

• 非血管介入 Non-vascular intervention •

微波或射频消融联合骨水泥成形术及单纯骨水泥成形术治疗椎体转移性肿瘤

王福安, 季杰, 马园, 周文杰, 颜波, 吕朋华

【摘要】目的 探讨微波消融(MWA)联合经皮椎体成形术(PVP)与射频消融(RFA)联合 PVP 及单纯 PVP 治疗椎体转移性肿瘤的临床疗效。**方法** 纳入 2019 年 1 月至 2023 年 6 月苏北人民医院接受 MWA 联合 PVP(M+P 组)、RFA 联合 PVP(R+P 组)及单纯 PVP(P 组)治疗椎体转移肿瘤患者 65 例。其中 M+P 组 25 例(27 节椎体), R+P 组 20 例(23 节椎体), P 组 20 例(24 节椎体)。采用视觉模拟评分法(VAS)评估患者的术前疼痛及术后缓解情况。评估术后 1 周骨水泥分布和渗漏情况。**结果** 3 组患者均顺利完成手术, 均未发生操作相关的严重并发症。术前 R+P 组、P 组、M+P 组患者 VAS 评分分别为(8.48±0.80)分、(8.57±0.98)分、(8.20±1.00)分, 差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 周 3 组患者疼痛均明显减轻, VAS 评分分别为(4.10±0.85)分、(3.17±0.93)分、(2.44±1.23)分, M+P 组 VAS 评分降低最明显($P<0.05$)。术后 6 个月 VAS 评分分别为(1.87±0.84)分、(4.60±1.09)分、(1.48±0.71)分, M+P 组 VAS 评分降低最明显($P<0.05$)。M+P 组患者的骨水泥注射量为(7.54±1.44) mL, R+P 组为(5.48±1.12) mL, P 组为(4.59±1.56) mL, 差异有统计学意义($P<0.05$)。P 组的血管性渗漏率(34.8%)及非血管渗漏率(52.2%)显著高于 R+P 组及 M+P 组($P<0.05$), R+P 组与 M+P 组的骨水泥渗漏率差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** MWA 联合 PVP 治疗椎体转移瘤的疼痛缓解率好于 RFA 联合 PVP 及单纯 PVP。

【关键词】 脊柱; 转移癌; 疼痛; 微波消融; 射频消融; 椎体成形术

中图分类号: R738.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2025)-003-0268-04

Microwave ablation or radiofrequency ablation combined with bone cement augmentation and simple bone cement augmentation for vertebral metastatic tumors WANG Fu'an, JI Jie, MA Yuan, ZHOU Wenjie, YAN Bo, LV Penghua, Department of Interventional Radiology, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou, Jiangsu Province 225002, China

Corresponding author: LV Penghua; E-mail: 18051062220@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the clinical efficacy of microwave ablation (MWA) combined with percutaneous vertebroplasty (PVP), radiofrequency ablation (RFA) combined with PVP, and simple PVP in the treatment of vertebral metastatic tumors. **Methods** A total of 65 patients with vertebral metastatic tumors, who were admitted to the Northern Jiangsu People's Hospital of China to receive treatment from January 2019 to June 2023, were enrolled in this study. The patients were divided into MWA plus PVP group (M+P group, $n=25$, 27 diseased vertebral bodies in total), RFA plus PVP group (R+P group, $n=20$, 23 diseased vertebral bodies in total), and simple PVP group (P group, $n=20$, 24 diseased vertebral bodies in total). Visual analog scale (VAS) score was used to assess the preoperative pain degree and the postoperative relief degree. Bone cement distribution and leakage at one week after surgery were evaluated. **Results** Successful operation was accomplished in all of the patients. No serious procedure-related complications occurred in all the patients of three groups. In R+P group, P group and M+P group, the preoperative mean VAS scores were (8.48±0.80) points, (8.57±0.98) points and (8.20±1.00) points respectively; the differences among the three groups were not statistically significant

($P > 0.05$). One week after operation, the pain was significantly relieved in all the patients of three groups; the mean VAS scores in R + P group, P group and M + P group were (4.10 ± 0.85) points, (3.17 ± 0.93) points and (2.44 ± 1.23) points respectively, and the reduction in VAS score was most pronounced in M + P group ($P < 0.05$). Six months after operation; the mean VAS scores in R + P group, P group and M + P group were (1.87 ± 0.84) points, (4.60 ± 1.09) points and (1.48 ± 0.71) points respectively; and the reduction in VAS score was most pronounced in the M + P group ($P < 0.05$). The used amount of bone cement in M + P group, R + P group and P group was (7.54 ± 1.44) mL, (5.48 ± 1.12) mL and (4.59 ± 1.56) mL respectively, the difference among the three groups was statistically significant ($P < 0.05$). The vascular leakage rate (34.8%) and non-vascular leakage rate (52.2%) in P group were remarkably higher than those in R + P group and in M + P group ($P < 0.05$). No statistically significant difference in the rate of cement leakage existed between R + P group and M + P group ($P > 0.05$).

Conclusion For the treatment of vertebral metastases, MWA plus PVP is superior to RFA plus PVP in pain relief rate.

【Key words】 spine; metastatic carcinoma; pain; microwave ablation; radiofrequency ablation; vertebroplasty

有 20%~40% 的癌症患者会发生脊柱转移, 多见于乳腺癌、肺癌和前列腺癌^[1-3]。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)具有快速止痛和加固病变椎体等优点, 已成为治疗椎体转移性肿瘤的重要方法^[1,4]。近年来, 微波消融(MWA)或射频消融(RFA)联合椎体成形术在治疗椎体转移性肿瘤方面取得了良好的临床效果^[5-7]。本研究比较 MWA 或 RFA 联合 PVP 及单独行 PVP 治疗椎体转移性肿瘤的安全性和临床疗效。

1 材料与方法

1.1 一般资料

纳入 2019 年 1 月至 2023 年 6 月苏北人民医院诊治的椎体转移肿瘤患者 65 例, 其中 MWA 联合 PVP 治疗(M + P 组)25 例, RFA 联合 PVP 治疗(R + P 组)20 例, 单纯 PVP 治疗(P 组)20 例。纳入标准: ①有明确的脊柱外原发肿瘤病理诊断, CT、MRI 等影像学检查符合脊柱转移瘤的诊断标准; ②椎体破坏为溶骨性转移, 椎体后壁相对完整, 经内科放化疗后背部疼痛无好转; ③预期寿命大于 3 个月; ④椎体破坏 1~2 个, 与之相关的局限性疼痛可以评分; ⑤临床和随访资料完整。排除标准: ①严重的凝血功能障碍; ②穿刺局部或全身感染; ③椎体成骨性转移; ④重度病理压缩性骨折。

1.2 PVP

术前 CT 和 MRI 明确病变椎体及椎体的破坏情况。手术在 GE530 平板 DSA 机(美国通用公司)监控下完成。采用局麻下经椎弓根穿刺病变椎体, 术前确定目标椎体, 根据椎体肿瘤的破坏情况确定

单侧或双侧椎弓根穿刺方式。病变局限于椎体一侧, 采用经病变侧单侧椎弓根穿刺, 如病变累及椎体大部分, 则采用经双侧椎弓根穿刺。PVP 步骤: 正侧位透视下确定椎弓根进针点, 1%利多卡因局麻同侧骨膜穿刺点, 透视下采用骨锤缓慢敲击 13 G 骨穿针(扬州头桥医疗器械公司)经椎弓根穿刺至椎体破坏区。体外调配骨水泥(意大利 MENDEC 公司)调配骨水泥后置于冰水中, 骨水泥至牙膏样黏稠时开始注入, 透视下监视骨水泥的弥散情况, 一旦发现骨水泥渗漏, 立即停止注射, 约 1 min 后再次注射, 防止骨水泥向静脉、椎体后缘、椎间孔渗漏, 避免严重并发症的发生。

1.3 R + P 及 M + P

经椎弓根穿刺至椎体破坏区, 在注射骨水泥前, 透视下退出穿刺针芯, 经针鞘管插入 17 G × 20 cm 射频消融针(上海迈德公司)或 15 G × 18 cm 微波消融针(南京亿高公司)至椎体病灶内侧, 透视下将穿刺针套向后撤退至椎体后缘。待消融完成后退出消融针, 重新置入穿刺针芯, 侧位透视下将穿刺针尖敲入病变部位。

迈德射频消融针有伞形针和直针两种规格, 根据骨肿瘤破坏形态及位置进行选择, 如为完全溶骨性破坏且伞形针可以完全打开, 则选用伞形针, 否则选用直针。RFA: 消融温度 70 °C, 消融 10 min 的模式。在该模式下, 迈德伞形针可以产生直径约 3 cm 的类球形消融范围, 迈德直针则可以产生约 3 cm 长径的椭圆形消融范围。亿高微波消融针均为直针, 前端裸区为 3 cm, MWA 采用 30~35 W, 消融 3 min, 该模式下 MWA 可以产生长径约 3 cm 的椭圆形消融范围。消融完成后注入骨水泥。

1.4 观察指标

技术成功被定义为完成消融方案并将足够量的 PMMA 填充到目标椎体。使用视觉模拟评分法 (VAS) 评估患者疼痛程度, 评分范围 0~10 分 (0 表示无疼痛, 10 表示严重疼痛)。评估患者术前 1 天、手术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月和 1 年的疼痛程度。术后 1 周内进行 CT 检查, 评估骨水泥的分布和渗漏情况。超出椎体范围的骨水泥定义为骨水泥渗漏, 分为血管性渗漏和非血管性渗漏两种类型。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 19 软件进行统计学分析。VAS 评分以均数 \pm 标准差表示。采用 Fisher 确切概率法分析 3 组患者骨水泥的渗漏率。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者一般资料比较

M + P 组 25 例患者中, 男 15 例, 女 10 例, 年龄 (61.2 ± 7.2) 岁; 脊柱外原发肿瘤分别为肝癌 8 例, 肺癌 9 例, 肾癌 4 例, 乳腺癌 2 例, 食管癌 1 例, 结直肠癌 1 例。R + P 组 20 例患者中, 男 14 例, 女 6 例, 年龄 (64.4 ± 8.3) 岁; 肝癌 6 例, 肺癌 7 例, 食管癌 5 例, 肾癌 2 例。P 组 20 例患者中, 男 13 例, 女 7 例, 年龄 (58.2 ± 5.2) 岁; 肺癌 5 例, 肝癌 6 例, 食管癌 4 例, 肾癌 3 例, 结肠癌 1 例。3 组患者年龄、性别、原发病等一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 3 组患者 VAS 评分和骨水泥注射量比较

3 组患者均顺利完成手术, 均未发生操作相关的严重并发症。术前 R + P 组、P 组、M + P 组患者 VAS 评分分别为 (8.48 ± 0.80) 分、(8.57 ± 0.98) 分、(8.20 ± 1.00) 分, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 1 周 3 组患者疼痛均明显减轻, VAS 评分分别为 (4.10 ± 0.85) 分、(3.17 ± 0.93) 分、(2.44 ± 1.23) 分, M + P 组 VAS 评分降低最明显 ($P < 0.05$)。术后 1 个月 VAS 评分分别为 (2.28 ± 0.68) 分、(2.12 ± 0.65) 分、(2.32 ± 0.85) 分。术后 3 个月 VAS 评分分别为 (1.95 ± 0.79) 分、(1.95 ± 0.69) 分、(2.04 ± 1.02) 分。术后 6 个月 VAS 评分分别为 (1.87 ± 0.84) 分、(4.60 ± 1.09) 分、(1.48 ± 0.71) 分, M + P 组 VAS 评分降低最明显 ($P < 0.05$)。M + P 组患者的骨水泥注射量为 (7.54 ± 1.44) mL, R + P 组为 (5.48 ± 1.12) mL, P 组为 (4.59 ± 1.56) mL, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.3 3 组患者骨水泥渗漏情况

M + P 组 25 例 (27 节椎体), 血管性渗漏 5 节 (18.5%), 非血管性渗漏 8 节 (29.6%); R + P 组 20 例 (24 节椎体), 血管性渗漏 4 节 (16%), 非血管性渗漏 7 节 (29.2%); P 组 20 例 (23 节椎体), 血管性渗漏 8 节 (34.8%), 非血管性渗漏 12 节 (52.2%); P 组的血管性渗漏率和非血管渗漏率均显著高于 R + P 组及 M + P 组, 后两组之间的骨水泥渗漏率差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

3 讨论

脊柱转移性肿瘤可导致椎体病理性骨折、神经根受压以及脊柱不稳等并发症。目前, 外放射是治疗脊柱转移癌的首选方法, 但有 20%~30% 的患者对放射治疗的止痛效果不理想^[8-10]。此外, 在接受外放射治疗的椎体转移癌患者中有 8%~30% 会出现继发性骨折^[11]。

PVP 通过穿刺针将骨水泥注入椎体内, 以达到椎体重建和固定椎体的目的^[12], 但 PVP 在控制肿瘤进展方面作用有限。目前, 热消融技术包括 MWA 及 RFA 已被用于治疗无法手术切除且对放射治疗无效的椎体转移性肿瘤^[13-16]。

本研究结果显示, 术后 1 周及术后 6 个月时, M + P 组的镇痛效果优于 R + P 组及 P 组。因为 MWA 可以通过损伤感觉神经纤维、缩小肿瘤体积以及减少肿瘤细胞产生的神经刺激因子迅速缓解疼痛^[17]。在 1 个月和 3 个月的随访中, 未观察到 3 组患者在镇痛方面存在显著差异。推测骨水泥凝固过程中产生的 PMMA 会释放出一定的热量, 堵塞椎体肿瘤血管, 尚不足以在较短时间内毁损痛觉神经, 但破坏的椎体得到加固, 一定时间后患者的疼痛症状会进入相对平稳的缓和期。术后 6 个月 M + P 组及 R + P 组的患者疼痛症状控制优于 P 组, 则可能归因于肿瘤得到了控制。

有文献报道, 椎体肿瘤患者行 PVP 术后并发症的发生率为 5%, 并发症主要为骨水泥渗漏, 部分患者会出现严重的临床症状, 如神经压迫症状、截瘫、肺动脉栓塞, 甚至死亡^[4,18]。Cotten 等^[19]报道, 椎体恶性肿瘤患者经 PVP 治疗后, 骨水泥渗漏率可高达 72.5%。因此有学者通过增加骨水泥的黏稠度降低骨水泥的渗漏^[20]。本研究发现, P 组的血管性渗漏率及非血管渗漏率均高于 R + P 组及 M + P 组, 而 M + P 组的骨水泥注射量多于 R + P 组及 P 组。Georgy^[21]认为热消融能使病变椎体组织形成

一个空隙,这个空隙有助于骨水泥的注入并且使骨水泥远离椎体后皮质,减少了骨水泥的渗漏。Schaefer 等^[22]认为热消融可使血供丰富的椎体内静脉丛形成血栓,防止骨水泥渗漏。上述观点与本研究结果一致,这可能由于微波的快速升温使更多的椎体引流静脉血栓形成,另外在椎体肿瘤内部形成更大的空隙,使骨水泥的充填量更大,而并未导致更多的骨水泥渗漏。

本研究的不足之处为:系回顾性研究、样本量较少,同时伴有椎体转移患者多为不同肿瘤的晚期,一般情况的异质性较大,由于病例数量有限,未能对基线资料进行分层分析,可能会有一定的偏倚。

综上所述,MWA + P 和 RFA + P 较单纯 PVP 治疗椎体转移性肿瘤具有更好的止痛效果,且热消融联合椎体成形术可以降低骨水泥的渗漏率。

[参 考 文 献]

- [1] Morimoto T, Toda Y, Hakozaiki M, et al. A new era in the management of spinal metastasis [J]. *Front Oncol*, 2024, 14:1374915.
- [2] Qiao RQ, Zhang HR, Ma RX, et al. Prognostic factors for bone survival and functional outcomes in patients with breast cancer spine metastases [J]. *Technol Cancer Res Treat*, 2022, 21:15330338221122642.
- [3] Barzilai O, Fisher CG, Bilsky MH. State of the art treatment of spinal metastatic disease[J]. *Neurosurgery*, 2018, 82:757-769.
- [4] Zhang HR, Xu MY, Yang XG, et al. Percutaneous vertebral augmentation procedures in the management of spinal metastases[J]. *Cancer Lett*, 2020, 475:136-142.
- [5] Wang Z, Zuo T, Lin W, et al. Safety and clinical efficacy of microwave ablation combined with percutaneous vertebroplasty in the treatment of multisegmental spinal metastases[J]. *J Cancer Res Ther*, 2024, 20:712-717.
- [6] Wu L, Hu M, Li P, et al. Microwave ablation combined with percutaneous vertebroplasty for treating painful non-small cell lung cancer with spinal metastases under real-time temperature monitoring [J]. *J Cancer Res Ther*, 2024, 20: 540-546.
- [7] 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.
- [8] Hoskin PJ, Hopkins K, Misra V, et al. Effect of single-fraction vs multifraction radiotherapy on ambulatory status among patients with spinal canal compression from metastatic cancer: the SCORAD randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2019, 322: 2084-2094.
- [9] Rades D, Veninga T, Stalpers LJ, et al. Outcome after radiotherapy alone for metastatic spinal cord compression in patients with oligometastases [J]. *J Clin Oncol*, 2007, 25: 50-56.
- [10] Jawad MS, Fahim DK, Gerszten PC, et al. Vertebral compression fractures after stereotactic body radiation therapy: a large, multi-institutional, multinational evaluation [J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24:928-936.
- [11] Patel B, DeGroot H. Evaluation of the risk of pathologic fractures secondary to metastatic bone disease [J]. *Orthopedics*, 2001, 24:612-617.
- [12] Xie L, Zhao ZG, Zhang SJ, et al. Percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment for osteoporotic vertebral compression fractures: an updated meta-analysis of prospective randomized controlled trials[J]. *Int J Surg*, 2017, 47:25-32.
- [13] 夏 磊, 王 凯, 陆玉和. 经皮微波消融联合椎体成形术治疗脊柱转移性肿瘤[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2020, 41:688-690.
- [14] 胡继红, 王 会, 赵 卫, 等. 射频消融联合椎体成形术治疗脊柱转移性肿瘤 12 例[J]. *介入放射学杂志*, 2013, 22:563-566.
- [15] 黄洪彬. 微创经皮椎体成形术联合射频消融术治疗脊柱转移性肿瘤的疗效[J]. *中国实用医药*, 2022, 17:25-28.
- [16] Mayer T, Cazzato RL, De Marini P, et al. Spinal metastases treated with bipolar radiofrequency ablation with increased (> 70 °C) target temperature: Pain management and local tumor control[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2021, 102:27-34.
- [17] Tomasian A, Jennings JW. Spine microwave ablation: safety and efficacy for treatment of vertebral metastases[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2022, 43:E9-E10.
- [18] Kassamali RH, Ganeshan A, Hoey ETD, et al. Pain management in spinal metastases: the role of percutaneous vertebral augmentation[J]. *Ann Oncol*, 2011, 22:782-786.
- [19] Cotten A, Dewatre F, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up[J]. *Radiology*, 1996, 200: 525-530.
- [20] Reyad RM, Ghobrial HZ, Hakim SM, et al. Thick cement usage in percutaneous vertebroplasty for malignant vertebral fractures at high risk for cement leakage [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2017, 98:721-728.
- [21] Georgy BA. Bone cement deposition patterns with plasma-mediated radio-frequency ablation and cement augmentation for advanced metastatic spine lesions [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009, 30:1197-1202.
- [22] Schaefer O, Lohrmann C, Markmiller M, et al. Technical innovation. Combined treatment of a spinal metastasis with radiofrequency heat ablation and vertebroplasty[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2003, 180:1075-1077.

(收稿日期:2024-08-05)

(本文编辑:新 宇)