- 19 侯 伟,熊小明,万 冠,等.球囊与扩张矫形器辅助的椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的比较.中国矫形外科杂志,2017,25(18):1633-1636.
- 20 Zeng TH, Wang YM, Yang XJ, et al. The clinical comparative study on high and low viscosity bone cement application in vertebroplasty. Int J Clin Exp Med,2015,8(10):18855-18860.
- 21 邓轩宸,熊小明,石华刚,等.骨质疏松性胸腰椎爆裂骨折 PKP 术中用明胶海绵减少骨水泥渗漏的对照研究.中国骨与关节损伤杂志,2017,32(5):497-499.
- 22 刘意强,王成日,韦国平,等.远程遥控骨水泥推注系统辅助经皮椎体后凸成形术治疗后壁破裂型骨质疏松性椎体骨折.中国修复重建外科杂志,2017,31(5):527-533.

(收稿日期:2019-06-13)

(修回日期:2019-12-30)

(责任编辑:李贺琼)