

应用两种骨水泥治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的骨密度差异

崔岩¹ 刘志强¹ 吴艳刚¹

[摘要] **目的:**分析复合重组人骨形态发生蛋白 2 的磷酸钙骨水泥与单独磷酸钙骨水泥治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的骨密度差异。**方法:**选取骨质疏松性椎体压缩骨折患者 132 例,其中 68 例患者采用磷酸钙骨水泥(磷酸钙组)治疗,另 64 例采用复合重组人骨形态发生蛋白 2 磷酸钙骨水泥(磷酸钙联合生长因子组)治疗。术后 7 d,门诊随访观察临床疗效;术前及术后 3 个月和 6 个月,采用双能 X 线骨密度仪检测伤椎骨密度及屏蔽填充物注射区伤椎骨密度;术前、术后 7 d、术后 3 个月及末次随访时,用目测类比评分评估患者腰背部疼痛情况,采用 Oswestry 功能障碍指数评估脊柱功能,X 线观察伤椎椎体前缘高度及后凸角。**结果:**两种治疗方式均取得了良好的治疗效果,总治疗有效率差异无统计学意义($P>0.05$);末次随访时,磷酸钙联合生长因子组临近椎体骨折发生明显少于磷酸钙组,差异有统计学意义($P<0.05$);术后 6 个月,磷酸钙联合生长因子组骨密度值明显高于术前及磷酸钙组,差异有统计学意义($P<0.05$);两组术后不同时间点的疼痛、脊柱功能均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),两组间比较差异无统计学意义($P>0.05$);两组术后不同时间点的伤椎椎体前缘高度及后凸角均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),两组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**对比单独磷酸钙骨水泥,复合重组人骨形态发生蛋白 2 的磷酸钙骨水泥治疗骨质疏松性椎体压缩骨折可提高骨密度,阻止邻近椎体发生骨折。

[关键词] 椎体成形术;磷酸钙骨水泥;重组人骨形态发生蛋白 2;骨质疏松性椎体压缩骨折

[中图分类号] R683.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2020)01-0028-07

Difference of Bone Mineral Density between Two Kinds of Bone Cement in Treating Osteoporotic Vertebral Compressed Fractures

CUI Yan¹ LIU Zhiqiang¹ WU Yangang¹

¹Department of Orthopedics, Shunyi District Hospital, Beijing 101300, China.

Abstract Objective: Comparison of bone mineral density difference between compound recombinant human bone morphogenetic protein 2 calcium phosphate cement and calcium phosphate cement alone in treating of osteoporotic vertebral compressed fractures(OVCF). **Methods:** 132 patients with OVCF were enrolled, 68 patients underwent treatment with calcium phosphate cement combined (calcium phosphate group), and 64 patients with compound recombinant human bone morphogenetic protein 2 calcium phosphate cement combined. Outpatient follow-up was conducted to observe the clinical efficacy 7 d after operation. Dual-energy X-ray bone mineral density instrument was used to measure the bone mineral density of injured vertebrae and the bone mineral density of injured vertebrae in the injection area of shielding filler before, 3 and 6 months after operation. Visual Analogy Score (VAS) was used to evaluate the lumbar and back pain of patients, and Oswestry Disability Index was used to evaluate spinal function, and X-ray was used to observe the height and kyphosis angle of the vertebral body at all follow-up. **Results:** There was no significant difference in the total effective rate between the two groups ($P>0.05$). At the last follow-up, the incidence of adjacent vertebral fracture in calcium phosphate combined with growth factor group was significantly less than that in calcium phosphate group ($P<0.05$). The bone mineral density value of calcium phosphate combined with growth factor group was significantly higher than that of preoperative and calcium phosphate group 6 months later ($P<0.05$). The pain and spinal function of two groups at different time points after operation were significantly improved compared with those before operation ($P<0.05$), and there was no significant difference

between the two groups. The anterior height and kyphosis angle of injured vertebral body at different time points after

operation were both higher than those before operation. **Conclusion:** Compared with calcium phosphate cement alone, calcium phosphate cement combined with recombinant human bone morphogenetic protein 2 can improve bone mineral density and prevent adjacent vertebral fractures in treating OVCF.

Keywords: vertebroplasty; calcium phosphate cement; recombinant human bone morphogenetic protein 2; osteoporotic vertebral compressed fracture

骨质疏松性椎体压缩骨折是老年人群的常见病与多发病,主要表现为持续的腰背部疼痛与脊柱后凸畸形,严重影响了患者生活质量^[1-3]。大量临床研究证明,经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术是治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的有效方法。磷酸钙骨水泥作为经皮椎体成形术中的填充材料,具有良好的骨传导性、生物相容性与生物可吸收性^[4-7],但其脆性较大,缺乏成骨诱导活性,无法增加骨密度、阻止骨质疏松的进展。因此,本研究在经皮椎体成形术中使用复合重组人骨形态发生蛋白 2(rhBMP-2)的磷酸钙骨水泥作为填充材料,观察其与单独磷酸钙骨水泥对比是否可提高骨质疏松性椎体压缩骨折患者的骨密度。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

纳入本院 2015 年至 2018 年期间收治的 132 例骨质疏松性椎体压缩骨折患者,均伴有明显的腰背部疼痛。按照患者的个人意愿进行分组治疗,68 例患者自愿选择进行磷酸钙骨水泥(磷酸钙组),另 64 例自愿选择进行复合 rhBMP-2 磷酸钙骨水泥治疗(磷酸钙联合生长因子组),两组患者对治疗知情并签署了治疗知情同意书。试验获得本医院伦理委员会批准。

1.2 诊断标准

经 X 线、CT 及 MRI 检查确诊为椎体压缩骨折,并且骨密度较正常成人骨密度平均值降低 2.5 个标准差以上^[8]。

1.3 纳入标准

1)患者年龄>60 岁;2)存在腰背部疼痛,活动受限;3)经 X 线、CT 及 MRI 检查确诊为骨质疏松性椎体压缩骨折;4)均为新鲜骨折,受伤时间 1 周以内的患者;5)椎体后壁完整,无脊髓、神经受压;6)单个椎体骨

折;7)骨折椎体前缘高度丢失>30%;8)对治疗知情同意并签署知情同意书;9)随访资料完整。

1.4 排除标准

1)存在 2 个及以上椎体骨折;2)椎体爆裂骨折;3)因骨髓炎、骨髓瘤等所致的病理性椎体骨折;4)不能耐受手术;5)凝血功能障碍;6)对骨水泥过敏;7)随访资料不完整。

1.5 方法

两组患者的手术均由同一组医师操作。

1.5.1 手术方法 给予患者全身麻醉,取俯卧过伸位,腹部保持悬空。C 臂机透视定位,在体表标记伤椎及其上下邻椎的椎弓根体表投影。常规术区皮肤消毒、铺无菌巾,在 C 臂机引导下,将 Schanz 螺钉植入伤椎上下相邻椎体,入钉点位于椎弓根投影的外缘;打入克氏针在确保安全的前提下使其尽量内倾,以增加螺钉路径长度,增加把持力,C 臂机透视正侧位位置满意后,打入扩张通道;然后在 C 臂机引导下植入 Schanz 螺钉(深度至椎体前 1/5 为宜),放置 Schanz 螺钉固定夹、连接棒,完成骨折复位(图 1a,b)。维持 Schanz 螺钉复位状态行伤椎椎体成形术,在双侧椎弓根外缘投射点的外侧置入克氏针,左侧进针点为 9~11 点钟方向,右侧进针点为 1~3 点钟方向,随后依据术前 MRI 影像学表现向骨折区穿刺,沿克氏针置入椎体成形工作套管至椎体后缘,应用骨钻钻至椎体前 1/3,调制磷酸钙骨水泥(上海瑞邦生物材料有限公司产品),等待至拉丝期(室温 22℃,6 min 左右),用推杆向椎体内注入骨水泥(图 1c,d)。待骨水泥完全硬化后拔除伤椎穿刺装置,拆除 Schanz 螺钉^[9]。术中严密监测患者生命体征变化。

骨水泥的调制:将 rhBMP-2(PRP100126,购自艾美捷科技有限公司)与磷酸钙骨水泥的粉剂混合,质量



(a), (b)为在伤椎相邻椎体植入Schanz螺钉,对伤椎进行复位;(c), (d)为进行椎体成形术,在C臂机引导下向伤椎内注入骨水泥

图 1 Schanz 螺钉复位状态行伤椎椎体成形术手术过程

比为 200:1,再将 rhBMP-2/磷酸钙骨水泥粉剂与溶剂按 3:1 混合。

术后处理:两组患者给予抗生素治疗和抗骨质疏松治疗;术后平卧 3 h,术后 24 h 可在佩戴腰围支具协助下下地活动,复查 X 线片。

1.5.2 疗效评定方法 记录两组手术时间、骨水泥注射量、骨水泥有无渗漏及重要脏器栓塞情况。

临床疗效:术后 7 d,门诊随访观察临床疗效,若患者症状、体征显著改善,伤椎功能恢复正常,判定为显效;若患者症状、体征有所缓解,伤椎功能有所改善,判定为有效;患者症状、体征、伤椎功能均无改善,判定为无效。

骨密度:术前及术后 3,6 个月,采用双能 X 射线骨密度仪检测伤椎骨密度及屏蔽填充物注射区伤椎骨密度。

疼痛情况:术前,术后 7 d,术后 3 个月及末次随访时,采用目测类比分评估患者腰背部疼痛情况。此评分共 10 分,0 分显示无痛,10 分显示严重疼痛,无法忍受,即评分越高疼痛越严重。

脊柱功能:术前、术后 7 d、术后 3 个月及末次随访时,采用 Oswestry 功能障碍指数评估脊柱功能。此评分包含社会活动、日常活动自理能力、提物、疼痛情况、行走、旅行、睡眠、站立、坐等 9 个方面,每个方面包括 6 个问题,每个问题 0~5 分,记分方法为[实际得分/45(最高可能得分)] $\times 100\%$,评分越高功能障碍越严重。

伤椎椎体前缘高度:术前、术后 7 d、术后 3 个月及末次随访时,复查 X 线片,观察伤椎椎体前缘高度。

椎体前缘高度($\%$)=(伤椎高度/邻近节段椎体高度) $\times 100\%$ 。由 3 名放射科医师阅片,对指标进行测量,取平均值。

伤椎后凸角:术前,术后 7 d,术后 3 个月及末次随访时,复查 X 线片,观察伤椎后凸角。由 3 名放射科医师阅片,对指标进行测量,取平均值。

并发症:随访观察邻近椎体骨折情况。

1.6 统计学方法

计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用统计学软件 SPSS 22.0 并采用组间 t 检验,计数资料比较采用卡方检验, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

在磷酸钙组 68 例患者中,男 26 例,女 42 例,平均年龄(72.8 ± 2.6)岁,骨密度 $T = -2.97 \pm 0.28$,体质指数为(22.64 ± 3.12) kg/m^2 。骨折椎体分布: T_6 椎体 6 例, T_7 椎体 5 例, T_8 椎体 5 例, T_9 椎体 7 例, T_{10} 椎体 6 例, T_{11} 椎体 5 例, T_{12} 椎体 9 例, L_1 椎体 10 例, L_2 椎体 6 例, L_3 椎体 5 例, L_5 椎体 4 例。在磷酸钙联合生长因子组 64 例患者中,男 24 例,女 40 例,平均年龄(73.5 ± 3.1)岁,骨密度 $T = -2.98 \pm 0.31$,体质指数为(23.28 ± 3.48) kg/m^2 ,骨折椎体分布: T_6 椎体 3 例, T_7 椎体 4 例, T_8 椎体 5 例, T_9 椎体 8 例, T_{10} 椎体 7 例, T_{11} 椎体 5 例, T_{12} 椎体 9 例, L_1 椎体 10 例, L_2 椎体 6 例, L_3 椎体 5 例, L_5 椎体 2 例。两组患者性别比例、年龄、体质指数、骨密度 T 值等差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,见表 1。

表 1 两组患者基线资料的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	磷酸钙组	磷酸钙联合生长因子组	统计检验值	P
性别比(男/女)	26/42	24/40	$\chi^2 = 0.141$	> 0.05
年龄/岁	72.8 ± 2.6	73.5 ± 3.1	$t = 0.331$	> 0.05
骨密度 T 值	-2.97 ± 0.28	-2.98 ± 0.31	$t = 0.310$	> 0.05
体质指数/ $(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	22.64 ± 3.12	23.28 ± 3.48	$t = 1.810$	> 0.05
T_6 椎体	6	3	$\chi^2 = 1.522$	> 0.05
T_7 椎体	5	4		
T_8 椎体	5	5		
T_9 椎体	7	8		
T_{10} 椎体	6	7		
T_{11} 椎体	5	5		
T_{12} 椎体	9	9		
L_1 椎体	10	10		
L_2 椎体	6	6		
L_3 椎体	5	5		
L_5 椎体	4	2		

2.2 随访情况

132 例患者均顺利完成手术,完成至少 6 个月以上随访,全部进入结果分析。

2.3 两组手术情况

两组手术时间、骨水泥注射量、骨水泥渗漏等情况差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 2;两组均未发

生椎管内骨水泥渗漏,无神经症状,均未发生重要脏器 栓塞情况。

表 2 磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组手术情况比较(̄x±s)

组别	例数	手术时间/min	骨水泥注射量/mL	骨水泥渗漏/例
磷酸钙组	68	76.6±9.1	4.8±0.7	11
磷酸钙联合生长因子组	64	79.3±8.4	4.7±0.9	10
统计检验值		t=2.003	t=1.942	χ²=1.000
P		>0.05	>0.05	>0.05

2.4 两组临床疗效及邻近椎体骨折情况 (P>0.05);末次随访时,磷酸钙联合生长因子组邻近椎体骨折发生明显少于磷酸钙组,差异有统计学意义

磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组治疗方式均取得了良好的治疗效果,治疗有效率差异无统计学意义 (P<0.05),见表 3。

表 3 磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组治疗有效率与邻近椎体骨折情况的比较

组别	例数	显效/例	有效/例	有效率/%	邻近椎体骨折/例
磷酸钙组	68	60	5	95.59	8
磷酸钙联合生长因子组	64	60	2	96.88	0
统计检验值				t=1.956	χ²=4.114
P				>0.05	<0.05

2.5 两组骨密度检测结果

术前两组骨密度比较差异无统计学意义(P>0.05);术后 3 个月,两组骨密度与术前比较差异无统计学意义(P>0.05);术后 6 个月,磷酸钙联合生长因子组骨密度明显高于术前,差异有统计学意义(P<0.05),并且磷酸钙联合生长因子组骨密度明显高于磷酸钙组,差异有统计学意义(P<0.05),见图 2。

2.6 两组疼痛情况比较

术前两组目测类比评分差异无统计学意义(P>0.05);术后 7 d 两组目测类比评分均明显低于术前(P<0.05),两组间比较差异无统计学意义(P>0.05);术后 3 个月,两组目测类比评分均明显低于术前(P<

0.05),两组间差异无统计学意义(P>0.05);末次随访时,两组目测类比评分均明显低于术前(P<0.05),两组间差异无统计学意义(P>0.05),见表 4。

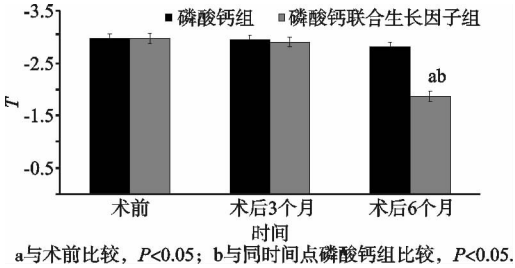


图 2 磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组治疗前后伤椎骨密度的比较

表 4 磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组治疗前后的疼痛评分比较(̄x±s)

组别	例数	术前	术后 7 d	术后 3 个月	末次随访
磷酸钙组	68	8.19±0.96	3.69±1.34	2.54±0.67	1.67±0.16
磷酸钙联合生长因子组	64	8.23±1.12	3.67±1.47	2.49±0.79	1.65±0.21
t		0.634	1.020	1.813	1.855
P		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

2.7 两组脊柱功能改善

术前两组 Oswestry 功能障碍指数差异无统计学意义(P>0.05);术后 7 d 两组 Oswestry 功能障碍指数均明显低于术前,差异有统计学意义(P<0.05),两组间比较差异无统计学意义(P>0.05);术后 3 个月,两组 Oswestry 功能障碍指数均明显低于术前,差异有统计学意义(P<0.05),两组间比较差异无统计学意义(P>0.05);末次随访时,两组 Oswestry 功能障碍指数均明显低于术前,差异有统计学意义(P<0.05),两组间比较差异无统计学意义(P>0.05),见图 3。

2.8 两组椎体形态改变

术前两组椎体前缘高度、后凸角差异无统计学意

义(P>0.05);术后 7 d 两组椎体前缘高度均高于术前,差异有统计学意义(P<0.05),椎体后凸角均低于

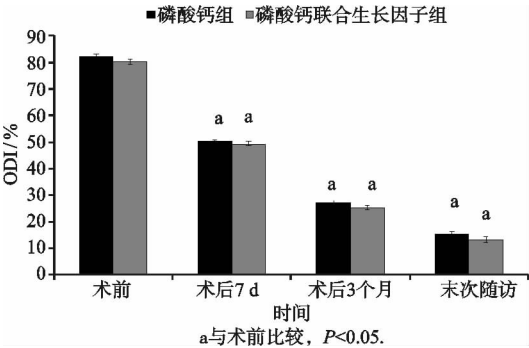


图 3 磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组治疗前后脊柱功能的改善

术前,差异有统计学意义($P<0.05$),两组间椎体前缘高度、后凸角差异无统计学意义($P>0.05$);术后3个月,两组椎体前缘高度均高于术前,差异有统计学意义($P<0.05$),椎体后凸角均低于术前,差异有统计学意义($P<0.05$),两组间椎体前缘高度、后凸角差异无统

计学意义($P>0.05$);末次随访,两组椎体前缘高度均高于术前,差异有统计学意义($P<0.05$),椎体后凸角均低于术前,差异有统计学意义($P<0.05$),两组间椎体前缘高度、后凸角差异无统计学意义($P>0.05$),见表5.

表5 磷酸钙组与磷酸钙联合生长因子组治疗前后椎体形态的改变($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	椎体前缘高度/%			
		术前	术后7 d	术后3个月	末次随访
磷酸钙组	68	52.91±6.95	88.25±10.45 ¹⁾	87.12±9.24 ¹⁾	85.36±9.67 ¹⁾
磷酸钙联合生长因子组	64	51.68±9.87	89.36±10.13 ¹⁾	88.01±9.57 ¹⁾	86.98±9.36 ¹⁾
<i>t</i>		0.327	0.499	0.478	0.407
<i>P</i>		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

组别	例数	椎体后凸角/(°)			
		术前	术后7 d	术后3个月	末次随访
磷酸钙组	68	20.58±6.21	11.23±4.15 ¹⁾	11.74±3.31 ¹⁾	11.69±5.41 ¹⁾
磷酸钙联合生长因子组	64	21.02±5.57	10.39±5.19 ¹⁾	10.99±3.27 ¹⁾	11.03±4.67 ¹⁾
<i>t</i>		0.484	0.498	0.507	0.627
<i>P</i>		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注:1)与术前比较, $P<0.05$.

典型病例图片见图4-7.



图4 65岁中年女性,腰1椎体压缩骨折术前与术后影像学资料(磷酸钙联合生长因子组)



图5 65岁中年男性,腰1椎体骨折术前与术后影像学资料(磷酸钙联合生长因子组)

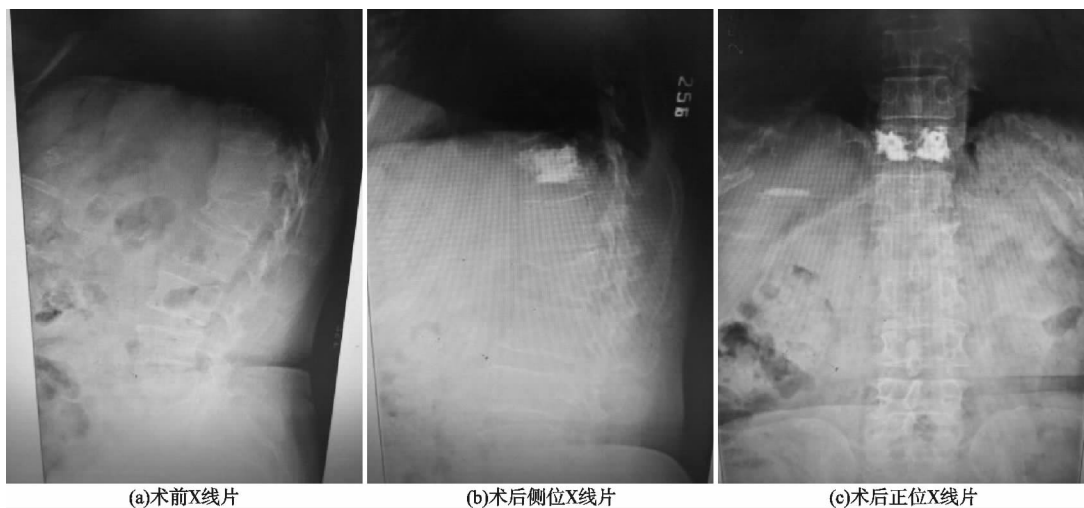


图 6 70 岁女性,胸 11 椎体骨折术前与术后影像学资料(磷酸钙组)



图 7 70 岁男性,腰 1 椎体骨折术前与术后影像学资料(磷酸钙组)

3 讨论

1987 年, Galibert 等^[10] 在法国神经介入科对疼痛性椎体血管瘤患者实施了第 1 个椎体成形术, 术后患者疼痛明显缓解。此后, 椎体成形术被用于骨质疏松性椎体压缩骨折的治疗, 其能缓解 75%~85% 患者的疼痛, 有效稳定椎体^[11-13]。本研究结果显示经皮椎体成形术后, 两组的目测类比评分均较术前明显降低($P < 0.05$), 患者疼痛症状得到了迅速而持久的缓解, 与以往研究结果一致^[13-16]。

对于椎体成形术纠正脊柱后凸畸形, 不同的研究结果有差异。大多数研究认为椎体成形术可有效纠正椎体后凸畸形, 但近年 Sun 等^[17] 的研究发现椎体成形术不能有效纠正骨质疏松椎体压缩骨折患者椎体后凸畸形。在以往临床实践中, 多采用椎弓根螺钉固定方法纠正胸腰椎骨折的后凸畸形, 但对于老年患者来说, 开放性手术创伤较大, 同时骨质疏松的存在较易导致固定失败。随着微创技术的发展, 经皮椎弓根螺钉技术治疗胸腰椎骨折取得了良好的治疗效果, 具有创伤小、术后患者恢复快的优点^[18]。但对于压缩骨折来说, 经皮椎弓根螺钉技术不符合脊柱生物力学特性, 存在椎体前柱撑开不足或后柱撑开过度的问题。对比于

传统的椎弓根螺钉, Schanz 螺钉可角度复位, 分别复位伤椎前后柱, 符合脊柱的生物力学特性, 适用于椎体前柱压缩明显患者^[19]。因此, 本研究采用 Schanz 螺钉进行椎体前后柱复位, 结果显示两组椎体后凸畸形均获得了较明显的改善, 同时椎体前缘高度得到了有效恢复, 两组之间差异无统计学意义。说明磷酸钙骨水泥联合 Schanz 螺钉治疗骨质疏松性椎体压缩骨折可有效恢复椎体前缘高度, 纠正椎体后凸畸形。

选择合适的填充材料对椎体成形治疗效果具有重要意义。聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥具有良好的生物力学刚度与强度, 且成本低廉, 是目前临床应用较多的椎体成形术填充材料, 但其存在以下不足: 聚合反应放热温度高; 压缩强度较大, 超过了骨质疏松椎体本身的压缩强度, 致邻近椎体骨折易发生骨折; 缺乏骨传导性; 可被 X 线透视^[20]。而磷酸钙骨水泥可以克服聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥的不足, 成为其良好的替代品, 并成功应用于临床。临床应用中发现, 磷酸钙骨水泥存在脆性较大、缺乏成骨诱导活性的问题, 不能增加骨密度, 不能阻止骨质疏松的发展。因此, 研究选择重组人骨形态发生蛋白 2 来增加椎体内骨质生成, 增加骨密度。研究显示^[21] 在骨形成早期, 骨形态发生蛋白 2 向

骨形成中心募集未分化的间充质干细胞,使其分化为骨系细胞,促使成纤维细胞、成肌细胞与骨髓基细胞逆分化为骨系细胞,同时可维持成骨细胞表型,促进细胞外基质矿化;在骨形成后期,与其他破骨细胞分化因子一同直接或间接刺激破骨细胞分化,参与骨重建。本研究结果显示,术前及术后3个月时,两组骨密度差异无统计学意义,但磷酸钙联合生长因子组术后6个月的骨密度明显高于术前及磷酸钙组($P < 0.05$),说明重组人骨形态发生蛋白可促进椎体内骨质生成,提高骨密度。

临床应用椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折时,注射骨水泥后改变了生物力学特性,容易发生邻近椎体骨折,如果骨水泥注射后抗压负荷减小,生物力学强度与邻近椎体接近,可在一定程度上减少邻近椎体骨折。本研究结果显示,磷酸钙联合生长因子组临近椎体骨折发生明显少于磷酸钙组($P < 0.05$),说明复合重组人骨形态发生蛋白的磷酸钙骨水泥增强了椎体生物力学性能。

骨水泥渗漏是椎体成形术最常见的并发症,发生率为20%~40%^[22]。骨水泥渗漏进入椎旁及椎间隙可能不会产生严重的临床症状,但进入椎管内可能造成灾难性的后果。本研究结果显示,磷酸钙组、磷酸钙联合生长因子组各有11例、10例发生骨水泥渗漏,但两组均未出现明显的神经损伤与肺栓塞。

综上所述,采用复合重组人骨形态发生蛋白2的磷酸钙骨水泥联合 Schanz 螺钉治疗骨质疏松性椎体压缩骨折,在有效缓解疼痛、恢复椎体高度、纠正后凸畸形外,还可增强椎体生物力学性能,提高骨密度,减少邻近椎体骨折的发生,收到了与预期一致的结果。但复合重组人骨形态发生蛋白2的磷酸钙骨水泥价格较昂贵,实际临床应用还应考虑患者的经济能力。另外,试验纳入病例有限,更大样本更长期的临床随访将继续进行。

参考文献

- [1] BOZKURT M, KAHIOGULLARI G, OZDEMIR M, et al. Comparative analysis of vertebroplasty and kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Asian Spine, 2014, 8(1): 27-34.
- [2] 何江涛,王三木,李众毅.经横突-椎弓根单侧穿刺骨水泥注射椎体成形治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折[J].中国组织工程研究, 2019, 23(22): 3604-3608.
- [3] 肖运祥,陈海丹,刘杨. PVP 一期治疗多节段骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效和安全性观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(3): 236-239.
- [4] 贾其余,胡联英,俞宇,等.球囊扩张椎体成形结合短节段椎弓根螺钉固定治疗胸腰椎爆裂性骨折[J].中国修复重建外科杂志, 2015, 29(6): 741-745.
- [5] 邓红军.硫酸钙骨水泥椎体成形联合后路短节段椎弓根螺钉内固定治疗创伤性胸腰椎骨折[J].中医正骨, 2015, 27(10): 35-37.
- [6] 董国领,贾璞,唐海.可吸收骨水泥在椎体强化术中的应

- 用[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12(3): 292-297.
- [7] 徐建民,王兆朋,王恒孝.骨形态发生蛋白-2在兔骨折愈合过程中的作用[J].中国矫形外科杂志, 2016, 24(10): 920-925.
- [8] 《原发性骨质疏松症诊疗社区指导原则》编写组.原发性骨质疏松症社区诊疗指导原则[J].中国全科医学, 2019, 22(10): 1125-1132.
- [9] 张宏志.椎体成形联合 Schanz 螺钉治疗骨质疏松性胸腰段椎体压缩骨折的疗效分析[J].创伤外科杂志, 2018, 20(4): 297-300.
- [10] GALIBERT P, DERAMOND H, ROSAT P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty [J]. Neurochirurgie, 1987, 33(2): 166-168.
- [11] LIANG L, CHEN X, JIANG W, et al. Balloon kyphoplasty or percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture? An updated systematic review and meta-analysis[J]. Ann Saudi Med, 2016, 36(3): 165-174.
- [12] YALTIRIK K, ASHOUR A M, REIS C R, et al. Vertebral augmentation by kyphoplasty and vertebroplasty: 8 years experience outcomes and complications [J]. J Craniovertebr Junction Spine, 2016, 7(3): 153-160.
- [13] 郭丹青,陈林威,于森,等.椎体强化术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折临床疗效的 meta 分析[J].中国中医骨伤科杂志, 2014, 22(5): 21-25.
- [14] 丁凯,丁文鸽,凌为其.经皮椎体成形术与非手术治疗中老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效分析[J].中国老年学杂志, 2017, 37(24): 6137-6139.
- [15] 钟睿,姜威,熊森,等.单侧弯角与直行入路椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效的对照研究[J].中华创伤杂志, 2018, 34(2): 102-108.
- [16] 卢昌怀,刘志军,张宏波,等.单侧与双侧 PVP 治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折疗效分析[J].中国中医骨伤科杂志, 2015, 23(4): 23-25.
- [17] SUN Z Y, LI X F, ZHAO H, et al. Percutaneous balloon kyphoplasty in treatment of painful osteoporotic occult vertebral fracture: a retrospective study of 89 cases[J]. Med Sci Monit, 2017, 7(23): 1682-1690.
- [18] LI Q L, LI X Z, LIU Y, et al. Treatment of thoracolumbar fracture with pedicle screws at injury level: a biomechanical study based on three-dimensional finite element analysis[J]. Eur Orthop Surg Traumatol, 2013, 23(7): 775-780.
- [19] LOIB M, KORSUN M, REISS J, et al. Spinal fracture reduction with a minimal-invasive transpedicular Schanz Screw system: clinical and radiological one-year follow-up [J]. Injury, 2015, 46(4): 75-82.
- [20] 杨泽雨,阮建伟,郑文标,等. PVP 和 PKP 骨水泥填充材料的研究进展[J].医学综述, 2017, 23(15): 3008-3011.
- [21] 付来华,汉华,宋建民,等.骨形态发生蛋白-2在骨科的研究进展[J].甘肃医药, 2014, 33(10): 762-765.
- [22] 王新虎,张军,刘夏君,等.经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术骨水泥渗漏原因分析及对策[J].华西医学, 2015, 30(4): 648-651.

(收稿日期:2019-06-17)