

· 临床论著 ·

开放获取

经皮椎体成形联合增强椎弓钉治疗 III 期 Kummell 病[△]

钟炯彪, 孟旭东, 许胤, 李佳福, 杨帆, 彭佳睿, 袁野, 王佩珊

(湖南师范大学岳阳市人民医院脊柱外科, 湖南岳阳 414000)

摘要: [目的] 评价经皮椎体成形 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 联合增强椎弓钉 (augmented pedicle screw, APS) 治疗 III 期 Kummell 病的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2019 年 3 月—2021 年 8 月本院手术治疗无神经症状 III 期 Kummell 病 76 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 32 例采用单纯 PVP (PVP 组), 21 例采用 PVP-椎弓钉 (pedicle screw, PS) (PVP-PS 组), 23 例采用 PVP-增强椎弓钉 (PVP-APS 组), 比较三组患者围术期、随访和影像资料。[结果] PVP 组在手术时间、术中透视次数、穿刺调整次数、骨水泥注入量、术中出血量、下地行走时间、住院时间均显著少于 PVP-PS 组和 PVP-APS 组 ($P<0.05$)。随访时间均超过 1 年, 随时间推移, 三组 VAS、ODI 评分均显著减少 ($P<0.05$); 末次随访时, PVP-PS 组和 PVP-APS 组的 VAS [(2.7±0.6) vs (2.4±0.6) vs (3.3±0.4), $P<0.001$] 以及 ODI 评分 [(22.6±4.3) vs (25.0±4.8) vs (30.1±5.8), $P<0.001$] 均显著优于 PVP 组。影像方面, 末次随访时, PVP-PS 组和 PVP-APS 组的矢状面指数 (sagittal index, SI) [(88.4±3.6)% vs (93.2±3.7)% vs (46.2±3.6)%], $P<0.001$ 、局部后凸 Cobb 角 [(17.6±4.2)° vs (10.7±3.5)° vs (27.6±4.6)°, $P<0.001$] 以及椎管狭窄率 [(14.4±3.6)% vs (9.1±3.2)% vs (25.2±4.8)%], $P<0.001$] 显著优于 PVP 组, 且 PVP-APS 组显著优于 PVP-PS 组 ($P<0.05$)。[结论] 采取经皮骨水泥螺钉短节段固定联合病椎 PVP 术治疗无神经症状 III 期 Kummell 病, 能有效恢复病椎高度、矫正后凸畸形、改善椎管狭窄, 短期临床疗效满意, 长期疗效仍待随访观察。

关键词: Kummell 病, 经皮椎体成形术, 经皮椎弓根螺钉, 骨水泥强化

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 19-1740-07

Percutaneous vertebroplasty combined with augmented pedicle screw for stage III Kummell disease // ZHONG Jiong-biao, MENG Xu-dong, XU Yin, LI Jia-fu, YANG Fan, PENG Jia-rui, YUAN Ye, WANG Pei-shan. Department of Spine Surgery, People's Hospital of Yueyang City, Hunan Normal University, Yueyang 414000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of percutaneous vertebroplasty (PVP) combined with augmented pedicle screw (APS) for stage III Kummell disease. [Methods] A retrospective analysis was performed on 76 patients who underwent surgical treatment for stage III Kummell disease without neurological symptoms during March 2019 to August 2021 in our hospital. According to doctor-patient communication, 32 cases were treated with simple PVP (the PVP group), 21 cases underwent PVP combined pedicle screw (the PVP-PS group), and 23 cases received PVP combined with augmented pedicle screw (the PVP-APS group). Perioperative, follow-up and imaging data of the three groups were compared. [Results] The PVP group was significantly less than the PVP-PS and PVP-APS groups in terms of operative time, intraoperative fluoroscopy times, puncture adjustment times, bone cement injection amount, intraoperative blood loss, walking time and hospital stay ($P<0.05$). As time went during the follow-up period lasted for more than 1 year, the VAS and ODI scores significantly decreased in all the 3 groups ($P<0.05$). At the last follow-up, PVP-PS and PVP-APS groups proved significantly superior to the PVP group in terms of VAS [(2.7±0.6) vs (2.4±0.6) vs (3.3±0.4), $P<0.001$] and ODI scores [(22.6±4.3) vs (25.0±4.8) vs (30.1±5.8), $P<0.001$]. As for imaging, the PVP-PS and PVP-APS groups were significantly better than the PVP group in terms of sagittal index (SI) [(88.4±3.6)% vs (93.2±3.7)% vs (46.2±3.6)%], $P<0.001$, local kyphotic Cobb angle [(17.6±4.2)° vs (10.7±3.5)° vs (27.6±4.6)°, $P<0.001$], and spinal stenosis rate [(14.4±3.6)% vs (9.1±3.2)% vs (25.2±4.8)%], $P<0.001$. Moreover, the PVP-APS group was significantly better than PVP-PS group regarding abovesaid parameters ($P<0.05$). [Conclusion] The PVP-APS do effectively restore the height of the diseased vertebra, correct kyphotic deformity and improve spinal stenosis, and achieve satisfactory short-term clinical outcome for stage III Kummell's disease without neurological symptoms, while the long-term efficacy remains to be followed up further.

Key words: Kummell's disease, percutaneous vertebroplasty, percutaneous pedicle screws, bone cement augmentation

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100784

△基金项目:湖南省自然科学基金药联合项目(编号:2020JJ9054);湖南省卫生健康委科研课题项目(编号:202104071123);岳阳市科技基础研究指导性计划项目(编号:202012)

作者简介:钟炯彪,主任医师,研究方向:脊柱外科,(电子信箱)zhongjiongbiao@126.com

随着人口老龄化的加剧及诊疗水平的提升, Kummell 病越来越常见。由于病椎椎体塌陷, 椎体内存在骨缺血坏死及骨不愈合, 因此临床表现为顽固性腰背部疼痛, 病情进展可出现脊柱后凸畸形及下肢神经症状^[1, 2], 严重影响患者的日常生活。Li 等^[3]根据 MRI 对 Kummell 病作了如下分期, I 期: 椎体塌陷高度 $\leq 20\%$, 无邻近椎间盘退行性改变; II 期: 椎体塌陷高度 $>20\%$, 常出现邻近椎间盘退行性改变; III 期: 椎体后方皮质破裂伴脊髓压迫, 无论其有无神经症状。Kummell 病保守治疗效果通常不佳^[4], 手术治疗能缓解疼痛, 利于患者早期下床活动并提高生活质量^[5]。对于 I、II 期 Kummell 病, 大部分学者在治疗方案上会选择经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 或经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP)^[6], 因其能够快速缓解疼痛、即刻恢复力学支撑而被广泛应用^[7, 8]。然而 III 期 Kummell 病因其特殊的病理变化及临床表现, 手术方式选择存在较大分歧, 尤其是对于无神经症状型 III 期 Kummell 病的报道更少。本研究旨在比较三种手术方式治疗无神经症状 III 期 Kummell 病患者的临床疗效, 为该型 Kummell 病的治疗方式选择提供参考。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 顽固性胸、腰背部疼痛; (2) 符合单节段 III 期 Kummell 病的诊断标准, 椎体前中柱压缩 $>20\%$, 出现“真空裂隙征”; (3) 无明显下肢神经症状; (4) T 值 ≤ -2.5 SD。

排除标准: (1) 脊柱感染、脊柱肿瘤、先天性脊柱畸形、强直性脊柱炎; (2) 既往有脊柱手术史; (3) 伴随严重的合并症而无法耐受手术。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 3 月—2021 年 8 月湖南师范大学附属岳阳医院脊柱外科收治的 76 例无神经症状 III 期 Kummell 病患者的临床资料。按照医患沟通结果将其分为三组, 32 例采用单纯 PVP (PVP 组), 21 例采用 PVP-椎弓钉 (pedicle screw, PS) (PVP-PS 组), 23 例采用 PVP-增强椎弓钉 (augmented pedicle screw, APS) (PVP-APS 组)。三组患者一般资料见表 1, 三组患者在年龄、性别、BMI、病程、损伤节段比较的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会审批, 所有患者均知情同意。

表 1. 三组患者一般资料比较
Table 1. Comparison of general data among the three groups

指标	PVP 组 (n=32)	PVP-PS 组 (n=21)	PVP-APS 组 (n=23)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	79.2 \pm 4.1	78.4 \pm 5.3	80.6 \pm 3.8	0.155
性别 (例, 男/女)	12/20	7/14	8/15	0.712
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.5 \pm 2.9	26.5 \pm 3.2	26.3 \pm 2.9	0.414
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	3.2 \pm 2.6	2.8 \pm 1.9	3.5 \pm 2.3	0.420
损伤节段 (例, 中胸椎/下胸椎/腰椎)	2/15/15	3/7/11	3/9/11	0.799

1.3 手术方法

PVP 组: 俯卧位, 术区消毒铺巾, 2%利多卡因局部麻醉, C 形臂 X 线机透视体表定位病椎水平, 行经皮单侧病椎椎弓根穿刺, 使穿刺针 (山东冠龙) 最终位于 X 线正位近椎体中线, 侧位位于中前 1/3。确认穿刺位置满意后, 调制骨水泥 PMMA, 于拉丝期将骨水泥缓慢注入椎体裂隙。观察骨水泥弥散情况, 填充满意后拔出穿刺针。

PVP-PS 组: 全身麻醉, 俯卧位, 术区消毒铺巾。C 形臂 X 线机透视定位病椎上下椎体双侧椎弓根, 穿刺针经皮椎弓根穿刺, 位置满意后取出针芯并插入导丝, 纵行切开皮肤约 2 cm, 扩张管逐级扩张, 随后在导丝的引导下置入椎弓根螺钉。螺钉位置

满意后, 选取合适长度连接棒预弯, 连接螺钉并拧紧螺帽固定, 通过连接棒的弧度锁定螺钉以复位病椎。病椎复位后, 采用 PVP 组同样的病椎 PVP 术, 经单侧椎弓根穿刺向病椎内注入骨水泥强化。最后拔出穿刺针, 折去螺钉尾翼, 清洗切口缝合。

PVP-APS 组: 全身麻醉, 俯卧位, 术区消毒铺巾。同 PVP-PS 组方法于病椎上下椎体行双侧经皮椎弓根螺钉置入。螺钉位置满意后, 在 C 形臂 X 线机透视引导下, 使用骨水泥注入器及推杆, 将调制好的骨水泥沿椎弓根螺钉尾端注入, 使其沿螺钉前端的中空出口及侧孔弥散至螺钉周围, 透视见骨水泥弥散满意后, 等待骨水泥凝固, 将预弯好的合适长度连接棒连接螺钉, 拧紧螺帽固定, 通过连接棒的弧度锁定螺

钉以复位病椎。病椎复位后，采用 PVP 组同样的病椎 PVP 术，经单侧椎弓根穿刺向病椎内注入骨水泥强化。最后拔出穿刺针，折去螺钉尾翼，清洗切口缝合。

1.4 评价指标

记录围术期指标，包括手术时间、术中透视次数、穿刺调整次数、病椎骨水泥注入量、术中失血量、骨水泥渗漏、下地行走时间、术后住院时间、早期并发症（切口感染、深静脉血栓及肺栓塞）发生情况。采用完全负重活动时间、视觉疼痛模拟评分（visual analogue scale, VAS）、Oswestry 功能障碍指数（Oswestry Disability Index, ODI）及晚期并发症（内固定衰竭）发生情况评价临床效果。行影像学检查，计算病椎矢状位指数（sagittal index, SI），即病椎前缘高度/病椎后缘高度；测量局部后凸 Cobb 角和椎管狭窄率。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件对数据进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示；资料呈正态分布时，组间比较采用单因素方差分析，组内比较采用重复测量方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料的对比采

用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料采用 Kruskal-Wallis H 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 围术期情况

所有患者均顺利完成手术，术中均未发生神经损伤等严重并发症。三组患者围术期指标详见表 2。PVP 组患者在手术时间、术中透视次数、穿刺调整次数、骨水泥注入量、术中出血量、下地行走时间、术后住院时间方面均显著少于 PVP-PS 组及 PVP-APS 组 ($P < 0.05$)；PVP-PS 组手术时间及术中透视次数显著少于 PVP-APS 组 ($P < 0.05$)，而 PVP-PS 组与 PVP-APS 组在术中出血量、穿刺调整次数、骨水泥注入量、下地行走时间、术后住院时间方面的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。三组间骨水泥渗漏率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，其中 PVP 组有 1 例椎管内渗漏，所有渗漏患者均无神经症状。三组患者术后均未出现切口红肿、感染、肺栓塞及深静脉血栓等并发症。

表 2. 三组患者围手术期资料比较
Table 2. Comparison of perioperative data among the three groups

指标	PVP 组 (n=32)	PVP-PS 组 (n=21)	PVP-APS 组 (n=23)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	32.0 \pm 7.1	105.1 \pm 11.3	132.6 \pm 13.3	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	10.1 \pm 2.9	17.3 \pm 3.0	24.8 \pm 3.5	<0.001
穿刺调整次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	6.4 \pm 2.1	16.3 \pm 3.2	16.6 \pm 3.4	<0.001
病椎骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	5.0 \pm 1.2	6.4 \pm 1.2	6.7 \pm 1.5	<0.001
骨水泥渗漏 [例 (%)]	8.0 (25.0)	4.0 (19.0)	3.0 (13.0)	0.542
术中出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	5.8 \pm 3.8	53.2 \pm 6.1	55.9 \pm 5.8	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	1.8 \pm 0.6	5.6 \pm 1.4	5.3 \pm 1.6	<0.001
术后住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.1 \pm 1.4	8.5 \pm 2.0	8.8 \pm 2.2	<0.001

2.2 随访结果

三组患者随访均达 1 年以上，无失访病例。随访中 PVP 组 2 例 (6.3%) 腰背部疼痛症状再次加重，影像证实 1 例为病椎再骨折，行保守治疗，另 1 例为邻近节段新发骨折，行 PVP 术治疗；PVP-PS 组 4 例术后 1 年发现螺钉移位，患者腰背部疼痛不适，但无下肢神经症状，予以取出内固定。

三组随访结果见表 3。随时间推移，三组 VAS、ODI 评分均显著减少 ($P < 0.05$)；三组患者术前 VAS 评分、ODI 评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 2 个月及末次随访时，PVP-PS 组、PVP-APS 组上述指标均显著优于 PVP 组 ($P < 0.05$)，PVP-PS 组与 PVP-APS 组上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 影像评估

三组影像学结果见表 4，与术前相比，术后 1 个月及末次随访时，PVP 组 SI 值显著改善 ($P < 0.05$)，局部后凸 Cobb 角及椎管狭窄率无显著变化 ($P > 0.05$)；PVP-PS 组、PVP-APS 组 SI 值、局部后凸 Cobb 角及椎管狭窄率均显著改善 ($P < 0.05$)。三组患者术前 SI 值、局部后凸 Cobb 角及椎管狭窄率的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 1 个月及末次随访时，PVP-PS 组、PVP-APS 组 SI 值、局部后凸 Cobb 角及椎管狭窄率显著优于 PVP 组 ($P < 0.05$)。术后 1 个月 PVP-PS 组、PVP-APS 组上述影像指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，末次随访时，PVP-APS 组上述影像指标显著优于 PVP-PS 组 ($P < 0.05$)。典型病例见图 1~3。

表 3. 三组患者随访资料与比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3. Comparison of follow-up documents among the three groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间点	PVP 组 (n=32)	PVP-PS 组 (n=21)	PVP-APS 组 (n=23)	P 值
VAS 评分 (分)	术前	8.1±1.4	8.2±1.3	8.3±1.1	0.791
	术后 1 个月	3.7±1.0	3.0±0.8	2.9±0.8	<0.001
	末次随访	3.3±0.4	2.7±0.6	2.4±0.6	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	68.8±6.3	71.7±6.4	71.1±4.3	0.117
	术后 1 个月	30.2±5.9	22.9±4.5	25.5±5.7	<0.001
	末次随访	30.1±5.8	22.6±4.3	25.0±4.8	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	

表 4. 三组患者影像资料与比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 4. Comparison of radiographical documents among the three groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间点	PVP 组 (n=32)	PVP-PS 组 (n=21)	PVP-APS 组 (n=23)	P 值
SI 值 (%)	术前	37.2±4.1	38.3±3.6	37.5±3.0	0.842
	术后 1 个月	49.7±4.4	92.2±2.8	93.9±2.9	<0.001
	末次随访	46.2±3.6	88.4±3.6	93.2±3.7	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	
局部后凸 Cobb 角 (°)	术前	28.1±5.1	27.3±5.3	27.9±5.7	0.844
	术后 1 个月	27.9±5.3	11.4±3.2	10.0±3.6	<0.001
	末次随访	27.6±4.6	17.6±4.2	10.7±3.5	<0.001
	P 值	0.476	<0.001	<0.001	
椎管狭窄率 (%)	术前	25.5±5.6	24.9±7.2	24.3±6.9	0.779
	术后 1 个月	25.4±5.4	12.0±3.8	10.7±3.7	<0.001
	末次随访	25.2±4.8	14.4±3.6	9.1±3.2	<0.001
	P 值	0.795	<0.001	<0.001	

3 讨论

对于 III 期 Kummell 病, 由于病椎存在较为严重的椎体塌陷及后凸畸形, 椎体成形术并不能有效恢复椎体形态高度^[8], 仅能在病椎现有的裂隙中形成骨水泥填充, 因此注入剂量少, 推注压力高, 易造成骨水泥渗漏。III 期 Kummell 病若采用椎弓根螺钉固定, 通过对塌陷的病椎进行撑开复位, 病椎高度形态恢复的同时, 后凸 Cobb 角亦能得到纠正, 病椎节段的椎管狭窄也能得到一定程度的减轻。然而绝大多数 III 期 Kummell 病患者都合并有严重的骨质疏松, 螺钉置入并撑开锁定后, 能否维持固定状态而不出现螺钉切割、移位、拔钉等情况, 一直以来都是脊柱外科医师要面对的棘手问题。有学者提出采用长节段固定使得螺钉系统具有更强的稳定性, 但长节段内固定手术

创伤更大、手术时间更长, 患者多年老体衰而难以耐受, 并且长节段固定将丧失更多的脊柱运动功能^[9]。对于有神经症状的 III 期 Kummell 病, 由于需要合并减压操作, 目前较为主流的手术方式为长节段内固定减压术; 而对于无神经症状的 III 期 Kummell 病, 多数患者不需要减压步骤, 术者们仍希望通过短节段微创方式解决问题, 此时关于内置物选择、手术节段及病椎处理成为了焦点和难点。为了克服因骨质疏松短节段螺钉衰败而引发的如椎体高度丢失、后凸畸形加重、螺钉移位等问题^[10], 学者们探索了多种处理方法, 包括增加螺钉的直径及长度、采用膨胀螺钉及骨水泥强化螺钉等^[11]。增加螺钉的长度或直径会引起不同程度的并发症^[11], 在临床中鲜有应用。膨胀螺钉的稳定性取决于椎体内骨质对螺钉头侧张开的叶片支撑强度, 而对于重度骨质疏松的患者来说, 此方法稳定螺钉的效果并不理想^[12]。

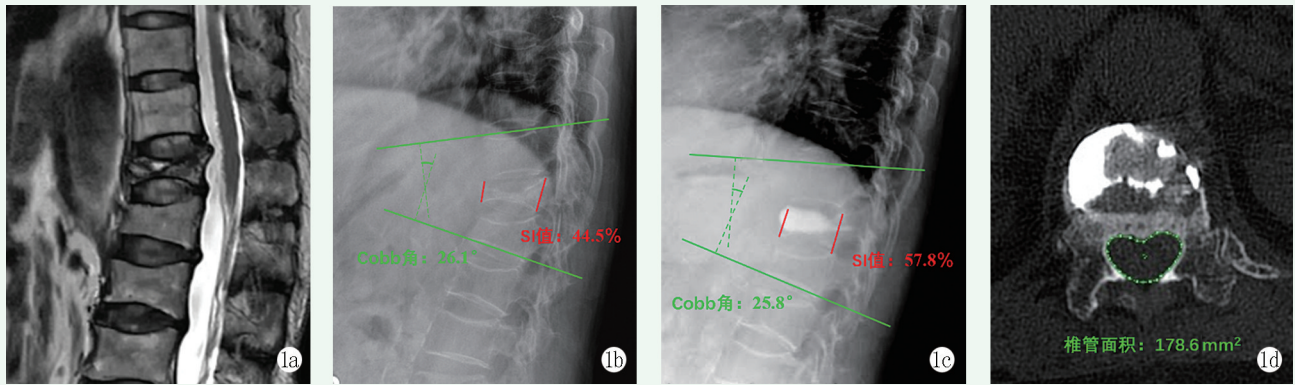


图 1. 患者女性, 76 岁。1a: 术前 MRI 矢状位 T2WI 显示 L₁ 压缩, 椎体内裂隙改变, 后凸畸形并伴有椎管狭窄; 1b: 术前 Cobb 角为 26.1°, SI 为 44.5%; 1c: PVP 术后 1 个月 X 线片示椎体内骨水泥弥散良好, 椎体高度部分恢复, Cobb 角为 25.8°, SI 为 57.8%; 1d: 术后 1 个月椎管面积为 178.6 mm², 狭窄程度较术前无明显变化。

Figure 1. A 76-year-old female. 1a: Preoperative MRI sagittal T2WI showed L₁ compression with fissure, kyphotic deformity and spinal stenosis; 1b: Preoperative Cobb angle of 26.1° and SI of 44.5%; 1c: Radiographs 1 month after PVP showed good diffusion of bone cement in vertebra, partial recovery of vertebral height, with Cobb angle of 25.8°, SI of 57.8%; 1d: The area of the spinal canal was 178.6 mm² one month after surgery, and the degree of stenosis had no significant change compared with that before surgery.

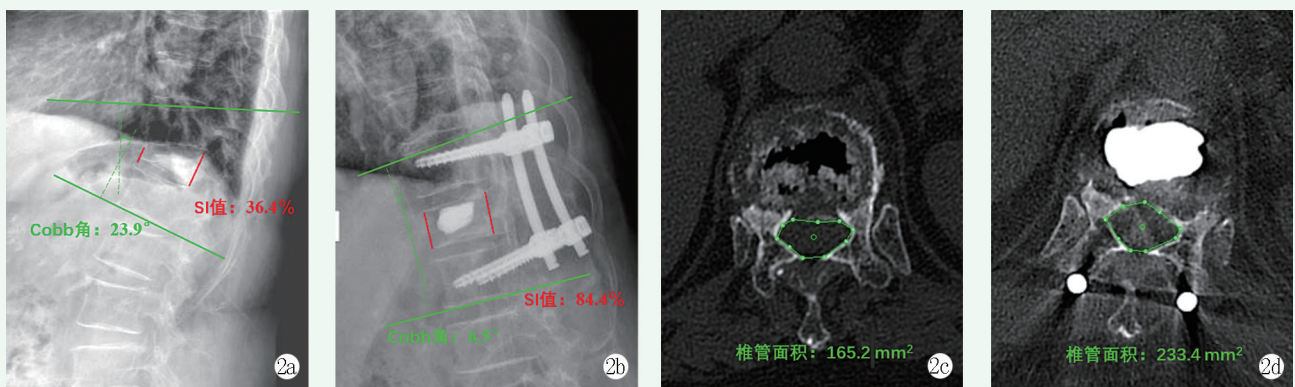


图 2. 患者女性, 79 岁。2a: 术前 X 线片示 T₁₂ 椎体压缩并后凸畸形, Cobb 角为 23.9°, SI 为 36.4%; 2b: PVP+钉术后 1 个月 X 线片示 Cobb 角为 6.5°, SI 为 84.4%; 2c: 术前椎管面积为 165.2 mm²; 2d: 术后 1 个月椎管面积为 233.4 mm²。

Figure 2. A 79-year-old female. 2a: Preoperative X-ray showed compression and kyphosis of T₁₂ vertebrae, with Cobb angle of 23.9°, SI of 36.4%; 2b: Radiographs 1 month after PVP+pedicle screw showed Cobb angle of 6.5° and SI of 84.4%; 2c: Preoperative spinal canal area was 165.2 mm²; 2d: The spinal canal area 1 month after surgery was 233.4 mm².

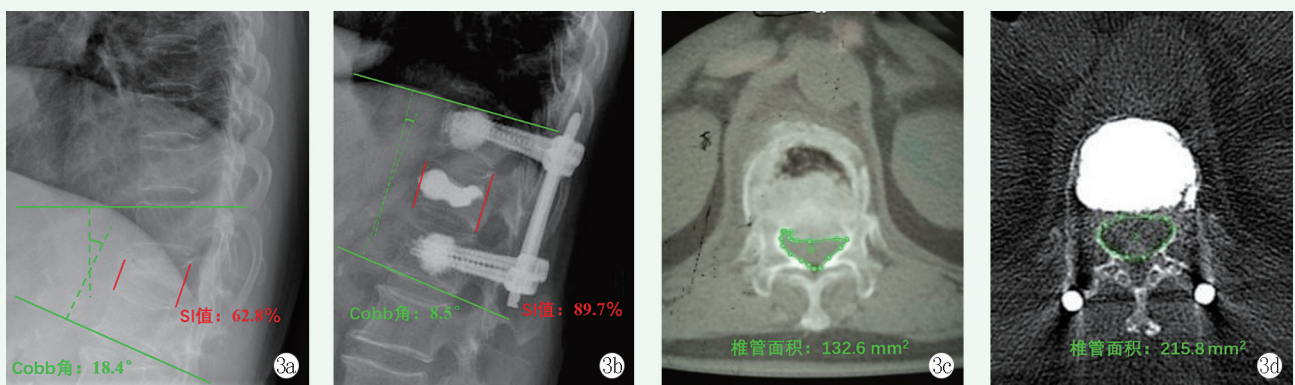


图 3. 患者女性, 83 岁。3a: 术前 X 线片示 T₁₂ 椎体压缩并后凸畸形, Cobb 角为 18.4°, SI 为 62.8%; 3b: PVP+增强钉术后 1 个月 X 线片示后凸畸形矫正满意, Cobb 角为 8.5°, SI 为 89.7%; 3c: 术前椎管面积为 132.6 mm²; 3d: 术后 1 个月椎管面积为 215.8 mm²。

Figure 3. A 83-year-old female. 3a: Preoperative radiographs showed T₁₂ compression and kyphosis with Cobb angle of 18.4° and SI of 62.8%; 3b: X-ray 1 month after PVP+enhanced pedicle screw revealed kyphotic deformity satisfactorily corrected with Cobb angle of 8.5° and SI of 89.7%; 3c: Preoperative spinal canal area was of 132.6 mm²; 3d: The spinal canal area 1 month after surgery was of 215.8 mm².

对此,笔者采用骨水泥强化短节段经皮椎弓根螺钉固定,一方面,螺钉的把持力经骨水泥强化后得到了极大的增强,其对病椎复位的力度,包括病椎形态、局部后凸 Cobb 角、椎管狭窄等的恢复都得到了明显提升;另一方面,骨水泥对螺钉的包绕也增强了其抗拔出力和稳定性^[13],使得病椎复位后内固定状态得以维持。Liu 等^[14]在骨质疏松椎体的研究中对比了骨水泥强化和非强化螺钉,结果显示骨水泥强化螺钉拔出强度得到了2倍增长;Cook 等^[15]研究显示,骨水泥强化比非强化的抗拔出增强了3倍,远期随访也相对增强;Wang 等^[16]应用有限元分析及生物力学测试发现强化的螺钉其轴向拔出明显强于普通螺钉。本研究显示,尽管 PVP 组在手术时间、术中出血量、术后住院时间、下地行走时间及完全负重活动时间方面占有优势,然而 PVP-PS 组及 PVP-APS 组患者术后 VAS 评分、ODI 评分、病椎 SI 值、局部后凸 Cobb 角及椎管狭窄率改善方面均优于 PVP 组。末次随访 PVP-APS 组患者在病椎 SI 值、局部后凸 Cobb 角及椎管狭窄改善的持续性和有效性方面均优于 PVP-PS 组,提示骨水泥强化对于螺钉把持力及内固定系统持久稳定性有明显增强作用。

经椎弓根钉复位后,病椎内会出现“空壳”^[17]样改变,此时若单纯使用螺钉固定而不处理病椎,在长期应力作用下会发生内固定衰败^[18],更有病椎高度丢失、后凸角增大等风险,因此对于病椎的处理仍是不可忽视的重要环节。经病椎置钉可有效分散内固定系统中各螺钉承受的应力,一定程度上巩固手术节段的力学支撑,然而由于病椎内骨坏死或不愈合而导致的“空壳”无法得到解决^[19],因此并不能保证内固定的长期效果。椎体内植骨是处理病椎“空壳”的方法之一,然而在微创条件下植骨操作繁琐,自体骨来源困难,且病椎植骨并不能获得即刻力学支撑及稳定性。此外,Kummell 病的主要病理改变为椎体内缺血性骨坏死^[20],其椎体内血液供应极差,病椎内植骨最终会因融合率低而导致手术失败。笔者采用骨水泥注入病椎,一方面填补了椎体复位后形成的“空壳”并达到即刻力学支撑,另一方面联合骨水泥螺钉,进一步维持复位后的椎体形态和矫正后的 Cobb 角^[21],获得长期的节段稳定性。因此,针对单节段无神经症状 III 期 Kummell 病,骨水泥强化椎弓根螺钉复位联合联合病椎 PVP 术是一种极佳的组合微创术式。

笔者认为经皮骨水泥螺钉短节段固定联合病椎 PVP 治疗单节段无神经症状 III 期 Kummell 病具有以下优点:(1)组合微创术创伤小、并发症少;(2)短

节段固定能复位病椎高度及形态、改善后凸畸形及椎管狭窄,联合病椎 PVP 术达到即刻力学支撑并消除其“张口现象”^[22];(3)螺钉经骨水泥强化后,把持力明显增强,不容易松动移位;(4)可早期下床活动,减少卧床并发症;(5)学习曲线短,易于临床推广应用。

综上所述,采取经皮骨水泥螺钉短节段固定联合病椎 PVP 术治疗单节段无神经症状 III 期 Kummell 病,能有效恢复病椎高度、矫正后凸畸形、改善椎管狭窄,短期临床疗效满意,长期疗效有待随访观察。

参考文献

- [1] Kim YC, Kim YH, Ha KY. Pathomechanism of intravertebral clefts in osteoporotic compression fractures of the spine [J]. *Spine J*, 2014, 14 (4): 659-666. DOI: 10.1016/j.spine.2013.06.106.
- [2] Wang GL, Yang HL, Pan J. Osteoporotic vertebral compression fractures with osteonecrosis treated by kyphoplasty [J]. *Bone*, 2010, 47 (1): S455-S456. DOI: 10.1016/j.bone.2010.09.332.
- [3] Li KC, Li FY, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kümmell's disease with cord compression [J]. *Eur Spine J*, 2007, 27 (9): 1479-1487. DOI: 10.1007/s00586-006-0094-z.
- [4] 刘永强,周纪平. Kümmell 病的临床研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (3): 242-246. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.10.
Liu YQ, Zhou JP. Clinical research progress in Kummell disease [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (3): 242-246. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.10.
- [5] Wu AM, Chi YL, Ni WF. Vertebral compression fracture with intravertebral vacuum cleft sign: pathogenesis, image, and surgical intervention [J]. *Asian Spine J*, 2013, 7 (2): 148-155. DOI: 10.4184/asj.2013.7.2.148.
- [6] 郝晨,关海山. 两种手术方式治疗 IIIa 期 Kummell 病的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (11): 892-897. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.11.06.
Hao C, Guan HS. Comparison of two surgical procedures for stage IIIa Kummell's disease without neurological symptoms [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (11): 892-897. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.11.06.
- [7] 孙育良,熊小明,万霆,等. 单双侧穿刺经皮椎体后凸成形术治疗 Kümmell 病的疗效比较 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31 (9): 1086-1091. DOI: 10.7507/1002-1892.201704055.
Sun YL, Xiong XM, Wan D, et al. Effectiveness comparison between unilateral and bilateral percutaneous kyphoplasty for Kümmell disease [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstruction Surgery*, 2017, 31 (9): 1086-1091. DOI: 10.7507/1002-1892.201704055.
- [8] Xia YH, Chen F, Zhang L, et al. Percutaneous kyphoplasty treatment evaluation for patients with Kümmell disease based on a two-year follow-up [J]. *Exp Ther Med*, 2018, 16 (4): 3617-3622. DOI:

- 10.3892/etm.2018.6628.
- [9] Canbek U, Karapınar L, Imerci A, et al. Posterior fixation of thoracolumbar burst fractures: Is it possible to protect one segment in the lumbar region [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24 (4): 459–465. DOI: 10.1007/s00590-013-1326-7.
- [10] Mclain R, Spurling E, Benson D, et al. Early failure of short segment pedicle instrumentation for thoraco lumbar fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 1993, 7 (2): 162–167. DOI: 10.1097/00005131-199304000-00056.
- [11] 钟世霄, 李维朝. 骨水泥强化椎弓根螺钉在骨质疏松性胸腰椎中的生物力学进展[J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2023, 20 (2): 65–69. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2023.02.014.
Zhong SX, Li WC. Biomechanical progress of augmented pedicle screws with bone cement in the osteoporotic thoracolumbar spine [J]. *Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study*, 2023, 20 (2): 65–69. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2023.02.014.
- [12] 邓轩赓, 熊小明, 万冠, 等. 单节段胸腰椎 III 期 Kummell 病短节段和长节段强化固定的临床比较研究 [J]. *中国骨伤*, 2019, 32 (7): 598–603. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.07.003.
Deng XG, Xiong XM, Wan D, et al. Clinical comparative study of short-segment and long-segment enhanced fixation for single-segment thoracolumbar stage III Kummell's disease [J]. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 2019, 32 (7): 598–603. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.07.003.
- [13] 钟世霄, 陆声, 李维朝. Kummell 病治疗的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (1): 48–52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.09.
Zhong SX, Lu S, Li WC. Advances in the treatment of Kummell's disease [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (1): 48–52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.09.
- [14] Liu D, Wu ZX, Pan XM, et al. Biomechanical comparison of different techniques in primary spinal surgery in osteoporotic cadaveric lumbar vertebrae: expansive pedicle screw versus polymethylmethacrylate-augmented pedicle screw [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, 131 (9): 1227–1232. DOI: 10.1007/s00402-011-1290-9.
- [15] Cook SD, Salkeld SL, Stanley T, et al. Biomechanical study of pedicle screw fixation in severely osteoporotic bone [J]. *Spine J*, 2004, 4 (4): 402–408. DOI: 10.1016/j.spine.2003.11.010.
- [16] Wang W, Baran GR, Garg H, et al. The benefits of cement augmentation of pedicle screw fixation are increased in osteoporotic bone: a finite element analysis [J]. *Spine Deformity*, 2014, 2 (4): 248–259. DOI: 10.1016/j.jspd.2014.03.002.
- [17] 于荣华, 朱晓东, 梁朝革, 等. 不同微创手术方法治疗中老年胸腰椎爆裂性骨折 A3.1 型疗效比较 [J]. *创伤外科杂志*, 2018, 20 (5): 341–345. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2018.05.006.
Yu RH, Zhu XD, Liang CG, et al. Comparison of clinical effect of different minimally invasive surgeries in treatment of type A3.1 thoracolumbar burst fractures of aged patients [J]. *Journal of Traumatic Surgery*, 2018, 20 (5): 341–345. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2018.05.006.
- [18] Guven O, Kocaoglu B, Bezer M, et al. The use of screw at the fracture level in the treatment of thoracolumbar burst fractures [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2009, 22 (6): 417–421. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181870385.
- [19] 胡海刚, 谭伦, 林旭, 等. 胸腰椎骨折复位术后椎体“空壳现象”的相关因素分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27 (3): 242–247. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.03.08.
Hu HG, Tan L, Lin X, et al. Analysis of related factors of vertebral shell phenomenon after thoracolumbar fracture reduction [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2017, 27 (3): 242–247. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.03.08.
- [20] 袁晓峰, 段洪, 闵捷, 等. 椎体后凸成形术治疗 Kummell's 病疗效观察 [J]. *实用骨科杂志*, 2014, 20 (11): 1022–1024. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2014.11.018.
Yuan XF, Duan H, Min J, et al. Observation of the efficacy of kyphoplasty in the treatment of Kummell's disease [J]. *Journal of Practical Orthopedics*, 2014, 20 (11): 1022–1024. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2014.11.018.
- [21] Uchida K, Nakajima H, Yayama T, et al. Vertebroplasty-augmented short-segment posterior fixation of osteoporotic vertebral collapse with neurological deficit in the thoracolumbar spine: comparisons with posterior surgery without vertebroplasty and anterior surgery [J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 13 (5): 612–621. DOI: 10.3171/2010.5.SPINE09813.
- [22] Zhang GQ, Gao YZ, Zheng J, et al. Posterior decompression and short segmental pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for Kummell's disease with neurological deficits [J]. *Exper Ther Med*, 2013, 5 (2): 517–522. DOI: 10.3892/etm.2012.833.

(收稿:2023-11-01 修回:2024-05-14)

(同行评议专家: 刘凌, 李亚伟, 唐钦)

(本文编辑: 郭秀婷)