

临床论著

骨水泥椎体成形在治疗脊柱转移瘤中的临床应用

燕太强, 郭 卫, 杨荣利, 董 森, 唐 顺

(北京大学人民医院骨肿瘤科 100044 北京市)

【摘要】目的:探讨骨水泥椎体成形在脊柱转移瘤治疗中的应用价值。**方法:**2000 年 11 月~2011 年 6 月我院应用骨水泥椎体成形治疗脊柱转移瘤患者 155 例,共 251 个椎体。颈椎 1 个,胸椎 149 个,腰椎 101 个。男性 88 例,女性 67 例,平均年龄 63.5 岁(36~87 岁)。采用两种手术方式:应用经皮穿刺椎体成形术或经皮椎体后凸成形术 110 例,181 个椎体;开放性手术椎管减压脊柱内固定,结合术中骨水泥椎体成形或联合其他部位椎体成形 45 例 70 个椎体。所有患者术前有严重的腰背痛或合并不同程度的下肢神经功能损害症状。平均 VAS 评分 7.6 分(5~10 分),术后第 3d 根据 VAS 评分评估患者的疼痛缓解情况,术后 2 周时根据 Frankel 分级评估神经损害和 ECOG 评估活动能力的改善。出院后每 3 个月门诊随访一次,行 X 线片、CT 或 MRI 检查,每次随访均进行疼痛、神经功能和活动能力的评估。**结果:**术中无 1 例出现肺栓塞、截瘫或围手术期死亡,所有患者术后 3d 内疼痛缓解,平均 VAS 评分降至 2.6 分(1~4 分),术后 2 周评估,有神经功能损害者 39 例, Frankel 分级除 2 例外均有 1 级及以上的恢复。ECOG 分级 4 级者 18 例,其中 15 例改善为 3 级;3 级者 92 例,其中 63 例改善为 2 级;2 级 45 例中 13 例改善为 1 级。椎体成形术中骨水泥的平均注入量为 4ml(3~7ml)。108(43%, 108/251)个椎体术中出现骨水泥渗漏,19 个在椎间隙,86 个在椎旁或椎旁静脉,3 个椎管内渗漏,但均无临床症状。术后患者均接受化疗和(或)放疗,平均随访 20 个月(3~36 个月),122 例死于原发病,33 例带瘤存活。**结论:**对脊柱转移瘤患者选择合适方式的骨水泥椎体成形安全、简单,效果显著,减少了椎体置换或前路开放手术的创伤。

【关键词】脊柱;肿瘤转移;椎体成形术

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.04.07

中图分类号:R738.1,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2012)-04-0318-06

Bone cement vertebroplasty for spinal metastasis tumor/YAN Taiqiang, GUO Wei, YANG Rongli, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2011, 22(4): 318-323

【Abstract】 Objective: To evaluate the therapeutic effects of bone cement vertebroplasty for spinal metastasis tumor. **Method:** A retrospective review(from November 2000 to June 2011) was conducted on 155 consecutive patients (mean age, 63.5 years old), a total of 251 vertebrae were involved. Percutaneous vertebroplasty or surgical decompression combined with posterior instrumentation was performed in 181 vertebrae (110 patients) and 70 vertebrae (45 patients) respectively. All patients complained of severe back pain, with or without neurological deficits of lower limbs preoperatively. The patients' demographic data, visual analog scale(VAS), improvement rate, outcome and complications were evaluated. **Result:** The mean preoperative VAS score was 7.6, which decreased dramatically to 2.6 postoperatively($P<0.01$). The neurological dysfunction was improved after operation. 2 weeks after operation, all 39 patients except 2 cases suffering from neurological deficit had Frankel scale improved at least 1 level. 18 cases had IV ECOG scale, of these, 15 cases had 3 levels of improvement; 92 cases had III ECOG scale, of these, 63 cases had 2 levels of improvement; 45 cases had II ECOG scale, of these, 13 cases had 1 levels of improvement. The average bone cement volume infilled was 4ml(range, 3~7ml). Bone cement leakage was noted in 108 vertebrae(43%, 108/251). The mean follow-up was 20 months(range, 3~36 months). 122 patients died of original diseases, while the other 33 remained alive. **Conclusion:** Vertebroplasty is safe, minimal invasive and reliable which can obviate anterior open surgery

[Key words] Spine; Neoplasm metastasis; Vertebroplasty open surgery.

[Author's address] Orthopaedic Oncology Department, People's Hospital, Peking University, Beijing 100044, China

脊柱微创技术逐渐成为脊柱转移肿瘤的重要治疗手段^[1,2]。经皮穿刺椎体成形术(PVP)在缓解疼痛、稳定并维持脊柱功能、控制局部肿瘤进展等方面疗效满意并得到越来越广泛的临床应用,但对于肿瘤已侵犯、压迫脊髓或椎体外软组织包块压迫神经根者,单纯 PVP 和放疗对疼痛缓解不明显,且存在一定的局限性。开放性椎管减压脊柱内固定联合椎体成形对缓解症状、稳定脊柱、防止或避免压缩性骨折的发生、控制局部病变进展、大幅度改善患者生活质量起到肯定作用^[3-5]。下面将我科十年来应用椎体成形术治疗脊柱转移瘤中的临床效果总结报告如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料

自 2000 年 11 月~2011 年 6 月,对 155 例脊柱转移瘤患者,共 251 个椎体行骨水泥椎体成形术。其中颈椎 1 个,胸椎 149 个,腰椎 101 个。男性 88 例,女性 67 例,平均年龄 63.5 岁(36~87 岁)。采用两种手术方式,非开放性骨水泥椎体成形术 110 例 181 个椎体,包括单纯经皮穿刺椎体成形术(PVP)及后凸成形术(PKP,当椎体压缩骨折超过 1/2,且患者经济情况许可的情况下);开放性手术椎管减压脊柱内固定,结合术中骨水泥椎体成形或联合其他部位椎体成形 45 例 70 个椎体。所有患者椎体成形均采用后路单侧椎弓根入路。

1.1.1 非开放性骨水泥椎体成形术 本组 110 例患者,共 181 个椎体,男 61 例,女 49 例,平均年龄 67 岁(42~87 岁)。患者为单发或多发椎体转移肿瘤,但无脊髓压迫,其中原发癌转移情况,肺癌占 26.4%(29/110),乳腺癌 19.1%(21/110),肝癌 12.7%(14/110),肾癌 10%(11/110),甲状腺癌 8.2%(9/110),结直肠癌 7.3%(8/110),前列腺癌 6.4%(7/110),其他恶性肿瘤 10%(11/110)。所有椎体转移瘤中,呈完全溶骨破坏者占 32.6%(59/181),其余 67.4%(122/181)为混合性骨转移;所有患者 Tomita 评分平均 7.9 分(6~10 分)。20 例为单发椎体病变,89 例为 2 个椎体及以上的多发病变,合并不同程度的压缩性骨折,但无椎旁软组

织包块,仅 1 例肺转移瘤为两个椎体部位脊髓压迫,患者拒绝行开放手术而采用经皮单纯两个椎体穿刺椎体成形术。颈椎(C7)1 个、胸椎 114 个、腰椎 66 个,其中单一椎体成形 63 例 63 个椎体(包括 PKP 7 例),双椎体成形 29 例 58 个椎体(包括 PKP 4 例),3 个椎体成形 16 例 48 个椎体,4 个椎体成形 3 例 12 个椎体。该组病例中 1 例 C7 椎体肺癌转移是在术中 CT 协助下经后路椎弓根完成的。所有患者为保守治疗无法缓解的严重颈、背、腰部疼痛患者,术前 VAS 评分平均 7.2 分(5~9 分)。Frankel 分级 E 级 109 例, D 级 1 例。功能状态采用美国东部肿瘤协作组(eastern cooperative oncology group, ECOG)^[6] 分级系统,术前 ECOG 3 级 65 例, 2 级 45 例。

1.1.2 开放性手术椎管减压脊柱内固定术 所有患者为保守治疗无法缓解顽固的腰背部疼痛、脊柱不稳定,并存在硬膜外压迫、脊髓神经功能受损,特别是椎体病理性骨折导致的机械性疼痛和肿瘤包块压迫神经根造成的放射性疼痛,结合术中椎体成形术或联合其他部位椎体成形术治疗,本组 45 例 70 个椎体,男 27 例,女 18 例,平均年龄 56.5 岁(36~75 岁)。其中原发癌转移情况,肺癌 35.6%(16/45),乳腺癌 28.9%(13/45),肝癌 8.9%(4/45),肾癌 8.9%(4/45),结直肠癌 6.7%(3/45),其他恶性肿瘤 11.1%(5/45)。27 例患者合并不同程度的其他部位椎体、肋骨、髌骨和肩胛骨转移,但无重要内脏器官转移,所有患者的 Tomita 评分均 ≤ 7 分。脊髓压迫来自单一椎体 31 例,来自相邻两个以上椎体的 14 例,其中一半以上的病例同时合并椎体附件病变。2 例肝癌和 3 例肾癌患者术前进行了血管栓塞。单椎体成形 28 例(包括 PKP 3 例),双椎体 9 例,3 个椎体 8 例,共 70 个椎体进行了椎体成形术。平均 VAS 评分为 8.1 分(6~10 分)。Frankel 分级 A 级 3 例, B 级 8 例, C 级 13 例, D 级 15 例, E 级 6 例。术前 ECOG 4 级 18 例, 3 级 27 例。

1.2 手术方法

1.2.1 非开放骨水泥椎体成形术 行 PVP 手术患者取俯卧位,全部采用一侧经皮穿刺椎弓根进

针路径,在 C 型臂 X 线机透视下穿刺至椎体前 1/3 部位,注射骨水泥时观察其弥散情况,并控制注射速度以尽量避免骨水泥进入静脉或向椎旁尤其是向椎体后方椎管内溢漏而出现并发症。PKP 患者穿刺成功后,需要首先使用球囊将压缩椎体撑开后,将水泥推注入球囊撑开的空隙中,同样需要注意骨水泥的渗漏情况。骨水泥干固后,拔出穿刺针,局部压迫 5min 止血,加压包扎。

1.2.2 开放性椎管减压脊柱内固定联合椎体成形术 所有患者均采用气管吸入全麻,俯卧位,腹部悬空。首先将病变椎体上、下各 1~2 个节段常规置入椎弓根螺钉后,在上、下正常椎体的椎板处切开黄韧带,行椎板咬除,暴露椎管,逐渐向病椎椎板靠拢,椎管充分减压。将一侧的椎弓根螺钉与棒连接并紧缩固定,使椎体前方伸展,初步矫正后凸畸形。正位 X 线透视下确定椎弓根位置,经椎弓根入路,穿刺针到达椎体前 1/3 处,调和骨水泥,连接 PVP 套管,加压推注,或球囊撑开压缩椎体后,再行骨水泥注射(PKP)。C 型臂 X 线机监视骨水泥在椎体内的弥散情况,由前向后边注边退至椎体后缘,当骨水泥到达椎体后壁充满椎体时停止推注,待骨水泥稍固化后(2~3min)拔出穿刺针。术中 X 线透视下如果发现骨水泥向椎旁静脉和椎间隙渗漏,则立即停止注射,10~15s 后再次退针注射;如发现椎管内渗漏,则及时调整穿刺针方向,并牵开硬膜,清除骨水泥。

1.3 临床疗效评估标准

术前术后综合评估腰背痛程度、神经损害状况、影像学表现和功能状态。疼痛评估采用 VAS (visual analog scale, VAS) 分级法(轻度:0~4 分;中度:5~6 分;重度:7~10 分);神经损害情况采用 Frankel 分级法;功能状态采用美国东部肿瘤协作组(eastern cooperative oncology group, ECOG)^[6] 分级系统(表 1)。

1.4 术后处理

所有患者术后接受放疗、化疗或靶向治疗,每月接受一次二膦酸盐制剂静脉注射。术后随访每 3 个月复查 1 次。采用 X 线片或结合 MRI 检查,观察治疗前后经治椎体影像学变化,包括脊髓压迫、病理性骨折,局部或椎旁复发及肿瘤进展等。

1.5 统计学处理

所有计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 SPSS 11.5 进行统计学分析,行 t 检验, $P < 0.05$ 差异有显著性。

2 结果

术中无肺栓塞、截瘫或围手术期死亡患者,无气胸、穿侧部位出血、伤口感染等并发症发生。8 例单纯经皮穿刺椎体成形患者术中出现短暂性血压及血氧饱和度下降,予以暂停骨水泥注射并静脉给予地塞米松后好转。非开放骨水泥椎体成形手术时间 30~60min,平均 45min。开放性手术联合椎体成形术患者及联合其他部位椎体成形术患者手术时间 100~150min,平均 120min。出血量平均 600ml(400~1000ml)。椎体成形术中骨水泥的平均注入量为 4ml(3~7ml)。108(43%) 个椎体术中出现骨水泥渗漏,19 个在椎间隙,86 个在椎旁或椎旁静脉,3 个在椎管内渗漏,但均无临床症状,典型病例见图 1、图 2。

2.1 临床效果

术后 3d 内患者平均 VAS 评分降至 2.6 分(1~4 分,表 2),与治疗前比较,明显降低($P < 0.01$),疼痛缓解率 98.1%(151/155),术后 2 周无明显变化,术后 1 个月缓解率为 91.6%(142/155),3 个月为 87.7%(136/155),6 个月为

表 1 ECOG 功能分级

Tab.1 ECOG performance status scale

级别	体力状态
0	活动能力完全正常,与起病前无任何差异
1	能自由走动及从事轻体力活动,包括一般家务或办公室工作,但不能从事较重体力活动
2	能自由走动及生活自理,但已丧失工作能力,日间不少于一半时间可以起床活动
3	生活仅能部分自理,日间一半以上时间卧床或坐轮椅
4	卧床不起,生活不能自理

表 2 椎体成形治疗前后 VAS 评分

Tab 2 Pre- and post-operative VAS score of cement vertebroplasty ($\bar{x} \pm s$)

	单纯椎体成形组 PVP	开放手术联合椎体成形组 Open surgery+PVP
术前 pre-op	7.2±2.1	8.1±1.9
术后 3d 3d post-op	2.6±1.4 ^①	2.7±1.3 ^①
术后 1 个月 1 mon post-op	2.4±1.1 ^①	2.0±1.2 ^①
术后 3 个月 3 mon post-op	2.0±1.7 ^①	1.9±1.8 ^①
术后 6 个月 6 mon post-op	2.3±1.3 ^①	2.2±0.9 ^①

注:①与同组术前比较 $P < 0.01$

Note: ①Compared with pre-operative $P < 0.01$

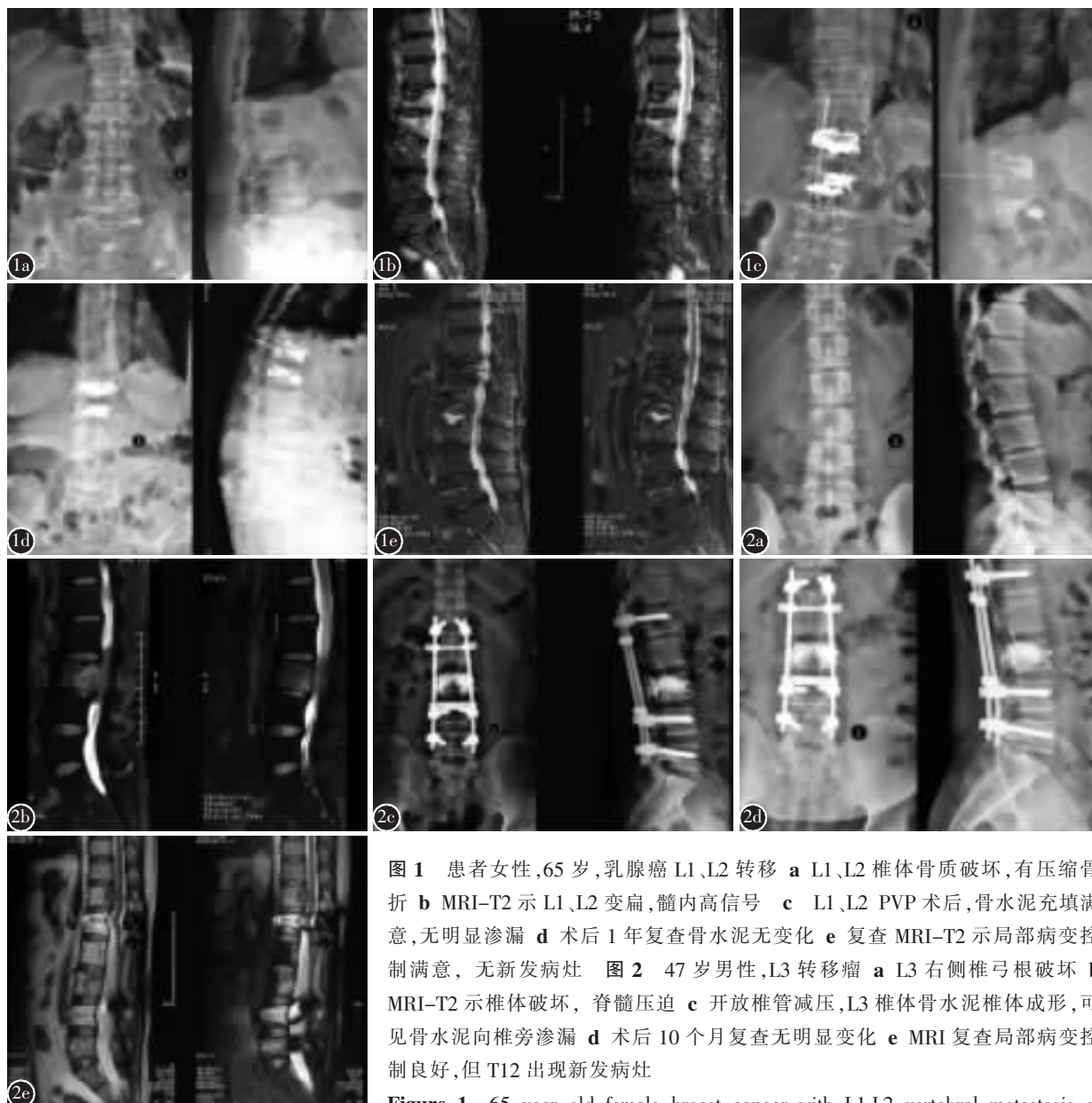


图 1 患者女性,65 岁,乳腺癌 L1、L2 转移 a L1、L2 椎体骨质破坏,有压缩骨折 b MRI-T2 示 L1、L2 变扁,髓内高信号 c L1、L2 PVP 术后,骨水泥充填满意,无明显渗漏 d 术后 1 年复查骨水泥无变化 e 复查 MRI-T2 示局部病变控制满意,无新发病灶 图 2 47 岁男性,L3 转移瘤 a L3 右侧椎弓根破坏 b MRI-T2 示椎体破坏,脊髓压迫 c 开放椎管减压,L3 椎体骨水泥椎体成形,可见骨水泥向椎旁渗漏 d 术后 10 个月复查无明显变化 e MRI 复查局部病变控制良好,但 T12 出现新发病灶

Figure 1 65-year-old female breast cancer with L1,L2 vertebral metastasis originated from breast cancer **a** Preoperative postero-anterior and lateral plain radiography showed vertebral destructive lesions in L1 and L2 with compressive fracture **b** High signal of L1 and L2 on MRI-T2 weighted image **c** Postoperative X ray showed satisfactory cement filling without leakage **d** No change was observed after one year follow up **e** Meanwhile, no local recurrence and new lesion were found on T2 image **Figure 2** 47-year-old male with L3 vertebral metastasis originated from liver cancer **a** Preoperative postero-anterior and lateral plain radiography showed destructive lesion on right-side of L3 **b** Vertebral destruction with spinal cord invasion on MRI-T2 weighted image **c** Postoperative X ray showed L3 spinal canal decompression with pedicle screws fixation and satisfactory cement vertebroplasty, some cement leakage was observed **d** No change was observed on X plain film after ten months follow up **e** Meanwhile, no local recurrence was found, but new lesion on T12 was detected on T2 image

78.4%(109/139)。术前、术后各时间点 Frankel 分级及 ECOG 分级情况见表 3, 术前有神经功能损害的 39 例患者中 37 例有 1 级及以上改善; 非开放手术 ECOG 分级 3 级 65 例中 50 例改善为 2

级, 2 级 45 例中 13 例改善为 1 级; 开放手术 ECOG 分级 4 级 18 例患者中有 15 例改善为 3 级, 3 级者 27 例, 其中 13 例改善为 2 级。

2.2 患者生存情况和肿瘤复发

表 3 开放性椎体成形术前及术后 Frankel 分级和 ECOG 分级

Tab 3 Pre- and post-operative Frankel grade and ECOG scale in open cement vertebroplasty group (例)

术前 Frankel 分级 Pre-op Frankel scale	例数 Case	术后两周时 Frankel 分级 2-week Frankel scale					术前 ECOG 分级 Pre-op ECOG scale	例数 Case	术后两周 ECOG 分级 2-week ECOG scale				
		A	B	C	D	E			0	1	2	3	4
A	3	1	2				0	0	0				
B	8		1	7			1	0		0			
C	13			0	13		2	0			0		
D	15				0	15	3	27			13	14	
E	6					6	4	18				15	3

平均随访 20 个月(3~36 个月)。3~6 个月内死亡患者 16 例,6~12 个月内死亡患者 30 例,12~18 个月内死亡患者 26 例,18~24 个月内死亡 38 例,24~36 个月内死亡 12 例,至末次随访时存活 33 例。非开放性骨水泥椎体成形术 110 例中有 9 例(8.2%)出现其他部位的肿瘤进展而再次采取手术治疗。开放性手术 45 例中 3 例(6.7%)出现局部复发并压迫脊髓。

3 讨论

脊柱是转移性肿瘤发生率最高部位,胸椎最常见(70%),其次为腰椎(20%)和颈椎(10%)^[7]。椎体转移瘤多为溶骨性破坏,往往合并椎体病理性骨折或脊髓压迫,严重影响患者日常生活。对于存在脊柱不稳定,神经功能受损或放疗不敏感时,常需要采取外科治疗^[8,9]。开放性手术(如前路、后路、后外侧入路以及前后路联合、全脊椎切除等)在脊柱多发性转移瘤和全身情况较差的患者中应用仍受到一定的限制,尤其是全椎体切除术,创伤大,手术时间长,出血量大,切除和重建技术要求高,一般认为对于晚期转移瘤患者没有必要^[9]。椎体成形术作为微创外科的一种重要手段,在脊柱转移瘤治疗中的应用也越来越重要^[10,11]。

3.1 骨水泥椎体成形术的适应证

骨水泥椎体成形主要适用于溶骨性骨转移瘤破坏椎体或椎体病理性压缩骨折,PKP 的使用范围比 PVP 更广,尤其对于椎体严重压缩超过 1/2~2/3 更有优越性。椎体后壁不完整是 PVP 的相对禁忌证,另外由于相连的多发椎体转移瘤引起的弥散性广泛疼痛,PVP 效果较差^[2]。若患者一般情况好,Tomita 评分 ≤ 7 分,椎体转移瘤伴脊髓神经根受压是开放手术联合椎体成形的适应证^[4,5,9]。椎体成形的绝对禁忌证为椎体感染、无法纠正的

凝血和出血倾向^[2]。

3.2 单纯经皮穿刺椎体成形术和后凸成形术

1989 年 Kaemmerlen^[12]将 PVP 技术最先用于治疗脊柱转移性肿瘤。文献报道,PVP 或 PKP 对椎体转移瘤的良好疼痛缓解率在 90%左右,止痛效果可保持 1 年^[13-15]。邢文阁^[16]报道椎体转移瘤单纯接受放疗效果较差,PVP 联合放疗止痛和功能改善效果显著,二者优势互补。

我们对 110 例 181 个椎体行骨水泥椎体成形,术后疼痛和功能改善与术前相比具有显著性差异,效果与文献报道相似。所有患者中无一例出现肺栓塞和围手术期死亡,我们预防术中肺栓塞的经验为穿刺成功后,进行骨水泥注射前静脉给予 10mg 地塞米松,穿刺过程中实时检测患者心率和血氧饱和度,如果出现异常则暂停注射,并追加 10mg 地塞米松,待骨水泥粘稠度稍增加后再行注射。另外对一例存在脊髓压迫拒绝开放性手术的患者行 PVP,患者术后疼痛减轻,由卧床到可耐受坐轮椅。我们认为椎体转移瘤伴脊髓压迫不是椎体成形的绝对禁忌证,而对于无法耐受全麻和开放椎管减压内固定的虚弱患者,可以达到减轻疼痛,避免长期卧床,提高生存质量的作用,只是手术操作的难度和危险性较高。Appel 等^[17]对有脊髓压迫的 21 例椎体转移瘤患者行 PVP 治疗,结果表明疼痛缓解率为 87%。张继等^[18]也报道对存在脊髓压迫的患者进行 PVP 手术的经验。本组病例中有 1 例 C7 转移瘤 PVP 患者是在术中的协助下完成的。由于双侧肩部的遮挡,常规二维透视无法显示 C7~T3 的椎弓根。术中 CT 可清晰显示椎弓根的倾斜角度和引导进针的方向,扩大了椎体成形的椎体应用范围。

3.3 开放性手术中骨水泥椎体成形术应用

开放性椎体成形术 1999 年由 Wenger 等^[19]首

次使用。尽管 10 例患者中有 7 例出现骨水泥渗漏,但无一例出现症状,因为开放性手术可以迅速清理渗漏于椎管内的骨水泥。Fuentes^[3]报道 18 例(14 例椎体转移瘤,4 例骨质疏松性压缩骨折)采用 PKP 手术,术后所有患者疼痛缓解,下肢功能改善,无一例出现骨水泥椎管内渗漏,他们认为椎体成形术影响神经根功能的危险性非常小,可应用于 T7 以上的节段。汤小东等^[4]和杨荣利等^[5]分别报道了椎体破坏压缩骨折合并脊髓压迫的多发椎体转移瘤和多发性骨髓瘤患者采用后路减压内固定,同时行开放性椎体成形术或联合其他椎体 PVP 术,术后患者疼痛症状解除,神经功能改善,疗效满意。

本组 45 例 70 个椎体行开放性椎管减压,脊柱内固定,联合椎体成形术,可以稳定脊柱,同时骨水泥注入可以达到止痛,抑制肿瘤,恢复椎体高度的作用,同时本组病例的临床效果说明了本手术的有效性和安全性。

3.4 并发症

PVP 术中主要并发症是骨水泥渗漏,特别是椎管内渗漏,在治疗椎体转移瘤时发生率高达 37.5%^[1,11],不同的节段骨水泥渗漏的发生率不同,胸椎最高达 87.5%^[1,11]。发生原因主要为骨水泥注射时黏稠度不足和注射量过多所致,使用 PKP 技术可大大地减低渗漏的发生率。本组 43% 出现骨水泥渗漏,考虑与转移瘤椎体破坏较严重有关,但无一例出现并发症。

综上,非开放骨水泥椎体成形术对缓解脊柱转移瘤患者腰背痛效果显著。开放手术结合术中椎体成形或联合其他部位的椎体成形术一期手术完成椎管减压内固定和椎体成形,稳定脊柱,适合于多发椎体病变。合并脊髓压迫的患者,我们认为行恰当方式的椎体成形术安全、简单,效果显著,减少了椎体置换或前路开放手术的创伤。

4 参考文献

1. Ofluoglu O. Minimally invasive management of spinal metastases[J]. Orthop Clin North Am, 2009, 40(1):155-168.
2. 燕太强,郭卫.脊柱转移瘤的微创外科治疗进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(3):244-247.
3. Fuentes S, Metellus P, Pech-Gourg G, et al. Open kyphoplasty for management of metastatic and severe osteoporotic spinal fracture:technical note[J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(3):

284-288.

4. 汤小东,郭卫,杨荣利,等.手术联合椎体成形术治疗多发性脊柱肿瘤[J]. 中华外科杂志, 2005, 43(4):225-228.
5. 杨荣利,郭卫,燕太强,等.开放性椎体成形术治疗脊柱转移瘤和多发性骨髓瘤[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(12):1028-1032.
6. Oken MM, Creech RH, Tormey DC, et al. Toxicity and response criteria of the eastern cooperative oncology group [J]. Am J Clin Oncol, 1982, 5(6):649-655.
7. Kilmo P, Schmidt MH. Surgical management of spinal metastases[J]. Oncologist, 2004, 9(2):188-196.
8. Feiz-Erfan I, Rhines LD, Weinberg JS. The role of surgery in the management of metastatic spinal tumors[J]. Semin Oncol, 2008, 35(2):108-117.
9. 燕太强,郭卫,杨荣利,等.单纯后路经椎弓根椎体次全切除内固定联合人工椎体置换治疗胸腰椎转移瘤[J]. 中国骨肿瘤骨病, 2011, 10(1):6-10.
10. Singh K, Samartzis D, Vaccaro AR, et al. Current Concepts in the management of metastatic spinal disease:the role of minimally-invasive approaches [J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88(4):434-442.
11. Chew C, Craik L, Edwards R, et al. Safety and efficacy of percutaneous vertebroplasty in malignancy: a systematic review[J]. Clin Radiol, 2011, 66(1):63-72.
12. Kaemmerlen P, Thiesse P, Bouvard H, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of metastases: technic and results[J]. J Radiol, 1989, 70(10):557-562.
13. Fournay DR, Schomer DF, Nader R, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients[J]. J Neurosurg, 2003, 98(1 Suppl): 21-30.
14. Pflugmacher R, Beth P, Schroeder RJ. Balloon kyphoplasty for the treatment of pathological fractures in the thoracic and lumbar spine caused by metastasis: one-year follow-up [J]. Acta Radiol, 2007, 48(1):89-95.
15. Calmels V, Vallee JN, Rose M, et al. Osteoblastic and mixed spinal metastases: evaluation of the analgesic efficacy of percutaneous vertebroplasty[J]. AJNR, 2007, 28(3):570-574.
16. 邢文阁,郭志,王军,等.椎体转移瘤椎体成形术与放射治疗的临床研究[J]. 中华医学杂志, 2010, 90(11):743-747.
17. Appel NB, Gilula LA. Percutaneous vertebroplasty in patients with spinal canal compromise[J]. AJR, 2004, 182(4):947-951.
18. 张继,吴春根,程永德,等.经皮椎体成形术治疗累及椎管的椎体转移性肿瘤[J]. 介入放射学杂志, 2008, 17(2):118-121.
19. Wenger M, Markwalder TM. Surgically controlled, transpedicular methyl methacrylate vertebroplasty with fluoroscopic guidance[J]. Acta Neurochir(Wien),1999, 141(6):625-631.

(收稿日期:2011-07-19 修回日期:2011-09-26)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 刘彦)