

·临床研究 Clinical research·

经皮骨水泥椎间融合术在椎体转移瘤治疗中的应用

刘鹤飞, 田庆华, 易飞, 王涛, 何煜, 吴春根

【摘要】 目的 探讨经皮骨水泥椎间融合术治疗病情严重椎体转移瘤患者的安全性及有效性。**方法** 回顾性分析 22 例行经皮骨水泥椎间融合术的椎体转移瘤患者, 手术通过经椎弓根或椎旁途径在病变椎体及相邻椎间盘内建立穿刺通道, 随后向椎体及椎间盘内注入骨水泥, 将 2 个或多个病变椎体融合形成一个整体, 手术部位包括 46 个椎体, 24 个椎间盘, 术后使用椎体骨水泥覆盖率评价骨水泥病灶填充情况, 随访过程中采用视觉模拟评分(VAS 评分)及 Oswestry 功能障碍指数(ODI 指数)评价临床疗效, 采用 SPSS 22.0 统计软件对随访数据进行统计学分析。**结果** 所有患者顺利完成手术, 椎体骨水泥灌注量为 3~5 mL, 平均(4.39±0.61) mL, 椎间盘骨水泥灌注量为 2~4 mL, 平均(2.63±0.58) mL。部分患者水泥渗漏至椎体前缘周围组织, 未引起明显不适。术后椎体水泥覆盖率评级为优的手术椎体 44 个(95.7%), 评级为良的手术椎体 2 个(4.4%), 评级为不足的手术椎体 0 个。术前 VAS 评分及 ODI 指数分别为: 7.23±0.81, 75.15±4.88。术后 3 d, 术后 1、3 和 6 个月的 VAS 及 ODI 指数分别为: 4.77±1.02、2.86±0.71、2.50±0.51、2.59±0.80 和 57.88±12.78、38.59±7.84、35.35±7.78、35.86±10.09。所有患者术后相关评价指标较术前均有明显好转, 2 例(9.9%)患者随访过程中病情出现反复, 但较术前均有一定改善。术前与术后评价指标的差异有统计学意义。**结论** 对于经皮椎体成形术无法取得满意临床疗效的病情严重患者, 经皮骨水泥椎间融合术是安全有效的治疗方法, 以提高病灶骨水泥覆盖率, 恢复患者脊柱稳定性, 缓解疼痛, 提高患者生活质量。

【关键词】 经皮骨水泥椎间融合术; 脊柱稳定性; 椎体转移瘤; 骨水泥覆盖率

中图分类号: R683 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2019)-05-0459-06

Application of percutaneous bone cement intervertebral fusion in the treatment of vertebral metastases

LIU Hefei, TIAN Qinghua, YI Fei, WANG Tao, HE Yu, WU Chungen. Department of Radiology, Affiliated Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: WU Chungen, E-mail: wucgsh@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the safety and efficacy of percutaneous bone cement intervertebral fusion in treating severe vertebral metastases. **Methods** The clinical data of 22 patients with vertebral metastases, who were treated with percutaneous cement intervertebral fusion, were retrospective analyzed. A puncture passage in the diseased vertebral body and adjacent intervertebral discs was established via the pedicle or paravertebral pathway, which was followed by injecting bone cement into the vertebral body and intervertebral disc to fuse the two or more diseased vertebrae into a whole. A total of 46 vertebrae and 24 intervertebral discs were operated. The bone cement coverage rate was used to assess the filling degree of bone cement, the visual analogue score (VAS) and Oswestry dysfunction index (ODI) were used to evaluate the clinical efficacy, and the follow-up data were statistically analyzed by SPSS22.0 Software. **Results** Successful operation was achieved in all patients. The amount of cement injected into the vertebral body was 3~5 mL, with a mean of (4.39±0.61) mL; the amount of cement injected into the intervertebral disk was 2~4 mL, with an average of (2.63±0.58) mL. Bone cement leakage into the tissue around the anterior edge of the vertebral body was observed in some patients, and the patients showed no obvious symptoms. Postoperative

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2019.05.012

基金项目: 上海市自然科学基金面上项目(18ZR1429400)、上海市“科技创新行动计划”医学引导类科技支撑项目(19411971800)

作者单位: 200233 上海交通大学附属第六人民医院放射科

通信作者: 吴春根 E-mail: wucgsh@163.com

cement coverage rating of excellent degree was obtained in 44 vertebral bodies (95.65%), cement coverage rating of good degree in 2 vertebral bodies (4.35%), and cement coverage rating of inadequate degree in 0 vertebral body. Preoperative VAS value and ODI value were (7.23 ± 0.81) and (75.15 ± 4.88) respectively. The VAS values and ODI values at 3 days, 1, 3 and 6 months after operation were (4.77 ± 1.02), (2.86 ± 0.71), (2.50 ± 0.51), (2.59 ± 0.80) and (57.88 ± 12.78), (38.59 ± 7.84), (35.35 ± 7.78), (35.86 ± 10.09) respectively. The related postoperative evaluation indexes were obviously improved when compared with the preoperative data. In 2 patients (9.9%), recurrence of disease was observed during follow-up period, but the patients' condition was better than preoperative state. The differences in evaluating indicators between preoperative data and postoperative ones were statistically significant. **Conclusion** For patients with severe vertebral metastases, who can't get satisfactory clinical results from percutaneous vertebroplasty, percutaneous bone cement intervertebral fusion is a safe and effective treatment, which can improve bone cement coverage of lesions, restore spinal stability, relieve pain and improve the quality of life of patients. (J Intervent Radiol, 2019, 28: 459-464)

[Key words] percutaneous bone cement intervertebral fusion; spinal stability; vertebral metastasis; bone cement coverage rate

经皮椎体成形术(PVP)具有操作简便、创伤小、术后止痛效果明显等优势,成为目前治疗椎体病变安全有效的手术方式^[1-3]。但在临床治疗过程中发现,对于某些病情严重或病情特殊的脊柱病变患者,外科手术、保守治疗及 PVP 均不能使患者取得满意的临床疗效。因此要求临床工作者在原有成熟治疗方法的基础上得以创新,提出全新的治疗方式以满足这些特殊患者群体的需求。2014 年何成建等^[4]报道了经皮椎间融合成形术治疗节段性脊柱恶性溶骨塌陷 1 例,通过经皮椎间融合成形术实现了杀灭肿瘤、加固并融合病变椎体的目的,患者术后疼痛及生活质量明显改善。2017 年田庆华等^[5]回顾性分析 4 例经皮骨水泥融合术治疗强直性脊柱炎伴假关节形成的邻近椎体应力骨折的患者,术后疼痛状况及日常运动功能明显改善。

椎体是恶性肿瘤骨转移常见部位,某些病情严重的椎体转移瘤患者,传统的 PVP 不能取得预期的临床疗效,我们在临床治疗中提出一种全新的手术方式——经皮骨水泥椎间融合术,该术是经皮通过椎弓根或椎旁途径向椎体及椎间盘内注入骨水泥,将 2 节或多节病变椎体融合形成一个整体,以达到增加椎体强度、提高骨水泥病变覆盖率、增强脊柱稳定性、缓解疼痛、提高患者生活质量及改善肿瘤患者的预后的一种全新的微创技术。本文回顾性分析 2013 年 1 月至 2018 年 2 月应用经皮骨水泥椎间融合术治疗椎体转移瘤患者的临床资料,旨在探讨该术治疗病情严重椎体转移瘤患者的安全性及有效性。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 临床资料 2013 年 1 月至 2018 年 2 月,我科共对 22 例椎体转移瘤患者实施经皮骨水泥椎间融合术,患者原发肿瘤包括肺癌 9 例、肝癌 2 例、甲状腺癌 2 例、前列腺癌 2 例、乳腺癌 2 例、胃癌 2 例、宫颈癌 1 例、膀胱癌 1 例、鼻咽癌 1 例。22 例中男 14 例,女 8 例,年龄 33~77 岁,平均(62 ± 10)岁,手术部位包括 46 节椎体,24 节椎间盘,椎体骨水泥灌注量为(4.39 ± 0.61) mL,椎间盘骨水泥灌注量为(2.63 ± 0.58) mL。手术的纳入标准为:①病变椎体骨质严重破坏,椎体丧失正常形态及边界或肿瘤累及椎体上半部分或下半部分骨质,上下缘骨皮质连续中断;②患者因身体素质及病情限制无法行外科手术且拒绝行保守治疗,强烈希望缓解疼痛并提高生活质量;③充分告知患者及家属手术方案及手术风险,患者及家属同意手术。排除标准:①患者合并其它需要紧急治疗疾病;②患者身体情况差,不能耐受及配合此手术;③患者及家属拒绝行此手术。患者术前均行 CT、MRI 检查,有必要的患者术前行 ECT 或 PET-CT 检查,家属或患者本人签署知情同意书。患者临床资料见表 1。

1.1.2 器材 手术均在 DSA 引导下进行,手术常规使用美国 COOK 公司生产的 13 G 骨穿刺针、BARD 公司生产的 Bard® TruGuide® Disposable Coaxial Biopsy Needle 建立穿刺通道,术中使用的骨水泥为德国 Heraeus Medical GmbH 公司生产的 OSTEOPAL® V 骨水泥,最后使用山东冠龙公司生产的 20 mL 螺旋推进器进行骨水泥的灌注。

表 1 手术前后临床评估数据及统计学处理数据

参数	术前	术后 3 d	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
VAS 评分	7.23±0.81	4.77±1.02	2.86±0.71	2.50±0.51	2.59±0.80
ODI	75.15±4.88	57.88±12.78	38.59±7.84	35.35±7.78	35.86±10.09
Z _{VAS} 值	-	-5.45	-5.33	-5.30	-4.83
P 值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Z _{ODI} 值	-	-5.17	-5.24	-5.23	-4.79
P 值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

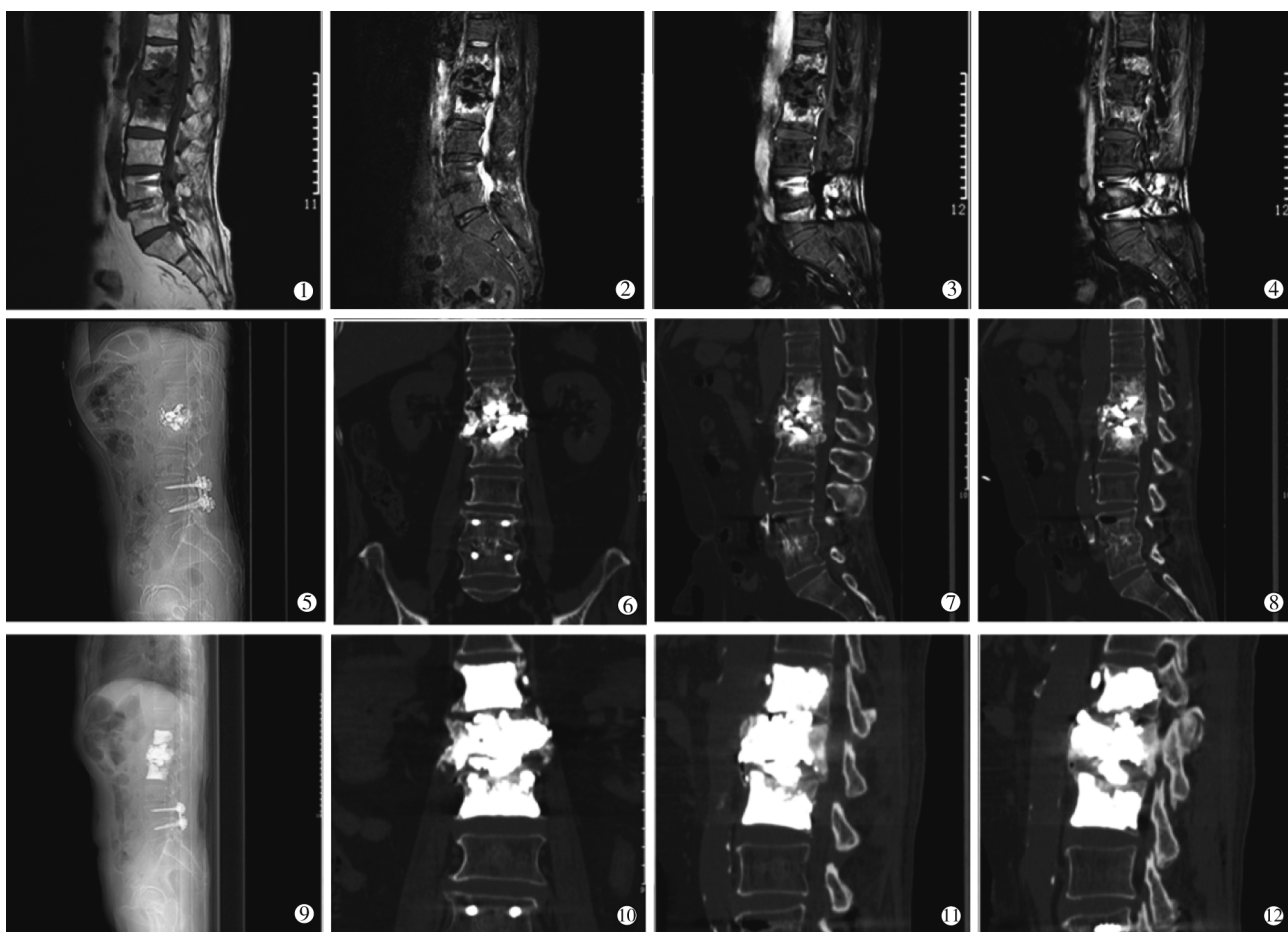
VAS:视觉模拟评分;ODI:Oswestry 功能障碍指数

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 ①术前对患者完善相关检查—实验室检查:术前血常规、肝肾功能、电解质、凝血功能、传染病等;影像学检查:病变部位 X 线、CT、MRI,必要时 ECT,确定进针点,进针角度及穿刺路径。②术前监测及控制基础疾病控制情况,如高血压、糖尿病、心脏病等基础疾病。③使用利多卡因实施穿刺通道的全层浸润麻醉,然后通过手术器械,正位及侧位透视,建立穿刺通道,确保达到理想的穿刺状态:正位透视针尖位于椎体中央及椎间隙中央,侧位透视针尖位于椎体及椎间隙前 1/3 交界处。④调制骨水

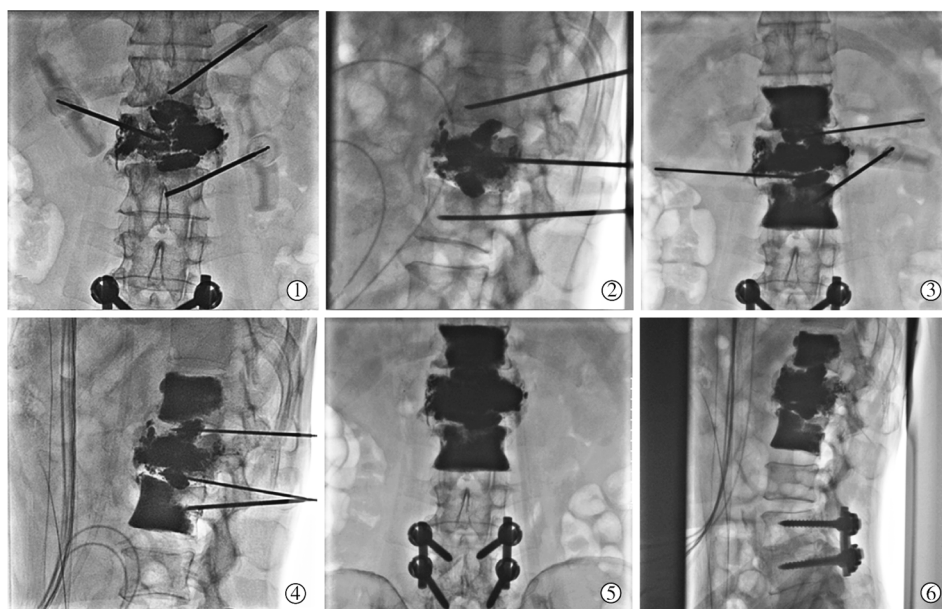
泥,在透视下缓慢灌注,若发现骨水泥渗漏到周围组织,特别流向椎管方向时立即停止灌注,术中可采取分期注射法以确保达到理想的骨水泥充填效果,最后经正位及侧位透视确认骨水泥充填效果,最后拔针,穿刺点局部压迫后包扎术毕。图 1、2。

1.2.2 疗效评估 手术患者常规随访 6 个月,采用视觉模拟评分(VAS 评分)、Oswestry 功能障碍指数(ODI 指数)评价患者术前和术后 3 d、1 个月、3 个月、6 个月临床状况,同时通过比较治疗前后止痛药的服用剂量变化、止痛药品类变化在一定程度上判断疗效。术后使用骨水泥覆盖率评价骨水泥病灶填



①~④腰椎 MRI 增强示:T12、L2 椎体内可见异常信号,增强后病灶明显强化,L1 椎体 PVP 术后伴椎体内部少许异常强化,L4、5 椎体术后改变。⑤~⑧术前腰椎 CT 示:T12、L2 椎体骨质密度异常,转移可能;L1 椎体 PVP 术后,L1 椎体右侧骨水泥充填欠佳。⑨~⑫术后腰椎 CT 示:L1~3 椎体 PVP 术后,骨水泥分布良好

图 1 术前及术后检查影像学资料



①②使用骨穿刺针在 T12~L2 建立穿刺通道,随后进行骨水泥灌注;③④拔出椎体内的骨穿刺针,使用巴德鞘在椎间盘内建立穿刺通,随后进行骨水泥灌注;⑤⑥手术结束,骨水泥在 T12~L2 椎体及 T12~L1, L1~L2 椎间隙内充填分布良好

图2 手术影像资料

充情况,椎体骨水泥覆盖率评价等级:将骨水泥在病椎中覆盖率分为 3 个等级:优(覆盖范围大于病变范围的 2/3),良(覆盖范围介于病变范围的 1/2 与 2/3 之间),不足(覆盖体积小于病变范围的 1/2)。

1.3 统计方法

统计学数值以平均值 \pm 准差表示。统计学软件采用 IBM SPSS Statistics 22.0 统计分析软件。比较术前与术后 VAS 评分、ODI 指数的变化,对结果进行分析检验,首先验证随访的数据是否符合正态分布,随后根据验证结果选择配对 t 检验或者符号秩和检验, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术结果

所有患者均在 DSA 引导下局麻顺利完成手术,穿刺针确认到位后注入骨水泥,手术部位包括 46 个椎体,24 个椎间盘,椎体骨水泥灌注量为 3~5 mL,平均 (4.39 ± 0.61) mL,椎间盘骨水泥灌注量为 2~4 mL,平均 (2.63 ± 0.58) mL。骨水泥填充效果良好,技术成功率 100%。椎体骨水泥覆盖率评级为优的手术椎体 44 个(95.6%),评级为良的手术椎体 2 个(4.3%),评级为不足的手术椎体 0 个。术中无患者出现胸闷、气短等肺栓塞症状,密切观察患者双下肢感觉运动情况,无患者因骨水泥渗漏引起双下肢感觉运动异常,部分患者水泥渗漏至椎体前缘周围组织,未引起明显不适,未给予特殊处理。

2.2 疗效

手术患者随访时间为 6 个月,采用 VAS 和 ODI 指数评价患者术前和术后 3 d、术后 1、3 和 6 个月临床状况。22 例(100%)患者术后 3 d、术后 1、3 个月临床评价指标较术前明显改善,术后 6 个月随访时,20 例(90.9%)情况与术后 3 个月随访情况相仿,2 例(9.9%)情况较术后 3 个月随访情况稍差,但较术前明显改善。同时通过随访患者治疗前后止痛药的服用剂量和止痛药品类变化,术后 6 个月随访时 3 例(13.6%)患者摆脱长期服用止痛药的困扰,11 例(50.0%)使用止痛药级别降低,8 例(36.4%)患者止痛药服用剂量减少。患者 VAS 评分、ODI 指数及统计学处理数据见表 1。

3 讨论

脊柱功能单位是脊柱最小的生理运动单位,由相邻的 2 个椎体及其中间的软组织所组成,脊柱功能单位的任何部分受损,均可导致脊柱稳定系统受损,表现为脊柱丧失了其在生理负荷下通过其代偿性移位来避免原发或继发神经损伤、严重变形或难以忍受的疼痛的能力^[6],由此可见脊柱正常生理功能的实现取决于脊柱的稳定性,而脊柱的正常结构是维持脊柱的稳定性基础。椎体转移瘤多以溶骨性改变和软组织肿块为主,导致患者病变椎体骨质破坏,椎体支撑能力的减退或丧失,患者脊柱稳定系统受损。减少晚期肿瘤患者痛苦、提高生存质量、控

制肿瘤进展是椎体转移瘤治疗的 3 个主要目的。

对于椎体转移瘤患者,保守治疗及外科手术往往不能达到患者预期的治疗目的,放化疗对脊柱转移瘤引起的疼痛具有滞后性,多在治疗 10~20 d 才能缓解,椎体转移瘤患者放疗后 60~90 d 病变椎体内才会有骨重建,但不能使脊柱及时恢复原有的稳定性^[7]。PVP 操作简便、创伤小,术后止痛效果明显,可提高脊柱转移瘤患者的预后,是目前治疗椎体骨转移瘤患者安全有效的手术方式^[1-3]。患者行 PVP 的目的是加固骨质,预防椎体病理性骨折。同时,延缓肿瘤细胞对椎体本身的破坏,增强椎体强度,保持脊柱稳定性,PVP 会减轻患者局部疼痛,显著预防转移瘤椎体进一步塌陷,同时延缓和降低了椎管内肿瘤浸润的发生,防止脊髓受压产生神经功能障碍^[8]。某些特定的椎体转移瘤患者已经失去了外科手术治疗的机会,但是由于病情较重,患者面临着 PVP 严重并发症如骨水泥渗漏引起截瘫、肺栓塞、骨水泥椎间盘渗漏等高风险,这些风险会限制临床治疗方案的选择,患者可能无法行 PVP 治疗或者行安慰性 PVP 治疗即病变椎体骨水泥的覆盖率过低。行传统的 PVP 治疗后,随访过程中发现,患者常常面临两大困扰:①术后疗效不理想或者病情出现反复,表现为疼痛缓解不理想或术后恢复后疼痛有一定的缓解,但数月后疼痛加剧;②骨水泥周围肿瘤进展。临床上不同的临床疗效首先与患者自身的病情特点有关,其次还与术中病变椎体骨水泥的覆盖率有关。杜培等^[9]认为 PVP 是目前治疗椎体转移瘤的有效方法,其临床效果与骨水泥在病椎椎体的充填率相关,可全面改善患者的生存质量。刘建新等^[10]认为术中骨水泥充填剂量应该根据病变部位、肿瘤破坏范围及病变椎体塌陷程度确定,疗效与骨水泥覆盖椎体的破坏范围有关。

针对以上患者,本课题在临床治疗中提出了全新的手术方式——经皮骨水泥椎间融合术,它是指经皮通过椎弓根或椎旁途径在病变椎体及相邻椎间盘内建立穿刺通道,随后向椎体及椎间盘内注入骨水泥,将 2 个或更多病变椎体融合形成一个整体,以达到增加椎体强度、提高脊柱稳定性、缓解疼痛、提高患者生活质量为目的的一种全新的微创技术。经皮骨水泥椎间融合术是以经皮椎体成形术为基础,以外科经典椎间融合术的理论为指导,实现椎体间融合的微创介入技术。

本研究中,所有患者均在 DSA 引导下局麻顺利完成手术,椎体骨水泥灌注量为 3~5 mL,平均(4.46±

0.56) mL,椎间盘骨水泥灌注量为 2~4 mL,平均(2.65±0.56) mL,术后对手术患者常规随访 6 个月,采用 VAS 评分、ODI 指数评价患者术前和术后临床状况,同时通过比较治疗前后止痛药的服用剂量变化、止痛药品类变化在一定程度上判断疗效。术后使用骨水泥覆盖率评价病灶骨水泥填充情况,将椎体骨水泥覆盖率评价等级分为 3 个等级:优(覆盖范围大于病变范围的 2/3),良(覆盖范围介于病变范围的 1/2 与 2/3 之间)和不足(覆盖体积小于病变范围的 1/2),椎体水泥覆盖率评级为优的手术椎体 44 节(95.65%),评级为良的手术椎体 2 节(4.35%)。证实术前及术后随访 VAS 评分及 ODI 指数差异有统计学意义($P<0.05$),但在术后 6 个月随访过程中,2 例(9.9%)患者情况较术后 3 个月随访情况稍差。追问病史,1 例患者弯腰搬动重物出现疼痛加剧,1 例患者入院复查后发现肿瘤复发,出现全身多发转移。

经皮骨水泥椎间融合术作为针对以上患者群体开创的全新手术方式,与脊柱外科椎体融合术及传统的经皮椎体成形术相比,作用机制及优势表现为以下方面^[4,11-17]:①改善患者脊柱稳定性。融合后的椎体具有支撑、抗滑及抗弯功能,既能使患者获得较好的稳定性,又能维持椎间隙高度,增加椎管及椎间孔容积,减少小关节的压力,恢复椎管、硬脊膜椎间孔与神经根正常解剖关系。②针对研究纳入标准覆盖的患者,术者术中无需考虑骨水泥椎间盘渗漏的风险,一定程度上提高了病变椎体骨水泥的覆盖率,通过骨水泥的生物特性作用于肿瘤组织产生肿瘤抑制的效果,从而提高患者临床疗效。③骨水泥在椎间盘内分布形状趋向于饼状,与椎间盘骨水泥渗漏的线状及条块状相比,更加符合人体的生物力学,降低了相邻椎体骨折的风险。④骨水泥的化学效应、热效应及细胞毒性作用,能够灭活分布在纤维环外层的痛觉神经末梢,使之失去接收和传递疼痛信号的能力。⑤因为经皮骨水泥椎间融合术不需要植骨及植入内固定,因此避免了钝性分离肌肉,去除某些骨性结构等操作,降低了并发症(出血、感染、损伤肌肉、神经损伤等)发生概率,同时椎体周围正常肌肉、韧带、关节突的存在,有利于躯体承受外力作用,维持脊柱稳定性。⑥目前在传统的椎体融合术中自体髂骨仍是椎间植骨的最常用部位,但是患者面临着髂骨取骨后的诸多并发症:长期的局部疼痛、髂骨骨折、局部感染、没有充足的供应量等,经皮骨水泥椎间融合术采用骨水泥作为椎

间融合术椎间融合材料,患者取得满意的一定的临床疗效后,避免了以上风险。⑦经皮骨水泥椎间融合术采用局麻,经皮建立工作通道,手术更加微创,符合以上群体患者的需求。

经皮骨水泥椎间融合术作为全新的手术方式,手术需要分别往椎体及椎间盘内灌注骨水泥,避免骨水泥渗漏引起严重并发症,术中操作技巧包括:①建立理想的穿刺通道:正位透视针尖位于椎体中央及椎间隙中央,侧位透视针尖位于椎体及椎间隙前 1/3 交界处。②理论上需在病变椎体及相邻椎间盘内建立穿刺通道,但在某些情况下,可调整穿刺针的进针角度,可将穿刺针经椎体打至椎间盘,采用分期注射法进行骨水泥充填。③注意骨水泥的灌注技巧:椎体骨水泥灌注时为求提高病灶骨水泥覆盖率可采用分期注射法,椎间隙骨水泥充填时要注意骨水泥的黏稠程度及充填速度,椎间隙充填水泥较椎体充填水泥更为黏稠,同时 2 个部位水泥充填速度要慢,注意观察骨水泥的流动方向及速度,根据骨水泥的充填情况调整穿刺针的深度及方向。④术前需要告知患者骨水泥充填时可能出现的不适,嘱咐患者骨水泥充填时切勿剧烈运动及弯腰拱背,以防骨水泥凝固前发生迁移。

本研究还有一定的局限性,比如随访时间较短,本研究的疗效通过 VAS 评分及 ODI 指数评价,具有一定的主观性。

目前研究表明,经皮骨水泥椎间融合术是以经皮椎体成形术为基础,运用经典椎间融合术的理论为指导,实现椎体间融合的微创介入技术,对于身体素质及病情限制无法行外科手术或者拒绝行保守治疗及外科手术且经皮椎体成形术无法取得满意临床疗效的椎体转移瘤患者,经皮骨水泥椎间融合术是安全有效的治疗方法以减轻患者痛苦,提高肿瘤患者病灶覆盖率,提高生活质量。

[参考文献]

[1] Qi L, Li C, Wang N, et al. Efficacy of percutaneous vertebroplasty treatment of spinal tumors: a meta-analysis [J].

Medicine(Baltimore), 2018, 97: e9575.

- [2] 邓 钢,何仕诚,滕皋军,等.经皮椎体成形术治疗脊椎恶性肿瘤[J].介入放射学杂志,2005,14: 261-265.
- [3] 冯丽帅,马 旭,田庆华,等.微创介入技术治疗脊柱转移瘤的现状和展望[J].介入放射学杂志,2016,25: 738-742.
- [4] 何成建,吴春根,王 涛,等.经皮椎间融合成形术治疗节段性脊柱恶性溶骨塌陷 1 例[J].介入放射学杂志,2014,23: 130-131.
- [5] 田庆华,卢莹莹,宋红梅,等.经皮骨水泥融合术治疗强直性脊柱炎伴假关节形成的邻近椎体应力骨折 4 例[J].介入放射学杂志,2017,26: 551-554.
- [6] Iencean SM. The stabilizing axial spinal pillar in the lumbar spine[J]. Spinal Cord, 2002, 40: 178-185.
- [7] Qian Z, Sun Z, Yang H, et al. Kyphoplasty for the treatment of malignant vertebral compression fractures caused by metastases [J]. J Clin Neurosci, 2011, 18: 763-767.
- [8] 刘文华,田云虎,邱玉金,等.经皮穿刺椎体成形术治疗多发性胸椎转移瘤[J].中国微创外科杂志,2010,10: 798-801.
- [9] 杜 培,郝 杰.经皮椎体成形术治疗胸腰椎转移瘤的疗效分析[J].检验医学与临床,2012,9: 2919-2921.
- [10] 刘建新,李 彪,武红斌.经皮椎体成形术治疗椎体转移瘤的临床应用[J].介入放射学杂志,2008,17: 817-821.
- [11] Andersson GB, Chapman JR, Dekutoski MB, et al. Do no harm: the balance of "beneficence" and "non-maleficence" [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(9 Suppl): S2-S8.
- [12] Salzmänn SN, Shue J, Hughes AP. Lateral lumbar interbody fusion-outcomes and complications[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2017, 10: 539-546.
- [13] Hirasawa M, Mure H, Toi H, et al. Surgical results of lumbar interbody fusion using calcium phosphate cement [J]. Neurol Med Chir(Tokyo), 2014, 54: 722-726.
- [14] Ozer AF, Oktenoglu T, Sasani M, et al. Unusual cause of acute low-back pain: sudden annulus fibrosus rupture[J]. Orthop Rev (Pavia), 2012, 4: e22.
- [15] Nieuwenhuijse MJ, Bollen L, van Erkel AR, et al. Optimal intravertebral cement volume in percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37: 1747-1755.
- [16] 梅 治,李 青,赵成毅,等.经皮椎体成形术后非手术椎体再发骨折的危险因素分析[J].中国医刊,2018,53: 397-400.
- [17] 曾 博,张慧琳,熊 春,等.经皮椎体成形术后手术椎体再发骨折因素分析[J].中国医学创新,2015,12: 50-52.

(收稿日期:2018-07-31)

(本文编辑:俞瑞纲)