

· 临床论著 ·

微波椎体成形椎弓钉固定治疗脊柱转移瘤[△]

李慧宁, 朱振军, 周大凯

(新乡市中心医院骨科, 河南新乡 453000)

摘要: [目的] 评价微波消融术联合椎体成形及椎弓根内固定 (microwave ablation combined with vertebroplasty and pedicle screw fixation, MWVPS) 治疗脊柱转移瘤的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2020 年 4 月本院脊柱外科治疗的胸腰椎转移瘤 37 例患者的临床资料。根据术前医患沟通结果, 15 例采用 MWVPS 治疗, 而其他 22 例采用单纯经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组均顺利完成手术, 术中均未发生脊髓及神经根损伤。MWVPS 组的手术时间、术中出血量、骨水泥注入量、住院时间均显著多于 PVP 组 ($P<0.05$), 但 MWVPS 组骨水泥渗漏率显著低于 PVP 组 ($P<0.05$), MWVPS 组其他并发症发生率显著高于 PVP 组 ($P<0.05$)。所有患者随访时间平均 (14.9 ± 1.0) 个月。两组术后 VAS、ECOG 评分均较术前显著减少 ($P<0.05$)。术前、术后 3 个月两组 VAS、ECOG 评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 末次随访, MWVPS 组 VAS、ECOG 评分均显著优于 PVP 组 ($P<0.05$)。影像方面, 与术前相比, 两组术后 6 个月病椎高度显著增加 ($P<0.05$), 局部后凸 Cobb 角显著减小 ($P<0.05$)。术前两组间病椎高度、Cobb 角差异无统计学意义 ($P>0.05$), 术后 6 个月和末次随访时 MWVPS 组上述指标均显著优于 PVP 组 ($P<0.05$)。[结论] 微波消融联合椎体成形和椎弓根内固定治疗脊柱转移瘤在安全性和中期疗效方面均优于单纯椎体成形术。

关键词: 脊柱转移瘤, 微波消融术, 椎体成形术, 椎弓根内固定

中图分类号: R738.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 09-0792-05

Microwave ablation combined with vertebroplasty and pedicle screw fixation for spinal metastases // LI Hui-ning, ZHU Zhen-jun, ZHOU Da-kai. Department of Orthopedics, Xinxiang Central Hospital, Xinxiang 453000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcomes of microwave ablation combined with vertebroplasty and pedicle screw fixation (MWVPS) for spinal metastases. [Methods] A retrospective study was performed on 37 patients who received surgical treatment for thoracolumbar metastatic tumors in our hospital from January 2018 to April 2020. Based on preoperative doctor-patient communication, 15 patients received MWVPS, while the other 22 patients received percutaneous vertebroplasty (PVP) alone. The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. [Results] All patients in both groups had surgical procedures performed successfully without spinal cord and nerve root injury during the operation. The MWVPS group consumed significantly longer operation time, associated with significantly more intraoperative blood loss, more bone cement injected and longer hospital stay than the PVP group ($P<0.05$), while the MWVPS group had significantly lower ratio of bone cement leakage than PVP group ($P<0.05$), regardless of the fact that the MWVPS group had significantly higher rate of incision complication than the PVP group ($P<0.05$). With time of follow-up lasted for (14.9 ± 1.0) months on a mean, the VAS and ECOG scores significantly continuously decreased in MWVPS group, while curve-likely changed in PVP group ($P<0.05$). Although there were no significant differences in VAS and ECOG scores between the two groups before surgery and 3 months after surgery ($P>0.05$), the MWVPS group proved significantly superior to the PVP group at the latest follow-up in terms of VAS and ECOG scores ($P<0.05$). Radiographically, the height of the affected vertebrae significantly increased ($P<0.05$), whereas the local kyphotic Cobb angle significantly decreased in both groups 6 months after surgery compared with those before surgery ($P>0.05$). There was no significant difference in the vertebral height and Cobb angle of the affected vertebrae between the two groups before surgery ($P>0.05$), whereas the MWVPS group was significantly better than PVP group in above parameters at 6 months and the last follow-up ($P<0.05$). [Conclusion] Microwave ablation combined with vertebroplasty and pedicle screw fixation is superior to vertebroplasty alone in terms of safety and medium-term efficacy for spinal metastases.

Key words: spinal metastases, microwave ablation, vertebroplasty, pedicle screw fixation

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.05

[△]基金项目:新乡市高层次人才项目(编号:20172009)

作者简介:李慧宁,主治医师,研究方向:脊柱外科,(电话)13462333368,(电子信箱)lihuining0825@163.com

脊柱是恶性肿瘤最常见的转移部位，发病率高达30%~50%^[1]。转移瘤导致疼痛和功能障碍严重影响患者生活质量。随着转移瘤的发展破坏椎体的力学强度，从而继发椎体骨折、神经根损伤及脊髓压迫等。脊柱转移瘤的局部治疗的目的是减轻疼痛、解除压迫、维持脊柱稳定、防止转移灶的进展^[2]。目前，脊柱转移瘤的外科治疗仍有不同的观点，如O臂引导精准骨水泥椎体成形（percutaneous vertebroplasty, PVP）^[3]、调强放疗^[4]、椎弓钉固定（pedicle screw fixation, PSF）联合PVP^[5]及全椎体切除^[6]等，需根据患者预期生存时间，进行综合评价选择^[7]。微波消融术（microwave ablation, MWA）是一种新兴的微创治疗方法，不仅可以通过置入肿瘤内电极的热化学反应使椎体内的肿瘤组织凝固坏死，为骨水泥填充提供更大的空间，防止病灶转移及病理性骨折^[8]，而且Du^[9]还探索性研究，将之应用于儿童脊柱侧弯的早期干预。MWA可应用于开放性手术中瘤体的消融止血^[10]，亦可单独用于CT引导下的肿瘤消融^[11]。本研究回顾性分析本院采用微波消融术联合椎体成形及椎弓钉固定（microwave ablation combined with vertebroplasty and pedicle screw fixation, MWVPS）治疗脊柱转移瘤15例患者的临床效果，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）恶性肿瘤病史；（2）近期出现胸腰部显著疼痛，但无严重的神经压迫症状，Frankel分级D级或E级；（3）CT或MRI为单椎体溶骨型病变或非连续性多椎体（图1a~1c）；（4）Tomita评分5~7分；（5）随访资料完整。

排除标准：（1）连续多椎体病变，或成骨型病变；（2）Tomita评分8~10分，预期寿命少于半年；（3）凝血功能障碍或全身状态较差，不能耐受手术。

1.2 一般资料

回顾性分析2018年1月—2020年4月本院脊柱外科治疗的胸腰椎转移瘤患者，共37例符合上述标准，纳入本研究。根据术前医患沟通结果，15例采用MWVPS治疗，22例采用单纯PVP治疗。两组患者一般资料见表1。两组年龄、性别、BMI、病程、病变部位、病变节数、Tomita评分的差异均无统计学意义。本研究经医院医学伦理委员会论证通过，所有患者均签署知情同意书。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	MWVPS组 (n=15)	PVP组 (n=22)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	64.8±7.9	65.7±9.5	5.166
性别(例, 男/女)	10/5	13/9	0.641
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.9±3.5	25.5±2.1	0.627
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	5.3±1.6	5.5±1.2	0.610
病变部位(例, 胸椎/腰椎)	9/6	12/10	0.742
病变节数(节, $\bar{x} \pm s$)	2.5±0.9	2.7±0.7	0.501
Tomita评分(分, $\bar{x} \pm s$)	6.2±0.8	6.3±0.9	0.670

1.3 手术方法

两组患者均由同一组医师完成手术。

MWVPS组：全身麻醉俯卧位，以病变椎体为中心，取后正中切口，剥离两侧椎旁肌，克氏针依次定位上下椎体椎弓根钉进针点，沿终板方向置入导针到达椎体前缘中前1/3，测量长度后沿克氏针进行攻丝椎弓根，然后置入合适长度的椎弓根螺钉。切除病变椎体后方棘突及椎板，暴露椎管内的硬膜囊及神经根，沿病变椎体椎弓根插入微波椎板，穿刺方向参照术前CT和MRI片调节角度，使针尖到达瘤体内，活检针取出部分组织送病理，经穿刺套管植入微波针，消融功率为50W，时间设定为8~10min（图1d）。消融过程中冰盐水持续冲洗，并用测温针实时监测硬膜囊周围温度，温度高于42℃停止消融（图1e）。消融完成后注入骨水泥。连接上下椎体的固定棒。放置引流管，缝合切口。术后常规抗生素治疗72h，待引流量<10ml后拔除引流管，术后尽早腰围保护下负重行走。

PVP组：患者俯卧位，在C形臂X线机透视定位病变椎体，1%利多卡因局部浸润麻醉直至椎板，穿刺针定位上关节突与横突交界的椎弓根外缘，沿椎弓根方向进针，并依据术前CT和MRI片调节角度，使针尖置于转移灶内，活检针取瘤体组织送病理，调制骨水泥至拔丝期，推注进入椎体，边推注边退出穿刺针，骨水泥固化后完成手术。

1.4 评价指标

记录围手术期指标，包括手术时间、术中出血量、骨水泥渗漏及术后并发症（感染、神经损伤）、住院时间、下地行走时间等。采用疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、美国东部肿瘤协作组（Eastern Cooperative Oncology Group, ECOG）评分评价临床效果。行影像学检查，测量病变椎体Cobb角和椎体高度。

1.5 统计学方法

采用SPSS 21.0软件进行统计学分析。计量数据

以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 组内时间点间比较采用单因素方差分析; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资

料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

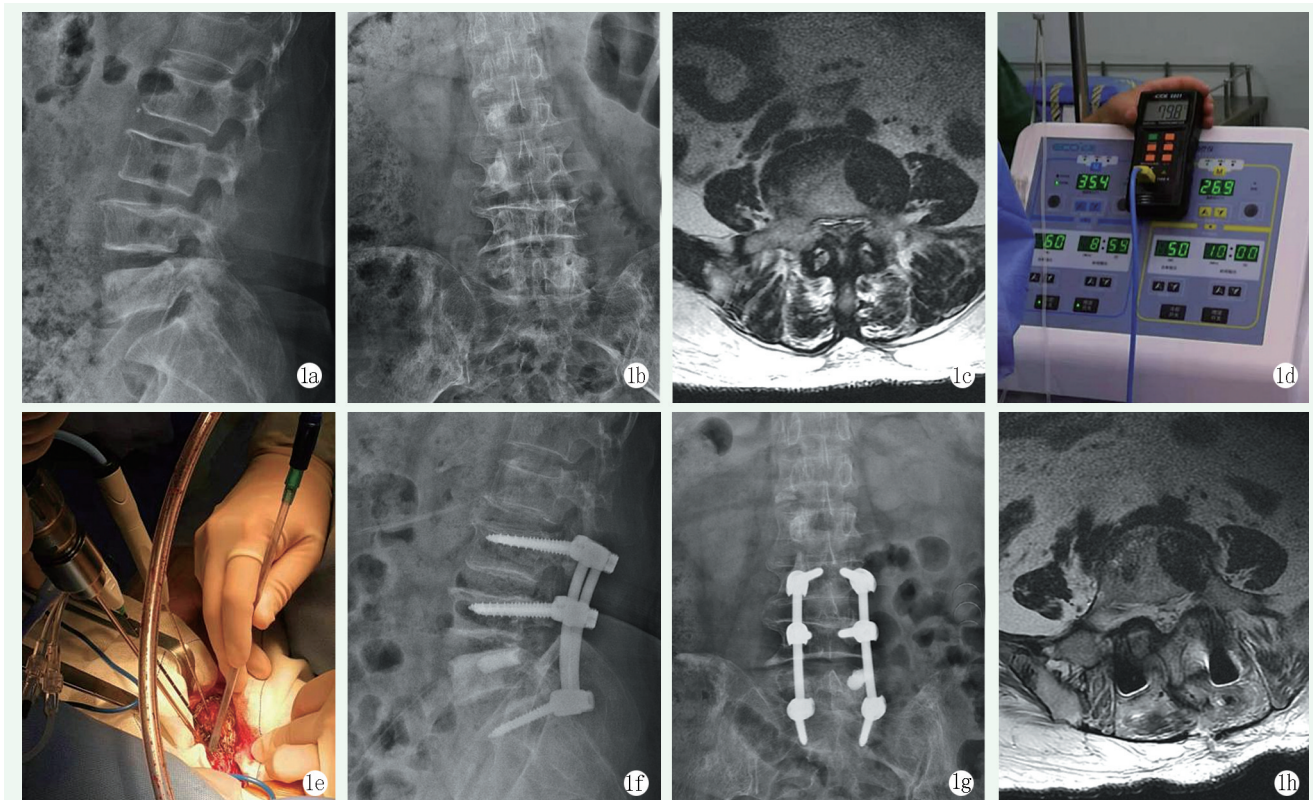


图 1 患者, 女, 53 岁, 肺癌术后 1 年, 腰背部疼痛 1 个月入院, 行 MWVPS 治疗 1a: 术前腰椎侧位 X 线片示 L₅ 椎体密度略增高, 腰椎前缘无明显压缩 1b: 术前腰椎正位 X 线片示 L₅ 左侧椎弓根密度增高, 腰椎无侧弯 1c: 术前 CT 横断位显示 L₅ 椎体左侧转移灶直径约 3.8 cm×2.6 cm, 邻近椎体未发现转移灶 1d: 术中微波消融功率 60 W, 9 min, 测温针显示为 35.4℃ 1e: 腰椎微波消融术中同时使用测温针检测周围组织的温度, 避免损伤神经根及脊髓 1f: 术后腰椎侧位 X 线片示腰椎内固定良好, 椎体高度正常, Cobb 角正常, 骨水泥无渗漏 1g: 腰椎正位 X 线片显示骨水泥无侧方渗漏 1h: 术后 CT 横断位显示 L₅ 椎体左侧转移灶无明显扩大

2 结果

2.1 围手术期资料

两组均顺利完成手术, 术中均未发生脊髓及神经根损伤。MWVPS 组的手术时间、术中出血量、骨水泥注入量、住院时间均显著多于 PVP 组 ($P < 0.05$)。但是 MWVPS 组骨水泥渗漏率显著低于 PVP 组 ($P < 0.05$), 两组术后下地时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。MWVPS 组发生切口愈合不良 2 例, 术后切口持续渗液, 经加强营养, 侧卧位换药后愈合; 肺部感染 1 例, 深静脉血栓 1 例; MWVPS 组其他并发症发生率显著高于 PVP 组 ($P < 0.05$)。

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 12~16 个月, 平均 (14.9±1.0) 个月。随访过程中, MWVPS 组死亡 1 例 (1/14), PVP 组死亡 2 例 (2/20)。两组随访结果见表

3。随时间推移, MWVPS 组的 VAS、ECOG 评分持续改善, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); PVP 组术后 VAS、ECOG 评分均较术前显著减少 ($P < 0.05$), 但与术前 3 个月相比, 末次随访时 ECOG 评分呈再次增加趋势。术前、术后 3 个月两组 VAS、ECOG 评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 末次随访时, MWVPS 组的 VAS、ECOG 评分均显著优于 PVP 组 ($P < 0.05$)。

指标	MWVPS 组 (n=15)	PVP 组 (n=22)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	125.7±16.5	30.5±5.9	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	271.9±31.5	5.4±0.8	<0.001
骨水泥量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	4.5±1.1	3.7±1.0	0.017
骨水泥渗漏 [例 (%)]	1 (6.7)	4 (18.2)	0.047
其他并发症 [例 (%)]	4 (26.3)	0 (0)	0.011
下地行时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	1.8±0.5	1.7±0.3	0.371
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	11.3±2.7	3.6±0.8	<0.001

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	MWVPS 组 (n=14)	PVP 组 (n=20)	P 值
VAS 评分 (分)	术前	6.3±1.1	6.4±1.0	0.691
	术后 3 个月	2.3±0.6	2.6±0.9	0.317
	末次随访	1.2±0.4	2.6±0.5	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
ECOG 评分 (分)	术前	2.9±0.5	2.9±0.5	0.760
	术后 3 个月	1.4±0.7	1.4±0.3	0.869
	末次随访	1.1±0.6	1.8±0.3	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

MWVPS 组术后典型影像见图 1f~1h。两组患者影像评估结果见表 4，与术前相比，术后 6 个月两组患者病椎高度显著增加 ($P<0.05$)，Cobb 角显著减小 ($P<0.05$)。与术后 6 个月比较，末次随访时两组病椎

高度、Cobb 角矫正均有不同程度丢失，其中 MWVPS 组病椎高度、Cobb 角丢失显著小于 PVP 组 ($P<0.05$)。术前两组间病椎高度、Cobb 角差异无统计学意义 ($P>0.05$)，术后 6 个月和末次随访时 MWVPS 组上述指标均显著优于 PVP 组 ($P<0.05$)。

表 4 两组患者影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	MWVPS 组 (n=14)	PVP 组 (n=20)	P 值
病椎高度 (%)	术前	67.3±5.7	67.8±4.6	0.762
	术后 6 个月	84.4±4.9	72.3±4.1	<0.001
	末次随访	82.5±3.1	75.3±4.2	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
局部 Cobb 角 (°)	术前	20.5±5.2	20.7±4.6	0.883
	术后 6 个月	10.5±3.2	12.8±2.4	0.025
	末次随访	11.1±3.0	15.5±3.9	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

脊柱转移瘤手术治疗的目的是缓解疼痛、改善神经功能。手术方案设计不仅需要评价原发肿瘤的生物学行为、肿瘤负荷、全身状况等，更要参考病变椎体对脊柱稳定性和脊髓神经的影响。随着放射治疗、分子靶向药物及脊柱微创技术的广泛应用，脊柱转移瘤的治疗逐步走向微创化和多学科化，大大减少了全椎体切除手术导致的感染、内固定失败等并发症^[12]。

MWA 是利用电磁场在生物组织中传播产生的热效应，杀死病变细胞的一种热疗方式。其作用机制是多方面的^[13]，其一为消融热疗直接作用，使瘤体组织凝固坏死；其二为协同放疗作用，干扰肿瘤细胞 DNA 损伤修复过程；其三免疫激活作用，MWA 消融后局部大量肿瘤细胞表面抗原暴露，诱导特异性 T 淋巴细胞发生免疫反应等。Cazzato 等^[14]对 MWA 治疗骨肿瘤安全性和临床疗效进行了系统评价，共纳入 249 例

的 306 个肿瘤部位，其中 244 个瘤体为转移瘤，结果显示短期 (1 个月) 和中期 (4~6 个月) 随访 MWA 对疼痛性骨样骨瘤和恶性骨肿瘤患者，均能有效地缓解疼痛。Khan 等^[15]研究显示 69 例脊柱转移瘤患者中位消融时间为 4 分 30 秒，术后患者疼痛评分由术前 (7.0±1.8) 分，术后 2~4 周下降到 (2.4±1.6) 分，术后 20~24 周随访显示 59/61 患者没有局部进展。

本研究中随时间推移，MWVPS 组的 VAS、ECOG 评分持续改善；PVP 组术后 VAS、ECOG 评分均较术前显著减少，但与术前 3 个月相比，末次随访时 ECOG 评分呈再次增加趋势。术前、术后 3 个月两组 VAS、ECOG 评分的差异均无统计学意义，末次随访时，MWVPS 组的 VAS、ECOG 评分均显著优于 PVP 组。进一步分析两组的影像学参数变化表明，与术前相比，术后 6 个月两组病椎高度显著增加，Cobb 角显著减小。与术后 6 个月比较，末次随访时两组病椎高度、Cobb 角矫正均有不同程度丢失，其中 MWVPS 组病椎高度、Cobb 角丢失显著小于 PVP 组。术后 6 个月和末次随访时

MWVPS组上述指标均显著优于PVP组。笔者认为这可能与PVP组术后局部复发有关。与MWVPS不同，PVP并不能完全抑制肿瘤生长，术后需要联合其他抗肿瘤措施，如放疗、化疗等^[16]，有可能进一步加重骨质疏松或局部复发。Wu等^[17]报告了MWA联合PVP治疗23里33个椎体的高位胸椎转移瘤(T₁~T₄)的临床疗效，结果显示其可显著缓解疼痛，提高生活质量。MWA联合内固定治疗扩大了对微波治疗脊柱转移瘤的适用范围。椎体后壁缺损一直是MWA治疗相对禁忌证，为避免热辐射对脊髓和神经根的损伤MWA更适合于治疗椎前柱或者中柱的脊柱转移瘤患者^[18]。同时后壁缺损更增加骨水泥渗漏的风险，虽然文献报道骨水泥渗漏的发生率高低不一，但均显著高于前中柱病变。本研究中笔者通过将硬膜囊外温度监控，不仅可放心地进行MWA治疗，同时可及时观察骨水泥推注完成后的渗漏情况，并早期清理外溢的骨水泥。

手术风险和相关并发症是选择手术方案优劣的重要参考。Westbroek等^[19]报道了1例MWA术后脊髓节段性热损伤患者。本研究MWVPS组骨水泥渗漏发生率显著低于PVP组，且MWVPS组骨水泥注入量显著大于PVP组。笔者认为这主要因MWA治疗后，坏死组织会在瘤体周围会形成壳屏障效应^[20]，不仅扩大了骨水泥腔室的体积，而且减小了骨水泥的推注压力。但开放手术也增加术后并发症的发生率，MWVPS组中2例患者出现切口持续渗液，1例肺部感染，1例深静脉血栓，而PVP组均无显著切口并发症。笔者认为这主要与脊柱转移瘤患者长期处于高消耗状态，全身营养状况和活动能力均较差，导致术后长时间卧床或坐轮椅，不能早期下地行走有关^[21]。

综上所述，研究表明微波消融联合椎体成形和椎弓根内固定治疗脊柱转移瘤在安全性和中期疗效方面均优于单纯椎体成形术。但本研究样本量小，且随访时间较短，并且未对原发肿瘤的病理性质和辅助治疗措施进行分组观察，下一步将积累病例进行追踪研究。

参考文献

[1] 蒋炜骞, 柯珍勇, 汪洋, 等. 脊柱转移性肿瘤的研究进展 [J]. 中国肿瘤外科杂志, 2018, 10 (6): 404-408.

[2] Tomasian A, Jennings JW. Vertebral metastases: minimally invasive percutaneous thermal ablation [J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2020, 23 (4): 100699.

[3] 金光鑫, 代孟君, 仇晓霞, 等. 开放式MR引导下经皮椎体成形术在椎体转移瘤治疗中的应用研究 [J]. 介入放射学杂志, 2019, 28 (11): 1071-1075.

[4] 刘启震, 武峻申, 江仁兵, 等. 调强放疗与手术治疗椎体转移瘤

的疗效分析 [J]. 新疆医学, 2016, 46 (6): 630-633.

[5] 刘冰, 安娟, 李慧, 等. 内固定联合PVP手术在脊柱转移瘤的疗效分析 [J]. 颈腰痛杂志, 2018, 39 (6): 784-786.

[6] 杨立, 伦登兴, 张浩, 等. 脊柱转移瘤全脊椎切除术的临床疗效分析 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27 (9): 772-780.

[7] 王超, 石志才, 李明. 脊柱转移瘤的新型决策框架及治疗进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (13): 1211-1214.

[8] Mohme M, Riethdorf S, Dreimann M, et al. Circulating tumour cell release after cement augmentation of vertebral metastases [J]. Sci Rep, 2017, 7 (1): 7196.

[9] Du ZS, Wang YS, Xie JM, et al. Feasibility of microwave ablation of the vertebral growth plate for spine growth regulation: a preliminary study [J]. Int J Hyperthermia, 2021, 38 (1): 1233-1241.

[10] 刘斌, 贺聚良, 林翔, 等. 后路微波消融结合经多裂肌间隙置钉与传统开放手术治疗腰椎转移瘤的效果比较 [J]. 广东医学, 2018, 39 (14): 2164-2167.

[11] Chen L, Hou G, Zhang K, et al. Percutaneous CT-guided microwave ablation combined with vertebral augmentation for treatment of painful spinal metastases [J]. Am J Neuroradiol, 2022, 43 (3): 501-506.

[12] Bouthors C, Prost S, Court C, et al. Outcomes of surgical treatments of spinal metastases: a prospective study [J]. Supportive Care Cancer, 2019, 27 (10): 2127-2135.

[13] 姚子龙, 张余. 微波消融治疗骨肿瘤的研究进展 [J]. 广东医学, 2014, 35 (21): 3438-3442.

[14] Cazzato RL, de Rubeis G, de Marini P, et al. Percutaneous microwave ablation of bone tumors: a systematic review [J]. Eur Radiol, 2021, 31 (5): 3530-3541.

[15] Khan MA, Deib G, Deldar B, et al. Efficacy and safety of percutaneous microwave ablation and cementoplasty in the treatment of painful spinal metastases and myeloma [J]. Am J Neuroradiol, 2018, 39 (7): 1376-1383.

[16] 王冰, 米川, 施学东. 经皮椎体成形术与开放性手术治疗脊柱转移瘤 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22 (3): 246-251.

[17] 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 (1): 1069-1076.

[18] 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 (6): 688-690.

[19] Westbroek EM, Goodwin ML, Hui F, et al. Thermal injury to spinal cord, a rare complication of percutaneous microwave spine tumor ablation: Case report [J]. J Clin Neurosci, 2019, 64: 50-54.

[20] 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 (1): 103-105, 119.

[21] Moon KY, Chung CK, Jahng TA, et al. Postoperative survival and ambulatory outcome in metastatic spinal tumors: prognostic factor analysis [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2011, 50 (3): 216-223.

(收稿:2021-07-21 修回:2023-01-10)

(同行评议专家: 西永明 吴大鹏 杨素敏)

(本文编辑: 郭秀婷)