

经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗 周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病的疗效比较

周鸿猷, 傅栋铭, 李 然, 吴志凯, 韩 灏, 孟 斌

(苏州大学附属第一医院 骨科, 江苏 苏州, 215006)

摘要: **目的** 比较经皮椎体成形术(PVP)与经皮椎体后凸成形术(PKP)治疗周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病的临床疗效。**方法** 回顾性分析 77 例周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病患者的临床资料,其中 11 例采用 PVP 治疗的患者设为 PVP 组,66 例采用 PKP 治疗的患者设为 PKP 组。比较 2 组手术时间,骨水泥注入量,术前、术后 1 d 及末次随访时的视觉模拟评分法(VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数(ODI),以及椎体前缘高度和病变椎体局部 Cobb 角。**结果** 2 组均顺利完成手术,且均获得随访,PVP 组随访 16.00(14.50, 18.00)个月,PKP 组随访 16.00(14.00, 18.00)个月。PVP 组术中骨水泥注入量为 3.00(2.00, 3.00) mL,PKP 组为 4.00(4.00, 5.00) mL,差异有统计学意义($Z = -4.63, P < 0.01$);PVP 组手术时间为 30.00(27.00, 33.00) min,PKP 组为 50.00(45.00, 57.00) min,差异有统计学意义($Z = -4.91, P < 0.01$)。术后 1 d 及末次随访时,2 组患者 VAS 评分及 ODI 均较术前降低,差异有统计学意义($P < 0.01$)。术后 1 d 及末次随访时,2 组椎体高度均高于同组术前,Cobb 角均低于术前,且 PKP 组椎体高度大于 PVP 组,Cobb 角小于 PVP 组,差异均有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。**结论** PVP 与 PKP 均可有效缓解周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病患者腰背部顽固性疼痛,但 PKP 可更好地恢复椎体高度,改善局部后凸畸形。

关键词: Kummell 病;骨质疏松症;周壁硬化;经皮椎体成形术;经皮椎体后凸成形术

中图分类号: R 683.2; R 459.9 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2022)04-037-05 DOI: 10.7619/jcmp.20214960

Percutaneous vertebroplasty versus percutaneous kyphoplasty in treating Kummell disease of peripheral sclerosis type in stage III

ZHOU Hongyou, FU Dongming, LI Ran, WU Zhikai, HAN Hao, MENG Bin

(Department of Orthopedics, the First Hospital Affiliated to Soochow University, Suzhou, Jiangsu, 215006)

Abstract: Objective To compare the clinical efficacy of percutaneous vertebroplasty (PVP) and percutaneous kyphoplasty (PKP) in the treatment of patients with Kummell disease of peripheral sclerosis type in stage III. **Methods** The clinical materials of 77 patients with peripheral sclerosis type of Kummell disease in stage III were retrospectively analyzed. Among them, 11 patients treated with PVP were selected as PVP group, and 66 patients treated with PKP were selected as PKP group. The operation time, the injected amount of bone cement, the Visual Analogue Scale (VAS) of pain and Oswestry dysfunction index (ODI) before operation, 1 day after operation and at the last follow-up, the height of the anterior edge of the vertebral body and the local Cobb angle of the diseased vertebral body were compared between the two groups. **Results** Patients in both groups completed the operation successfully and were followed up. The PVP group was followed up for 16.00 (14.50, 18.00) months, and the PKP group was followed up for 16.00 (14.00, 18.00) months. The intraoperative injected volume of bone cement was 3.00 (2.00, 3.00) mL in the PVP group and 4.00 (4.00, 5.00) mL in the PKP group, and there was a significant difference between two groups ($Z = -4.63, P < 0.01$); the operation time was 30.00 (27.00, 33.00) min in the PVP group and 50.00 (45.00, 57.00) min in the PKP group, and there was also a significant difference between two groups ($Z = -4.91, P < 0.01$). One day after operation and at the last follow-up, the VAS score and ODI in both

收稿日期: 2021-12-17

基金项目: 江苏省苏州市科技计划项目(SS2019054)

通信作者: 孟斌, E-mail: mengbinspine@163.com

groups were significantly lower than those before operation in the same group ($P < 0.01$). One day after operation and at the last follow-up, the vertebral body height in both groups were higher than that before operation in the same group, and the Cobb angle was significantly lower than that before operation; meanwhile, the vertebral body height of the PKP group was higher than that of the PVP group, and the Cobb angle was smaller than that of the PVP group; the differences above were statistically significant ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). **Conclusion** Both PVP and PKP can effectively alleviate the intractable pain in the lower back of patients with peripheral sclerosis type of Kummell disease in stage III, but PKP can better restore the height of vertebral body and improve local kyphosis.

Key words: Kummell disease; osteoporosis; peripheral sclerosis; percutaneous vertebroplasty; percutaneous kyphoplasty

研究^[1]指出, 2020 年中国骨质疏松症患者已达 2 亿人。骨质疏松性椎体压缩骨折是骨质疏松症的主要并发症之一, 7% ~ 37% 的患者会出现椎体骨折骨不连^[2]。陈旧性椎体骨折骨不连由德国脊柱外科医生于 1885 年进行报道, 也称之为 Kummell 病。Ⅲ期 Kummell 病是一种特殊类型的椎体骨折骨不连, 椎体压缩程度高且伴有后壁缺损, 极度压缩的椎体裂隙导致行椎体强化术的穿刺难度较 I、Ⅱ期 Kummell 病明显提高, 如骨折出现周壁硬化, 骨水泥将难以通过硬化面与骨小梁结合, 可能发生骨水泥脱出^[3]。经皮椎体成形术(PVP)及经皮椎体后凸成形术(PKP)已被广泛应用于 I、Ⅱ期 Kummell 病的治疗且疗效确切, 但治疗伴有周壁硬化的Ⅲ期 Kummell 病的报道较少。本研究比较 PVP 与 PKP 治疗伴有周壁硬化的Ⅲ期 Kummell 病的临床疗效, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2015 年 1 月—2019 年 12 月苏州大学附属第一医院收治的 PVP 治疗周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病患者 11 例(PVP 组)以及 PKP 治疗的患者 66 例(PKP 组)为研究对象, 所有患者均经药物治疗后顽固性腰背痛无法缓解, 并结合相关影像学检查符合断端硬化型Ⅲ期 Kummell 病诊断标准。PKP 组胸椎 32 例(T_6 者 1 例, T_7 者 3 例, T_8 者 5 例, T_9 者 1 例, T_{10} 者 3 例, T_{11} 者 3 例, T_{12} 者 16 例), 腰椎 34 例(L_1 者 26 例, L_2 者 6 例, L_3 者 1 例, L_4 者 1 例); PVP 组胸椎 6 例(T_7 者 1 例, T_{10} 者 1 例, T_{12} 者 4 例), 腰椎 5 例(L_1 者 4 例, L_3 者 1 例)。PKP 组年龄 74.00(67.75, 79.25)岁, 骨密度 T 值为 $-3.10(-3.40, -2.70)$ SD; PVP 组年龄 73.00(68.00, 75.00)岁, 骨密度 T 值为

$-3.30(-3.70, -2.90)$ SD。2 组年龄、骨密度、术前椎体高度、视觉模拟评分法(VAS)评分、腰椎 Oswestry 功能障碍指数(ODI)比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。PVP 组中 4 例患者发生骨水泥渗漏, 其中 3 例渗漏至椎间盘, 1 例渗漏至椎体前方; PKP 组中 9 例患者发生骨水泥渗漏, 其中渗漏至椎间盘 6 例, 渗漏至椎体前方 2 例, 渗漏至椎体旁侧 1 例。所有患者经过保守治疗均无明显症状。9 例患者随访期间新发骨质疏松性椎体压缩骨折, 6 例再次接受手术治疗, 术后疼痛均明显减轻; 3 例患者选择保守治疗, 未选择再次手术。本研究患者及家属均知情同意并签署相关告知书。纳入标准: ①确诊Ⅲ期 Kummell 病且行手术治疗的患者; ②患者术前腰椎/双髌骨密度 T 值 ≤ -2.5 SD, 确诊为骨质疏松性椎体压缩骨折; ③影像学检查提示患者存在骨不连周壁硬化; ④病椎后凸畸形, 但无神经损伤症状者; ⑤术后均行抗骨质疏松治疗者。排除标准: ①双侧椎弓根骨折患者; ②病理性椎体骨折患者, 如多发性骨髓瘤、脊柱转移癌等患者; ③有脊髓神经受压症状的患者; ④病例资料缺失的患者; ⑤合并严重器官功能障碍、无法耐受手术的患者。

1.2 手术方法

所有患者均采用全身麻醉方案, 俯卧于 Jackson 碳素床, 于胸骨与髂骨凸起处放置软垫, 防止压疮形成。常规行麻醉后 X 线透视确认手术节段, 过伸体位牵拉前纵韧带以部分恢复椎体高度, 随后通过调整透视角度使椎体上下缘为“一线影”, 两侧椎弓根投影对称。于椎弓根体表投影处行穿刺点标记, 标记穿刺部位后消毒铺巾。根据患者情况酌情选择单侧或双侧穿刺, X 线透视下逐步穿刺, 穿刺时边锤击边进针, 同时根据实时 X 线透

视结果调整进针角度,直至穿刺针进入病椎裂隙,穿刺完毕后拔除穿刺针针芯,置入工作套管。PKP 组置入椎体扩张球囊,边扩张球囊边通过实时 X 线结果观察椎体高度恢复程度,适度恢复椎体高度后,停止扩张并取出球囊,置入 PKP 专用刮匙,沿扩张路径点状处理刮除部分裂隙上下端硬化瘢痕,处理完毕后退出刮匙。调制骨水泥,待水泥处于团块状态时,于透视下分步灌注骨水泥进入骨折裂隙,待骨水泥弥散至椎体周壁时,停止灌注,等待 1~2 min。当水泥凝固后,采用拉丝后期形态骨水泥继续予以灌注,直至水泥填满椎体裂隙腔,退出工作管道的同时向椎弓根内继续灌注水泥,直至椎弓根内水泥填充一半或一半以上时,彻底退出骨水泥推杆。旋转拔除工作套管及穿刺针。PVP 组无需行球囊扩张与刮匙处理步骤。最后于穿刺点体表缝合 1 针,完成手术。术后 1 d 即下床活动。

1.3 评价指标

比较 2 组患者手术相关指标,包括骨水泥注入量,手术时间,术前、术后 1 d 及末次随访时 VAS 评分和 ODI,以及椎体高度和局部后凸角。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件行数据分析,计数资料采用 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$] 表示,术前、术后 1 d 及末次随访时 VAS 评分、ODI、椎体高度及局部 Cobb 角

等数据的组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2 组均顺利完成手术,术中未出现穿刺损伤椎管内神经、球囊爆裂、骨水泥渗漏至椎管导致肺栓塞、死亡等并发症。患者均获得随访,PVP 组随访 16.00 (14.50, 18.00) 个月,PKP 组随访 16.00 (14.00, 18.00) 个月。PVP 组术中骨水泥注入量为 3.00 (2.00, 3.00) mL, PKP 组为 4.00 (4.00, 5.00) mL, 差异有统计学意义 ($Z = -4.63, P < 0.01$); PVP 组手术时间为 30.00 (27.00, 33.00) min, PKP 组为 50.00 (45.00, 57.00) min, 差异有统计学意义 ($Z = -4.91, P < 0.01$)。术后 1 d 及末次随访时,2 组患者 VAS 评分及 ODI 均较术前降低,差异有统计学意义 ($P < 0.01$),但组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。术后 1 d 及末次随访时,2 组椎体高度均高于同组术前,Cobb 角均低于术前,且 PKP 组椎体高度大于 PVP 组,Cobb 角小于 PVP 组,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),提示在治疗周壁硬化型 III 期 Kummell 病时,PKP 组在恢复椎体高度以及矫正病椎角度方面均优于 PVP 组,改善后凸畸形的效果更好。见表 2、图 1。

表 1 2 组手术前后 VAS 评分及 ODI 比较 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$]

组别	n	VAS 评分/分			ODI/%		
		术前	术后 1 d	末次随访	术前	术后 1 d	末次随访
PVP 组	11	7.00(7.00, 8.00)	2.00(2.00, 3.00)**	2.00(2.00, 3.00)**	74.00(72.00, 76.00)	24.00(22.00, 26.00)**	24.00(22.00, 24.00)**
PKP 组	66	7.00(7.00, 8.00)	3.00(2.00, 3.00)**	2.00(2.00, 3.00)**	74.00(72.00, 78.00)	24.00(24.00, 26.00)**	24.00(22.00, 24.00)**

VAS: 视觉模拟评分法; ODI, Oswestry 功能障碍指数。与术前比较, ** $P < 0.01$ 。

表 2 2 组手术前后椎体高度及 Cobb 角比较 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$]

组别	n	椎体高度/cm			Cobb 角/°		
		术前	术后 1 d	末次随访	术前	术后 1 d	末次随访
PVP 组	11	0.68(0.56, 0.74)	0.88(0.74, 0.99)**	0.83(0.71, 0.92)**	23.96(16.56, 28.31)	20.08(11.89, 24.43)**	21.22(12.75, 25.64)**
PKP 组	66	0.71(0.60, 0.83)	1.22(1.10, 1.39)***	1.18(1.02, 1.32)**	23.86(21.63, 28.58)	13.34(10.86, 14.66)**	14.84(12.36, 17.46)**

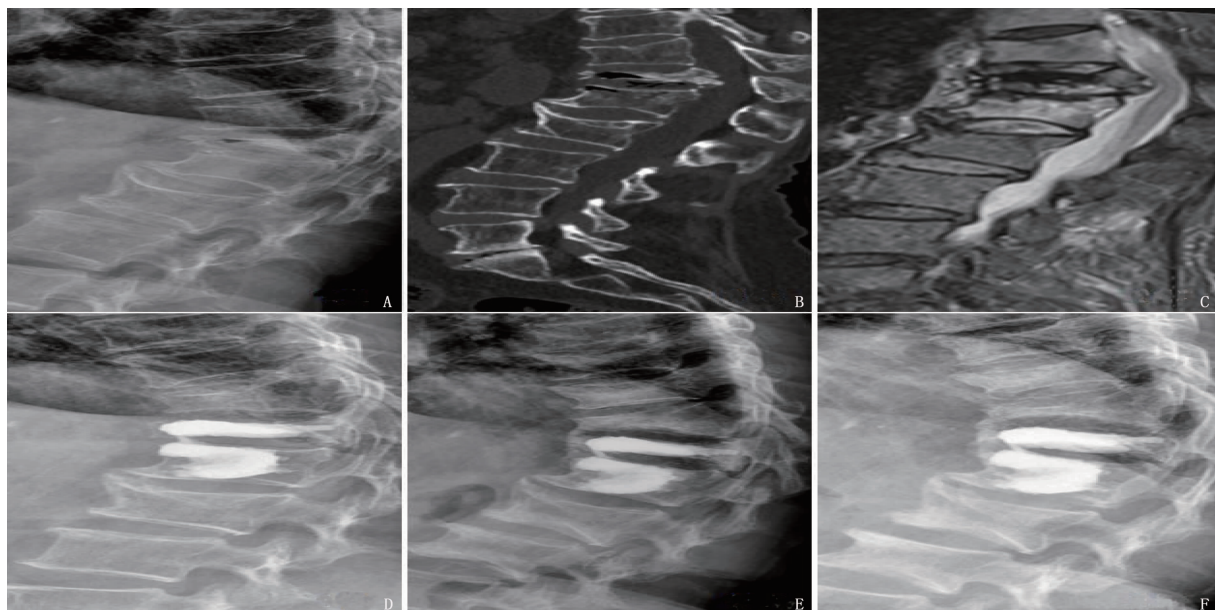
与术前比较, ** $P < 0.01$; 与 PVP 组比较, # $P < 0.05$, ### $P < 0.01$ 。

3 讨论

3.1 Kummell 病的特点及治疗难点

随着影像学诊断技术的进步与疾病筛查措施的普及,Kummell 病的患病率与确诊率逐渐升高。目前,Kummell 病的发病机制尚未阐明,椎体内裂隙征被认为是 Kummell 病的特征性影像学表现,可能是由于椎体内动脉血管机械性损伤而

导致骨缺血性坏死引起^[4]。LI K C 等^[5]于 2004 年提出将 Kummell 病分为 3 期: I 期,即椎体结构完整或仅限前柱压缩,椎体压缩程度 $\leq 20\%$,影像学表现可见 MRI 病椎 T₁ 低信号、T₂ 高信号,伴或不伴椎体内裂隙征,临床表现为无明显症状或顽固性背痛; II 期,即椎体结构不完整,椎体压缩程度 $> 20\%$,椎体结构及稳定性受损,但未累及椎体后壁,MRI 可见病椎 T₂ 高低信号混杂,伴



A: 术前数字 X 线摄影(DR)提示椎体压缩骨折伴骨不连,病椎 Cobb 角为 45° ; B: 患者术前 CT 可见清晰的椎体内裂隙征;
C: 术前磁共振成像(MRI)提示 T_{12} 椎体陈旧性骨折伴骨不连, L_1 椎体新鲜骨折; D: 术后 1 d 时 DR 显示椎体骨水泥充填良好
并恢复部分椎体高度; E: 术后 3 个月 DR 显示骨水泥位置良好,未见明显移位及椎体高度再塌陷;
F: 术后 1 年 DR 显示骨水泥位置良好,病椎 Cobb 角为 31° 。

图 1 1 例 83 岁的 T_{12} 椎体压缩伴骨不连女性患者的伤椎恢复情况

有椎体内裂隙征,典型表现为胸壁痛、腰背痛及椎体后凸畸形;Ⅲ期,即椎体重度压缩,椎体不稳定,骨折累及椎体后壁,磁共振成像(MRI)可见病椎椎体后壁骨折块轻度移位,后凸畸形,伴或不伴脊髓压迫所致的神经症状。通过卧床休息、药物治疗及功能康复锻炼等保守方案治疗,只有约 60% 的患者疼痛状况可以得到改善,但长期卧床会导致下肢静脉血栓形成、骨质疏松程度进一步加重、呼吸功能下降等并发症的发生率升高^[6]。同时因无法恢复椎体高度,患者脊柱冠状面与矢状面失平衡问题无法得到解决,脊柱未获得稳定性重建,椎体进行性压缩致后凸畸形加重。PVP 与 PKP 的创伤较小,可立刻缓解疼痛,恢复部分椎体高度,改善后凸畸形程度,目前已被广泛应用于 I、II 期 Kummell 病的治疗^[7]。由于 III 期 Kummell 病椎体压缩严重,后凸畸形且伴有后壁骨折,选择开放手术还是微创手术一直是具有争议的难题。HUANG Y S 等^[8]研究发现,经皮椎体成形术联合椎弓根螺钉短节段固定治疗具有神经症状的 Kummell 病,患者术后因假关节导致的椎间不稳定依旧存在。李伟等^[9]报道采用经椎弓根椎体截骨(PSO)联合后路长节段内固定治疗 Kummell 病伴脊柱后凸畸形,通过楔形截骨使上下骨不连硬化面成为新鲜创面,消除椎体内裂隙征,促进病椎上下骨面骨性融合,长节段固定可降低内固定失

败概率,获得满意的后凸矫正效果。开放手术往往创伤较大,且大部分患者为老年人,血管舒张能力较差,术中出血量多,术后切口疼痛严重,恢复进程慢。因此,应根据患者的临床症状及影像学检查结果分析预后,谨慎选择开放手术。

3.2 微创治疗 III 期 Kummell 病的进展

因 III 期 Kummell 病的特殊性,椎体压缩程度较高,PVP 与 PKP 治疗此病的效果一直未明确。PVP 可立刻改善患者腰背部疼痛,但对改善后凸畸形、恢复患者矢状序列的效果有限,同时因骨不连周壁滑膜组织形成,骨水泥无法渗透到周围骨小梁中,导致椎体仍旧存在不稳定性^[10]。唐永超等^[11]指出,通过对 32 例 Kummell 病患者行椎体强化术,经过 2 年以上的随访发现,18.8% 的患者病椎高度进一步降低,Cobb 角增大,另有 25.0% 的患者在骨水泥团块周围出现透亮线,可能与骨水泥不能维持与周围松质骨的长期稳定结合有关。刘义杰等^[12]研究认为,通过优化术前准备,提高穿刺精准度,并通过适度球囊扩张(球囊压力 < 200 psi 或接触终板时停止扩张),结合二次封堵与温度梯度灌注技术,可获得满意的椎体高度恢复及后凸畸形矫正效果,术后随访椎体高度维持良好,后凸角未见明显改变。CHEN L 等^[13]认为 PKP 相较于短节段椎弓根螺钉内固定,在创伤减小的同时仍可以取得相同的临床效果。

3.3 PKP 治疗周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病的

优点及操作要点

本研究发现, PKP 与 PVP 在治疗伴有周壁硬化的Ⅲ期 Kummell 病时, 在缓解患者顽固性腰背部疼痛方面无显著差异; 比较末次随访时患者椎体高度及 Cobb 角, PKP 组较 PVP 组在恢复椎体高度及改善 Cobb 角方面更优。Ⅲ期 Kummell 病患者椎体压缩严重, 但仍旧存有部分裂隙, 穿刺难度相对 I、II 期 Kummell 病更高, 术前的影像学评估尤为重要。术前仔细在 CT 片上定位裂隙, 测量裂隙大小及病椎压缩程度, 预估患者恢复椎体高度, 才能更好地提高术中穿刺至病椎裂隙内的精准度。麻醉后使用过伸体位复位, 使椎间盘及韧带得到牵拉, 部分恢复椎体高度, 扩大裂隙, 调整穿刺针角度以便穿刺至裂隙内^[14]。球囊扩张后裂隙进一步增大, 后纵韧带被动牵拉, 使椎体后壁突出的骨折块回缩。扩张完毕后, 椎体内空腔可置入 PKP 专用刮匙, 点状处理断端纤维瘢痕或硬化面, 刮除部分周壁纤维包膜及硬化组织, 刮除后形成的新鲜骨创面可使后续注入的骨水泥更好地与骨小梁相锚合。因球囊扩张使椎体内空腔增大, 可在负压状态下注入更多骨水泥, 提高骨水泥弥散程度, 低压灌注也可规避骨水泥通过损伤椎体静脉丛而导致渗漏的风险。因椎体后壁缺损的存在, 为防止骨水泥沿后壁裂隙渗透至椎管, 需在骨水泥灌注过程中采用分次灌注及温度梯度灌注技术^[15]。首先使用早期团块状的骨水泥灌注, 灌注过程中 X 线实时监测, 当水泥弥散至病变椎体周壁边缘时停止灌注, 等待数分钟, 期间可调整手术室室温至 20℃ 左右, 与人体体温形成温度梯度, 待体内水泥凝固封堵缺损后, 使用拉丝后期骨水泥继续灌注。灌注过程中, 采用渐退式水泥注入法, 直至骨水泥填满整个裂隙, 水泥沿点状处理的新鲜创面与骨小梁实现充分锚合, 可消除假关节的微动, 稳定椎体。裂隙填充完毕后, 于椎弓根内行骨水泥灌注, 形成椎弓根骨水泥拖尾^[16], 以进一步锚定裂隙内水泥团块。联合使用 PKP 刮匙处理骨不连周壁硬化面及椎弓根拖尾技术, 可更好地增强骨水泥在椎体内的稳定度。本研究为回顾性病例分析, 样本量较少, 随访时间较短, 后续有待进行大样本量的随机对照研究观察其临床效果。

综上所述, PVP 与 PKP 均可迅速且有效缓解周壁硬化型Ⅲ期 Kummell 病患者腰背部疼痛症状, PKP 通过球囊扩张与刮匙处理骨不连断端, 能够更好地使骨水泥弥散在骨小梁内并充分与之

锚合, 可更有效地改善患者后凸畸形, 恢复椎体高度的效果更好。

参考文献

- [1] 陈昊, 杨惠林. 骨质疏松性椎体压缩骨折诊治的思考[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(4): 366-368.
- [2] LIM J, CHOI S W, YOUM J Y, *et al.* Posttraumatic delayed vertebral collapse: kummell's disease[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2018, 61(1): 1-9.
- [3] KIM J E, CHOI S S, LEE M K, *et al.* Failed percutaneous vertebroplasty due to insufficient correction of intravertebral instability in kummell's disease: a case report[J]. Pain Pract, 2017, 17(8): 1109-1114.
- [4] YUDOYONO F, RUSPANAH I, BARAQBAAH H. Three-level thoracolumbar vertebroplasty with screw-rod-wire construct in Kummell's disease patient with neurological deficit after low impact injury[J]. Nsmc, 2020, 3(3): 118-121.
- [5] LI K C, LI A F Y, HSIEH C H, *et al.* Another option to treat Kummell's disease with cord compression[J]. Eur Spine J, 2007, 16(9): 1479-1487.
- [6] KIM H S, LEE S K, KIM S W, *et al.* Chronic Spinal Epidural Hematoma Related to Kummell's Disease[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2011, 49(4): 231-233.
- [7] HUANG Y J, PENG M X, HE S Q, *et al.* Clinical efficacy of percutaneous kyphoplasty at the hyperextension position for the treatment of osteoporotic kummell disease[J]. Clin Spine Surg A Spine Publ, 2016, 29(4): 161-166.
- [8] HUANG Y S, HAO D J, WANG X D, *et al.* Long-segment or bone cement-augmented short-segment fixation for kummell disease with neurologic deficits A comparative cohort study[J]. World Neurosurg, 2018, 116: e1079-e1086.
- [9] 李伟, 楼宇梁, 全仁夫. 脊柱后路 PSO 截骨长节段固定治疗 Kummell's 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.
- [10] PARK J W, PARK J H, JEON H J, *et al.* Kummell's disease treated with percutaneous vertebroplasty: minimum 1 year follow-up[J]. Korean J Neurotrauma, 2017, 13(2): 119-123.
- [11] 唐永超, 莫国业, 张顺聪, 等. 经皮椎体强化术治疗无神经症状 Kummell 病的中长期疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(1): 38-43.
- [12] 刘义杰, 杨森, 李雪峰, 等. 经皮椎体后凸成形术治疗无神经症状性Ⅲ期 Kummell 病[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(10): 888-893.
- [13] CHEN L, DONG R B, GU Y, *et al.* Comparison between balloon kyphoplasty and short segmental fixation combined with vertebroplasty in the treatment of kummell's disease[J]. Pain Physician, 2015, 18(4): 373-381.
- [14] JACOBSON R E, PALEA O, GRANVILLE M. Progression of vertebral compression fractures after previous vertebral augmentation: technical reasons for recurrent fractures in a previously treated vertebra[J]. Cureus, 2017, 9(10): e1776.
- [15] YANG H L, LIU H, WANG S H, *et al.* Review of percutaneous kyphoplasty in China[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(Suppl 19): B52-B58.
- [16] WANG B, WANG Y H, ZHANG H P, *et al.* A novel bone cement screw system combined with vertebroplasty for the treatment of Kummell disease with bone deficiency at the vertebral anterior border: a minimum 3-year follow-up study[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2021, 201: 106434.

(本文编辑: 梁琥)