

· 临床研究 ·

开放获取

脊柱转移瘤并神经压迫的分离减压微波消融和椎体成形<sup>△</sup>

庄青山, 张敏, 张骁\*, 门阔业, 樊广辉, 陈乃旺, 厉锋, 刘大勇

(潍坊市人民医院, 山东潍坊 261041)

**摘要:** [目的] 评估分离减压联合微波消融椎体成形治疗脊柱转移瘤合并神经压迫症状的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 3 月—2023 年 6 月收治的 26 例接受“分离手术”联合微波消融椎体成形的脊柱转移瘤合并神经压迫症状患者的临床资料, 记录手术时间、术中出血量、微波消融时间、骨水泥注入量。比较术前及术后随访期间脊髓神经功能 ASIA 分级、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、Karnofsky 功能状态评分 (Karnofsky performance scale, KPS), 评价临床疗效。定期复查术区 CT 和 MRI, 观察术区骨水泥周缘骨质及软组织内肿瘤浸润情况, 评价肿瘤局部控制情况。[结果] 26 例患者均顺利完成手术, 手术时间 (127.3±51.4) min、术中出血量 (358.5±241.7) ml, 微波消融时间 (12.2±3.7) min, 骨水泥注入量 (4.7±2.1) ml, 术中无脊髓及神经根损伤, 内固定及骨水泥位置良好。随时间自术前、术后 1、3、6 个月的推移, VAS 疼痛评分 [(8.2±1.4), (3.4±1.1), (2.6±0.6), (2.0±0.5),  $P<0.001$ ]、ODI [(83.7±11.3), (35.2±7.6), (14.2±2.4), (13.2±2.3),  $P<0.001$ ] 和 KPS 评分 [(41.7±16.4), (68.4±16.3), (76.4±15.6), (80.2±11.6),  $P<0.001$ ] 均显著改善; 此外, ASIA 神经功能评级亦显著改善 ( $P<0.05$ )。至术后 6 个月, 除 3 例患者因原发疾病死亡外, 所有患者术区肿瘤控制良好, 无肿瘤复发。[结论] 分离减压联合微波消融和椎体成形术可以有效缓解疼痛, 解除神经压迫并重建脊柱稳定性, 可以控制局部肿瘤, 改善患者生存质量。

**关键词:** 脊柱转移瘤, 微波消融, 椎体成形, 神经症状

中图分类号: R687

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2024) 15-1419-05

**Separation decompression, microwave ablation and vertebroplasty for spinal metastases complicated with nerve compression** // ZHUANG Qing-shan, ZHANG Min, ZHANG Xiao, MEN Kuo-ye, FAN Guang-hui, CHEN Nai-wang, LI Feng, LIU Da-yong. Department of Spinal Surgery, People's Hospital of Weifang City, Weifang 261041, China

**Abstract:** [Objective] To evaluate the clinical efficacy of separation decompression combined with microwave ablation and vertebroplasty in the treatment of spinal metastases complicated with nerve compression. [Methods] A retrospective study was conducted on 26 patients who underwent separation decompression combined with microwave ablation and vertebroplasty for spinal metastasis complicated with nerve compression from March 2018 to June 2023. The operation time, intraoperative blood loss, microwave ablation time and bone cement injection amount were recorded. ASIA neurological scale, visual analogue scale (VAS) for pain, Oswestry disability index (ODI) and Karnofsky performance scale (KPS) were used to evaluate clinical outcomes. In addition, CT and MRI were periodically reviewed to observe the tumor infiltration in the bone and soft tissue around the bone cement in the operative area, and to evaluate the local control of the tumor. [Results] All the 26 patients had operation performed successfully with operation time of (127.3±51.4) min, the intraoperative blood loss of (358.5±241.7) ml, the microwave ablation time of (12.2±3.7) min, and the injected bone cement of (4.7±2.1) ml. However, there was no spinal cord and nerve root injury in anyone of them, with good position of implants and bone cement. The VAS for pain [(8.2±1.4), (3.4±1.1), (2.6±0.6), (2.0±0.5),  $P<0.001$ ], ODI [(83.7±11.3), (35.2±7.6), (14.2±2.4), (13.2±2.3),  $P<0.001$ ] and KPS scores [(41.7±16.4), (68.4±16.3), (76.4±15.6), (80.2±11.6),  $P<0.001$ ] significantly improved as time went preoperatively, 1 month, 3 months and 6 months postoperatively. Furthermore, the ASIA neurological scale significantly improved over time ( $P<0.05$ ). At 6 months postoperatively, all patients had tumor well controlled in the operative area without tumor recurrence, except 3 patients who died due to the primary disease. [Conclusion] The separation decompression combined with microwave ablation and vertebroplasty do effectively relieve pain, relieve nerve compression and restore spinal stability, control local tumors and improve patients' quality of life.

**Key words:** spinal metastases, microwave ablation, vertebroplasty, neurological symptoms

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.11039A

△基金项目:潍坊市科技发展计划项目(编号:2022YX004)

作者简介:庄青山,主任医师,研究方向:脊柱外科,(电话)0536-8675728,(电子信箱)zhuangqingshan@126.com

\*通信作者:张骁,(电话)0536-8675728,(电子信箱)1129305217@qq.com

脊柱是恶性肿瘤转移最常见的转移部位, 大约有30%~70%的恶性肿瘤患者会出现脊柱转移<sup>[1, 2]</sup>。其中5%~10%的会发生神经或脊髓压迫症状<sup>[3]</sup>, 脊柱转移瘤会引起剧烈的胸腰背部疼痛甚至神经功能障碍和瘫痪, 因此需要重视其诊断和治疗<sup>[4]</sup>。手术的主要目的是解除脊髓压迫。椎体整块切除术(En bloc技术)可以达到对肿瘤病灶广泛切除的效果, 有效解除神经压迫的同时, 能减少局部肿瘤复发的风险, 但是手术创伤大、出血多。鉴于脊柱转移瘤患者有限的生存期及全身状况不佳, 目前主要采取姑息性治疗。“分离手术”<sup>[3]</sup>通过环形切除硬脊膜周围的肿瘤组织、后纵韧带及部分椎体达到减压的目的, 但受限于肿瘤病灶处理不佳、肿瘤复发率高等缺点, 需联合放疗, 其临床获益有限。近年来微波消融(microwave ablation, MVA)在恶性骨肿瘤的治疗中取得了一定疗效<sup>[5]</sup>, 迅速缓解患者疼痛症状的同时可以较好地控制肿瘤局部复发<sup>[6]</sup>。本研究对于合并神经压迫且肿瘤无法完整切除的患者, 微波消融后, 采用“分离手术”环形减压, 同时对病椎进行骨水泥强化并联合椎弓根螺钉内固定重建脊柱稳定性, 获得满意的临床疗效。报道如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性分析2018年3月—2023年6月潍坊市人民医院脊柱外科收治的26例胸腰椎转移瘤合并神经症状的患者, 其中, 男10例, 女16例, 年龄31~73岁。转移类型: 肺转移瘤10例, 乳腺转移瘤6例, 前列腺转移瘤5例, 消化系统肿瘤2例, 浆细胞瘤2例, 肾转移瘤1例。所有患者术前Tomita评分为(6.1±0.8)分, 修正Tokuhashi评分为(8.9±0.8)分。本研究获得了本院伦理委员会的批准, 所有患者均签署知情同意书。

### 1.2 手术方法

全麻后患者取俯卧位, 后路正中切口显露手术区域。C形臂X线机透视明确手术节段及微波消融部位。病椎上下1~2节段正常椎体置入椎弓根螺钉。用椎板咬骨钳、超声骨刀等对病变椎体节段进行全椎板切除减压, 使用活检针经病椎椎弓根取病理标本活检, 根据术前影像学资料所提供的肿瘤位置, 以及术中在透视辅助定位下经椎弓根插入微波消融针头于椎体病灶组织内合适深度, 确定微波发射中心位置满意后, 多点消融共5~10 min, 然后经对侧椎弓根按相

同方法消融5~10 min。微波消融灭活完成后行椎管减压术。根据病变范围切除部分关节突、椎弓根和椎体后缘, 暴露硬膜囊和神经根, 充分松解并行神经根减压, 再行脊柱-脊髓分离。减压充分后在C形臂X线机透视和直视下行残留椎体的椎体强化术。若术中见局部稳定性不佳, 则加行短节段椎弓钉固定。术野充分止血、放置负压引流管后关闭切口。

术后常规抗生素预防感染, 引流量<50 ml后拔出引流管, 复查术后X线片及CT, 评估内固定情况及骨水泥分布情况。卧床3~4 d后佩戴支具下床活动并行功能锻炼, 逐步恢复正常生活和社交。放疗科和肿瘤内科评估后进行肿瘤综合治疗, 如放疗、化疗、靶向治疗等。

### 1.3 评价指标

所有患者均在术前行Tomita评分和修正Tokuhashi评分, 分别记录每例患者手术时间、术中出血量、微波治疗时间、骨水泥注入量和术后是否行辅助放疗。所有患者术前及术后随访时记录脊髓神经功能ASIA分级及VAS、ODI、KPS评分。术后1、3、6个月门诊随访, 之后每6个月随访1次。

转移瘤的局部控制情况: 术后每6个月行CT、MRI检查, 观察病变椎体有无新发骨质破坏及肿瘤浸润, 评价脊柱附件转移瘤局部控制情况。病灶周围无新的骨质破坏, 无肿瘤浸润表明转移瘤局部控制良好。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 21.0软件进行统计学分析。计量资料符合正态分布, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用单因素方差分析检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床结果

26例患者均顺利完成手术, 手术时间(127.3±51.4) min、术中出血量(358.5±241.7) ml, 微波消融时间(12.2±3.7) min, 骨水泥注入量(4.7±2.1) ml, 骨水泥渗漏7例, 无椎管内渗漏者, 无脊髓及神经根损伤者。1例肺部感染经抗感染及肺灌洗后治愈, 3例患者切口愈合不良, 换药处理后愈合。

26例患者均获随访, 随访时间6~24个月, 随访资料见表1, 随时间推移, 患者的VAS、ODI、KPS评分均显著改善( $P < 0.05$ )。与术前相比, 术后6个月患者ASIA神经功能评级显著改善( $P < 0.05$ )。随访期间3例患者因原发疾病死亡。



## 2.2 影像评估

术后影像显示，所有患者病灶区神经减压彻底，内固定位置良好，骨水泥分布良好。至术后 6 个月，

所有患者均无内固定松动及骨水泥移位，未见新发骨质破坏及肿瘤浸润。典型病例影像见图 1。

表 1. 26 例患者随访资料

Table 1. The follow-up data of the 26 patients with spinal metastases

指标	术前	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	P 值
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	8.2±1.4	3.4±1.1	2.6±0.6	2.0±0.5	<0.001
ODI 评分 (% , $\bar{x} \pm s$ )	83.7±11.3	35.2±7.6	14.2±2.4	13.2±2.3	<0.001
KPS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	41.7±16.4	68.4±16.3	76.4±15.6	80.2±11.6	<0.001
ASIA 评级 (例, A/B/C/D/E)	0/3/7/10/6	-	-	0/0/1/5/20	<0.001

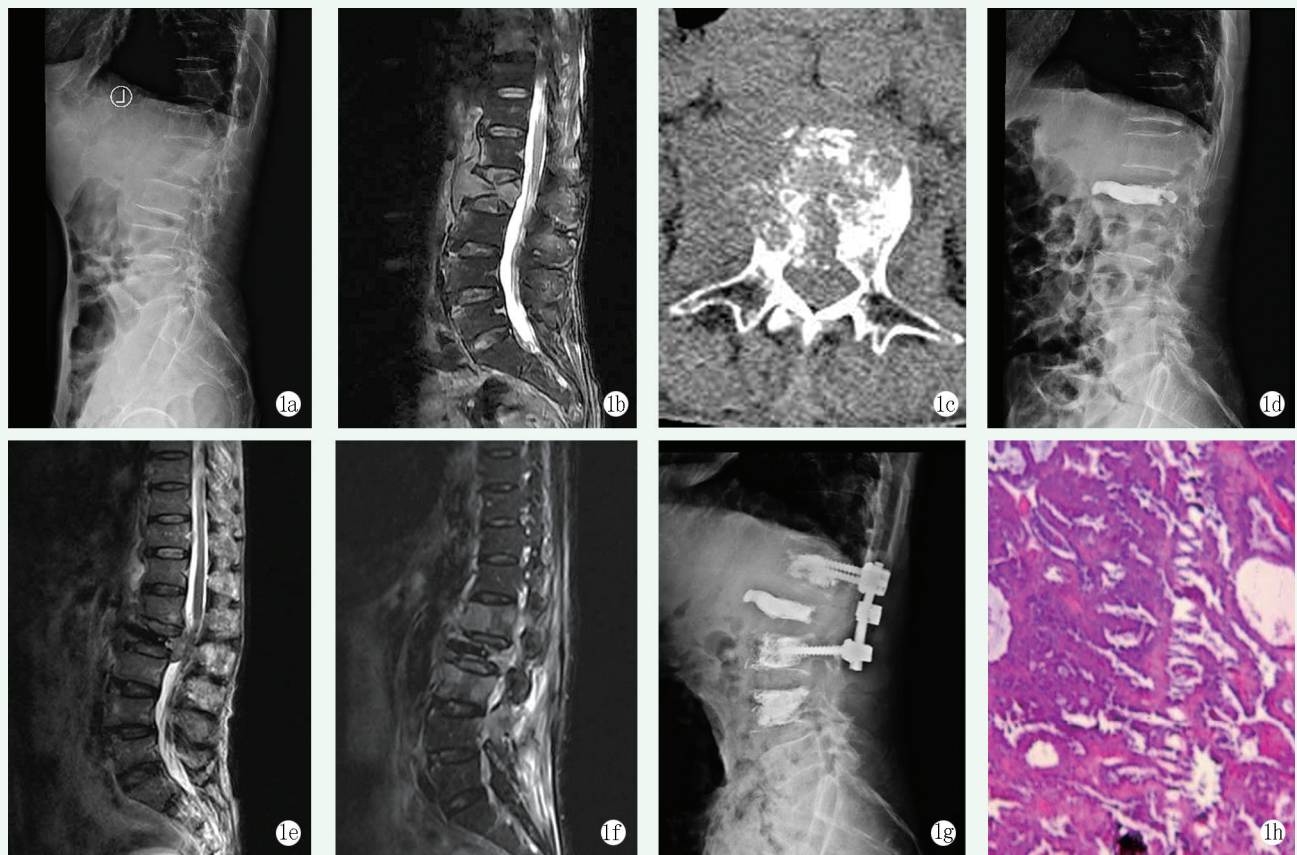


图 1. 患者男性，62 岁。1a: 初次术前 X 线片显示 L<sub>2</sub> 椎体骨折；1b: 腰椎 MRI 显示 L<sub>2</sub> 椎体改变并周围软组织肿块；1c: CT 显示 L<sub>2</sub> 椎体骨质破坏；1d: 初次行单纯 L<sub>2</sub> 的 PVP 术，术后见骨水泥填充良好；1e, 1f: 初次 PVP 术后 3 个月肿瘤复发并多发脊柱转移合并神经压迫症状，腰椎 MRI 显示 L<sub>2</sub> 椎体异常信号相应水平硬膜囊受压，L<sub>1-3</sub> 椎体及 L<sub>4</sub> 左侧附件区异常信号改变；1g: 再次手术减压，L<sub>1, 3, 4</sub> 微波消融，骨水泥强化椎弓根螺钉内固定后影像所见；1h: 病理显示转移性腺癌，肺来源。

Figure 1. A 62-year-old male. 1a: X-ray before primary surgery showed L<sub>2</sub> vertebral fracture; 1b: Lumbar MRI showed changes in L<sub>2</sub> vertebra with a surrounding soft tissue mass; 1c: CT showed L<sub>2</sub> vertebral bone destruction; 1d: PVP was performed on the L<sub>2</sub> in the primary stage, and X ray revealed bone cement well filled; 1e, 1f: The patients had neurological symptoms 3 months after the primary PVP, and lumbar MRI showed abnormal signals in L<sub>2</sub> vertebrae with dural compression at corresponding levels, in addition with abnormal signals in L<sub>1-3</sub> vertebrae and the L<sub>4</sub> left adnexal area; 1g: X ray findings after revision decompression, L<sub>1, 3, 4</sub> microwave ablation, and bone cement reinforced pedicle screw fixation; 1h: Pathological findings showed metastatic adenocarcinoma of pulmonary origin.

## 3 讨论

脊柱转移瘤主要破坏骨质而引起疼痛，同时可压

迫脊髓和神经根，引起脊髓、神经压迫症状，甚至出现截瘫，严重影响患者的生活质量和生存期。对合并脊髓受压的脊柱转移瘤患者的治疗多为姑息性治疗，目的是减轻患者疼痛，提高生活质量，微创治疗现已

成为常用治疗方式<sup>[7]</sup>。PVP 可迅速缓解患者疼痛，使病变椎体获得即时稳定，防止病理性骨折和畸形<sup>[8]</sup>，但不能控制肿瘤的生长<sup>[9]</sup>，常需联合其他治疗方法。MWA 可显著减轻骨转移患者的疼痛<sup>[10]</sup>，且能一定程度上控制肿瘤的进展<sup>[11]</sup>。MWA 可使大多数患者获得长期无进展生存，并有效减轻疼痛<sup>[12]</sup>。Deib 等<sup>[13]</sup>研究发现，椎管外转移性骨肿瘤 MWA 后 20~24 周，寡转移亚组中 64.6% 的肿瘤达到了局部区域控制。MWA 治疗可延长脊柱转移瘤患者的总生存期，并改善患者的生活质量，MWA 后局部区域疾病控制和肿瘤生化活性显著降低。本研究与这些研究的结果相呼应，本例患者肺癌 L<sub>2</sub> 椎体转移，2022 年 12 月第 1 次手术单纯行 PVP 治疗后腰痛症状明显缓解，但 3 个月后术区肿瘤复发并出现神经压迫症状，经微波治疗后随访至今未见复发迹象，可见 MWA 后局部肿瘤可得到较好的控制。

修订的 Tokuhashi 评分和 Tomita 评分根据患者全身状况及肿瘤侵袭情况判断预后，本研究中患者术前 Tomita 评分 (6.1±0.8)，修正 Tokuhashi 评分为 (8.9±0.8) 分，因此以姑息治疗为主。Moussazadeh 等<sup>[3]</sup>提出“分离手术”，通过后路切除棘突、椎板和关节突关节，并切除后纵韧带和部分椎体，保证脊髓周围存在 5~8 mm 的减压区，以满足放疗的要求，同时也为脊髓神经功能的恢复提供空间。本研究在“分离手术”的基础上切除椎弓根，并对病椎及 MWA 后的肿瘤组织进行切除，将后纵韧带及椎体后壁推向前方并切除，确保充分减压，为硬脊膜囊预留充足空间。

在稳定性重建方式上，力求为脊柱提供足够的即刻及长期的稳定性<sup>[14]</sup>。椎体成形能即刻增加椎体的强度及支撑力，骨水泥注入椎体重建椎体结构稳定的同时能杀灭肿瘤细胞，两者具有良好的叠加效果。MWA 对肿瘤细胞的杀灭更加彻底，消融后屏障形成，有利于控制肿瘤进展。同时 MWA 后椎体内形成空腔，且形成的静脉丛血栓可降低骨水泥渗漏的发生率，因此骨水泥注入后分布更均匀，有利于重建椎体完整性，减少术后椎体病理性骨折及畸形的发生率。再结合病椎的短节段固定，进一步增强脊柱的稳定性。笔者认为环形减压时可尽量多地切除椎体后壁及肿瘤组织，以达到充分减压，然后以钛网或骨水泥进行重建，提高患者的生存期和生活质量，本研究随访期间未见内固定松动及骨水泥移位，术区肿瘤控制良好，无肿瘤复发迹象。

综上所述，“分离手术”联合微波消融椎体成形治疗合并神经压迫症状的脊柱转移瘤，既能减少手术

创伤，降低手术风险，同时又能达到良好的肿瘤控制效果，为患者提供了一个相对安全、有效的治疗方案。

#### 参考文献

- [1] Barzilai O, Laufer I, Yamada Y, et al. Integrating evidence-based medicine for treatment of spinal metastases into a decision framework: neurologic, oncologic, mechanical stability, and systemic disease [J]. *J Clin Oncol*, 2017, 35 (21): 2419–2427. DOI: 10.1200/JCO.2017.72.7362.
- [2] Barzilai O, McLaughlin L, Amato MK, et al. Predictors of quality of life improvement after surgery for metastatic tumors of the spine: prospective cohort study [J]. *Spine*, 2017, 18 (7): 1109–1115. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.10.070.
- [3] Moussazadeh N, Laufer I, Yamada Y, et al. Separation surgery for spinal metastases: effect of spinal radiosurgery on surgical treatment goals [J]. *Cancer Control*, 2017, 21 (2): 168–174. DOI: 10.1177/107327481402100210.
- [4] Coleman RE, Croucher PI, Padhani AR, et al. Bone metastases [J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2020, 6 (1): 83. DOI: 10.1038/s41572-020-00216-3.
- [5] 中国抗癌协会肿瘤微创治疗专业委员会骨与软组织肿瘤学组, 中华骨科杂志编辑部. 微波消融治疗脊柱转移瘤临床指南 [J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42 (2): 65–76. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20211216-00713. Group of Bone and Soft Tissue Oncology, Committee of Minimally Invasive Oncology, Chinese anti-Cancer Association, Editorial Office of Chinese Journal of Orthopaedics. Clinical Guidelines of microwave ablation treatment of spinal metastases [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2022, 42 (2): 65–76. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20211216-00713.
- [6] 李慧宁, 朱振军, 周大凯. 微波椎体成形椎弓钉固定治疗脊柱转移瘤 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (9): 792–796. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.05. Li HN, Zhu ZJ, Zhou DK. Microwave vertebroplasty and pedicle screw fixation for spinal metastases [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (9): 792–796. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.05.
- [7] 张钦程, 张喜善. 脊柱转移性肿瘤微创治疗的研究现状 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (3): 245–248. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.13. Zhang QC, Zhang XS. Research status of minimally invasive treatment of spinal metastatic tumors [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (3): 245–248. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.13.
- [8] Masala S, Anselmetti GC, Muto M, et al. Percutaneous vertebroplasty relieves pain in metastatic cervical fractures [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2011, 469 (3): 715–722. DOI: 10.1007/s11999-010-1550-y.
- [9] Cianfoni A, Massari F, Ewing S, et al. Combining percutaneous pedicular and extrapedicular access for tumor ablation in a thoracic

- vertebral body [J]. *Interv Neuroradiol*, 2014, 20 (5) : 603–608. DOI: 10.15274/INR-2014-10018.
- [10] Cazzato RL, Rubeis GD, Marini PD, et al. Percutaneous microwave ablation of bone tumors: a systematic review [J]. *Eur Radiol*, 2021, 31 (5) : 3530–3541. DOI: 10.1007/s00330-020-07382-8.
- [11] Zhang XS, Ye X, Zhang KX, et al. Computed tomography-guided microwave ablation combined with osteoplasty for the treatment of bone metastases: a multicenter clinical study [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2021, 32: 861–868. DOI: 10.1016/j.jvir.2021.03.523.
- [12] 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]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2018, 39 (7) : 1376–1383. DOI: 10.3174/ajnr.A5680.
- [13] Deib G, Deldar B, Hui F, et al. Percutaneous microwave ablation and cementoplasty: clinical utility in the treatment of painful extra-spinal osseous metastatic disease and myeloma [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2019, 212 (6) : 1377–1384. DOI: 10.2214/AJR.18.20386.
- [14] 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. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.13.14.
- Wang C, Shi ZC, Li M. New decision-making framework and treatment progress of spinal metastases [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (13) : 1211–1214. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.13.14.
- (收稿:2024-02-01 修回:2024-05-31)  
(同行评议专家: 李鹏, 刘文华)  
(本文编辑: 闫承杰)

(上接 1418 页)

- [20] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study [J]. *Spine*, 2008, 33 (9) : 931–939. DOI: 10.1097/brs.0b013e31816c8af7.
- [21] 吕成国, 杨勇, 孙宜保, 等. 可视环锯椎间孔成形经皮椎间孔镜椎间盘切除术 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2024, 32 (4) : 296–302. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.04.02.
- Lv CG, Yang Y, Sun YB, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with targeted foraminoplasty by visual trephine [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2024, 32 (4) : 296–302. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.04.02.
- (收稿:2024-03-30 修回:2024-06-07)  
(同行评议专家: 王进强, 刘文华, 刘焕彩)  
(本文编辑: 郭秀婷)