

• 临床研究 •

经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗 Kummell 病的疗效分析

姚高文 余虹 汪卫 周永强 王勇平 陈晓

【摘要】 目的 探讨经皮椎体成形术(PVP)与经皮椎体后凸成形术(PKP)治疗 Kummell 病的临床效果。**方法** 回顾性分析 2011 年 6 月至 2017 年 9 月内江市第一人民医院收治的 75 例进行 PVP 或 PKP 的 Kummell 病患者的临床资料,其中 PVP 组 35 例,PKP 组 40 例。记录两组患者术前及术后 3 d、末次随访时疼痛视觉模拟评分(VAS)、Oswestry 功能障碍指数(ODI)、椎体前缘相对高度、伤椎矢状面 Cobb 角、骨水泥分布、骨水泥渗漏率、椎体再次塌陷骨折发生率等并进行分析比较。**结果** 两组术后 VAS 评分、ODI 指数均较术前明显改善($P<0.05$),术后 3 d 及末次随访时两组间 VAS 评分、ODI 指数差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 3 d 及末次随访时两组间椎体前缘相对高度、伤椎矢状面 Cobb 角差异均有统计学意义($P<0.05$),PKP 组改善效果更佳。PKP 组骨水泥分布以团块型为主(65%,26/40),PVP 组以混合型为主(45.7%,16/35),两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。PKP 组骨水泥渗漏率为 12.5%(5/40),PVP 组为 22.8%(8/35),两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。PKP 组椎体再次塌陷骨折发生率为 7.5%(3/40),PVP 组为 2.8%(1/35),两组间差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** PVP 与 PKP 治疗 Kummell 病均可取得满意效果,PKP 在改善后凸畸形、恢复伤椎高度、避免骨水泥渗漏等方面较 PVP 可能更具优势。

【关键词】 Kummell 病;经皮椎体成形术;经皮椎体后凸成形术

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2020.06.011

Comparison between percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for treatment of Kummell's disease YAO Gaowen, YU Hong, WANG Wei, ZHOU Yongqiang, WANG Yongping, CHEN Xiao. *Department of Orthopaedics, Neijiang First People's Hospital, Neijiang 641000, China*

【Abstract】 Objective To investigate the clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty (PVP) versus percutaneous kyphoplasty (PKP) in the treatment of Kummell's disease. **Methods** The clinical data of 75 patients with Kummell's disease undergoing PVP or PKP in the First People's Hospital of Neijiang City from June 2011 to September 2017 were retrospectively analyzed. There were 35 cases receiving PVP and 40 cases receiving PKP. Visual analogue scale (VAS), Oswestry disability index (ODI), relative height of anterior vertebral body, Cobb angle of injured vertebra in the sagittal plane, distribution of bone cement, leakage rate of bone cement, incidence of vertebral re-collapse fracture were recorded and compared between the both groups. **Results** The VAS score and ODI index of both groups were significantly improved postoperatively compared with those before operation (all $P<0.05$). There was no significant difference in terms of VAS scores and ODI index between at 3 days after operation and at the last follow-up in both groups(all $P>0.05$). There were significant differences in the relative front height of vertebra and Cobb angle of injured vertebrae between at 3 days after operation and at the last follow-up in both groups (all $P<0.05$), and the PKP group exhibited significant improvement in comparison with the PVP group. The distribution of bone cement in the PKP group was mainly clump type (65%, 26/40), and in the PVP group was mainly mixed type (45.7%, 16/35), with statistically significant difference($P<0.05$). The leakage rate of bone cement was 12.5% (5/40) in the PKP group and 22.8% (8/35) in the PVP group, with significant difference ($P<0.05$). There was no significant difference in terms of the rate of vertebral re-collapse fracture between both groups ($P>0.05$). **Conclusion** Both PVP and PKP could achieve satisfactory results in the treatment of Kummell's disease. PKP may be superior to PVP in the correction of kyphosis, restoration of vertebral height and prevention of bone cement leakage.

【Key words】 Kummell's disease; Percutaneous vertebroplasty; Percutaneous kyphoplasty

Kummell 病是一种少见的特殊类型骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)不愈合,是轻微脊柱创

伤后迟发的椎体塌陷及进行性脊柱后凸畸形,该病最早由德国医生 Kummell 于 1895 年描述,他报道了 5 例轻微脊柱创伤患者经过数月甚至数年的无症状期,最后出现顽固性胸腰段疼痛及进行性后凸畸

形。Kummell 病保守治疗如卧床制动、外用辅助支撑、镇痛药物使用等仅能缓解部分疼痛,不会使骨折自然愈合,所以往往无效,多需手术治疗。目前根据椎体塌陷程度及后壁完整性将 Kummell 病分 3 期^[1]。临床上根据分期及患者年龄、骨质疏松程度、神经损害等综合因素制定治疗方案,对 I、II 期 Kummell 病患者多采用经皮椎体成形术(PVP)或经皮椎体后凸成形术(PKP),术后短期内患者疼痛、腰椎功能障碍可获得满意改善。然而,PKP 及 PVP 均可能出现相关并发症。Liu 等^[2]报道,约 3.2% 的 PVP 患者术后会出现椎体再次塌陷。Yu 等^[3]研究认为,PKP 或 PVP 患者椎体高度恢复越多,再塌陷发生率越高。本研究回顾性分析 2011 年 6 月至 2017 年 9 月内江市第一人民医院收治的 75 例进行 PVP 或 PKP 的 Kummell 病患者临床资料,比较两种术式临床疗效,探索 Kummell 病较佳的治疗手段。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:①存在顽固性胸腰背部疼痛,伤椎棘突叩痛明显,胸腰椎正侧位 X 线、CT、MRI 等检查显示单椎体新鲜压缩性骨折,损伤时间 > 1 个月;②伤椎后壁完整,无神经根受损或脊髓压迫迹象;③术前双能 X 线测定(DXA)腰椎骨密度,证实脊椎存在不同程度的骨质疏松,T 值为 $-6.73 \sim -2.69$,平均 -3.17 ;④完善随访资料。排除标准:①椎体转移瘤、骨髓瘤等非骨质疏松性椎体病理性骨折;②X 线、CT 及 MRI 等影像学资料不全;③椎体后壁塌陷、移位出现脊髓和神经根受压症状;④手术区域局部皮肤病;⑤严重心肺功能不全、凝血功能障碍。

符合上述标准的患者共 75 例,其中男 34 例,女 41 例,年龄 62~84 岁,平均年龄 (68.0 ± 3.6) 岁。所有病例均为单节段椎体损伤,伤椎节段分布为 $T_{10} \sim L_2$,其中 T_{10} 12 例, T_{11} 15 例, T_{12} 18 例, L_1 17 例, L_2 13 例。所有患者中 40 例行 PKP,35 例行 PVP。PKP 组男 18 例,女 22 例;PVP 组男 16 例,女 19 例。两组间性别、年龄、分布节段差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 手术方法

采用俯卧位局麻下单侧伤椎穿刺,C 形臂 X 射线机透视正侧位定位。PKP 组:麻醉成功后穿刺针经皮单侧经椎弓根至前方椎体内,透视下确保穿刺针到达椎体内、椎体前 1/3 处,建立通道后置入可扩

张球囊,恢复椎体高度,球囊扩张压力一般不超过 1 200 kPa,调制聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)骨水泥至拉丝期,用骨水泥推杆将其注入椎体内,注入骨水泥量为 4~6 mL,至骨水泥弥散满意。PVP 组:穿刺针经皮单侧经椎弓根至前方椎体内、椎体前 1/3 处,建立骨水泥推入通道后,调制 PMMA 骨水泥至拉丝期,将其缓慢推入伤椎,透视观察骨水泥弥散及渗漏情况,满意后拆除工作通道。

1.3 术后治疗

所有患者术后保持平卧位 4~6 h,术后 1~2 d 患者佩戴腰围下地行走以进行康复功能锻炼,常规抗骨质疏松药物治疗。

1.4 观察指标

记录术前、术后 3 d 及末次随访时指标:①疼痛视觉模拟评分(VAS)及 Oswestry 功能障碍指数(ODI),ODI 指数记分方式为实际得分/50%;②站立位 X 线片伤椎前缘相对高度 = (伤椎前缘高度值/伤椎上、下椎体前缘高度平均值) $\times 100\%$;③伤椎矢状面 Cobb 角;④骨水泥渗漏率;⑤伤椎体再次塌陷骨折发生率;⑥骨水泥分布形态,包括海绵型(骨水泥在椎体内均匀弥散分布,边缘呈海绵状分布)、团块型(骨水泥在椎体内呈团块状分布,较局限,周围光滑)、混合型(骨水泥在椎体中央呈团块状分布,边缘呈海绵状分布)。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数 \pm 标准差表示,采用独立样本 t 检验进行比较,计数资料以百分比表示,采用卡方检验进行比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者均在局麻下完成手术,术中均无血管、神经、脊髓损伤等严重并发症。所有病例均获得随访,随访时间 1.5~4 年。两组分别各有 1 例术后疼痛无明显缓解,经镇痛、抗骨质疏松等对症治疗 1 周后,疼痛明显缓解,VSA 评分及 ODI 指数均较术前明显好转。PKP 组有 1 例患者术后 3 d 发生深静脉血栓形成,对症治疗 2 周后逐渐恢复运动量。两组术后 VAS 评分、ODI 指数、伤椎前缘相对高度、伤椎矢状面 Cobb 角较术前均明显改善,差异有统计学意义($P < 0.05$)(表 1)。末次随访时,PKP 组 VAS 评分为 (1.15 ± 0.66) 分,PVP 组为 (1.02 ± 0.66) 分,两组间差异无统计学意义($P > 0.05$)(表 1)。末次随访时,PKP 组 ODI 指数为 $23.10\% \pm$

3.23%,PVP 组为 22.40%±3.87%,两组间差异无统计学意义($P>0.05$)(表 1)。术后 3 d 及末次随访时两组间椎体前缘相对高度、伤椎矢状面 Cobb 角差异均有统计学意义($P<0.05$),PKP 组改善效果更佳(表 2)。PKP 组骨水泥分布形态以团块型为主(65%,26/40),海绵型占 12.5%(5/40),混合型占 22.5%(9/40);PVP 组以混合型为主(45.7%,16/35),团块型占 22.8%(8/35),海绵型占 31.4%

(11/35),两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。PKP 组骨水泥渗漏率为 12.5%(5/40),PVP 组为 22.8%(8/35),两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。PKP 组远期椎体再次塌陷骨折发生率为 7.5%(3/40),PVP 组为 2.8%(1/35),两组间差异无统计学意义($P>0.05$)。

典型病例:患者女性,68 岁,外伤后胸腰背部反复疼痛 3 个月,手术前后影像学资料见图 1。



图 1 典型病例 a、b. 术前 CT、MRI 影像提示 L₁ 椎体内出现真空裂隙征 c. 术前腰椎侧位 X 线片提示 L₁ 椎体明显塌陷变扁 d. 术后腰椎侧位 X 线片提示伤椎骨水泥填充满意,无渗漏,椎体高度部分恢复

表 1 两组手术前后 VAS 评分及 ODI 指数比较

组别	VAS 评分/分			ODI 指数/%		
	术前	术后 3 d	末次随访	术前	术后 3 d	末次随访
PVP 组	7.71±0.75	2.57±0.69	1.02±0.66	81.14±5.51	24.57±5.07	22.40±3.87
PKP 组	7.85±0.69	2.40±0.70	1.15±0.66	79.20±5.93	23.80±3.53	23.10±3.23
<i>t</i> 值	0.81	1.05	0.79	1.46	0.75	0.85
<i>P</i> 值	0.42	0.29	0.43	0.15	0.45	0.39

表 2 两组手术前后伤椎前缘相对高度及伤椎矢状面 Cobb 角比较

组别	伤椎前缘相对高度/%			伤椎矢状面 Cobb 角/°		
	术前	术后 3 d	末次随访	术前	术后 3 d	末次随访
PVP 组	42.58±5.00	67.79±4.86	64.07±5.43	19.28±3.35	12.86±2.35	14.94±2.31
PKP 组	43.14±4.59	78.44±5.29	73.92±3.64	20.28±2.57	10.87±2.06	10.54±1.85
<i>t</i> 值	0.51	9.01	9.07	1.44	3.89	9.13
<i>P</i> 值	0.61	0.000	0.000	0.15	0.000	0.000

3 讨论

Kummell 病于 1895 年最早由德国医生 Kummell 报道,表现为外伤一段时间后出现顽固性胸腰背部疼痛,骨折椎体高度逐渐塌陷,导致局部后凸畸形。Kummell 病在临床中很常见,目前最常见的分期是根据椎体高度丢失及椎体后壁是否破损将 Kummell 病分为 3 期^[1]:Ⅰ期为伤椎压缩<1/5,轻度胸腰背部疼痛,甚至局部无疼痛;Ⅱ期为伤椎压缩>1/5,邻近椎间盘退变,伤椎因骨不愈合而存在异

常活动,胸腰背部明显疼痛;Ⅲ期为椎体后壁塌陷局部后凸畸形明显,邻近硬膜囊及神经组织受压,局部胸腰背部后凸畸形伴明显疼痛,部分患者出现双下肢运动及感觉障碍。

目前对于 Kummell 病的治疗,尚无明确统一的方案。常规治疗方法如减少胸腰背部负重、佩戴支具、口服抗骨质疏松药物、止痛等往往治疗效果不佳。对于保守治疗无效、症状严重、伤椎进一步塌陷后凸畸形加重、已有神经功能损害的患者,需及时手

术治疗以改善症状、稳定脊柱、纠正后凸畸形及解除机械压迫。对于 I、II 期 Kummell 病患者,多采用 PVP 或 PKP 治疗,均能取得良好的疗效^[4];对于合并神经功能损伤的 III 期 Kummell 病患者,则建议采用开放性手术治疗,可选择前路、后路或前后联合入路^[5]。研究报道,在矫正后凸畸形方面,前路手术优于后路手术,但前路手术对内脏损伤较大,出血量多,手术时间明显更长,而后路手术难度较小,螺钉松动、断裂、拔出发生率更低。近年来部分研究报道,采用 PKP 治疗 III 期 Kummell 病效果尚可,能有效缓解局部疼痛及矫正后凸畸形^[6]。然而,大部分学者仍认为 III 期 Kummell 病不应行 PKP 治疗,开放性手术治疗效果更好。

PKP 及 PVP 具有局部创伤小、操作简单、疼痛症状改善满意等优点,且 PKP 能有效改善后凸畸形,因此已广泛应用于 I、II 期 Kummell 病治疗。PKP 及 PVP 经通道向伤椎注射骨水泥,骨水泥弥散固定后可消除椎体内微动,球囊支撑可恢复伤椎椎体高度,同时骨水泥的神经毒性作用及其聚合时产生的热效应可减轻伤椎疼痛^[7]。在本研究中,两组患者术后 VAS 评分、ODI 指数、椎体前缘相对高度、伤椎矢状面 Cobb 角均较术前明显改善($P < 0.05$),终末随访时两组间 VAS 评分及 ODI 指数差异无统计学意义($P > 0.05$),表示在短期随访中两种术式均能取得满意临床疗效,这与目前国内外相关研究结论相似^[8-9]。本研究中,PVP 组骨水泥以混合型分布为主,占 45.7%(16/35),PKP 组骨水泥以团块型分布为主,占 65%(26/40)。PVP 组过伸体位复位后局部形成较小蛋壳样空腔,骨水泥推注压力较大,部分骨水泥易突破裂隙内壁纤维软骨膜及周围硬化骨质,沿骨小梁中弥散,形成混合型分布状态^[8];PKP 组中球囊扩张成形有良好的占位效应,空腔体积较大,术中低压条件下骨水泥推入量较多,随后骨水泥局部呈团块状成形硬化,以团块分布为主,该术式中气囊扩张可使伤椎复位满意,相应椎体高度恢复较好,也使得伤椎术后矢状面 Cobb 角改善较佳。本研究中,PKP 组伤椎前缘相对高度由术前 $43.14\% \pm 4.59\%$ 恢复至术后 $78.44\% \pm 5.29\%$,Cobb 角由术前 $20.28^\circ \pm 2.57^\circ$ 改善至术后 $10.87^\circ \pm 2.06^\circ$,术后 3 d 及末次随访时 PKP 组与 PVP 组伤椎前缘相对高度、矢状面 Cobb 角差异有统计学意义($P < 0.05$),PKP 组恢复更佳。但伤椎经骨水泥强化后生物力学强度、硬度、弹性模量等力

学指标均发生改变,与邻近正常椎体形成梯度,正常椎体间力学载荷传导异常,可能导致邻近椎体易发生骨折^[10-11]。研究报道,伤椎骨水泥强化后邻近椎体骨折发生率为 $7.9\% \sim 10\%$ ^[12]。Liu 等^[13]报道,采用 PKP 治疗 101 例 110 节段 OVCF,术后新发骨折发生率甚至大于 15%,其中邻近椎体骨折占多数。本研究中末次随访时 PKP 组椎体再骨折率为 7.5%(3/40),PVP 组为 2.8%(1/35)。PKP 远期再骨折发生与骨质疏松程度、骨水泥注入剂量、椎体高度恢复情况等多项因素相关^[14]。

骨水泥渗漏是脊柱微创手术最常见的并发症,其在椎间孔、椎管内硬膜囊外、椎旁软组织、椎间隙、椎旁血管及工作通道等位置均可出现。骨水泥渗漏的主要原因与骨水泥黏度及注射剂量、骨折受伤机制及压缩程度、骨质疏松程度、术者手术操作熟练度等有关^[15]。有研究表明,PVP 骨水泥总体渗漏率可高达 41%,而 PKP 骨水泥总体渗漏率不到 10%^[16]。分析原因可能是 PKP 术中应用球囊扩张技术,在骨水泥推注之前,球囊形成的“负压空间”使得低压状态下注入骨水泥,降低骨水泥渗漏率。Kong 等^[17]回顾性分析 53 例 OVCF 患者的临床资料,结果显示 PVP 组骨水泥渗漏率几乎是 PKP 组的 3 倍,PKP 组在伤椎高度恢复、后凸畸形改善方面较 PVP 组更有优势,但两组在胸腰背疼痛缓解、ODI 指数方面差异无统计学意义。本研究结果显示,PKP 组骨水泥渗漏率为 12.5%(5/40),PVP 组为 22.8%(8/35),两组术后同一时间段 VAS 评分、ODI 指数差异均无统计学意义。因此,虽然 PVP 与 PKP 治疗 Kummell 病的早期疗效相似,但 PKP 具有骨水泥渗漏率较低及椎体高度恢复满意等优势。

对于 I、II 期 Kummell 病患者,可综合考虑年龄、基础性疾病、骨质疏松严重程度、疼痛程度、脊柱后凸角、椎体后壁完整性、经济承受能力等,制定个体化治疗方案。PKP 是 PVP 的改进技术,它应用球囊扩张技术纠正后凸畸形,伤椎低压注入骨水泥,可有效恢复椎体高度及矫正后凸畸形,且骨水泥渗漏率明显低于 PVP。但 PKP 费用较高,而且球囊支撑复位过度可增加椎体再骨折风险,术中均需要过伸体位复位。因此,PKP 或 PVP 术式选择需综合考虑各项因素。本研究为回顾性分析,样本量有限,所获得的数据可能存在一定对的偏差,有待后期长期随访观察。

参 考 文 献

- [1] Chang JZ, Bei MJ, Shu DP, et al. Comparison of the clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty vs. kyphoplasty for the treatment of osteoporotic Kümmell's disease: a prospective cohort study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 238.
- [2] Liu F, Chen Z, Lou C, et al. Anterior reconstruction versus posterior osteotomy in treating Kummell's disease with neurological deficits: a systematic review[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2018, 52(4): 283-288.
- [3] Yu H, Li Y, Yao X, et al. Application of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty in treating Kümmell's patients with different stages and postural correction status[J]. Expert Rev Med Devices, 2020, 17(4): 357-364.
- [4] Lu W, Wang L, Xie C, et al. Analysis of percutaneous kyphoplasty or short-segmental fixation combined with vertebroplasty in the treatment of Kummell disease[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 311.
- [5] Zhang J, Fan Y, He X, et al. Is percutaneous kyphoplasty the better choice for minimally invasive treatment of neurologically intact osteoporotic Kümmell's disease? A comparison of two minimally invasive procedures[J]. Int Orthop, 2018, 42(6): 1321-1326.
- [6] Jiang J, Gu FL, Li ZW, et al. The clinical efficacy and experience of bipedicular percutaneous vertebroplasty combined with postural reduction in the treatment of Kümmell's disease[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 82.
- [7] Hu KZ, Chen SC, Xu L. Comparison of percutaneous balloon dilation kyphoplasty and percutaneous vertebroplasty in treatment for thoracolumbar vertebral compression fractures[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2018, 22(1 Suppl): 96-102.
- [8] 冯方, 孙育良. 经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗 Kummell 病的疗效比较[J]. 中国骨与关节杂志, 2018, 7(3): 225-229.
- [9] Wang W, Liu Q, Liu WJ, et al. Different performance of intravertebral vacuum clefts in kümmell's disease and relevant treatment strategies[J]. Orthop Surg, 2020, 12(1): 199-209.
- [10] Zhu RS, Kan SL, Ning GZ, et al. Which is the best treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: balloon kyphoplasty, percutaneous vertebroplasty, or non-surgical treatment? A Bayesian network meta-analysis[J]. Osteoporos Int, 2019, 30(2): 287-298.
- [11] Zhou X, Meng X, Zhu H, et al. Early versus late percutaneous kyphoplasty for treating osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective study. Clin Neurol Neurosurg, 2019, 180: 101-105.
- [12] Zhu J, Zhang K, Luo K, et al. Mineralized collagen modified polymethyl methacrylate bone cement for osteoporotic compression vertebral fracture at 1-year follow-up[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2019, 44(12): 827-838.
- [13] Liu J, Tang J, Zhang Y, et al. Percutaneous vertebral augmentation for osteoporotic vertebral compression fracture in the midthoracic vertebrae (T₅₋₈): a retrospective study of 101 patients with 111 fractured segments [J]. World Neurosurg, 2019, 122: e1381-e1387.
- [14] He CJ, Liu GD. 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] Zhang ZF, Huang H, Chen S, et al. Comparison of high-and low viscosity cement in the treatment of vertebral compression fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(12): e0184.
- [16] Huang S, Zhu X, Xiao D, et al. Therapeutic effect of percutaneous kyphoplasty combined with anti-osteoporosis drug on postmenopausal women with osteoporotic vertebral compression fracture and analysis of postoperative bone cement leakage risk factors: a retrospective cohort study[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 452-463.
- [17] Kong LD, Wang P, Wang LF, et al. Comparison of vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures with intravertebral clefts[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(Suppl 1): S201-S208.

(收稿:2020-06-21)

(本文编辑:卢千语)