

# 脊柱转移瘤脊髓压迫症的治疗进展

刘耀升, 何其臻, 刘蜀彬, 蒋伟刚, 雷明星  
(解放军第 307 医院骨科, 北京 100071)

**【摘要】** 癌症患者脊柱转移是造成脊髓硬膜外压迫的重要病源。随着肿瘤治疗技术的改善, 脊柱转移瘤患者生存期提高, 转移性脊髓硬膜外压迫的发病率也随之增加。转移性硬膜外脊髓压迫当伴有脊柱不稳定时, 可通过手术方式对脊髓周围进行减压, 同时进行脊柱稳定性的重建。若肿瘤对放射线敏感而没有合并脊柱不稳定时, 放疗是有效的治疗方式。目前, 脊柱立体定向放疗、经皮微创技术如椎体成形术和后凸成形术、经皮椎弓根内固定术、射频消融术对于某些适合的脊柱转移瘤都已取的理想的治疗效果。

**【关键词】** 脊柱; 肿瘤转移; 脊髓压迫症; 分子靶向治疗; 立体定向放疗; 外科手术; 综述文献  
DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.01.022

**Therapy progress of spinal cord compression by metastatic spinal tumor** LIU Yao-sheng, HE Qi-zhen, LIU Shu-bin, JIANG Wei-gang, and LEI Ming-xing. Department of Orthopaedics, the 307 Hospital of PLA, Beijing 100071, China

**ABSTRACT** Metastatic epidural compression of the spinal cord is a significant source of morbidity in patients with systemic cancer. With improvement of oncotherapy, survival period in the patients is improving and metastatic cord compression is encountered increasingly often. Surgical management performed for early circumferential decompression for the spinal cord compression with spine instability, and spine reconstruction performed. Patients with radiosensitive tumours without spine instability, radiotherapy is an effective therapy. Spinal stereotactic radiosurgery and minimally invasive techniques, such as vertebroplasty and kyphoplasty, percutaneous pedicle screw fixation, radiofrequency ablation are promising options for treatment of certain selected patients with spinal metastases.

**KEYWORDS** Spine; Neoplasm metastasis; Spinal cord compression; Molecular targeted therapy; Stereotactic radiotherapy; Surgical procedures, operative; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(1):94-98 www.zggszz.com

骨骼是继肺和肝脏之后转移瘤最易侵犯的系统, 尤其是脊柱椎体。尸检的组织病理学研究表明: 晚期癌症的患者中脊柱转移瘤的发病率为 30%~90%<sup>[1]</sup>。随着癌症患者生存期的延长, 有症状的脊柱转移瘤越来越常见。转移性脊髓硬膜外压迫 (Metastatic epidural spinal cord compression, MESCC) 的放射学中定义为: 在有硬膜外转移瘤的脊柱节段, 其椎管内的脊髓已被压迫偏离了正常解剖位置<sup>[2]</sup>。MESCC 在乳腺癌、前列腺癌及肺癌中的发生率通常在 5%~10%, 在已发生脊柱外骨转移的患者中, 其发病率高达 40%<sup>[1]</sup>。

## 1 MESCC 的诊断和治疗原则

随着 MESCC 患者数量的增加, 对其治疗的手段也在不断改进。早期治疗方法为椎板减压术加传统

放疗, 后续研究认为单纯放疗可能更适合该病。随着脊柱外科技术的进步, 更有效的脊髓减压和脊柱稳定的获得已成为可能, 因此, 目前倾向于运用更加先进的手术治疗而不只是传统的放疗。英国国家卫生与临床优化研究所指导手册有关 MESCC 的治疗建议中, 提倡临床医生在减少并发症的前提下应尽力采用手术治疗方法<sup>[2]</sup>。

MESCC 的治疗主要的目的是恢复或保留神经功能, 缓解疼痛以及维持和重建脊柱的稳定性。MESCC 的治疗必须是由脊柱转移瘤总协调者主导的包括肿瘤学、脊柱外科学、放疗学、血液病学和组织病理学在内的多学科会诊。

## 2 MESCC 的药物治疗

化疗药物分为抗肿瘤药物和缓解肿瘤症状药物两大类。除了尤文氏肉瘤和神经细胞瘤对化疗药物敏感外, 抗肿瘤药物对脊柱转移瘤的治疗效果是很有限的。但是类固醇类激素、双膦酸盐类和镇痛药可以防止或缓解 MESCC 症状, 临床上应用广泛。

类固醇激素在治疗脊柱转移瘤疼痛和脊髓神经

基金项目:北京市科委首都临床特色课题(编号:z131107002213052)  
Fund program: The Capital Clinical Characteristic Subject of Beijing Municipal Commission of Science and Technology (No. z131107002213052)  
通讯作者:刘蜀彬 E-mail: 15810069346@qq.com  
Corresponding author: LIU Shu-bin E-mail: 15810069346@qq.com

病变急性期时有着重要作用。可以减轻脊髓水肿,且对白血病和乳腺癌等肿瘤有溶瘤细胞的作用。使用了地塞米松的 MESCC 患者能迅速显著地改善运动功能。但目前类固醇激素治疗的最佳剂量并不明确。研究发现<sup>[4]</sup>,初始每天静脉给予 100 mg 还是 10 mg 地塞米松对于缓解疼痛、改善运动或膀胱功能无显著差别;建议除淋巴瘤患者外,对已出现症状的 MESCC,术前 5~7 d 通常每天给予 16 mg 地塞米松,术后减量再用 5~7 d。

双膦酸盐化合物能够减弱破骨细胞活动,减少肿瘤相关性溶骨的产生,被用来缓解转移瘤性骨痛及预防和减少转移瘤骨相关事件的发生,如:病理性骨折、高钙血症和 MSCC。双膦酸盐化合物对转移瘤性骨痛的疗效取决于肿瘤的组织学特性和类型(即成骨性和溶骨性)。双膦酸盐化合物的疗效在乳腺癌、多发性骨髓瘤和其他破骨性转移瘤中得到验证,但在减少前列腺癌转移性骨痛方面疗效并不明显<sup>[5]</sup>。唑来膦酸盐(唑来膦酸)是统计学上能显著降低骨骼发病的惟一二膦酸盐类药物,静脉注射有着广阔的临床前景,包括治疗前列腺癌患者的转移性骨疼痛<sup>[6]</sup>。此外,唑来膦酸被报道具有直接的抗肿瘤特性。它能够诱导肿瘤细胞凋亡、抑制癌细胞扩散,在超高剂量下,唑来膦酸盐可限制内脏组织中的转移性生长。在癌症患者中,唑来膦酸盐的治疗效果与促血管生成分子、血管内皮生长因子的循环水平降低有关。

近年研究发现,狄迪诺塞麦(一种 RANKL 特殊单克隆抗体抑制剂)在治疗、延迟和阻止转移瘤骨相关事件方面有效<sup>[7]</sup>。与唑来膦酸比较,狄诺塞麦延迟转移瘤骨相关事件首次发生时间 17%(中位时间 8.21 个月),差异显著<sup>[8]</sup>。

### 3 MESCC 的传统放疗和立体定向放疗

MESCC 患者放疗的适应证主要为无神经损害、无脊柱不稳定、无明显椎管内骨块压迫和生存期大于 3 个月的淋巴瘤、骨髓瘤、肺小细胞癌患者<sup>[9]</sup>。不适合手术治疗的 MSCC 患者应在 24 h 内接受放疗。另外,对于所有手术为首选治疗方案的 MESCC 患者,都应接受伴或不伴有类固醇激素治疗的放疗。考虑到脊柱轴向不稳定性疼痛和脊髓神经的恢复,放疗前可实施稳定脊柱以及神经减压的手术。因为放疗会导致伤口感染和不愈合, MSCC 手术前的患者不应接受放疗,放疗应该被安排在术后伤口彻底愈合后进行。

对于预后较好患者,高剂量的分次放疗是有意义的,传统放疗为 25~40 Gy 照射剂量分 8~10 次进行。照射的边界往往要大于病变区域以弥补患者微

动时产生的偏移。因此,邻近组织包括脊髓也会接受部分照射,放疗的剂量必须允许正常组织暴露在放射线下。然而,对于预后较差的患者,通常推荐一次 8 Gy 的单剂量短程放疗。

立体定向放疗(SRS)是一种改进的放疗方法,又被称为立体定向放射外科治疗 SRS 和调强放疗均是让放射线更加精准的作用于病变部位,减少对正常组织的影响。立体定位可以使多束射线精确定位到病变节段,产生局部高剂量治疗,同时最大限度地保护邻近正常组织,这个剂量一般在 8~18Gy<sup>[9]</sup>。

SRS 可以作为 MESCC 的一种主要的独立治疗方式,又可作为一种辅助的治疗。目前,SRS 的主要适应证为:(1)SM 疼痛发生之前的独立治疗;(2)早先常规放疗失败转移瘤进展或局部复发后的独立治疗或手术后的辅助治疗;(3)MESCC 减压内固定手术后的治疗。SRS 对肉瘤、黑色素瘤、肾细胞癌、非小细胞肺癌和结肠癌等对传统放疗不敏感的优势显著肿瘤。SRS 增大了肿瘤的致死剂量使靶区外脊髓照射量急剧下降,尤其对于再放疗的病例其放射生物学优势远远大于传统放疗。通常,SRS 可以一次治疗 1 个或 2 个脊柱节段,对大范围多节段病变,高能定位照射目前仍不适宜<sup>[10]</sup>。

鉴于脊髓的放射耐受剂量所限,手术治疗依然是 MESCC 患者的一线治疗。MESCC 可以首先采用 SRS 治疗,但这无疑挑战了脊髓的放射安全耐受剂量,增加了放射性脊髓病的风险。SRS 的副作用较少,但放疗剂量增大后放射性椎体骨折已成为最严重和最常见出现的并发症<sup>[11]</sup>。

### 4 MESCC 的开放性手术治疗

MESCC 手术前必须考虑到原发肿瘤的诊断、脊柱稳定性、骨质或肿瘤对脊髓压迫程度、是否是放疗敏感性肿瘤、术后再放疗的复发率、术后神经功能的恶化等问题。手术时机是神经功能预后的重要因素。对 MESCC 患者的手术治疗,最好在 24 h 内进行。如果神经功能恶化迅速加重,手术必须越早越好。若神经功能的恶化程度是逐渐进展的,则手术可以择期进行<sup>[12]</sup>。

早期研究曾发现单纯椎板减压术和单纯放疗的结果无差别<sup>[13]</sup>。脊髓的压迫通常由椎体肿瘤突出到背侧造成,而且还伴有脊柱的不稳定,单纯椎板减压术没有干预到脊柱转移瘤的主要发生部位。此后,学者们提倡一旦放疗失败不建议再手术治疗;随着手术技术的进步,近年来对 MESCC 患者治疗更加趋向外科化<sup>[14]</sup>。

近期一项对 238 例减压手术后结合放疗和对 1 137 例单纯放疗的 MESCC 患者 Meta 分析研究发

现,手术后放疗组治疗后的行走能力的改善率明显优于单纯放疗组[RR=1.43,95%CI(1.14-1.78)],恶化率明显低于单纯放疗组[RR=0.35,95%CI(0.19-0.63)]。手术后放疗组治疗后 6 个月和 123 个月的生存率显著高于单纯放疗组 [RR=1.21,95%CI(1.09-1.33)],[RR=1.32,95%CI(1.12-1.56)]。因此认为,手术后放疗的 MESCC 患者恢复行走能力的概率更大,且生存时间也会更长<sup>[15]</sup>。

随着脊髓周围减压和脊柱稳定手术技术的进展,对某些预后较好的孤立性转移瘤(如肾癌、甲状腺癌),可进行全脊椎切除术<sup>[16]</sup>。Kato 等<sup>[17]</sup>对接受全脊椎切除术的 19 例脊柱肿瘤(10 例原发肿瘤,9 例脊柱转移瘤)患者进行超过 10 年以上的随访,患者的满意与非常满意率约 90%。

手术入路取决于肿瘤的位置、脊髓压迫的位置、肿瘤的组织学类型和脊柱重建稳定手术能切除肿瘤方式等因素<sup>[18]</sup>。另外血管瘤、甲状腺癌和肝癌的脊柱转移瘤患者术前需进行栓塞治疗。术中的脊髓监护和体感诱发电位对于该手术是很有帮助的。

前方入路理论上可提供最好的手术通路,因为转移瘤压迫脊髓往往来自椎体背侧。上胸椎(T<sub>1</sub>-T<sub>4</sub>)转移瘤有很大挑战性,需结合前外侧颈椎入路和胸骨切开术,有时还需行胸廓劈开术。然而后路经椎弓根入路的减压术应用也越来越普遍,相比之下后路经椎弓根入路的侵略性则要小得多。T<sub>5</sub>-T<sub>10</sub> 节段转移瘤手术最好从右侧胸廓劈开进入,这样可以避开大血管和主动脉弓,但从哪一侧入路进行手术还要取决于椎体外肿瘤的位置。T<sub>11</sub>-L<sub>1</sub> 节段转移瘤常需要胸廓劈开术与腹膜外入路相结合,L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub> 节段转移瘤可以通过腹膜外侧方入路进行手术。仅局限于 L<sub>5</sub> 的肿瘤大多数可以通过后路进行减压和重建。临床上,下胸段及腰椎入路的选择最终需根据患者的临床表现和术者取向<sup>[4]</sup>。

无论脊柱前路还是后路手术脊髓周围减压后脊柱的稳定是手术最终需要达到的目的。脊柱前柱稳定性重建可通过自体或异体骨移植、钛网、钛板、斯氏钉或肋骨支撑的骨水泥(PMMA)填充。带骨小梁结构的金属和可膨胀式钛笼也可以使用,前路减压和稳定相结合可以获得单节段稳定。使用椎弓根钉的后路稳定技术可以纠正后凸畸形并在胸腰段辅助前路多节段的重建稳定<sup>[19]</sup>。

## 5 MESCC 的微创手术治疗

微创技术正在被广泛应用于 MESCC 的治疗,但必须强调微创技术不能以损失对脊髓压迫的足够释放以及脊柱的稳定性为代价。由于脊柱转移瘤手术的并发症会影响患者生活质量,延长患者卧床时间,

降低免疫力,延误辅助治疗,缩短生存期。而微创技术在获得相同手术疗效的前提下不仅减少了出血、减少了周围组织的损伤、降低了术后疼痛、缩短了康复和住院时间;尤其能大大降低术后感染等并发症的发生。微创技术的另一优点是不延误辅助治疗,由于无死腔、组织坏死及切口不愈合的风险,术后辅助放疗可很快进行。微创技术可以在脊柱转移瘤的治疗中联合或独立应用<sup>[20]</sup>。目前微创技术越来越得到医生(尤其是肿瘤内科医生)和患者的认可。

### 5.1 内窥镜脊柱手术

开胸手术伴有较多的并发症,如肺炎、肺不张、肺栓塞、气胸等。为了减少手术路径引起的皮肤、肌肉、肋骨的损伤,内窥镜技术正逐渐被运用于胸椎转移瘤的外科治疗。患者取侧卧位,从第 7 肋间穿刺。使用对侧肺通气,同侧肺组织萎陷并下降至前内侧以暴露胸椎。通过胸壁外侧的小切口(3 或 4 个)置入器械和内窥镜。目前包括肿瘤切除和椎体固定等所有的操作均可以通过内窥镜技术完成,该技术在降低开胸并发症上有一定临床成果<sup>[21]</sup>。然而,这一技术对手术者的操作技巧有着较高的要求,学习曲线较为陡峭。腹腔镜技术也可用于腹膜后腰椎减压和切除术。

### 5.2 微创减压术

在脊柱转移瘤合适手术的患者中大部分治疗选择仍是后路减压内固定术。然而,许多患者并不适合开放手术。微创减压技术最先被运用于腰椎退行性疾病,最近已被用于脊柱转移瘤的治疗。近期研究发现在不适合标准术式的患者中微创减压术可获得良好疗效<sup>[22-23]</sup>。在透视下缓慢置入 1 个扩张器,并在椎体前部放置 1 个 24 mm 的工作通道,如果有疼痛和神经根综合征,神经根减压可以很好地缓解这些症状,如果有必要还可以进行脊髓减压。显微镜下钻孔可以进行经椎弓根切除,这一操作不是为了切除全部的肿瘤组织而是仅达到减瘤目的,在脊髓周围形成一个数毫米的减压区来促进神经功能的恢复<sup>[22]</sup>。Zairi 等<sup>[23]</sup>对 10 例不适合标准减压术的脊柱转移瘤患者进行微创减压术,8 例患者 Frankel 评分至少提高了 1 分,2 例术前不能行走的患者术后可以独立行走,无患者神经功能恶化,患者的神经根痛也得到了缓解,治疗有利于在术后第 10 天早期运用辅助治疗。由于脊髓周围安全间隙较小,患者应行术后放疗以防止神经压迫症状的再发。

### 5.3 经皮椎体内固定术

脊椎转移瘤脊柱和神经系统的不稳定仍无确切的定义。骨折脱位、滑脱畸形、有显著疼痛的椎体塌陷均为脊柱稳定的手术指征。三柱结构的破坏、进行

性畸形和疼痛也可作为手术指征。Fourney 和 Gokaslan<sup>[24]</sup>制定了脊柱不稳的肿瘤评分系统,包括了肿瘤原发部位、与活动相关的疼痛类型、骨质情况、脊柱序列、椎体塌陷和有无累计脊柱后路等因素。脊柱肿瘤学会(SOSG)制定了 SNIS 标准用以评估脊柱转移瘤引起的脊柱不稳定<sup>[25]</sup>。最近研究证实了这一评分标准在骨折风险评估上的可靠性和稳定性<sup>[26]</sup>, SNIS 从 0 到 18,得分高于 13/18 提示不稳定。这类评分可以提供给医生患者需要脊柱稳定手术的参考。截瘫或四肢全瘫的 MESCC 患者也可从这种稳定手术中受益。

脊柱不稳的理想治疗模式是通过脊柱前路、后路或前后联合入路完成的融合术。然而,如前所述,这些操作的主要缺点是与路径相关的并发症。经皮椎体内固定术是一种很有价值的治疗选择,因为预期生存率较短的患者不必再担心椎体融合,脊柱固定术可以缓解疼痛和提高生活质量<sup>[27]</sup>。经皮椎弓根螺钉固定技术从在脊柱退行性疾病上使用开始,其适应证已经扩展到脊柱转移瘤所致的脊柱不稳定。从生物力学的角度考虑,经皮长段椎弓根内固定似乎更安全,可以将应力分散到全部的脊柱。随着计算机导航技术的发展,术者会更方便将椎弓根钉经皮打入<sup>[28]</sup>。

#### 5.4 椎体增强技术

经皮注射骨水泥材料到转移瘤塌陷后的椎体中对缓解疼痛非常有效。椎体成形术是把骨水泥直接注射进椎体中,而椎体后凸成形术则先用可膨胀的球囊撑开塌陷椎体,纠正后凸畸形后再将骨水泥填充进创建的腔隙内。脊髓压迫是这两种术式的禁忌证,但如果患者减压手术的条件不佳时,椎体成形或椎体后凸成形术结合放疗可以显著缓解疼痛<sup>[29]</sup>。椎体增强术并发症较少,常见的问题是骨水泥渗漏至椎体外。整体上椎体增强术是安全并有效的,术前对转移瘤患者进行严格精确的筛选非常重要,术后配合对放疗敏感的肿瘤如多发骨髓瘤进行放疗,效果更好。但是,必须强调对已有神经压迫症状的 MESCC 患者不推荐此项技术。该方式可以提供一种微创方式稳定脊柱,当结合后路减压和椎弓根钉内固定时,可维持椎体前柱的高度。

#### 5.5 射频消融和冷冻治疗

与传统射频消融术相比等离子射频消融术不会产生高温的副作用,被用于椎间盘组织、软骨、滑膜和椎体(后凸)成形术前对椎体内肿瘤的消融。这项技术使用 1 根等离子射频消融套管经皮穿刺到达肿瘤组织进行烧灼,使组织汽化为氮和二氧化碳。这个探针还有一种凝固模式可用来治疗嗜铬细胞瘤。当

肿瘤组织被烧灼完后再用骨水泥填充<sup>[30]</sup>。

冷冻消融术以前被用于疼痛治疗,解除窦椎神经来源的脊柱小关节疼痛。现在经皮冷冻消融治疗椎体转移瘤的病例已有报道<sup>[31-32]</sup>。

### 6 MESCC 的护理和恢复

对所有卧床休息的患者都要穿长筒弹力袜并间断进行下肢气动脉冲按摩。常规给 MESCC 的患者(尤其对截瘫患者)皮下注射低分子肝素,防止静脉血栓的发生。术后疼痛会持续一段时间,但患者长期卧床可能引发褥疮,需要每 2~3 h 翻身 1 次。日常的肠道功能和膀胱功能要密切观察,并相应对症处理,必需对尿失禁患者制定详尽的护理计划<sup>[33]</sup>。

### 7 总结与展望

随着癌症患者生存期的延长,脊柱转移瘤所引发的疼痛和脊髓压迫也越来越常见。目前,脊柱肿瘤治疗的发展已进入快速时期,患有 MESCC 的患者通过脊髓减压、脊柱稳定术、放疗可以延长自主活动的时间,甚至使许多丧失活动能力的患者重新恢复活动能力<sup>[34]</sup>。随着微创外科技术的不断发展, MESCC 患者会有更多微创治疗方式可以选择。通过减少各种技术的并发症,以外科治疗主导的各学科合作的综合治疗定会给 MESCC 患者带来更好的治疗效果<sup>[35-36]</sup>。

#### 参考文献

- [1] Sutcliffe P, Connock M, Shyangdan D, et al. A systematic review of evidence on malignant spinal metastases; natural history and technologies for identifying patients at high risk of vertebral fracture and spinal cord compression[J]. Health Technol Assess, 2013, 17(42): 1-274.
- [2] 王景东, 刘耀升, 刘蜀彬. 转移瘤硬膜外脊髓压迫运动功能障碍与影像学及临床特征相关性分析[J]. 中国骨伤, 2011, 24(11): 943-947.  
Wang JD, Liu YS, Liu SB. Single factor analysis of motor dysfunction and imaging and clinical features in metastatic epidural spinal cord compression[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(11): 943-947. Chinese with abstract in English.
- [3] White BD, Stirling AJ, Paterson E, et al. Diagnosis and management of patients at risk of or with metastatic spinal cord compression; summary of NICE guidance[J]. BMJ, 2008, 337: a2538.
- [4] Quraishi NA, Gokaslan ZL, Boriani S. The surgical management of metastatic epidural compression of the spinal cord[J]. J Bone Joint Surg Br, 2010, 92(8): 1054-1060.
- [5] Lluch A, Cueva J, Ruiz-Borrego M, et al. Zoledronic acid in the treatment of metastatic breast cancer[J]. Anticancer Drugs, 2014, 25(1): 1-7.
- [6] Okegawa T, Higaki M, Matsumoto T, et al. Zoledronic acid improves clinical outcomes in patients with bone metastatic hormone-naïve prostate cancer in a multicenter clinical trial[J]. Anticancer Res, 2014, 34(8): 4415-4420.
- [7] Rolfo C, Raez LE, Russo A, et al. Molecular target therapy for bone metastasis; starting a new era with denosumab, a RANKL inhibitor

- [J]. *Expert Opin Biol Ther*, 2014, 14(1): 15–26.
- [8] Lipton A, Fizazi K, Stopeck AT, et al. Superiority of denosumab to zoledronic acid for prevention of skeletal-related events; a combined analysis of 3 pivotal, randomised, phase 3 trials[J]. *Eur J Cancer*, 2012, 48(16): 3082–3092.
- [9] Leysalle A, Fric D, Lagrange JL, et al. Radiotherapy of bone metastases[J]. *Bull Cancer*, 2013, 100(11): 1175–1185.
- [10] Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, et al. Stereotactic radiosurgery for spinal metastases; a literature review[J]. *Einstein (Sao Paulo)*, 2013, 11(2): 247–255
- [11] Sahgal A, Whyne CM, Ma L, et al. Vertebral compression fracture after stereotactic body radiotherapy for spinal metastases[J]. *Lancet Oncol*, 2013, 14(8): 310–320.
- [12] O'Phelan KH, Bunney EB, Weingart SD, et al. Emergency neurological life support; spinal cord compression (SCC) [J]. *Neurocrit Care*, 2012, 17(Suppl 1): 96–101.
- [13] Young RF, Post EM, King GA. Treatment of spinal epidural metastases. Rrandomized prospective comparison of laminectomy and radiotherapy[J]. *J Neurosurg*, 1980, 53(6): 741–748.
- [14] Eastley N, Newey M, Ashford RU. Skeletal metastases-the role of the orthopaedic and spinal surgeon[J]. *Surg Oncol*, 2012, 21(3): 216–222.
- [15] Lee CH1, Kwon JW, Lee J, et al. Direct decompressive surgery followed by radiotherapy versus radiotherapy alone for metastatic epidural spinal cord compression; a meta-analysis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(9): E587–592.
- [16] Fang T, Dong J, Zhou X, et al. Comparison of mini-open anterior corpectomy and posterior total en bloc spondylectomy for solitary metastases of the thoracolumbar spine[J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 17(4): 271–279.
- [17] Kato S, Murakami H, Demura S, et al. More than 10-year follow-up after total en bloc spondylectomy for spinal tumors[J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21(4): 1330–1336.
- [18] Paton GR, Frangou E, Fournay DR. Contemporary treatment strategy for spinal metastasis; the "LMNOP" system[J]. *Can J Neurol Sci*, 2011, 38(3): 396–403.
- [19] Mackiewicz - Wysocka M, Pankowska M, Wysocki PJ. Progress in the treatment of bone metastases in cancer patients[J]. *Expert Opin Investig Drugs*, 2012, 21(6): 785–795.
- [20] Bhatt AD, Schuler JC, Boakye M, et al. Current and emerging concepts in non-invasive and minimally invasive management of spine metastasis[J]. *Cancer Treat Rev*, 2013, 39(2): 142–152.
- [21] Stoker GE, Buchowski JM, Kelly MP, et al. Video-assisted thoracoscopic surgery with posterior spinal reconstruction for the resection of upper lobe lung tumors involving the spine[J]. *Spine J*, 2013, 13(1): 68–76.
- [22] Jandial R, Chen MY. Mini-open transpedicular lumbar vertebrectomy reconstructed with double cages and short segment fixation [J]. *Surg Neurol Int*, 2012, 3(Suppl 5): S362–365.
- [23] Zairi F, Arikat A, Allaoui M, et al. Minimally invasive decompression and stabilization for the management of thoracolumbar spine metastasis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 17(1): 19–23.
- [24] Fournay DR, Gokaslan ZL. Spinal instability and deformity due to neoplastic conditions[J]. *Neurosurg Focus*, 2003, 14(1): e8.
- [25] Fisher CG, DiPaola CP, Ryken TC, et al. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease; an evidence-based approach and expert consensus from the Spine Oncology Study Group [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(22): E1221–229.
- [26] Fournay DR, Frangou EM, Ryken TC, et al. Spinal instability neoplastic score; an analysis of reliability and validity from the spine oncology study group[J]. *J Clin Oncol*, 2011, 29(22): 3072–3077.
- [27] Kim CH, Chung CK, Sohn S, et al. Less invasive palliative surgery for spinal metastases[J]. *J Surg Oncol*, 2013, 108(7): 499–503.
- [28] Gebhard F, Kinzl L, Hartwig E, et al. Navigation of tumors and metastases in the area of the thoraco-lumbar spine[J]. *Unfallchirurg*, 2003, 106(11): 949–955.
- [29] Schroeder JE, Ecker E, Skelly AC, et al. Cement augmentation in spinal tumors; a systematic review comparing vertebroplasty and kyphoplasty[J]. *Evid Based Spine Care J*, 2011, 2(4): 35–43.
- [30] Trumm CG, Jakobs TF, Stahl R, et al. CT fluoroscopy-guided vertebral augmentation with a radiofrequency - induced, high - viscosity bone cement (StabiliT); technical results and polymethylmethacrylate leakages in 25 patients[J]. *Skeletal Radiol*, 2013, 42(1): 113–120.
- [31] Salapura V, Jeromel M. Minimally invasive (percutaneous) treatment of metastatic spinal and extraspinal disease-a review[J]. *Acta Clin Croat*, 2014, 53(1): 44–54.
- [32] de Freitas RM, de Menezes MR, Cerri GG, et al. Sclerotic vertebral metastases; pain palliation using percutaneous image-guided cryoablation[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2011, 34(Suppl 2): S294–299.
- [33] Warnock C, Hodson S, Tod A, et al. Improving care of patients with metastatic spinal cord compression[J]. *Br J Nurs*, 2014, 23(4): S14–18.
- [34] 张功林, 葛宝丰. 脊柱转移瘤的手术治疗[J]. *中国骨伤*, 2010, 23(1): 73–75.  
Zhang GL, Ge BF. Operative treatment of metastatic tumors of spine [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2010, 23(1): 73–75. Chinese.
- [35] Harel R, Zach L. Spine radiosurgery for spinal metastases; indications, technique and outcome[J]. *Neurol Res*, 2014, 36(6): 550–556.
- [36] 徐辉, 肖嵩华, 刘郑生, 等. 胸腰椎转移瘤的外科治疗策略和效果分析[J]. *中国骨伤*, 2014, 27(1): 25–28.  
Xu H, Xiao SH, Liu ZS, et al. Surgical strategy for the treatment of thoracolumbar metastatic tumor and its clinical outcomes[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(1): 25–28. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2014-09-20 本文编辑: 王玉蔓)