

BFMCs 椎体成形术与 PKP 治疗骨质疏松性椎体 压缩性骨折的临床分析

丁恒, 张帆, 张源, 娄振凯, 李宏昆, 雷宇, 李兴国
(昆明医科大学第一附属医院骨科, 云南昆明 650032)

[摘要] 目的 探讨 BFMCs 椎体成形术与 PKP 治疗 OVCF 的临床疗效。方法 选取 2022 年 9 月至 2023 年 11 月在昆明医科大学第一附属医院诊断为 OVCF 的患者共 290 例, 其中 PKP 组 216 例, BFMCs 组 74 例, 所有患者均规律抗骨质疏松治疗。对比基线数据, 手术指标, 随访及影像学资料。结果 2 组患者在年龄、性别、T 值及骨折椎体分布比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。290 名患者都成功地完成手术。与 BFMCs 组相比, PKP 组在手术持续时间和骨水泥注入量方面比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。BFMCs 组骨水泥渗漏明显低于 PKP 组 ($P < 0.05$), 其中 BFMCs 组骨水泥渗漏 7 例 (9.50%), 渗漏至椎前 3 例, 椎间隙 4 例; PKP 组骨水泥渗漏 85 例 (39.40%), 渗漏至椎前 16 例, 椎间隙 44 例, 椎体旁 16 例, 椎管渗漏 9 例 (沿后纵韧带分布), 均无神经脊髓症状。2 组患者术后骨水泥块分布类型差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。290 名患者术后进行 6 个月的随访。2 组间患者术后第 1 个月随访时 BFMCs 组 VAS 评分明显优于 PKP 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。在术后第 1 个月及末次随访时, BFMCs 组的 ODI 评分明显优于 PKP 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。2 组患者术后第 1 日、术后第 1 月及末次随访时 VAS 评分和 ODI 评分都明显低于手术前, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。影像学方面, 2 组间患者在手术前伤椎前缘高度、椎体复高率及脊柱后凸 Cobb 角差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但患者术后末次随访时伤椎前缘高度、椎体复高率及脊柱后凸 Cobb 角较术前改善 ($P < 0.05$)。结论 BFMCs 与 PKP 在治疗 OVCF 的临床疗效相似, 它们都能有效缓解患者临床症状并恢复椎体高度, 然而, BFMCs 能够显著降低骨水泥渗漏, 是 1 种即安全又有效的方法。

[关键词] 骨质疏松性椎体压缩性骨折; 骨填充网袋; 脊柱后凸成形术; 骨水泥渗漏; 椎体再骨折
[中图分类号] R681.5⁺7 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095 - 610X(2024)10 - 0067 - 08

A Clinical Analysis of BFMCs Vertebroplasty vs PKP in Treating Osteoporotic Vertebral Compression Fractures

DING Heng, ZHANG Fan, ZHANG Yuan, LOU ZhenKai, LI Hongkun, LEI Yu, LI Xingguo
(Dept. Orthopedics, The 1st Affiliated Hospital of Kunming Medical University,
Kunming Yunnan 650032, China)

[Abstract] **Objective** To explore the clinical efficacy of BFMC vertebroplasty versus PKP in treating OVCF. **Methods** A total of 290 patients diagnosed with OVCF at the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University from September 2022 to November 2023 were selected, including 216 in the PKP group and 74 in the BFMCs group. All patients received regular osteoporosis treatment. Baseline data, surgical indexes, follow-up and imaging data were compared. **Results** There was no statistically significant difference between the two groups regarding age, gender, T-values, and the distribution of fractured vertebrae ($P > 0.05$). All 290 patients

[收稿日期] 2024 - 06 - 10

[基金项目] 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项基金资助项目(202101AY070001-120); 云南省骨科与运动医学康复临床医学研究中心项目(202102AA310068)

[作者简介] 丁恒(1998~), 男, 云南昭通人, 在读硕士研究生, 主要从事脊柱退行性疾病临床及研究工作。

[通信作者] 李兴国, E-mail: yunnanlxg@163.com

successfully completed the surgery. Compared to the BFMCs group, there was no significant difference in operation duration and the amount of bone cement injected in the PKP group ($P > 0.05$). The incidence of bone cement leakage in the BFMCs group was significantly lower than that in the PKP group ($P < 0.05$), with 7 cases (9.50%) of leakage in the BFMCs group—3 cases in the anterior vertebral body and 4 cases in the intervertebral space; the PKP group had 85 cases (39.40%) of leakage, with 16 cases in the anterior vertebral body, 44 cases in the intervertebral space, 16 cases adjacent to the vertebral body, and 9 cases in the spinal canal (along the posterior longitudinal ligament), all without neurological spine and cord symptoms. There was a statistically significant difference in the distribution type of the bone cement blocks post-surgery between the two groups ($P < 0.05$). All 290 patients were followed up for 6 months post-surgery. At the 1-month follow-up, the VAS scores of the BFMCs group were significantly better than those of the PKP group, with a statistically significant difference ($P < 0.05$). At both the 1-month follow-up and the final follow-up, the ODI scores of the BFMCs group were significantly better than those of the PKP group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). VAS and ODI scores for both groups on the first day post-surgery, at 1 month post-surgery, and at the last follow-up were all significantly lower than pre-surgery, with statistically significant differences ($P < 0.05$). In terms of imaging, there were no statistically significant differences between the two groups regarding pre-surgery anterior edge height of the injured vertebrae, the vertebral body height recovery rate, and the Cobb angle of spinal kyphosis ($P > 0.05$), but the anterior edge height of the injured vertebrae, the vertebral body height recovery rate, and the Cobb angle of spinal kyphosis showed improvement at the final follow-up compared to pre-surgery ($P < 0.05$). **Conclusion** BFMCs and PKP have similar clinical efficacy in treating OVCFs; both effectively relieve patients' symptoms and restore vertebral height. However, BFMCs significantly reduce cement leakage, making it a safe and effective option.

[**Key words**] Osteoporotic vertebral compression fracture; Bone filling mesh container; Percutaneous kyphoplasty; Bone cement leakage; Vertebral body re-fracture

骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 是指因原发性骨质疏松症导致的椎体骨密度和质量下降, 从而降低骨强度, 即使受到轻微或无明显创伤, 也可能发生椎体压缩性骨折^[1]。骨折部位以胸腰段最为多见, 老年人多见, 随着人口老龄化, 其发病率逐年增加, 患者主要出现胸腰段疼痛和脊柱畸形, 严重影响生活质量^[2]。少部分患者经保守治疗后疼痛缓解, 但绝大部分患者需要通过手术治疗来缓解疼痛。目前, 临床诊治 OVCF 的手术方法包括经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 和经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP)^[3], 2 种手术均具有止痛迅速、创伤小等优势, 但会出现骨水泥漏及椎体再骨折等严重并发症。骨填充网袋术 (bone filling mesh container, BFMCs) 作为 1 种改良手术, 是由高分子材料相互编织交错为网状结构, 可以大大减少骨水泥渗漏的风险。本研究回顾了 2022 年 9 月至 2023 年 11 月在昆明医科大学第一附属医院骨科经手术治疗的 290 例患者, 目的是对比 2 种术式对 OVCF 患者治疗的临床疗效和并

发症。

1 资料与方法

1.1 病例资料

选取昆明医科大学第一附属医院 2022 年 9 月至 2023 年 11 月收治的 290 例 OVCF 患者为研究对象, 男性 86 例, 女性 204 例。对采用 PKP 及 BFMCs 手术治疗的病例进行回顾性研究, 其中 PKP 组 216 例, BFMCs 组 74 例, 所有患者均获得 6 个月随访。本研究通过昆明医科大学第一附属医院伦理委员会的审批 (2023-L-176), 研究对象与其家属在术前签订了《知情同意书》。

纳入标准: (1) 符合《2023 版中国老年骨质疏松症诊疗指南》^[4] 中 OVCF 的诊断标准; (2) 出现胸腰背部疼痛, 行走困难或无法直立行走的症状; (3) MRI 的检测结果表明, 骨折椎体在 T1 加权图像中呈现低信号, 而在 T2 加权和压脂图像中则呈现中高信号, 这被定义为新鲜骨折^[5], 并且没有神经根和脊髓受到压迫; (4) 骨密度 T 值低于 -2.50。

排除标准: (1)陈旧性骨折; (2)伴有严重内科疾病无法手术者; (3)有脊髓和神经根受损的症状及体征, 或椎管内占位>30%者^[6]; (4)感染或肿瘤性病理性骨折; (5)凝血功能障碍。

1.2 研究方法

PKP 组: 患者取俯卧位, 经术中导航确定伤椎双侧椎弓根, 进行消毒铺巾, 采用利多卡因局麻, 透视下行经皮椎弓根穿刺, 当侧位透视下旋转穿刺椎位于椎弓根内, 正位透视下观察旋转穿刺椎达到椎弓根内壁, 应适当增加外倾角, 继续进针至椎体中后 1/3, 予实心椎体钻钻至椎体前 1/3, 沿通道插入球囊于椎体中线前 1/3 处, 注入生理盐水以扩张球囊, 椎体复位满意后, 将球囊取出并注入骨水泥。透视见骨水泥弥散于椎体前、中部, 且填充状况良好。在骨水泥完全凝固之后, 移除通道并对伤口进行包扎。

BFMCs 组: 麻醉、体位和穿刺与 PKP 相同, 成功穿刺后, 将扩张矫形器放置在伤椎的前 1/3 位置, 并打开该矫形器。当椎体复位达到满意状态后, 取出该矫形器并放入骨填充网袋。一旦网袋膨胀或渗漏发生, 应立即停止注入, 并在骨水泥凝固后取出通道并对创口进行包扎。

1.3 观测指标

记录患者所有术前数据, 包括年龄、性别、T 值及骨折椎体分布。手术后, 全部患者都进行为期 6 个月随访。笔者详细记录了围术期的各项资料, 这包括手术的具体时间、骨水泥的注入量以及骨水泥的渗漏情况(根据渗漏的位置, 我们将其分类为 6 种不同的类型^[18])。在手术前、手术后的第 1 天、手术后的第 1 个月以及最后一次的随访(手术后的第 6 个月)中, 采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(oswestry disability index, ODI)来评估临床效果^[7]。利用影像学技术测量患者手术前后受伤椎体的前缘高度、椎体复高率(计算方法: (术后椎体前缘高度-术前椎体前缘高度)/术前椎体前缘高度×100%)及脊柱后凸 Cobb 角变化情况; 按照 Kim 等^[8]标准, 对骨水泥块进行了分类并统计了其数量。其中, 骨水泥填充的裂隙表现为团块状, 其边缘平滑为团块型, 而边缘呈针状分布为混合型, 其余为骨小梁型。在最后 1 次的随访中, 笔者根据影像学的结果观察了邻近椎体的骨折情况。

1.4 统计学处理

使用 SPSS 27.0 软件进行数据分析, 计量资

料用均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 符合正态分布的变量, 使用独立样本 *t* 检验和配对样本 *t* 检验进行均值比较, 使用重复测量方差分析(analysis of variance, ANOVA)进行组内不同时间点的比较; 若符合非正态分布, 则采用秩和检验。分类变量的组间比较将采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

在年龄、性别、T 值以及骨折椎体分布方面, 2 组患者之间的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者基线数据比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of baseline data between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | BFMCs 组 | PKP 组 | <i>z</i> | <i>P</i> |
|-------------------------|-----------|------------|----------|----------|
| 年龄[(M, Q), 岁] | 69, 15 | 70, 16 | -0.678 | 0.498 |
| 性别[n(%)] | | | | |
| 男 | 20(27.00) | 66(30.60) | 0.329 | 0.566 |
| 女 | 54(73.00) | 150(69.40) | | |
| BMI(kg/m ²) | 3.03±0.61 | 2.96±0.60 | 0.837 | 0.403 |
| 骨折椎体分布[n(%)] | | | | |
| T10 | 7(9.50) | 21(9.70) | 0.901 | 0.989 |
| T11 | 14(18.90) | 44(20.40) | | |
| T12 | 14(18.90) | 43(19.90) | | |
| L1 | 14(18.90) | 31(14.40) | | |
| L2 | 13(17.60) | 39(18.10) | | |
| L3 | 8(10.80) | 25(11.60) | | |
| L4 | 4(5.40) | 13(6.00) | | |

2.2 2 组患者围术期资料

2 组患者顺利完成手术, 手术过程中均无严重并发症发生。手术时间 PKP 组为(36.01 ± 4.24) min, BFMCs 组为(35.20 ± 4.68) min, 2 组差异无统计学意义($P > 0.05$)。骨水泥注入量 PKP 组为(3.29 ± 0.81) mL, BFMCs 为(3.23 ± 0.65) mL, 2 组骨水泥注入量无明显差异($P > 0.05$)。BFMCs 组骨水泥渗漏 7 例(9.50%), 渗漏至椎前 3 例, 椎间隙 4 例; PKP 组骨水泥渗漏 85 例(39.40%), 渗漏至椎前 16 例, 椎间隙 44 例, 椎体旁 16 例, 椎管渗漏 9 例(沿着后纵韧带分布), 无神经脊髓相关表现, 2 组差异有统计学意义($P < 0.05$)。2 组患者术后骨水泥块分布类型差异有统计学意义($P <$

0.05)。平均随访时间为 6 个月,在随访过程中,PKP 组 38 例患者出现邻近椎体骨折,PKP 组 8 例出现邻近椎体骨折,2 组差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。BFMCs 椎体复高率为 $(0.26 \pm 0.15)\%$, PKP 组为 $(0.25 \pm 0.18)\%$, 2 组差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。2 组骨水泥渗漏典型病例见图 1 和图 2。

2.3 2 组患者的 VAS、ODI 评分情况

2 组患者术后 1 d、术后第 1 个月及末次随访时两组患者 VAS、ODI 均较术前显著改善 ($P < 0.05$), 2 组间患者术后 1 月随访时 BFMCs 组 VAS 评分较 PKP 组改善明显, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。在术后 1 月及末次随访时, BFMCs 组 ODI 评分较 PKP 组改善明显, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3 及表 4。

2.4 影像学指标

2 组间伤椎前缘高度及后凸 Cobb 角方面在手术前无明显差异 ($P > 0.05$), 但在末次随访时, 伤椎前缘高度显著高于术前 ($P < 0.05$)。而在末次随访时, 2 组患者的后凸 Cobb 角较术前明显改善 ($P < 0.05$)。见表 5 及表 6; 2 组典型影像见图 3 和图 4。

3 讨论

骨质疏松症是一种全身性、代谢性骨骼系统疾病, 其中最常见类型为骨质疏松性骨折, 其中以 OVCF 最为常见, 严重影响生活质量^[9]。目

表 2 2 组患者围术期资料比较 $[(\bar{x} \pm s)/n(\%)]$

Tab. 2 Comparison of perioperative data between the two groups of patients $[(\bar{x} \pm s)/n(\%)]$

| 指标 | BFMCs组 | PKP组 | <i>t</i> | <i>P</i> |
|------------|------------|------------|----------|----------|
| 手术时间(min) | 35.20±4.68 | 36.01±4.24 | -1.390 | 0.166 |
| 骨水泥注入量(mL) | 3.23±0.65 | 3.29±0.81 | -0.076 | 0.940 |
| 骨水泥渗漏 | | | | |
| 是 | 7(9.50) | 85(39.40) | 22.738 | <0.001* |
| 否 | 67(90.50) | 131(60.6) | | |
| 骨水泥渗漏部位 | | | | |
| 椎体前缘 | 3(4.10) | 16(7.40) | 24.182 | <0.001* |
| 椎间隙 | 4(5.40) | 44(20.40) | | |
| 椎体旁 | 0(0.00) | 16(7.40) | | |
| 椎管内渗漏 | 0(0.00) | 9(4.20) | | |
| 术后骨水泥块类型 | | | 93.178 | <0.001* |
| 团块型 | 14(18.90) | 137(63.40) | | |
| 骨小梁型 | 0(0.00) | 37(17.10) | | |
| 混合型 | 60(81.10) | 42(19.40) | | |
| 邻近椎体骨折 | | | | |
| 是 | 8(10.80) | 38(17.60) | 1.899 | 0.168 |
| 否 | 66(89.20) | 178(82.4) | | |
| 椎体复高率(%) | 0.26±0.15 | 0.25±0.18 | 0.275 | 0.784 |

* $P < 0.05$ 。

前临床上多采用微创治疗, 具有创伤小、恢复快的优点。常用的技术手段有 PVP、PKP 以及 BFMCs 椎体成形术等, PVP 最初由 Galibert 和 Deramond 于 1984 年用于治疗 1 例 C2 椎体血管瘤患者, 取

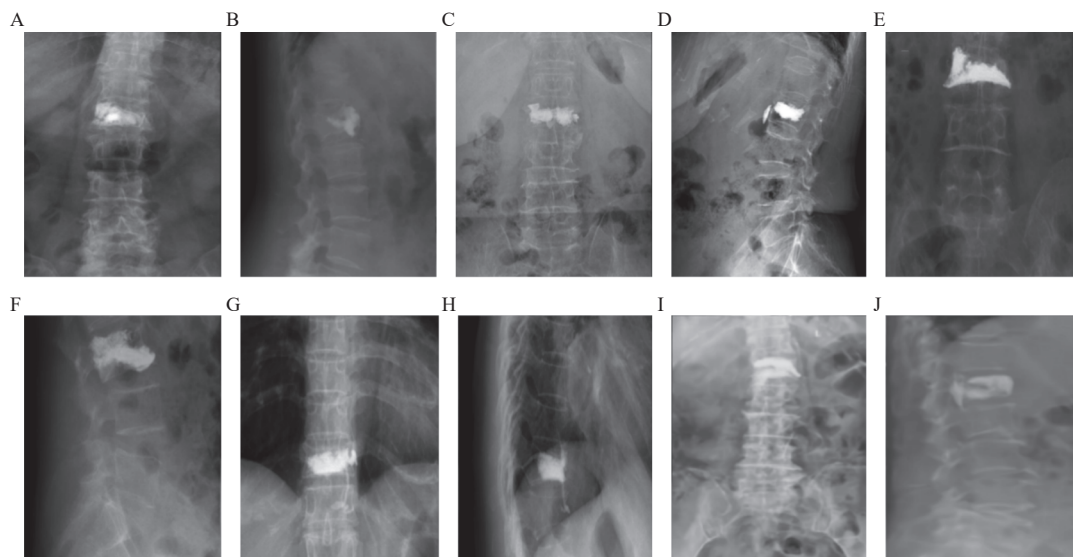


图 1 PKP 术后骨水泥渗漏部位

Fig. 1 Site of cement leakage after PKP surgery

A ~ B: L1 PKP 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎间隙渗漏; C ~ D: L2 PKP 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎前渗漏; E ~ F: L3 PKP 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎体旁渗漏; G ~ H: L2 PKP 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎前渗漏, 沿前纵韧带分布; I ~ J: L1 PKP 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎管渗漏, 沿后纵韧带分布。

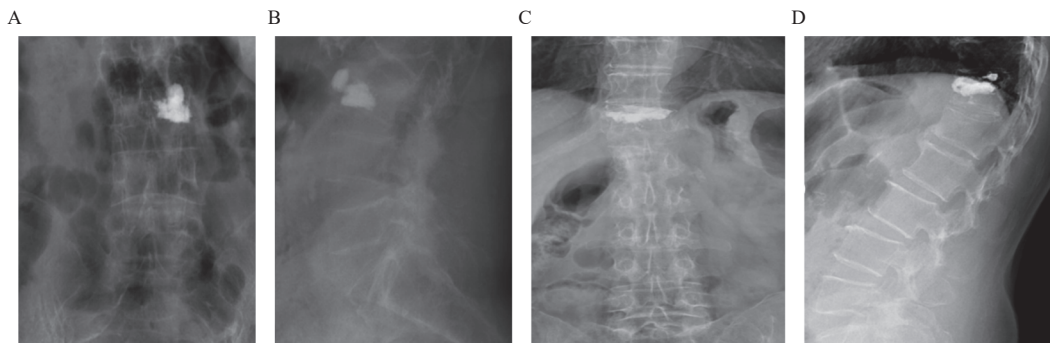


图 2 BFMCs 术后骨水泥渗漏部位

Fig. 2 Bone cement leakage site after BFMCs

A ~ B:L3BFMCs 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎前渗漏; C ~ D: T12 BFMCs 术后 X 线正侧位示骨水泥往椎间隙渗漏。

表 3 2 组患者术前, 术后 1 d, 1 月及末次随访时 VAS 评分变化 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Changes in VAS scores before surgery, 1 day after surgery, 1 month, and at the last follow-up for the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | BFMCs组 | PKP 组 | t | P |
|----------|----------------------|-----------|--------|--------|
| VAS评分 | | | | |
| 术前 | 7.14±1.37 | 6.77±1.61 | 1.914 | 0.058 |
| 术后1日 | 3.04±1.43 | 3.28±1.79 | -1.197 | 0.233 |
| 术后1月 | 1.13±1.18 | 1.67±1.43 | -3.152 | 0.002* |
| 末次随访 | 0.74±1.17 | 0.75±1.01 | -0.047 | 0.962 |
| F | 545.439 | 1441.249 | | |
| P | <0.001* | <0.001* | | |
| 时间 | F=1583.294, P<0.001* | | | |
| 组别 | F=0.464, P=0.497 | | | |
| 时间 vs 组别 | F=7.426, P<0.001* | | | |

*P<0.05。

表 4 2 组患者术前, 术后 1 d, 1 月及末次随访时 ODI 评分变化 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 4 Changes in ODI scores for the two groups of patients before surgery, 1 day after surgery, 1 month later, and at the last follow-up ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | BFMCs组 | PKP 组 | t | P |
|----------|---------------------|------------|--------|---------|
| ODI | | | | |
| 术前 | 50.60±4.67 | 51.43±4.75 | -1.284 | 0.200 |
| 术后1日 | 25.34±4.39 | 25.06±5.23 | 0.417 | 0.677 |
| 术后1月 | 18.66±3.80 | 16.92±3.24 | 3.809 | <0.001* |
| 末次随访 | 12.20±3.33 | 11.00±2.46 | 2.854 | 0.005* |
| F | 1326.480 | 4194.639 | | |
| P | <0.001* | 0.000* | | |
| 时间 | F=4077.121, P=0.000 | | | |
| 组别 | F=4.489, P=0.035 | | | |
| 时间 vs 组别 | F=4.274, P=0.008 | | | |

*P<0.05。

表 5 2 组患者手术前后椎体前缘高度变化 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 5 Changes in anterior vertebral height before and after surgery in 2 groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | BFMCs组 | PKP 组 | t | P |
|-----------|------------|------------|--------|-------|
| 伤椎前缘高(mm) | | | | |
| 术前 | 20.51±3.42 | 20.81±9.78 | -0.713 | 0.476 |
| 末次随访 | 25.63±3.34 | 25.84±2.79 | -0.525 | 0.600 |
| t | -17.508 | -24.222 | | |
| P | <0.001* | <0.001* | | |

*P<0.05。

表 6 2 组患者术前与术后伤椎后凸 Cobb 角变化 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 6 Changes in the Cobb angle of postoperative kyphosis in two groups of patients before and after surgery ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | BFMCs组 | PKP 组 | t | P |
|-----------|------------|------------|--------|-------|
| 后凸Cobb(°) | | | | |
| 术前 | 21.47±3.16 | 20.48±4.27 | 1.821 | 0.070 |
| 末次随访 | 11.81±3.18 | 11.82±3.65 | -0.015 | 0.988 |
| t | 21.653 | 24.257 | | |
| P | <0.001* | <0.001* | | |

*P<0.05。

得了良好的疗效。1990 年 Galibert 和 Deramond 将 PVP 技术成功应用于椎体骨质疏松性骨折治疗, 发现其能显著缓解疼痛, 并改善脊柱后凸^[10]。然而 Lee 等^[11] 发现其需要较高压力才能将骨水泥注入松质骨中, 出现骨水泥渗漏的概率很高。后来 PKP 作为改良技术被引入到 OVCF 治疗中, 它不仅能恢复塌陷的椎体高度, 还能有效降低骨水泥渗漏的风险。随着技术不断发展, 骨填充网袋椎体成形术引入到临床中, 它主要是由高分子材料组成, 是 1 种新近使用的手术器械。该手术是在扩张形成的空间中植入 BFMCs, 然后向 BFMCs 内填充骨水泥, 利用 BFMCs 来抬高椎体, 防止骨

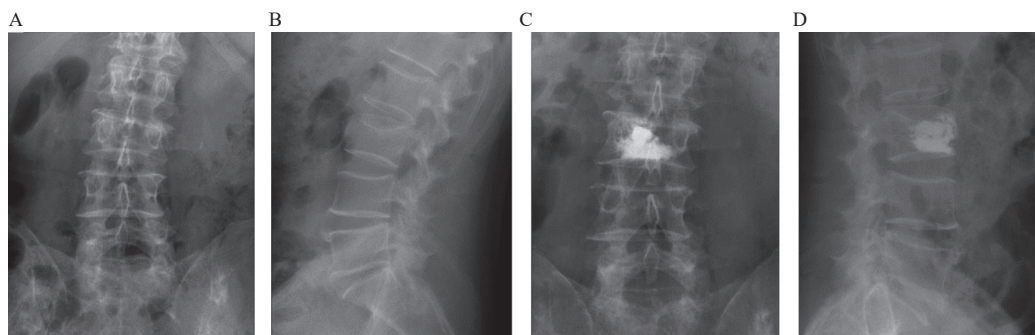


图 3 60 岁的女性患者，L3 椎体 OVCF，行 BFMCs 术治疗

Fig. 3 60 years old female patient, OVCF of the L3 vertebrae treated with BFMCs

A ~ B: 术前 X 线正侧位示 L3 骨松骨折; C ~ D: 末次随访正侧位 X 线片示网袋骨水泥充填良好, 伤椎 Cobb 角和椎体高度均较术前改善。

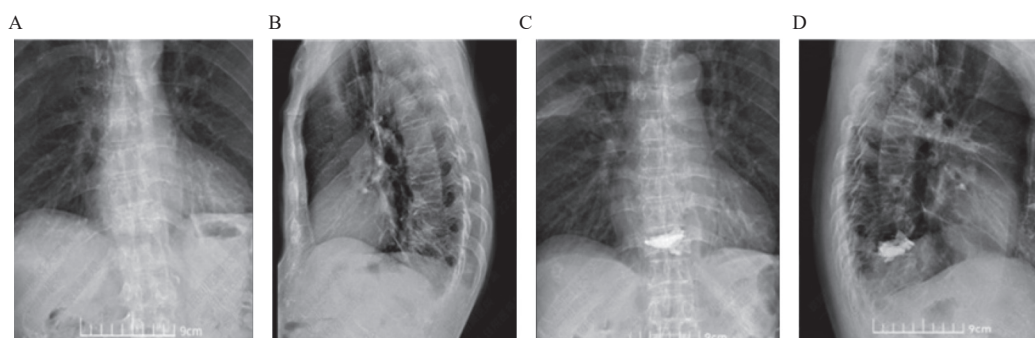


图 4 77 岁女性患者，T11 椎体 OVCF，行 PKP 术治疗

Fig. 4 77 years old female patient, OVCF of the T11 vertebrae, treated with PKP

A ~ B: 术前 X 线正侧位示 T11 骨松骨折; C ~ D: 末次随访正侧位 X 线片示骨水泥充填良好, 伤椎 Cobb 角和椎体高度均较术前改善。

水泥外溢。通过使少量的骨水泥渗入小梁间隙, 形成微观扭锁, 加强椎体的结构。然而, 这种方法存在一些不足之处, 包括骨水泥的弥散效果不理想、难以渗透到椎体的上下终板、椎体高度恢复不理想以及骨水泥灌注量不足等问题。

PKP 与 BFMCs 椎体成形术在治疗 OVCF 方面均能取得很好的临床疗效, 唐振坤等^[12]在 PKP 与 BFMCs 椎体成形术在治疗 OVCF 中的研究表明, 2 组患者在恢复伤椎前缘高度及改善脊柱后凸 Cobb 角方面疗效相当 ($P > 0.05$), 但均较术前明显改善 ($P < 0.05$), 而笔者的研究结果也表明两种术式在恢复伤椎高度及改善脊柱后凸 Cobb 角疗效相当, 但相比术前均明显改善, 这与笔者的研究结果是一致的。吴宏梓等^[13]的比较 BFMCs 与 PKP 治疗 OVCF 的临床疗效和安全性的 Meta 分析中表明 2 组患者在手术所需时间及骨水泥注入量方面无明显差异, 而我们的研究发现 BFMCs 与 PKP 治疗 OVCF 方面差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 这与我们的研究结果是相符合的。He 等^[14]及尹航等^[15]发现术后第 2 天及第 12 个月时 2 组

患者 VAS 评分及 ODI 指数较术前均有明显改善 ($P < 0.05$), 2 组间相比发现术后第 2 天及第 12 个月临床疗效相当 ($P > 0.05$)。在笔者的研究中发现, 术后 1 月以及末次随访时, BFMCs 组的 ODI 评分明显比 PKP 组改善 ($P < 0.05$), 笔者推测这可能是由于个体骨密度和脊柱的应力分布情况存在差异, 且 OVCF 患者的骨折部位也不同。此外, 一些患者由于患有陈旧性椎体骨折并未愈合而接受了椎体成形术, 这可能导致 PKP 组患者在术后 1 月及末次随访时疗效低于 BFMCs 组。总体而言, 笔者的研究表明, BFMCs 组和 PKP 组治疗 OVCF 的临床疗效相似, 都可明显缓解疼痛, 改善患者的生活质量。

尽管 PKP 与 BFMCs 椎体成形术在治疗 OVCF 有很大优势, 但仍存在骨水泥渗漏的风险。虽然骨水泥渗漏大多数情况下没有症状, 但如果渗漏到椎管内压迫硬脑膜或神经根, 就会出现严重症状。另外, 如果骨水泥单体留在血液中, 可能引发肺栓塞^[16]。目前对骨水泥渗漏无统一分类标准, 根据渗漏途径分为 4 种类型: 经椎基底静脉型、

经椎间静脉型、经骨皮质裂缝型及椎间盘渗漏^[17]。而临床上多根据渗漏部位分型, 倪文飞等^[18]将骨水泥渗漏分为 6 种类型: I 型(椎体周围渗漏)、II 型(椎管内渗漏)、III 型(椎间孔内渗漏)、IV 型(椎间隙内渗漏)、V 型(椎旁软组织内渗漏)、VI 型(混合型渗漏)。有文献表明 PKP 术后骨水泥渗漏率高达 28.9%, 以椎间隙内渗漏最为突出^[19]。本研究 BFMCs 组发生骨水泥渗漏 7 例(9.50%), 渗漏至椎前 3 例, 椎间隙 4 例; PKP 组骨水泥渗漏 85 例(39.40%), 渗漏至椎前 16 例, 椎间隙 44 例, 椎体旁 16 例, 椎管内渗漏 9 例(沿后纵韧带分布), 都没有神经脊髓症状出现, 2 组比较差异有统计学意义($P < 0.05$), 且 BFMCs 组椎间隙内渗漏较少, 表明骨填充网袋能降低骨水泥渗漏率, 更加安全、可靠。而尹航等^[15]发现, BFMCs 组骨水泥渗漏 7 例(9.6%), 有 4 例向椎间隙渗漏。洪泽亚等^[20]研究也发现骨填充网袋 PKP 组在椎旁渗漏率及椎间隙内渗漏率均低于单纯 PKP 组(P 均 < 0.05)。这与笔者的研究结果一致, 笔者推测其与骨填充网袋起到机械屏障作用及增加骨水泥黏度, 降低其流动性有关。而 Zhu 等^[21]研究发现最常见的泄漏类型是 I 型(进入椎骨旁边的静脉丛), 占有病例的 37.5%。其次是 V 型(进入椎间隙)(21.6%), 且其发现手术方法、手术水平和骨水泥体积是 I 型骨水泥渗漏的强有力且显著的预测因素。这与笔者的研究结果不一致, 笔者考虑是因为收治的患者当中, 大部分患者伴有上、下终板损伤, 而椎体前壁及后壁缺损的患者占比较少所致, 但也可以与骨水泥注入后应力改变所致, 但这些仍需未来进一步进行亚组分析及三维有限元分析确认其机制。因此笔者认为 BFMCs 在大大降低骨水泥渗漏风险的同时, 还能取得与 PKP 类似的手术疗效。

总体而言, PKP 手术及 BFMCs 椎体成形术治疗 OVCF 均能够显著减轻患者疼痛, 恢复椎体高度, 提高生活质量, 减少椎体骨水泥渗漏的风险。但与 PKP 手术相比, BFMCs 组发生骨水泥渗漏的风险更低, 尤其是对于椎体外壁损伤的 OVCF 患者, BFMCs 能有效减少骨水泥渗漏。因此, 笔者认为对于椎体外壁损伤严重及伴有明显上、下终板损伤的患者, BFMCs 是一种更安全、更高效的治疗方法。本研究虽已取得初步成果, 但仍有许多不足之处。本研究观察病例数量不足, 结果可能存在一定的局限性。此外, 尚未对骨水泥渗漏的具体机制及原因进行进一步深入分析, 且本研

究为单中心研究, 加之收治的患者大部分都伴有终板损伤, 这些对笔者研究的结果可能存在一部分影响。未来需要进行多中心大样本研究, 并进行长期随访, 以进一步确认其安全性和有效性。还需对骨水泥渗漏的机制及原因进一步进行亚组分析及三维有限元分析确认其机制, 有望揭示 BFMCs 与 PKP 在不同患者群体中的优劣势, 以及针对个体化治疗方案的发展趋势。

[参考文献]

- [1] Park J S, Park Y S. Survival analysis and risk factors of new vertebral fracture after vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *Spine J*, 2021, 21(8): 1355-1361.
- [2] Ji C, Rong Y, Wang J, et al. Risk factors for refracture following primary osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Pain Physician*, 2021, 24(3): E335-E340.
- [3] 彭松林, 何同忠, 王尚, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体后凸成形术后再骨折因素分析[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2020, 13(12): 987-990.
- [4] 《中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023)》工作组, 中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会, 中国医疗保健国际交流促进会骨质疏松病学分会, 等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023)[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(10): 865-885.
- [5] 康莊, 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[J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32(9): 5.
- [6] 井万里, 张涛, 滕东辉, 等. 骨填充网袋椎体成形术治疗周壁破损型胸腰椎压缩性骨折预后不良分析[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(10): 6.
- [7] 王秀芝. 重度骨质疏松症患者预防跌倒及再骨折的护理干预[J]. *医药前沿*, 2016, 6(19): 305-306.
- [8] Kim YJ, Lee JW, Kim KJ, et al. Percutaneous vertebroplasty for intravertebral cleft: Analysis of therapeutic effects and outcome predictors[J]. *Skeletal Radiol*, 2010, 39(8): 757-66.
- [9] Chen Z, Chen Z, Wu Y, et al. Risk factors of secondary vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty: A retrospective study of 650 patients[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25: 9255-9261.
- [10] Galibert P, D é ramond H. Percutaneous acrylic vertebro-

- plasty as a treatment of vertebral angioma as well as painful and debilitating diseases [J]. *Chirurgie*, 1990, 116(3): 326–34; discussion 335.
- [11] Lee I J , Choi A L , Yie M Y , et al. CT evaluation of local leakage of bone cement after percutaneous kyphoplasty and vertebroplasty [J]. *Acta Radiologica*, 2010, 51(6): 649–654.
- [12] 唐振坤, 俞桂松, 范奕松, 等. 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压缩性骨折的 Meta 分析 [J]. *中医正骨*, 2019, 31(10): 6.
- [13] 吴宏梓, 汪少波, 拉华欠, 等. 骨填充网袋术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效与安全性的 Meta 分析 [J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(5): 9.
- [14] He C J, Liu G D. Comparison of the efficacy and safety of bone-filling mesh container and simple percutaneous balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Pain Physician*, 2018, 21(3): 259–268.
- [15] 尹航, 董博, 康武林, 等. 骨填充网袋椎体成形术和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对比 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2022, (2): 15.
- [16] 姜树东, 洪毅, 张军卫, 等. 网袋球囊椎体成形术治疗骨质疏松性脊柱骨折的早期临床疗效分析 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2018, 11(9): 5.
- [17] Ding J, Zhang Q, Zhu J, et al. Risk factors for predicting cement leakage following percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(11): 3411–3417.
- [18] 张保良, 陈仲强. 椎体强化术后继发骨水泥渗漏类型及其危险因素的临床评价 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(5): 9.
- [19] Zhang F, Zhao Q M, Ni X H, et al. Comparison of unilateral and bilateral puncture percutaneous kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Neurosciences (Riyadh)*, 2021, 26(3): 236–241.
- [20] 洪泽亚, 吴钊, 梁德, 等. 骨填充网袋技术在伴椎体内裂隙征的骨质疏松性椎体压缩骨折治疗中对骨水泥渗漏的影响 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2024, 17(03): 234–239.
- [21] Zhu S Y, Zhong Z M, Wu Q, et al. Risk factors for bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty: A retrospective study of four hundred and eighty five patients [J]. *Int Orthop*, 2016, 40(6): 1205–1210.