

· 临床研究 ·

骨水泥强化螺钉内固定技术在矫正 Kümmell 病伴后凸畸形的临床效果对比研究

杭海峰^{1,2}, 王宏伟¹, 陈礼鑫², 汤新兵², 黄爱兵³

(1. 江苏医药职业学院, 江苏 盐城 224000; 2. 扬州市江都人民医院脊柱外科, 江苏 扬州 225200; 3. 泰州市人民医院脊柱外科, 江苏 泰州 225300)

【摘要】 目的: 探讨骨水泥强化椎弓根螺钉技术应用于矫正Ⅲ期无神经症状 Kümmell 病伴后凸畸形的临床疗效。方法: 回顾性分析 2019 年 3 月至 2021 年 12 月收治的 40 例无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病患者的临床资料, 男 15 例, 女 25 例, 年龄 61~81(67.4±5.2)岁, 根据手术方式不同分为经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)组和强化钉组。PKP 组 18 例, 男 7 例, 女 11 例; 年龄 61~78(66.2±5.5)岁; 病程 5~12(7.33±1.78)个月; 骨密度(bone mineral density, BMD)T 值为-2.45~-4.00(-3.08±0.46); T₈-T₉ 2 例, T₁₀-T₁₂ 10 例, L₁-L₂ 6 例; 予 PKP 治疗。强化钉组 22 例, 男 8 例, 女 14 例; 年龄 65~81(68.5±3.8)岁; 病程 4~15(7.86±2.73)个月; BMD 的 T 值-2.40~-4.50(-3.18±0.54); T₈-T₉ 3 例, T₁₀-T₁₂ 12 例, L₁-L₂ 7 例; 行骨水泥强化椎弓根螺钉内固定联合伤椎后凸成形术治疗。比较两组术前、术后 3 d 和 12 个月伤椎后凸 Cobb 角、伤椎椎体前缘高度; 比较两组术前和术后 12 个月疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)及 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI); 比较两组术后并发症发生情况。结果: 两组患者获得随访, PKP 组随访时间 11~14(11.97±0.96)个月, 强化钉组随访时间 10~14(12.05±1.09)个月, 两组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。强化钉组术后 3 d、12 个月 Cobb 角分别为(7.34±2.26)°、(18.86±1.96)°, PKP 组分别为(18.88±1.89)°、(23.28±1.90)°, 差异有统计学意义($P<0.05$); 强化钉组术后 3 d、12 个月伤椎前缘高度分别为(25.28±1.33)、(19.62±2.22) mm, 与 PKP 组(18.61±2.16)、(15.93±1.34) mm 比较, 差异有统计学意义($P<0.05$); 两组术后 3 d 及 12 个月 Cobb 角与伤椎前缘高度均较术前明显改善, 差异有统计学意义($P<0.05$)。术后 12 个月, PKP 组、强化钉组 VAS 分别为(2.00±0.69)、(1.91±0.61)分, ODI 分别为(13.44±4.02)%、(10.18±4.26)%, 均较术前(6.89±0.76)、(7.23±0.75)分及(36.33±3.40)%、(37.09±3.73)%明显降低, 差异有统计学意义($P<0.05$); 两组术后 12 个月 VAS 比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); 强化钉组术后 12 个月 ODI 较 PKP 组减小, 差异有统计学意义($P<0.05$)。两组并发症比较, 差异无统计学意义($\chi^2=0.071, P>0.05$)。结论: PKP 与骨水泥强化钉联合伤椎 PKP 两种术式均可改善脊柱后凸畸形和术后功能, 缓解疼痛。骨水泥强化钉内固定技术的应用能提供一个更稳定的支撑, 功能恢复更明显, 伤椎再塌陷的风险更低, 能够更好地维持脊柱长期的稳定性。

【关键词】 骨水泥强化; 椎弓根螺钉; Kümmell 病; 经皮椎体后凸成形术; 后凸畸形; 矫形

中图分类号: R683.2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230446

Comparative study on clinical effect of bone cement-strengthened screw fixation in the correction of Kümmell's disease with kyphosis

HANG Hai-feng^{1,2}, WANG Hong-wei¹, CHEN Li-xin², TANG Xin-bing², HUANG Ai-bing³ (1. Jiangsu Vocational College of Medicine, Yancheng 224000, Jiangsu, China; 2. Department of Spine Surgery, Yangzhou Jiangdu People's Hospital, Yangzhou 225200, Jiangsu, China; 3. Department of Spine Surgery, Taizhou People's Hospital, Taizhou 225300, Jiangsu, China)

ABSTRACT Objective To explore clinical effect of bone cement-strengthened pedicle screw technique in the correction of stage III asymptomatic Kümmell disease with kyphosis. **Methods** A retrospective analysis was conducted on clinical data of 40 asymptomatic stage III Kümmell disease patients admitted between March 2019 and December 2021, including 15 males and 25 females, aged from 61 to 81 years old with an average of (67.4±5.2) years old; according to different surgical methods, they were divided into percutaneous kyphoplasty group (PKP) and reinforced screw group. There were 18 patients in PKP group, including 7 males and 11 females, aged from 61 to 78 years old with an average of (66.2±5.5) years old; the courses of disease

基金项目: 江苏医药职业学院校外教学基地科研发展基金项目(编号:20229139)

Fund program: Jiangsu Vocational College of Medicine Off-campus Teaching Base Research Development Fund Project (No. 20229139)

通信作者: 黄爱兵 E-mail: hab165@bjmu.edu.cn

Corresponding author: HUANG Ai-bing E-mail: hab165@bjmu.edu.cn

ranged from 5 to 12 months with an average of (7.33 ± 1.78) months; bone mineral density (BMD) T values ranged from -2.45 to -4.00 with an average of (-3.08 ± 0.46) ; 2 patients with T_8-T_9 , 10 patients with $T_{10}-T_{12}$, and 6 patients with L_1-L_2 ; treated with PKP. There were 22 patients in reinforced screw group, including 8 males and 14 females, aged from 65 to 81 years old with an average of (68.5 ± 3.8) years old; the courses of disease ranged from 4 to 15 months with an average of (7.86 ± 2.73) months; bone mineral density (BMD) T values ranged from -2.40 to -4.50 with an average of (-3.18 ± 0.54) ; 3 patients with T_8-T_9 , 12 patients with $T_{10}-T_{12}$, and 7 patients with L_1-L_2 ; treated with bone cement reinforced pedicle screw internal fixation combined with kyphoplasty. Cobb angle and anterior margin height of the injured vertebra were compared before operation, 3 d and 12 months after operation. Visual analogue scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI) were compared between two groups before operation and 12 months after operation. The incidence of postoperative complications was compared between two groups. **Results** All patients were followed up, PKP group followed up for 11 to 14 months with an average of (11.97 ± 0.96) months and 10 to 14 months with an average of (12.05 ± 1.09) months in reinforced screw group; there was no significant difference between two groups ($P>0.05$). Postoperative Cobb angle at 3 days and 12 months in reinforced screw group were $(7.34\pm 2.26)^\circ$ and $(18.86\pm 1.96)^\circ$, while in PKP group were $(18.88\pm 1.89)^\circ$ and $(23.28\pm 1.90)^\circ$; there were statistical difference between two groups ($P<0.05$). The anterior margin height of the injured vertebra in reinforced screw group were (25.28 ± 1.33) mm and (19.62 ± 2.22) mm at 3 days and 12 months after operation, while in PKP group were (18.61 ± 2.16) mm and (15.93 ± 1.34) mm; there were statistical difference between two groups ($P<0.05$). Cobb angle and the anterior margin height of the injured vertebra were significantly improved at 3 days and 12 months after operation between two groups ($P<0.05$). Postoperative VAS and ODI at 12 months in PKP group were (2.00 ± 0.69) score and $(13.44\pm 4.02)\%$, while in reinforced screw group were (1.91 ± 0.61) score and $(10.18\pm 4.26)\%$; which were significantly lower than (6.89 ± 0.76) score and $(36.33\pm 3.40)\%$ in PKP group, (7.23 ± 0.75) score and $(37.09\pm 3.73)\%$ in reinforced screw group before operation. There were no difference in postoperative VAS between two groups at 12 months ($P>0.05$); postoperative ODI in reinforced screw group at 12 months was lower than that in PKP group ($P<0.05$). There was no significant difference in complications between two groups ($\chi^2=0.071, P>0.05$). **Conclusion** PKP and bone cement reinforced nail combined with PKP could improve kyphotic deformity and postoperative function, and relieve pain. The application of bone cement-reinforced nail fixation technology could provide a more stable support, more obvious functional recovery, lower the risk of re-collapse of the injured vertebra, and maintain the long-term stability of spine.

KEYWORDS Bone cement strengthening; Pedicle screw; Kümmell disease; Percutaneous kyphoplasty; Kyphosis; Orthopaedic

Kümmell 病被称为迟发性创伤后椎体塌陷、椎骨缺血性坏死或缺血性椎体塌陷, 是骨质疏松性椎体压缩骨折的迟发性并发症^[1-2]。Kümmell 病主要发生于伴有骨质疏松的中老年人群, 其特征为轻微外伤史, 外伤后疼痛消失, 但症状复发或加重, 数月或数年后发生后凸畸形^[3-4]。其影像学表现为椎体内出现真空裂隙征, 在 CT 或 MRI 的正位视图上表现更明显^[5]。LI 等^[6]将 Kümmell 病分为 3 期, 其中 III 期椎体后方皮质破裂, 伴后凸畸形, 或伴神经症状, 并且对于 III 期 Kümmell 病的治疗目前尚无统一标准。经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 和经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 技术被广泛用于治疗该病^[7], 但 PKP 或 PVP 术后会发生术后骨水泥松动移位, 椎体高度进一步丧失, 甚至继发性神经麻痹、瘫痪等并发症^[8-11]。近年来, 短节段固定联合 PVP 与长节段椎弓根螺钉复位内固定联合 PKP 治疗 III 期可复型 Kümmell 病, 认为是安全有效的治疗方式, 可重建伤椎稳定性^[12-14]。本研究回顾性分析采用骨水泥强化椎弓根螺钉内固定联合伤椎 PKP 和单纯行 PKP 治疗 III 期无神经症状的 Kümmell 病患者的临床疗效, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: (1) 年龄 >60 岁。(2) 骨密度检测提示存在骨质疏松 (骨密度 T 值 <-2.5)。(3) 单个椎体 Kümmell 病, CT 显示椎体塌陷 $>20\%$, 伴有局部后凸畸形, 有典型的“真空征”或“裂隙征”, 无明显神经症状。排除标准: 先天性脊柱畸形、椎间盘突出、椎体肿瘤病等疾病; 合并其他疾病无法耐受手术; 凝血功能异常。

1.2 临床资料

回顾性分析 2019 年 3 月至 2021 年 12 月收治的 40 例 III 期无神经症状 Kümmell 病患者的临床资料, 男 15 例, 女 25 例, 年龄 $61\sim 81(67.4\pm 5.2)$ 岁, 根据手术方式不同分为 PKP 组和强化钉组。PKP 组 18 例, 男 7 例, 女 11 例; 年龄 $61\sim 78(66.2\pm 5.5)$ 岁; 病程 $5\sim 12(7.33\pm 1.78)$ 个月; 身体质量指数 (body mass index, BMI) 为 $17.7\sim 23.6(19.53\pm 2.35)$ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$; 骨密度 (bone mineral density, BMD) 的 T 值为 $-2.45\sim -4.00(-3.08\pm 0.46)$; T_8-T_9 2 例, $T_{10}-T_{12}$ 10 例, L_1-L_2 6 例。强化钉组 22 例, 男 8 例, 女 14 例, 年龄 $65\sim 81(68.5\pm 3.8)$ 岁; 病程 $4\sim 15(7.86\pm 2.73)$ 个月; BMI 为 $17.9\sim$

24.8(19.05±2.18) kg·m⁻²;BMD 的 T 值为-2.40~-4.50 (-3.18±0.54);T₈-T₉ 3 例,T₁₀-T₁₂ 12 例,L₁-L₂ 7 例;行骨水泥强化椎弓根螺钉内固定联合伤椎 PKP 术。两组患者术前基线资料比较,差异无统计学意义 (P>0.05),具有可比性,见表 1。本研究已获得扬州市江都人民医院医学伦理委员会审核批准(批号:YJRY-2022-J-014)。

1.3 手术方法

1.3.1 PKP 组 患者全身麻醉后取俯卧位,通过腰桥使椎体过伸,C 形臂 X 线机透视定位病变节段,再予以手法适量协助复位,在 C 形臂 X 线机透视监测下,于伤椎左侧椎弓根投影 9 点处、右侧椎弓根 3 点处进行穿刺定位。拔出穿刺套管,置入工作套管,将工作套管末端前进至椎体中后 1/3 处。再将球囊通过工作套管置入伤椎裂隙内,加压注入造影剂碘佛醇充分扩张球囊,排出造影剂后退出球囊。将调制好的骨水泥通过工作套管注入伤椎,伤椎前壁破裂者可采用分次推注,椎体前方预先采用较黏稠的骨水泥进行堵塞,后将处于拉丝早期的骨水泥缓慢注入,充分填充患椎后退出工作套管,术毕。

1.3.2 强化钉组 采用六钉两棒模式固定,全身麻醉后患者取俯卧位,通过腰桥使椎体过伸,再予以手法适量协助复位。碘伏消毒手术区,铺无菌巾单。以伤椎为中心做长 6 cm 切口,切开皮肤及皮下组织,骨膜下剥离椎旁肌至关节突关节,显露伤椎上下 1 个节段的关节突关节。以上关节突外侧缘及横突中线连线交点作为椎弓根钉进针点,常规开口、进深,置入 Mark 针透视下确定方向无误,探针探测钉道五壁,确定钉道完整。通过头尾椎体钉道置入装有骨水泥的套管,套管末端位于椎体中点处,透视下缓慢推入 2.5 ml 骨水泥,最后拧入直径为 45 mm 或 50 mm 的椎弓根螺钉。球囊扩张器通过伤椎钉道至伤椎裂隙处,透视下加压注入造影剂充分扩张球囊,排出造影剂后退出球囊。再置入骨水泥推杆,透视监视下注入骨水泥充分填充伤椎裂隙,再拧入 35 mm 的椎弓根螺钉,置入预弯连接杆,拧紧螺帽。稀碘伏及生理盐水冲洗切口,置入负压引流管 1 根,缝合皮

下及皮肤切口,术毕。

1.3.3 术后处理 术后 3~6 d 佩戴腰部外固定支具下床活动。强化钉组按 I 类切口预防使用抗生素,PKP 组未用抗生素。两组给予补充钙剂、维生素 D、调整生活方式、抑制破骨细胞活性等抗骨质疏松治疗。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 并发症发生情况 观察并比较两组并发症发生情况,包括骨水泥渗漏(骨水泥渗漏标准:术中 C 形臂 X 线机正位透视或侧位透视见骨水泥超越椎体边界,根据骨水泥渗漏部位分为椎旁渗漏、椎间盘渗漏和椎管内渗漏)、切口感染、切口脂肪液化、内固定松动、邻近椎体骨折等。

1.4.2 影像学指标测量 分别于术前、术后 3 d 和 12 个月通过医院影像归档和通信系统 (picture archiving and communication system, PACS) 测量两组 Cobb 角和伤椎前缘高度变化情况。

1.4.3 临床疗效评价 分别于术前及术后 12 个月采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)^[15-16] 评价其疼痛缓解情况;采用 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)^[17] 评价腰椎功能恢复情况,共 10 个条目,包括疼痛、单项功能和个人综合功能 3 大项,每个条目最低为 0 分,最高为 5 分,分数越高表示功能障碍程度越重,将 10 个条目答案的相应得分累加后,计算其占最高总得分的百分比,得分越高说明患者功能障碍越严重。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。病程、随访时间、BMI、骨密度 T 值、Cobb 角、椎体前缘高度、VAS 及 ODI 等符合正态分布的定量资料数据以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用成组设计定量资料 *t* 检验;组内手术前后不同时间点比较采用配对设计定量资料 *t* 检验;两组多个时间点 Cobb 角、椎体前缘高度行重复测量方差分析。定性资料比较采用 χ^2 检验。伤椎椎体分布采用秩和检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者获得随访,PKP 组随访时间 11~14

表 1 两组Ⅲ期无神经症状 Kümmell 病患者术前临床资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative clinical data of Kümmell patients without neurologic symptoms between two groups

组别	例数	性别/例		年龄 ($\bar{x} \pm s$)/岁	病程 ($\bar{x} \pm s$)/月	BMI($\bar{x} \pm s$)/ (kg·m ⁻²)	骨密度 T 值 ($\bar{x} \pm s$)	伤椎分布/例							
		男	女					T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	L ₁	L ₂	
PKP 组	18	7	11	66.2±5.5	7.33±1.78	19.53±2.35	-3.08±0.46	1	1	2	4	4	4	2	
强化钉组	22	8	14	68.5±3.8	7.86±2.73	19.05±2.18	-3.18±0.54	0	3	2	4	6	4	3	
检验值		$\chi^2=0.03$		<i>t</i> =1.56	<i>t</i> =0.71	<i>t</i> =0.67	<i>t</i> =0.65	Z=0.097							
<i>P</i> 值		0.87		0.13	0.48	0.51	0.52	0.923							

(11.97±0.96)个月,强化钉组随访时间 10~14(12.05±1.09)个月,两组比较差异无统计学意义($t=0.22, P=0.83$)。

2.1 两组并发症比较

PKP 组 2 例发生骨水泥渗漏,1 例发生邻椎再骨折;强化钉组 2 例发生骨水泥渗漏,1 例发生切口脂肪液化;两组比较差异无统计学意义($\chi^2=0.071, P>0.05$)。

2.2 两组影像学指标比较

两组术前 Cobb 角比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$), 两组术后 3 d 和 12 个月 Cobb 角均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),强化钉组术后 3 d 和 12 个月 Cobb 角优于 PKP 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。两组术前伤椎前缘高度比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$);两组术后 3 d 和 12 个月伤椎前缘高度均较术前明显增加, 差异有统计学意义($P<0.05$);强化钉组术后 3 d 和 12 个月伤椎前缘高度优于 PKP 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3 两组不同时间 VAS 和 ODI 比较

两组术前 VAS、ODI 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。两组术后 12 个月 VAS 和 ODI 较术前明显降低,差异有统计学意义($P<0.05$);术后 12 个月,两组 VAS 比较差异无统计学意义($P>0.05$),但强化钉组术后 12 个月 ODI 优于 PKP 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。典型病例图片见图 1、图 2。

3 讨论

3.1 Kümmell 病治疗方法的选择

Kümmell 病很难通过长期卧床或用支具治疗等保守治疗治愈^[1],病情进展导致瘫痪^[18]。对于 I、II 期 Kümmell 病,患椎后壁往往完整,采用椎体成形术有着良好的临床疗效,而对于 III 期 Kümmell 病,不仅存在后凸畸形,伤椎后壁往往也不完整,发生骨水泥渗漏的风险大大增高^[19-21],注入的骨水泥量往往

不足,其治疗方式仍存在一定的争议。采用传统的前路伤椎切除钛网支撑或经后路伤椎截骨矫形术来矫正后凸畸形,其手术创伤较大,同时伴随手术时间长、出血多,对于老年患者手术难以耐受。对于 III 期无神经症状 Kümmell 病患者,治疗的主要目的是复位骨折,矫正脊柱后凸,稳定脊柱生理曲线。

3.2 骨水泥强化椎弓根螺钉内固定联合伤椎 PKP 技术优势

(1)PKP 具有较低的骨水泥渗漏。III 期无神经症状 Kümmell 病不仅存在后凸畸形,伤椎后壁往往不完整。若仅钉棒内固定,缺少伤椎 PKP 填充,导致病椎缺少支撑,影响整体稳定性;若仅实行单纯的 PKP 手术,得到较满意的复位和矫正需要填充大量的骨水泥,同时带来骨水泥渗漏的风险也大大增高。潘丹^[9]等认为 Kümmell 病患者行椎体强化术后发生骨水泥渗漏的独立危险因素有 Kümmell 病分期、手术方式、骨水泥注入量、伤椎体终板及后壁不完整。有学者^[19]针对 Kümmell 病骨水泥渗漏的问题尝试采用明胶海绵置入椎体前壁处预防骨水泥渗漏的方法减少渗漏。本研究骨水泥总体渗漏 PKP 组 2 例,强化钉组 2 例,两组间无明显差异,可能与经球囊撑开后减少了推注压力,术中采用骨水泥分次推注及推注速度缓慢有关。

(2)骨水泥强化增加椎弓根螺钉固定的稳定性。III 期无神经症状 Kümmell 病患者往往存在严重的骨质疏松症,传统的椎弓根螺钉置入往往出现较高的松动率,椎体骨水泥强化可以增强骨质疏松患者脊柱内固定术后螺钉的抗拔出力和稳定性,降低椎弓根螺钉松动、拔出、切割的风险,是一种安全有效且可行的治疗方法。FRANSEN^[22]通过注射水泥增加椎弓根螺钉在骨质疏松脊柱中的锚定,这种技术不仅产生了椎体成形术般的效果,加强了椎体,而且还提供了螺钉立即锚定所提供的额外稳定性,最终减少内固定失败的风险。KIM 等^[23]研究发现经骨水泥强

表 2 两组 III 期无神经症状 Kümmell 病患者手术前后不同时间点 Cobb 角及伤椎高度比较

Tab.2 Comparison of Cobb angle and height of the injured vertebra of Kümmell patients without neurologic symptoms between two groups before and after operation

组别	例数	Cobb 角 ($\bar{x}\pm s$)/°			伤椎前缘高度 ($\bar{x}\pm s$)/mm		
		术前	术后 3 d	术后 12 个月	术前	术后 3 d	术后 12 个月
PKP 组	18	26.36±2.61	18.88±1.89 ^{a1}	23.28±1.90 ^{a2}	7.60±1.11	18.61±2.16 ^{a3}	15.93±1.34 ^{a4}
强化钉组	22	27.32±2.02	7.34±2.26 ^{b1}	18.86±1.96 ^{b2}	8.04±1.15	25.28±1.33 ^{b3}	19.62±2.22 ^{b4}
<i>t</i> 值		1.32	17.28	7.18	1.22	11.99	6.16
<i>P</i> 值		0.19	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00

注:Cobb 角, $F_{组间}=92.87, P<0.001; F_{时间}=688.37, P<0.001; F_{交互}=142.75, P<0.001$; 伤椎前缘高度, $F_{组间}=107.50, P<0.001; F_{时间}=845.21, P<0.001; F_{交互}=45.47, P<0.001$ 。与术前比较,^{a1} $t=17.69, P<0.05$; ^{a2} $t=6.17, P<0.05$; ^{a3} $t=17.11, P<0.05$; ^{a4} $t=17.39, P<0.05$; ^{b1} $t=36.07, P<0.05$; ^{b2} $t=16.76, P<0.05$; ^{b3} $t=39.41, P<0.05$; ^{b4} $t=18.52, P<0.05$ 。

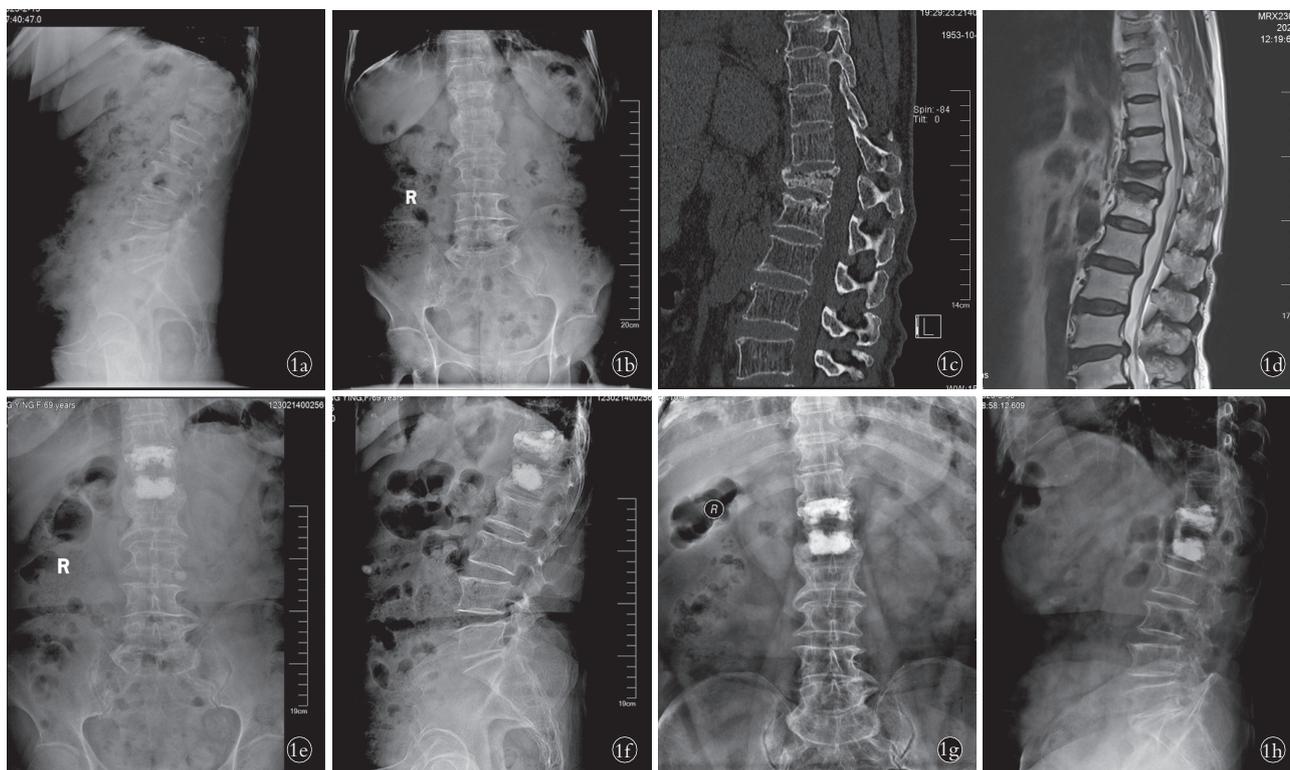


图 1 患者,女,70岁,T₁₂、L₁椎体压缩性骨折,T₁₂椎体 Kümmell 病,行 PKP 治疗 **1a,1b.** 术前正侧位 X 线片示 T₁₂ 压缩 1/2 **1c.** 术前 CT 矢状位示 T₁₂ 椎体内空隙征,椎体后缘破裂 **1d.** 术前 MRI 矢状位示椎管未见明显受压 **1e,1f.** 术后 3 d 正侧位 X 线片示骨水泥填充椎体 **1g,1h.** 术后 12 个月正侧位 X 线片示骨水泥在位,伤椎高度略有下降

Fig.1 Patient, female, 70-year-old, compression fractures of T₁₂ and L₁ vertebrae and Kümmell disease of T₁₂, treated with PKP **1a,1b.** Preoperative AP and lateral X-ray films showed compression of T₁₂ for 1/2 **1c.** Preoperative CT on sagittal view showed space in T₁₂ vertebrae with posterior margin rupture **1d.** Preoperative MRI on sagittal view showed no obvious compression of spinal canal **1e,1f.** Postoperative AP and lateral X-ray films at 3 days showed vertebral body filled with bone cement **1g,1h.** Postoperative AP and lateral X-ray films at 12 months showed bone cement was on place and the height of the injured vertebra decreased slightly

表 3 两组Ⅲ期无神经症状 Kümmell 病患者手术前后 VAS 及 ODI 评分比较

Tab.3 Comparison of VAS and ODI of Kümmell patients without neurologic symptoms between two groups before and after operation

组别	例数	VAS($\bar{x}\pm s$)/分		ODI($\bar{x}\pm s$)/%	
		术前	术后 12 个月	术前	术后 12 个月
PKP 组	18	6.89±0.76	2.00±0.69 ^{a1}	36.33±3.40	13.44±4.02 ^{a2}
强化钉组	22	7.23±0.75	1.91±0.61 ^{a1}	37.09±3.73	10.18±4.26 ^{a2}
<i>t</i> 值		1.41	0.44	0.67	2.47
<i>P</i> 值		0.16	0.66	0.51	0.02

注:与术前比较,^{a1}*t*=19.23,*P*<0.05;^{a2}*t*=17.40,*P*<0.05;^{b1}*t*=25.08,*P*<0.05;^{b2}*t*=30.92,*P*<0.05。

化后螺钉松动率(7.3%)较未经骨水泥强化的松动率(50.0%)明显下降。本研究强化钉组术后 3 d 和 12 个月伤椎前缘高度及 Cobb 角均比术前明显改善,随访未出现螺钉松动,表明骨水泥强化增强了椎弓根螺钉稳定性,从而使伤椎得到更好的复位和维持。

(3)钉棒内固定联合 PKP 对 Kümmell 病后凸畸形有更好的矫正。钉棒系统不仅有固定功能外,还有器械复位功能。本研究强化钉组采用六钉两棒模式固定,伤椎使用短钉穿入椎弓根,可使胸腰椎骨折复位良好并增加术后稳定性^[24],有助于椎体高度及矫形效果的维持。同时,联合伤椎 PKP 技术,不仅骨水泥可以维持患椎椎体高度,恢复其内部结构,从而避免“蛋壳现象”,可进一步纠正后凸畸形和稳定脊柱生理曲线。强化钉组术后即刻矫正的 Cobb 角及恢复的伤椎前缘高度优于单纯 PKP 组,术后 1 年随访这 2 项指标仍优于 PKP 组。ODI 方面,强化钉组更好,考虑主要由于骨水泥强化螺钉内固定的应用,使伤椎得到更好的复位和维持,减少伤椎的塌陷,其中骨水泥强化技术增强了螺钉的抗拔出,从而进一步提高内固定稳定性。

3.3 本研究不足

本研究随访过程中缺少对骨密度的追踪与比较,也缺乏观察患者骨代谢指标情况,尚需要大样本量、长期随访的研究做进一步的支持。同时,本研究

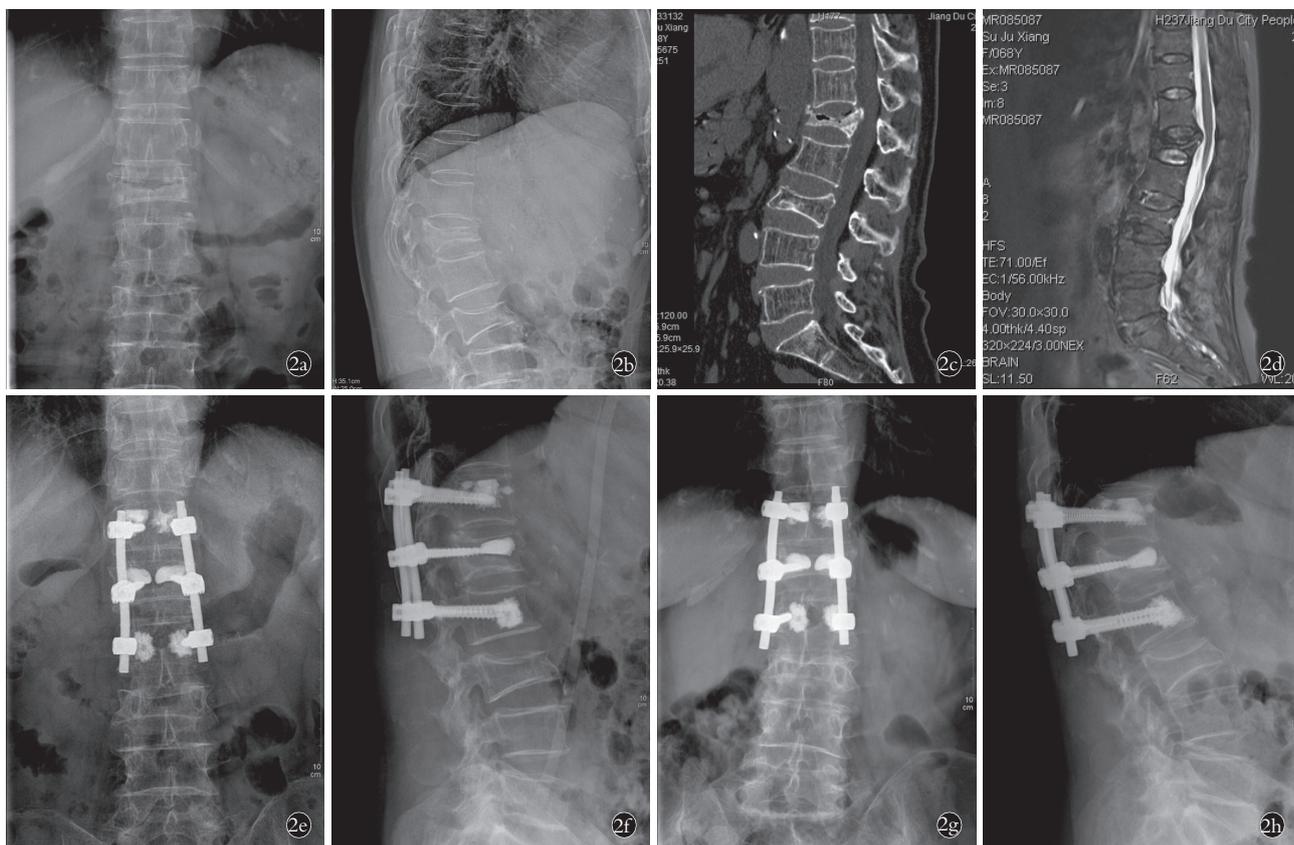


图 2 患者,女,68岁, L_1 压缩性骨折,Ⅲ期无神经症状 Kümmell 病,行骨水泥强化椎弓根螺钉内固定联合患椎后凸成形术治疗 2a,2b. 术前正侧位 X 线片示 L_1 压缩性骨折,椎体压缩 3/4 2c. 术前 CT 矢状位示 L_1 椎体内空隙征,后凸畸形,椎管稍狭窄 2d. 术前 MRI 矢状位示椎管稍受压 2e,2f. 术后 3 d 正侧位 X 线片示 L_1 椎体前缘高度上升,Cobb 角减小 2g,2h. 术后 12 个月正侧位 X 线片示伤椎前缘高度略有减少

Fig.2 Patient,female,68-year-old,compression fracture of L_1 without neurological symptoms of stage III Kümmell's disease,treated with cement-enhanced pedicle screw internal fixation combined with kyphoplasty 2a,2b. Preoperative AP and lateral X-ray films showed compression fracture of L_1 , with vertebral compression of 3/4 2c. Preoperative CT on sagittal view showed interspace sign in L_1 vertebral body,kyphosis deformity,and slight stenosis of the spinal canal 2d. Preoperative MRI on sagittal view showed slightly compressed spinal canal 2e,2f. Postoperative lateral X-ray at 3 days showed increase in the height of the anterior edge of the lumbar vertebral body and a decrease in Cobb angle 2g,2h. Postoperative AP and lateral X-ray films at 12 months showed a slight decrease in the height of the anterior edge of lumbar spine

缺乏生物力学相关数据支持,下一步将完善体外建模型生物力学测定。

综上,PKP 与骨水泥强化钉联合患椎 PKP 两种术式治疗Ⅲ期无神经症状 Kümmell 病均可改善脊柱后凸畸形及术后功能,缓解背部疼痛。骨水泥强化钉内固定技术的应用更能提供一个稳定的支撑,功能恢复更明显,伤椎再塌陷风险更低,能够更好地维持脊柱长期的稳定性,具有一定的临床应用前景。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] KO M J,LEE B J. Kümmell's disease is becoming increasingly important in an aging society:a review[J]. Korean J Neurotrauma, 2023,19(1):32-41.
- [2] 赵吉鹏,孙传,向学强,等. 骨水泥强化椎弓根螺钉联合椎体成形术治疗Ⅲ型 Kümmell 病[J]. 中国骨伤,2021,34(2):170-174.
- [3] ZHAO J P,SUN C,XIANG X Q,et al. Cement-augmented pedicle screw combined with vertebroplasty for the treatment of Kümmell's disease with type III[J]. China J Orthop Traumatol,2021,34(2):170-174. Chinese.
- [4] GAN D H,FANG M Z,XUE H P,et al. Clinical observations of Kümmell disease treatment through percutaneous fixation combined with vertebroplasty[J]. Orthop Surg,2021,13(5):1505-1512.
- [5] 张芸,王磊,高观,等. Kümmell 病不同时期骨组织形态与骨代谢标志物变化[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2021,14(5):486-494.
- [6] ZHANG Y,WANG L,GAO G,et al. Changes of bone tissue morphology and bone metabolism markers in Kümmell disease at different periods[J]. Chin J Osteop Bone Mineral Salt Dis,2021,14(5):486-494. Chinese.
- [7] MALGHEM J,MALDAGUE B,LABAISSSE M A,et al. Intravertebral vacuum cleft:changes in content after supine positioning[J]. Radiology,1993,187(2):483-487.
- [8] LI K C,LI A F,HSIEH C H,et al. Another option to treat Kümmell's disease with cord compression[J]. Eur Spine J,2007,16(9):1479-1487.

- [7] PAN D, CHEN D Y. Comparison of unipedicular and bipedicular percutaneous kyphoplasty for Kümmell's disease[J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2022, 13: 21514593221099264.
- [8] LAREDO J D. Expert's comment concerning Grand Rounds case entitled "Kümmell's disease: delayed post-traumatic osteonecrosis of the vertebral body" (by R. Ma, R. Chow, F. H. Shen) [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(7): 1071-1072.
- [9] 潘丹, 黄庆华, 欧阳晓杰, 等. Kümmell 病行椎体强化术后发生骨水泥渗漏的危险因素[J]. *临床骨科杂志*, 2021, 24(4): 477-481.
- PAN D, HUANG Q H, OUYANG X J, et al. Risk factors of bone cement leakage following vertebral augmentation for patients with Kümmell disease [J]. *J Clin Orthop*, 2021, 24(4): 477-481. Chinese.
- [10] D'ORIO S, DELVECCHIO C, DIBENEDETTO M, et al. Case report of Kümmell's disease with delayed onset myelopathy and the literature review [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28(2): 309-316.
- [11] 陈佳汝, 曾胜, 肖超. 不同椎体成形术对骨质疏松性椎体骨折相邻椎体再发骨折的影响[J]. *实用临床医药杂志*, 2021, 25(9): 29-31.
- CHEN J R, ZENG S, XIAO C. Effects of different vertebroplasty on refracture of adjacent vertebral bodies in patients with osteoporotic vertebral fractures [J]. *J Clin Med Pract*, 2021, 25(9): 29-31. Chinese.
- [12] PARK S J, KIM H S, LEE S K, et al. Bone cement-augmented percutaneous short segment fixation: an effective treatment for Kümmell's disease [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(1): 54-59.
- [13] 李伟, 楼宇梁, 全仁夫. 脊柱后路 PSO 截骨长节段固定治疗 Kümmell 病伴脊柱后凸的临床疗效[J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2019, 5(1): 33-38.
- LI W, LOU Y L, QUAN R F. The treatment evaluation for osteoporotic Kümmell disease with kyphosis by posterior spine osteotomy long segment fixation [J]. *Chin J Geriatr Orthop Rehabil Electron Ed*, 2019, 5(1): 33-38. Chinese.
- [14] 竺军高, 万双林, 宁磊, 等. 长节段椎弓根螺钉复位内固定联合椎体后凸成形术治疗 III 期可复型 Kümmell 病的临床效果[J]. *中华外科杂志*, 2022, 60(3): 230-236.
- ZHU J G, WAN S L, NING L, et al. Efficacy observation of long-segment pedicle screw reduction and internal fixation combined with kyphoplasty in the treatment of stage III reducible Kümmell disease [J]. *Chin J Surg*, 2022, 60(3): 230-236. Chinese.
- [15] 曲弋, 俞兴, 王逢贤, 等. 可灌注骨水泥螺钉在伴有骨质疏松的腰椎退行性疾病中的应用[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(10): 928-932.
- QU Y, YU X, WANG F X, et al. Application of perfusion bone cement screw in lumbar degenerative disease with osteoporosis [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2019, 32(10): 928-932. Chinese.
- [16] 秦文, 陆文江, 叶静, 等. 后路手术对脊柱胸腰段骨折患者椎体前缘高度比、椎体后缘高度及 VAS 评分的影响[J]. *广东医学*, 2017, 38(S2): 85-86.
- QIN W, LU W J, YE J, et al. Effects of posterior approach surgery on the ratio of anterior vertebral height, posterior vertebral height and VAS score in patients with thoracolumbar fractures [J]. *Guangdong Med J*, 2017, 38(S2): 85-86. Chinese.
- [17] 刘绮, 表明泉, 肖灵君, 等. 中文版 Oswestry 功能障碍指数评定慢性腰痛患者的反应度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2010, 25(7): 621-624.
- LIU Q, MAI M Q, XIAO L J, et al. Responsiveness of Chinese version of Oswestry disability index in subjects with chronic low back pain [J]. *Chin J Rehabil Med*, 2010, 25(7): 621-624. Chinese.
- [18] YU W B, LIANG D, YAO Z S, et al. The therapeutic effect of intravertebral vacuum cleft with osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Surg*, 2017, 40: 17-23.
- [19] 张树良, 徐彬, 劳杨骏, 等. 明胶海绵在经皮椎体后凸成形术中预防 Kümmell 病椎体前壁骨水泥渗漏的临床观察[J]. *中国骨伤*, 2021, 34(8): 738-742.
- ZHANG S L, XU B, LAO Y J, et al. Clinical observation of gelfoam in preventing cement leakage via the anterior vertebral wall in Kümmell's patients treated with percutaneous kyphoplasty [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2021, 34(8): 738-742. Chinese.
- [20] LV N N, HOU M Z, ZHOU Z Z, et al. Does the relationship between bone cement and the intravertebral cleft of Kümmell disease affect the efficacy of PKP [J]. *World Neurosurg*, 2022, 160: e430-e435.
- [21] 张建乔, 周晓, 陆惠根, 等. 机器人辅助下骨水泥强化椎弓根螺钉固定治疗 II - III 期 Kümmell 病 [J]. *中国骨伤*, 2023, 36(5): 465-472.
- ZHANG J Q, ZHOU X, LU H G, et al. Treatment of stage II - III Kümmell disease with robot-assisted bone cement-augmented pedicle screw fixation [J]. *China J Orthop Trauma*, 2023, 36(5): 465-472. Chinese.
- [22] FRANSEN P. Increasing pedicle screw anchoring in the osteoporotic spine by cement injection through the implant. Technical note and report of three cases [J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 7(3): 366-369.
- [23] KIM J H, AHN D K, SHIN W S, et al. Clinical effects and complications of pedicle screw augmentation with bone cement: comparison of fenestrated screw augmentation and vertebroplasty augmentation [J]. *Clin Orthop Surg*, 2020, 12(2): 194-199.
- [24] 曾忠友, 张建乔, 金才益, 等. 经伤椎置钉椎弓根螺钉系统固定治疗胸腰椎骨折 2 年以上随访结果 [J]. *中国骨伤*, 2012, 25(2): 128-132.
- ZENG Z Y, ZHANG J Q, JIN C Y, et al. Surgical treatment of thoracolumbar fractures using pedicle screws fixation at the level of the fracture: results for following up more than 2 years [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2012, 25(2): 128-132. Chinese.

(收稿日期: 2024-02-08 本文编辑: 李宜)