

• 临床研究 Clinical research •

CT 引导下微波消融联合椎体成形术治疗脊柱转移瘤疗效及骨水泥渗漏危险因素分析

侯明远, 王志龙, 姜方舟, 王泽锐, 梁逸宁, 李一兵, 左太阳

【摘要】 目的 探讨 CT 引导下微波消融(MWA)联合经皮椎体成形术(PVP)治疗脊柱转移瘤的近期疗效并分析术后发生骨水泥渗漏的危险因素。**方法** 回顾性分析 2020 年 1 月至 2023 年 6 月山东第一医科大学附属中心医院应用 CT 引导下 MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤 50 例 74 节椎体,采用疼痛数字评定量表评分(NRS)、吗啡日消耗量(DMC)和日常生活能力量表评分(ADL)评价近期临床疗效,术后 CT 定期复查评价局部肿瘤控制及骨水泥渗漏情况。纳入性别、年龄、脊柱转移瘤的最大径、转移瘤类型、原发癌 Tomita 分类、受累椎体水平、骨水泥注射量、注射侧向、病理性骨折和椎体后壁破裂等,采用单因素和多因素二元 logistic 分析评估术后发生骨水泥渗漏的危险因素。**结果** 术前、术后 1 天、1 周和 1、3、6 个月随访 NRS 分别为 (7.24 ± 1.41) 、 (4.76 ± 1.45) 、 (3.42 ± 1.34) 、 (2.86 ± 0.90) 、 (2.20 ± 0.57) 、 (1.66 ± 0.72) 分;术前、术后 1 天、1 周和 1、3、6 个月随访 DMC 分别为 (110.40 ± 94.61) 、 (66.10 ± 51.23) 、 (47.30 ± 37.49) 、 (32.90 ± 22.84) 、 (25.60 ± 18.97) 、 (15.36 ± 13.43) mg;术前、术后 1 周和 1、3、6 个月 ADL 分别为 (40.80 ± 11.45) 、 (53.20 ± 6.68) 、 (60.40 ± 5.14) 、 (62.90 ± 4.75) 、 (64.80 ± 4.51) 分。术前及术后 6 个月内随访 NRS、DMC、ADL 的差异有统计学意义($P < 0.05$)。术后 6 个月影像检查随访,有 46 例患者肿瘤得到控制,局部肿瘤复发率为 8% (4/50)。在 74 节椎体中有 17 (22.97%)节椎体发生轻度骨水泥渗漏。多因素 logistic 分析显示病理性骨折($OR = 9.581, 95\% CI = 2.292 \sim 40.055, P = 0.002$)及椎体后壁破裂($OR = 5.105, 95\% CI = 1.041 \sim 25.022, P = 0.044$)是骨水泥渗漏的独立危险因素,病理性骨折($OR = 35.333, 95\% CI = 4.029 \sim 309.840, P = 0.001$)是皮质骨水泥渗漏的独立危险因素,未发现血管骨水泥渗漏的独立危险因素,椎体后壁破裂($OR = 48.400, 95\% CI = 4.725 \sim 495.753, P = 0.001$)是椎管内骨水泥渗漏的独立危险因素。**结论** MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤能快速缓解患者疼痛,提高日常活动能力和生活质量,术后 6 个月内呈进一步改善趋势;联合治疗骨水泥渗漏发生率低,病理性骨折及椎体后壁破裂是骨水泥渗漏的独立危险因素。

【关键词】 微波消融;经皮椎体成形术;脊柱转移瘤;疗效;骨水泥渗漏;危险因素

中图分类号:R738.1 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2025)-002-0186-06

The curative effect of CT-guided microwave ablation combined with percutaneous vertebroplasty for spinal metastases and the analysis of risk factors for bone cement leakage HOU Mingyuan, WANG Zhilong, JIANG Fangzhou, WANG Zerui, LIANG Yining, LI Yibing, ZUO Taiyang. School of Medical Imaging, Shandong Second Medical University, Weifang, Shandong Province 261053, China

Corresponding author: ZUO Taiyang, E-mail: zuotaiyang001@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the short-term efficacy of CT-guided microwave ablation (MWA) combined with percutaneous vertebroplasty (PVP) for spinal metastases, and to analyze the risk factors for postoperative cement leakage. **Methods** The clinical data of 50 patients with spinal metastases (74 diseased vertebrae in total), who were treated with CT-guided MWA combined with PVP at the authors' hospital from January 2020 to June 2023, were retrospectively analyzed. Numerical Pain Rating Scale (NRS), daily morphine consumption (DMC) and Activity of Daily Living Scale (ADL) were used to

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2025.02.013

基金项目: 泉城“5150”引才倍增计划创新人才(团队)

作者单位: 261053 山东潍坊 山东第二医科大学医学影像学院(侯明远、李一兵); 山东第一医科大学附属中心医院肿瘤介入科(王志龙、姜方舟、王泽锐、梁逸宁、左太阳); 曲阜市中医医院医学影像科(侯明远)

通信作者: 左太阳 E-mail: zuotaiyang001@163.com

evaluate the short-term efficacy. Regular postoperative CT reexamination was carried out to assess the condition of local tumor control and bone cement leakage. Univariate analysis and multivariate binary logistic analysis of gender, age, maximum diameter of metastatic lesion, type of metastasis, Tomita classification of primary tumor, level of affected vertebrae, injected volume of bone cement, injection side, pathological fracture, and posterior vertebral wall rupture were performed to determine the risk factors for postoperative occurrence of bone cement leakage. **Results** The preoperative, and the postoperative one-day, one-week, one-month, 3-month and 6-month NRS were (7.24 ± 1.41) , (4.76 ± 1.45) , (3.42 ± 1.34) , (2.86 ± 0.90) , (2.20 ± 0.57) , (1.66 ± 0.72) points respectively. The preoperative, and the postoperative one-day, one-week, one-month, 3-month and 6-month DMC were (110.40 ± 94.61) , (66.10 ± 51.23) , (47.30 ± 37.49) , (32.90 ± 22.84) , (25.60 ± 18.97) , (15.36 ± 13.43) mg respectively. The preoperative, and the postoperative one-week, one-month, 3-month and 6-month ADL were (40.80 ± 11.45) , (53.20 ± 6.68) , (60.40 ± 5.14) , (62.90 ± 4.75) , (64.80 ± 4.51) points respectively. The differences in NRS, DMC, ADL between their preoperative values and postoperative 6-month values were statistically significant (all $P < 0.05$). Postoperative 6-month imaging follow-up check revealed that tumor was controlled in 46 patients and the tumor recurrence rate was 8% (4/50), and mild bone cement leakage occurred in 17 of 74 vertebrae (22.97%). Multivariate regression analysis indicated that pathological fracture ($OR = 9.581, 95\% CI = 2.292-40.055, P = 0.002$) and rupture of posterior wall of vertebra ($OR = 5.105, 95\% CI = 1.041-25.022, P = 0.044$) were the independent risk factors for bone cement leakage, the pathological fracture ($OR = 35.333, 95\% CI = 4.029-309.840, P = 0.001$) was the independent risk factor for cortical bone cement leakage. No independent risk factor for vascular bone cement leakage was observed. The rupture of posterior wall of vertebra ($OR = 48.400, 95\% CI = 4.725-495.753, P = 0.001$) was the independent risk factor for leakage of bone cement in spinal canal. **Conclusion** MWA combined with PVP can rapidly relieve pain, improve the ability of daily activity and quality of life of patients with spinal metastases, which can be further improved within 6 months after treatment. The combination use of MWA and PVP carries lower incidence of bone cement leakage. The pathological fracture and posterior wall rupture of vertebra are the independent risk factors for bone cement leakage.

【Key words】 microwave ablation; percutaneous vertebroplasty; spinal metastasis; curative effect; bone cement leakage; risk factor

脊柱转移是晚期恶性肿瘤最常见骨转移^[1],可引起疼痛、病理性骨折、脊髓或神经根压迫等^[2-4]。其治疗目标包括缓解疼痛、稳定椎骨、预防和治疗病理性骨折、保护神经功能、减少瘫痪以及提高生活质量等^[1]。已有相关研究报道了 DSA 或 CT 引导下微波消融(microwave ablation, MWA)或经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)单独治疗脊柱转移瘤的安全性和有效性。2020 年 1 月至 2023 年 6 月山东第一医科大学附属中心医院(下称“我院”)应用 CT 引导下 MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤 50 例 74 节椎体,现报告如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2020 年 1 月至 2023 年 6 月山东第一医科大学附属中心医院收治的 MWA 联合 PVP

治疗的 50 例脊柱转移瘤患者,其中男 29 例,女 21 例,年龄 (65.78 ± 10.22) 岁(43~83 岁),脊柱转移瘤最大径为 (3.47 ± 0.87) cm(1.54~5.98 cm),骨水泥注射量 (4.15 ± 1.91) mL(1~10 mL)。病理类型包括肺癌 24 例,肝癌 7 例,乳腺癌 3 例,肾癌 3 例,结肠癌 3 例,直肠癌 2 例,食管癌 2 例,胰腺癌 2 例,原发不明癌 2 例,甲状腺癌 1 例,胃癌 1 例。74 节椎体中溶骨性转移 37 节,混合性转移 33 节,成骨性转移 4 节,包括颈椎 2 节,胸椎 28 节,腰椎 42 节,骶椎 2 节。本研究获得了山东第一医科大学附属中心医院伦理委员会的批准,知情同意已免除。

纳入标准:①有病理学确诊的原发癌病史;②术前经影像或病理学确诊为脊柱转移瘤;③术前均存在脊柱转移瘤所致的顽固性疼痛(治疗前 NRS 评分 ≥ 5 分),止痛药、放化疗等传统治疗方法效果不佳;④预计生存期 ≥ 3 个月^[3]。排除标准:①无法纠正

的凝血功能障碍及出血倾向;②合并严重基础疾病,不能耐受外科手术;③急性全身或脊柱局部活动性感染;④原发性脊柱肿瘤;⑤骨质疏松等良性疾病或外伤等原因所致的椎体压缩性骨折。

纳入分析研究的相关数据包括性别、年龄、脊柱转移瘤的最大径、转移瘤类型、原发癌 Tomita 分类、受累椎体水平、骨水泥注射量、注射侧向、病理性骨折和椎体后壁破裂等。根据 Tomita 评分的原发癌恶性程度及发生部位,将原发癌分为快速生长组(肺癌,肝癌等)、中度生长组(肾癌等)和缓慢生长组(乳腺癌,甲状腺癌等)三类^[5]。

1.2 手术步骤

患者俯卧于大孔径 CT (Philips Brilliance CT Big Bore, 荷兰飞利浦公司)床上,先 CT 扫描定位,设计最佳进针路径,消毒、铺巾,1%~2%利多卡因 5 mL 局部麻醉,然后用 1~2 支骨穿针(11~13 G,长 10~13 cm,济南山东冠龙医疗器械有限公司)穿刺到目标椎体,反复观察确认穿刺针到位,针尖置于肿瘤部位后拔除针芯,固定骨穿针外套管并作为工作通道,置入微波消融针(水冷循环微波消融天线,外径 14~18 G,长度 100~180 mm,南京亿高微波系统工程有限公司)到达转移瘤理想位置后,根据转移瘤的大小及位置设计消融功率和时间(30~50 W、1~6 min)。消融过程中行 CT 扫描,根据 CT 结果调整消融针的位置、角度及深度^[3]。术中心电监护,密切观察患者生命体征、疼痛等情况,根据术中患者耐受程度调整消融功率、时间及次数^[3]。消融结束后拔除消融针,插入针芯,配置骨水泥[聚甲基丙烯酸甲酯(Polymethyl Methacrylate, PMMA, 德国贺利氏医疗公司)],并置于冰冻盐水中以延长凝固时间,待骨水泥至黏稠期,拔除针芯,用骨水泥推进器(山东冠龙医疗用品有限公司)将骨水泥缓慢、间歇、少量、低压注射入椎体转移瘤消融后部位,确定骨水泥分布均匀或达到椎体后缘时停止注射,记录注入骨水泥量,每节椎体骨水泥注入量

1~10 mL,10~20 min 后拔出穿刺针,穿刺点行无菌敷料加压包扎^[3]。典型病例见图 1。

1.3 评价方法

采用疼痛数字评定量表评分(numeric rating scale, NRS)及吗啡日消耗量(daily morphine consumption, DMC)评估患者治疗前、术后 1 d、1 周和 1、3、6 个月时的疼痛改善情况。采用日常生活能力量表(activity of daily living scale, ADL)评估患者治疗前、术后 1 周和 1、3、6 个月时的生活质量改善情况。术后 CT 定期复查评价局部肿瘤控制及骨水泥渗漏情况。根据骨水泥渗漏位置及研究^[5-6]的描述将骨水泥渗漏分为 3 种类型:皮质骨水泥渗漏(包括椎间盘和椎旁骨水泥渗漏)、血管骨水泥渗漏和椎管内骨水泥渗漏。

1.4 统计学方法

数据统计采用 SPSS 25.0 软件,作图采用 GraphPad Prism 9.0 软件。计数资料用百分率(%)表示;正态分布的计量资料以均数±标准差及范围表示,组间比较采用配对样本 *t* 检验,多组间比较采用二元 logistic 分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 疗效分析

术后 1 天、1 周和 1、3、6 个月时的 NRS、DMC、ADL 分别与术前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 1、图 2。术后 6 个月影像检查随访,有 46 例患者肿瘤得到控制,局部肿瘤复发率为 8%(4/50),与 Liu 等^[2]的研究结果相当。本研究未探究肿瘤最大径与局部肿瘤进展的相关性。Liu 等^[2]的研究表明,脊柱转移瘤的最大径 ≤ 3.0 cm 和 MWA 联合 PVP 可以限制局部肿瘤进展。在本研究中未监测脊髓温度,以减少穿刺损伤的风险,结果并未发现热损伤等消融相关并发症,可能是由于对后壁破裂的椎体转移瘤,术中采用短期、多周期消融



患者女,79 岁,肺癌并 T7 椎体溶骨性转移:①术前 CT 检查显示 T7 椎体溶骨性骨质破坏;②术中 CT 分别显示微波消融针及骨水泥推进器头端位置适中,MWA 功率 35 W、时间 2 min,注入骨水泥 4 mL;③术后 CT 检查显示骨水泥填充良好、无渗漏

图 1 MWA 联合 PVP 治疗的典型病例影像学表现

的方法,并且在局麻下患者处于清醒状态,可以及时反馈疼痛及感觉异常。

表 1 50 例患者 MWA 联合 PVP 术前及术后 NRS、DMC、ADL 评分比较($\bar{x} \pm s$)

时间	NRS(分)	DMC(mg)	ADL(分)
术前	7.24 ± 1.41	110.40 ± 94.61	40.80 ± 11.45
术后 1 d	4.76 ± 1.45	66.10 ± 51.23	—
术后 1 周	3.42 ± 1.34	47.30 ± 37.49	53.20 ± 6.68
术后 1 个月	2.86 ± 0.90	32.90 ± 22.84	60.40 ± 5.14
术后 3 个月	2.20 ± 0.57	25.60 ± 18.97	62.90 ± 4.75
术后 6 个月	1.66 ± 0.72	15.36 ± 13.43	64.80 ± 4.51

2.2 骨水泥渗漏的危险因素分析

术后检查在 74 节椎体中发现累计有 17 节(22.97%)椎体发生轻度骨水泥渗漏,所有渗漏患者均无明显症状,无须特殊处理。其中皮质骨水泥渗漏 9 节(12.16%)、血管骨水泥渗漏 4 节(5.40%)、椎管内骨水泥渗漏 6 节(8.11%),椎管并血管骨水泥渗漏 2 节,皮质并血管渗漏 1 节。在多项 MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤的研究^[1-2,7-10]中,骨水泥渗漏发生率为 7.14%~39.7%,这与本研究中的结果一致。在 Liu 等^[2]的研究中,MWA 联合 PVP 组的骨水泥渗漏率显著低于单纯 PVP 组。在杨威等^[9]的研究中显示,DSA 引导下 MWA 联合 PVP 组与单纯 PVP 组之间的骨水泥渗漏无差异。结果差异可能与单中心样本异质性和多因素有关,因此仍需要多中心、大样本的前瞻性研究来证实。

单因素二分类 logistic 分析显示,脊柱转移瘤的最大径($P = 0.041$)、骨水泥注射剂量($P = 0.031$)、病理性骨折($P < 0.001$)及椎体后壁破裂($P = 0.021$)是发生术后骨水泥渗漏的潜在危险因素($P < 0.1$),病理性骨折比值比(odds ratio, OR) = 35.333,95%置信区间(confidence interval, CI) = 4.029~309.840, $P = 0.001$)与骨水泥皮质骨水泥渗漏显著相关($P < 0.1$),骨水泥注射量($P = 0.018$)及椎体后壁破裂($P < 0.001$)与椎管内骨水泥渗漏显著相关($P < 0.1$)。进一步的多因素二分类 logistic 分析显示,病理性骨折($OR = 9.581, 95\%CI =$

2.292~40.055, $P = 0.002$)及椎体后壁破裂($OR = 5.105, 95\%CI = 1.041 \sim 25.022, P = 0.044$)是骨水泥渗漏的两个独立危险因素,椎体后壁破裂($OR = 48.400, 95\%CI = 4.725 \sim 495.753, P = 0.001$)是椎管内骨水泥渗漏的独立危险因素。多因素二分类 logistic 分析未发现发生血管骨水泥渗漏的独立危险因素,见表 2、表 3。

表 2 74 节椎体发生骨水泥渗漏的单因素二分类 logistic 分析

参数	渗漏 P 值			
	骨水泥	皮质骨水泥	血管骨水泥	椎管骨水泥
性别	0.805	0.767	0.610	0.598
年龄	0.313	0.288	0.738	0.981
脊柱转移瘤最大径	0.041	0.125	0.348	0.188
转移瘤类型	0.794	0.368	0.526	0.296
原发瘤 Tomita 分类	0.694	0.481	0.998	0.965
受累椎体水平	0.182	0.697	0.167	0.224
骨水泥注射量	0.031	0.338	0.081	0.018
注射侧向	0.356	0.604	0.090	0.362
病理性骨折	0.000	0.001	0.060	0.923
椎体后壁破裂	0.021	0.999	0.090	0.000

表 3 74 节椎体发生骨水泥渗漏的多因素二分类 logistic 分析

因素	OR	95% CI	P 值
骨水泥渗漏			
脊柱转移瘤最大径	1.145	0.453~2.892	0.774
骨水泥注射量	1.174	0.825~1.672	0.372
病理性骨折	9.581	2.292~40.055	0.002
椎体后壁破裂	5.105	1.041~25.022	0.044
皮质骨水泥渗漏			
病理性骨折	35.333	4.029~309.840	0.001
血管骨水泥渗漏			
骨水泥注射量	1.112	0.596~2.075	0.739
注射侧向	2.379	0.122~46.417	0.568
病理性骨折	7.228	0.607~86.099	0.118
椎体后壁破裂	4.243	0.411~43.756	0.225
椎管骨水泥渗漏			
骨水泥注射量	1.404	0.861~2.290	0.174
椎体后壁破裂	48.400	4.725~495.753	0.001

3 讨论

MWA 是一种基于热的消融方法,具有更大的消融区、更短的手术时间以及更有效地加热骨等高

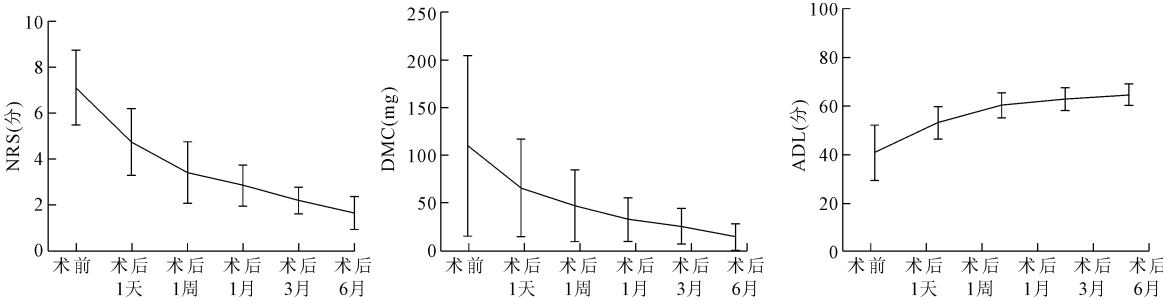


图 2 术前和术后 6 个月内 NRS、DMC、ADL 的变化情况

阻抗组织等优势^[17],在脊柱转移瘤的治疗中可以灭活肿瘤并缓解疼痛^[18]。而单独 MWA 治疗脊柱转移瘤,空腔形成和骨细胞减少可导致局部不稳定,增加病理性骨折的风险,这是治疗效果或肿瘤消融的直接结果。MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤可增加脊柱的稳定性,疗效更可靠,显著有效地缓解疼痛并减少镇痛药用量,改善患者的生理功能和生活质量^[1-2,7-10],这与本研究中的结果一致。

MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤疼痛缓解可能机制包括:MWA 破坏肿瘤本身、肿瘤与骨间界面、邻近骨膜和骨皮质中的感觉神经纤维以及相关炎症因子、细胞因子(肿瘤坏死因子、白细胞介素等)和神经递质等,减小肿瘤负荷,减轻对脊髓和神经的压迫与刺激,抑制破骨细胞的活动,中枢致敏和疼痛上调,减少疼痛信号的传导;PVP 增加了椎体的稳定性以及联合治疗的协同机制^[19]。

在本研究中,发现年龄、性别与骨水泥渗漏均无关。在 Cui 等^[11]的研究中,年龄被报告为骨水泥渗漏的非显著因素。Shi 等^[6]发现年龄越小血管骨水泥渗漏的风险越大。在 Zhu 等^[12]的研究中,由于男性椎体体积较大,注入的骨水泥更多,从而增加骨水泥渗漏的风险。Shi 等^[13]认为,老年女性脊柱转移瘤患者由于合并雌激素下降导致的严重骨质疏松症,与椎管内骨水泥渗漏更多相关。结果差异可能由研究样本的异质性解释。

在本研究中未发现脊柱转移瘤的最大径、转移瘤类型及原发癌 Tomita 分类与骨水泥渗漏相关,可能是由于 MWA 消融肿瘤并破坏了肿瘤血管,血栓形成闭塞了肿瘤血管以及热腔形成降低了椎体内压力。Liu 等^[2]的临床研究表明,MWA 联合 PVP($P=0.042$)是骨水泥渗漏的独立保护因素。PVP 术前 MWA 破坏肿瘤组织及血栓形成闭塞肿瘤血管,加之消融形成的热腔使骨水泥更容易分布在病变内,显著降低了骨水泥渗漏率^[7]。在 Wang 等^[5]单独 PVP 治疗脊柱转移瘤的研究中,原发癌 Tomita 分类是骨水泥渗漏的强风险因素,快速生长的癌症由于血供丰富为骨水泥渗漏提供了更多途径,不规则转移的占位效应限制了骨水泥分布和高压注射,因而更容易发生骨水泥渗漏。本研究未分析具体病理类型的原发肿瘤与骨水泥渗漏的相关性。在 Cui 等^[11]单独 PVP 治疗脊柱转移瘤的研究中,乳腺癌更容易发生椎管骨水泥渗漏。

多项研究^[5,13-14]表明,骨水泥注射量或骨水泥

与椎体体积比是单纯 PVP 骨水泥渗漏的风险因素。本研究未发现骨水泥的注射量与骨水泥渗漏相关,原因可能是 MWA 消融肿瘤形成的空腔,虽相对增加了骨水泥的注入量,但降低了椎体内压力,从而一定程度上减少了骨水泥渗漏。

本研究未发现受累椎体水平与骨水泥渗漏相关,可能是 CT 引导 MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤的优势所在。CT 虽不能实时成像,但断层显示结合三维重建,可清晰显示穿刺针和消融针的准确放置,增加了安全性^[1]。

本研究未发现注射侧向与骨水泥渗漏相关。Wang 等^[15]为了获得相同的稳定效果,通常通过每侧注入更多的骨水泥,每个穿刺通道的注射压力也可能很高,这可能会导致骨水泥渗漏。

在本研究中,病理性骨折及椎体后壁破裂是 MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤术后骨水泥渗漏的独立危险因素,这与多项研究^[2,5,13-14,16]的结果一致。在本研究中后壁破裂椎体有 12 节(16.22%),其中 6 节(8.11%)椎体发生椎管内骨水泥渗漏。经验丰富的术者也可在一定程度上预防椎管内骨水泥渗漏^[16]。

本研究的局限性:①未设置单纯 PVP 治疗脊柱转移瘤的对照组,单中心回顾性分析的固有缺陷,样本量较小,且存在异质性。②微波天线是直的,不能像射频电极那样弯曲,并且为避免脊髓热损伤而控制消融参数,因此很难完全消融靠近椎管的转移瘤。③本研究使用的高黏骨水泥的黏度没有客观的测量,一些会对结果产生影响的因素(既往放化疗史、术后放疗、一次性治疗的椎体节段数及手术时长等)等未纳入研究。

总之,MWA 联合 PVP 治疗脊柱转移瘤能快速缓解患者疼痛、提高日常活动能力和生活质量,术后 6 个月内呈进一步改善趋势;联合治疗骨水泥渗漏发生率低,病理性骨折及椎体后壁破裂是骨水泥渗漏的独立危险因素。

[参 考 文 献]

- [1] Wu L, Fan J, Yuan Q, et al. Computed tomography-guided microwave ablation combined with percutaneous vertebroplasty for treatment of painful high thoracic vertebral metastases[J]. Int J Hyperthermia, 2021, 38:1069-1076.
- [2] Liu Y, Yuan H, Milan S, et al. PVP with or without microwave ablation for the treatment of painful spinal metastases from NSCLC: a retrospective case-control study[J]. Int J

- Hyperthermia, 2023, 40: 2241687.
- [3] 王志龙, 林文俐, 赵建强, 等. CT 引导下微波消融联合经皮椎体成形术治疗脊柱转移瘤的安全性及有效性[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32: 446-450.
- [4] 孙飞虎, 何仕诚, 杜瑞杰, 等. 脊柱转移性肿瘤的介入微创治疗现状[J]. 东南大学学报(医学版), 2018, 37: 174-178.
- [5] Wang L, Zhang C, Liang H, et al. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: a retrospective study of risk factors and clinical outcomes[J]. World J Surg Oncol, 2022, 20: 112.
- [6] Shi X, Cui Y, Pan Y, et al. Epidemiology and detection of cement leakage in patients with spine metastases treated with percutaneous vertebroplasty: a 10-year observational study[J]. J Bone Oncol, 2021, 28: 100365.
- [7] Fan J, Zhang X, Li P, et al. Microwave ablation combined with vertebral augmentation under real-time temperature monitoring for the treatment of painful spinal osteogenic metastases[J]. BMC Neurol, 2023, 23: 219.
- [8] 马秀才, 马晓燕, 罗国栋, 等. 骨科机器人辅助下经皮微波消融联合椎体成形术治疗脊柱转移瘤应用探讨[J]. 中华转移性肿瘤杂志, 2022, 5: 229-234.
- [9] 杨威, 胡婷业, 陆玉和, 等. 微波消融联合经皮椎体成形术治疗椎体转移性肿瘤的疗效观察[J]. 介入放射学杂志, 2020, 29: 1146-1150.
- [10] 胡继红, 范宏杰, 袁涛, 等. 微波消融联合经皮椎体成形术治疗椎体转移性肿瘤的短期疗效[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36: 103-105, 119.
- [11] Cui Y, Pan Y, Lin Y, et al. Risk factors for predicting cement leakage in percutaneous vertebroplasty for spinal metastases[J]. J Orthop Sci, 2022, 27: 79-83.
- [12] Zhu SY, Zhong ZM, Wu Q, et al. Risk factors for bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty: a retrospective study of four hundred and eighty five patients[J]. Int Orthop, 2016, 40: 1205-1210.
- [13] Shi X, Cui Y, Pan Y, et al. A nomogram to predict intra-spinal canal cement leakage among elderly patients with spine metastases: an internal-validated model[J]. Clin Interv Aging, 2021, 16: 1735-1746.
- [14] Shi X, Cui Y, Pan Y, et al. Prediction of early vascular cement leakage following percutaneous vertebroplasty in spine metastases: the Peking University First Hospital Score (PUFHS)[J]. BMC Cancer, 2021, 21: 764.
- [15] Wang L, Lu M, Zhang X, et al. Risk factors for pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty and radiofrequency ablation for spinal metastases[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1129658.
- [16] Corcos G, Dbjay J, Mastier C, et al. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: a retrospective evaluation of incidence and risk factors[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39: E332-E338.
- [17] Wang Z, Zuo T, Lin W, et al. Clinical efficacy and safety of microwave ablation combined with percutaneous osteoplasty for palliative treatment in pelvic osteolytic metastases[J]. Br J Radiol, 2024, 97: 553-559.
- [18] Motaghi M, England RW, Nejad NH, et al. Assessing long-term locoregional control of spinal osseous metastases after microwave ablation[J]. J Clin Neurosci, 2022, 104: 48-55.
- [19] Sagoo NS, Haider AS, Rowe SE, et al. Microwave ablation as a treatment for spinal metastatic tumors: a systematic review[J]. World Neurosurg, 2021, 148: 15-23.

(收稿日期: 2024-03-04)

(本文编辑: 茹实)