

· 综 述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.05.035

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220124.1906.013.html\(2022-01-25\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220124.1906.013.html(2022-01-25))

脊柱转移肿瘤治疗决策系统的研究进展*

钟远鸣¹, 赵庆瑞²综述, 叶伟权², 邱伟²审校

(1. 广西中医药大学第一附属医院, 南宁 530001; 2. 广西中医药大学研究生院, 南宁 530001)

[摘要] 骨骼是晚期恶性肿瘤常见的侵犯部位, 其中脊柱转移肿瘤由于其独特的解剖位置, 往往容易压迫脊髓、神经等组织而产生严重的并发症。既往主要依据 Tokuhashi、Tomita 等经典预后评分系统对脊柱转移瘤患者进行预后评估, 但上述系统未能从靶向治疗及其他一些新兴的治疗方式中获益, 准确性逐渐降低。近年来立体定向放射外科手术(SRS)、微创外科技(MIS)及生物治疗等不断发展, 脊柱转移瘤患者的预后情况进一步改善, Bartels、Bollen、Lei 等现代预后评分系统应运而生, 它们的出现提高了预后评估有效性, 但仅依靠预期生存时间仍不能直接进行临床决策。NOMS 及其他基于治疗原则的决策系统综合考虑了患者肿瘤学、脊柱稳定性、全身系统情况等多个方面制订治疗方案, 应用广泛。该文简要综述脊柱转移性肿瘤评分决策系统的发展历史及研究进展, 讨论其优缺点并对未来制订新型决策系统提出建议。

[关键词] 脊柱转移肿瘤; 预后评估; 决策系统; 放射治疗; 手术治疗; 综述

[中图分类号] R738.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2022)05-0884-06

Advances in decision-making system for the treatment of spinal metastatic tumors*

ZHONG Yuanming¹, ZHAO Qingrui², YE Weiquan², QIU Wei²

(1. the First Affiliated Hospital of Guangxi University, Nanning, Guangxi 530001, China; 2. School of Graduate Studies, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530001, China)

[Abstract] Bone is a common invasion site of advanced malignant tumors. Because of its unique anatomical position, the spinal metastatic tumors are often easy to oppress the spinal cord, nerves and other tissues and produce serious complications. In the past, Tokuhashi, Tomita and other classical scoring systems were mainly used to evaluate the prognosis of the patients with spinal metastatic tumors. But they failed to benefit from some emerging treatment methods, and their accuracy gradually decreased. In recent years, with the continuous development of minimally invasive surgery (MIS), stereotactic radiosurgery (SRS) and biotherapy, the prognosis of the patients with spinal metastases has been further improved. Modern scoring systems such as Bartels, Bollen and Lei emerge as the times require, which have improved the effectiveness of the prognosis evaluation. However, the expected survival time alone is still not a direct basis for clinical decision-making. NOMS and other decision systems based on treatment principles comprehensively consider multiple aspects such as patients' oncology, spinal stability and systemic conditions to formulate treatment plans, which are widely used. This paper briefly reviews the development history and research progress of the scoring decision system for spinal metastatic tumors, discusses their advantages and disadvantages, and puts forward some suggestions for the development of a new decision system in the future.

[Key words] spinal metastatic tumor; prognostic assessment; decision system; radiotherapy; operative treatment; reviews

脊柱是恶性肿瘤转移最常见的部位之一, 仅次于肺和肝, 它影响着约 70% 的晚期癌症患者^[1-3]。在对

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(81760874); 广西壮族自治区重点研发计划(桂科 AB20159018); 广西中医药大学 2021 年研究生教育创新计划项目(YCXJ2021048)。 作者简介: 钟远鸣(1963—), 博士生导师, 教授, 主任医师, 博士, 主要从事脊柱脊髓疾病的诊治研究。

晚期癌症患者尸检的研究中,乳腺癌和前列腺癌被发现是主要的原发类型,其发生脊柱转移概率高达 70%~90%^[4-5]。疼痛往往是脊柱转移患者最先出现的临床症状,夜间尤为明显。随着病情的进展,约有 10%~20%患者会因为脊髓或马尾神经受压而出现更严重的神经系统症状,例如顽固性疼痛、感觉异常、性功能障碍、大小便失禁、瘫痪等,进而导致生活质量严重下降^[6-8]。脊柱转移性肿瘤的治疗目标主要是控制肿瘤进展,保持脊柱稳定性,保护神经功能,减轻疼痛,从而改善生活质量,并最终延长患者生存期^[9-10]。为了给脊柱转移患者提供适当的治疗选择,已经有多种决策系统在文献中被提出,例如 Tokuhashi、Tomita 评分系统等。随着诸如立体定向放射外科(stereotactic radio surgery, SRS)、微创外科手术技术(stereotactic radio surgery, MIS)及生物治疗等方法的不断发展,有关脊柱转移瘤患者的临床治疗方案选择已经发生了改变。本篇综述主要介绍脊柱转移瘤治疗决策系统的发展历史及研究进展,分析其优缺点并对新型决策系统的制订提出建议。

1 脊柱转移肿瘤的预后评分系统

当为脊柱转移瘤患者选择适当的治疗方案时,准确地预计患者剩余生存时间有着重要的意义。许多学者通过研究提出了一些评分系统,如 Tokuhashi、Bauer、Tomita、Van der Linden 评分等。尽管每个系统包含的预后评价因素各不相同,但大多数系统都包含了原发肿瘤组织学和内脏转移情况,这两个因素也被认为是与肿瘤预后最具相关性的^[11-12]。

1.1 经典预后评分系统

TOKUHASHI 等于 1990 年将卡式功能评分(KPS)、脊髓外骨转移病灶数量、椎体转移病灶数量、重要脏器转移情况、肿瘤原发灶部位及脊髓麻痹程度纳为评价因素提出了一种对脊柱转移瘤患者进行术前评估的预后评分系统。随后 Bauer、Tomita、Van der Linden 评分也相继被提出并被临床医师应用。这些经典预后评分系统常用来评估脊柱转移瘤患者的预计生存时间及生存率,对治疗具有一定意义。但近期越来越多的研究报告发现,经典预后评分系统评估患者预后的准确性在逐渐降低,特别是对预后较差的原发癌,如肺癌^[13-15]。其中的原因在于这些评分系统是在 20 世纪 90 年代设计的,而大多数抗癌药物(如靶向疗法)是从 2005 年开始使用^[16-17]。经典评分系统并未把前沿的治疗方案纳入考虑范畴,导致准确性下降。因此,迫切需要新的预后评分系统。

1.2 不断更新发展的现代预后评分系统

为了获得更加准确的预后评估,部分经典预后评

分系统进行了更新,新的预后评分系统也不断被提出。有研究者发现一些实验室检查指标,如血红蛋白、清蛋白等,对患者的预后评估有着一定指导意义^[18-21]。此外,在一些新系统中,患者之前接受的全身治疗(如化疗、免疫治疗、激素治疗等)也被建议作为影响预后的独立因素^[21-22]。

KATAGIRI 等^[22]首次将患者的既往化疗情况纳为预后影响因素,通过随访 350 例患者并对其进行 Cox 风险分析,提出了 Katagiri 评分系统。2014 年该系统进行了修订,新增 C 反应蛋白、乳酸脱氢酶、清蛋白、血清钙、血小板计数和总胆红素 6 个实验室指标作为评价因素,并根据肿瘤原发灶生长速度进行了更准确地分类^[23]。

TOKUHASHI 等^[24]在 2005 年对之前提出的评分系统进行了修订,新系统仍由之前的 6 个评价因素构成,但增加了肿瘤原发灶这一因素的积分权重。2017 年则再次修订了之前的评分系统,剔除了椎体外骨转移灶数量因素,并将肿瘤原发灶分级由 6 级改为 5 级^[25]。

2007 年,BARTELS 等^[26]通过对 219 例接受非手术治疗患者的回顾性研究提出了一个新的预后评价系统,其主要由 5 个变量构成:性别、原发灶、原发肿瘤是否有效治疗、是否有颈椎转移和 KPS。2011 年,BARTELS 等^[27]对原评分系统进行了修订,并使其可以通过互联网在线访问,该系统被应用于荷兰的脊柱转移瘤临床治疗指南^[28]。

LEITHNER 等^[29]研究发现病理性骨折对脊柱转移瘤患者预后影响较小,其通过对 69 例患者的 8 个预后因素进行评价,制订了病理性骨折这一因素,提出了更简单的改良 Bauer 评分。

RADES 等^[30-31]发现长程放射治疗对脊柱转移瘤局部控制效果更佳,其 2008 年在对 1 852 例接受放射治疗的转移性脊髓压迫症患者进行多变量生存分析的基础上,提出了一个新的评分系统用于评估患者 6 个月的生存率,为患者选择更适合的放疗方案。

2013 年,BALAIN 等^[32]通过 199 例脊柱转移瘤患者的前瞻性研究数据比较了修订的 Tokuhashi、Tomita 和修订的 Bauer 评分 3 个系统预测生存率的能力,并基于这些系统中最有价值的评价因素,提出了 OSRI 系统。OSRI 系统主要包括原发肿瘤病理学(primary tumor pathology, PTP)和患者一般情况(general condition, GC)两个因素,通过公式 $OSRI = PTP + (2 - GC)$ 计算得分,简单有效。

2014 年,BOLLEN 等^[33]回顾性研究了 1 043 例脊柱转移瘤患者的临床特征数据,通过统计分析,选

取了原发肿瘤临床表现,内脏或脑转移情况及患者 KPS 作为预后评估因素,提出了一个新的评分系统。2018 年,CHOI 等^[34]对国际多中心 1 469 例患者进行了一项前瞻性研究,发现相比 Tokuhashi、Bauer、Tomita、Van der Linden、Rades 系统,Bollen 评分系统更具准确性。

2015 年,GHORI 等^[35]在修订的 Bauer 评分的基础上增加了清蛋白和患者完整的活动功能 2 个评价因素,提出了新英格兰脊柱转移评分(New England spinal metastasis score, NESMS),该评分系统重视患者的基本健康状况,对外科医生的手术决策具有重要意义。

2016 年,LEI 等^[16]回顾性研究了 206 例行脊髓减压和脊柱稳定手术治疗的转移性脊髓压迫症(metastatic spinal cord compression, MSCC)患者,通过分析其不同特征(如年龄、原发肿瘤生长速度、椎体转移数量等)对术后生存时间的影响,选取患者是否具有行走能力及是否有内脏转移等 5 个评价因素,建立了一个新的评分系统,以帮助外科医生判断是否适合手术治疗。

2016 年,骨骼肿瘤研究小组(skeletal oncology research group, SORG)通过对 649 例患者的回顾性研究,提出了 SORG 经典算法、列线图 and 增强算法。在该研究中,SORG 列线图被认为是最直观的,已经有学者进行了外部验证,发现其能够准确预测患者 3 个月和 12 个月的存活率,并帮助临床医生制订手术策略^[36]。2019 年,SORG 使用机器学习算法开发了一种新的脊柱转移肿瘤预后模型,为预后评估增加了部分实验室检查评价标准,进一步完善了 SORG 生存预测工具,在对该模型后续进行的外部验证中发现,其对患者 3 个月的生存率预测准确率更高^[37-39]。

1.3 小结

与经典预后评分系统相比,现代预后评分系统具有以下优点。首先,这些评分是在 2005 以后开发的,因此,它们的设计者大都考虑了 2005 年开始逐渐广泛使用的抗癌药物对肿瘤患者生存期的影响。其次,现代预后评分系统纳入的研究对象更多,可以带来更好的统计能力。最后,现代预后评分系统相对方便记忆和实践应用。如 OSRI 是两个项目的简单加法,即 $OSRI = PTP + (2 - GC)$; Bartels 系统可以通过网络访问线上计算患者的预后生存期。

新提出或修订的现代预后评分系统提升了脊柱转移瘤患者预后评估的准确性,但仍存在一定不足。预期寿命仅仅是影响治疗选择的一个重要因素,并不能直接为脊柱转移瘤患者制订最优的治疗方案。还

应考虑患者的症状,如病理性骨折和脊柱不稳定导致的神经功能缺损或疼痛等因素,最终的治疗方案应由肿瘤科、放射科和脊柱外科医师多学科合作共同做出。与此同时,个人的治疗意愿也需要被尊重。

2 基于治疗原则的决策系统

为了弥补这类积分形式的预后评分系统无法直接指导具体治疗方案的缺陷,一些学者提出了基于肿瘤治疗原则的决策系统。这类系统基于快速发展的治疗方式(包括生物治疗、放射外科和微创手术等)的整合,在考虑患者预期生存率的同时根据患者各方面的不同情况给出治疗建议。

2.1 NOMS 决策系统

BILSKY 等^[40]在 2006 年首次提出了 NOMS 系统,该系统是在大量文献和专家共识的指导下,采用循证医学方法开发的。NOMS 决策系统包括了神经病学、肿瘤学、机械稳定性和全身系统性情况 4 个因素,是一种整合了包括 SRS 和 MIS 等在内的新型多模式疗法^[41]。在 NOMS 决策系统中,对于高级硬膜外脊髓压迫或脊柱不稳定的放射抗性肿瘤患者,如果系统性评估可以耐受手术,建议手术治疗。对于放射敏感性肿瘤患者,无论脊髓压迫程度如何,都可行体外放射治疗。对于无明显脊髓压迫的放射抗性肿瘤患者,建议行 SRS 治疗控制肿瘤发展,若存在压迫,则可行“分离手术”后行 SRS 治疗。

2.2 LMNOP 决策系统

PATON 等^[42]2011 年引入了 LMNOP 决策系统,其在 NOMS 决策系统基础上增加了 2 个新的考虑因素:(1)肿瘤侵犯的脊柱水平及椎体范围[前柱和(或)后柱];(2)患者对先前治疗(放疗、化疗等)的反应。该系统更全面地考虑了脊柱受累的程度及患者之前所接受系统性治疗的效果,使 NOMS 决策的系统性评价部分更加明确。

2.3 MNOP 决策系统

NOMS 和 LMNOP 决策系统虽然考虑了影响脊柱转移瘤患者治疗方案的各个因素,但忽略了全身系统治疗的重要性。2017 年,SPRATT 等^[43]创建了 MNOP 决策系统,该系统把评估脊柱转移瘤患者的一般情况、全身疾病负荷和全身治疗方案有效性放在首位,然后评估其机械稳定性、神经功能状态、肿瘤病学,从而为患者制订最佳的治疗方案。

2.4 MOSS 决策系统

2018 年 MARCO 等提出了 MOSS 决策系统,该系统与 NOMS 决策系统评价原则相似,全身疾病情况和个人治疗意愿被认为是评估转移瘤及指导治疗方案的首要因素。MARCO 等偏向于使用放疗、化疗

或靶向治疗等无创干预手段,没有重视外科手术。事实上,椎体成形术及其他微创术式既可以改善患者的疼痛及功能障碍,又不会影响后续的放疗及化疗^[44-46]。

3 总结与展望

本篇综述讨论了脊柱转移瘤预后评分系统和基于治疗原则的决策系统。其中预后评分系统为选择治疗方案提供了一定的依据,但仅依靠预期生存时间并不能直接进行临床决策。同时,该类系统是相对静态的,它们包含了原发肿瘤类型、肿瘤扩散程度等评价因素,但这些因素仅能反映当前阶段对肿瘤的认识,随着日后医疗水平和治疗技术发展仍可能需要更新才能保证其预后评价的效能。

基于治疗原则的决策系统是动态的,是一种治疗脊柱转移瘤的临床思路,医师通过评估神经病学、肿瘤学、机械稳定性和全身系统性情况 4 个方面为患者制订最适合的治疗方案。该类系统没有固定的得分限制,能够纳入不断发展的治疗手段,为医师临床决策提供良好的指导。

癌症生物学和治疗模式的进步使脊柱转移肿瘤决策系统的发展成为必要。笔者认为建立新型的决策系统应考虑使用多中心或跨国数据库,总结更新肿瘤组织学数据,将预后评分系统与基于治疗原则的决策系统相结合。

综上所述,脊柱转移性肿瘤患者的治疗决策是复杂的,并不能仅依靠预后评分,NOMS 及其他基于治疗原则的决策系统也是不错的选择。多学科医师共同协作、多种治疗手段综合应用是脊柱转移性肿瘤的发展趋势,个性化治疗方案才能为患者带来最大的收益。

参考文献

[1] HAN X X, TAO F, WANG G W, et al. Effect of combined treatment including surgery and postoperative adjuvant therapy on spinal metastases of Tomita type 7[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2019, 181: 112-118.

[2] ZHANG H R, QIAO R Q, YANG X G, et al. A multicenter, descriptive epidemiologic survey of the clinical features of spinal metastatic disease in China[J]. Neurol Res, 2020, 42(9): 749-759.

[3] CONTI A, ACKER G, KLIGE A, et al. Decision making in patients with metastatic spine. The role of minimally invasive treatment modalities

[J]. Front Oncol, 2019, 9: 915.

[4] LEE C S, JUNG C H. Metastatic spinal tumor [J]. Asian Spine J, 2012, 6(1): 71-87.

[5] ZHUANG Y, LIN J, YANG H. Spinal metastasis[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 18(6): 665.

[6] ROSER S, MAHARAJ M M, TAYLOR M A, et al. Vertebrectomy in metastatic spinal tumours: a 10 year, single-centre review of outcomes and survival[J]. J Clin Neurosci, 2019, 68: 218-223.

[7] GUO Y, HUANG A T, FU J B. Perspectives on spinal precautions in patients who have cancer and spinal metastasis[J]. Phys Ther, 2020, 100(3): 554-563.

[8] KANDA Y, KAKUTANI K, SAKAI Y, et al. Prospective cohort study of surgical outcome for spinal metastases in patients aged 70 years or older[J]. Bone Joint J, 2020, 102(12): 1709-1716.

[9] NASSER R, NAKHLA J, ECHT M, et al. Minimally invasive separation surgery with intraoperative stereotactic guidance: a feasibility study [J]. World Neurosurg, 2018, 109: 68-76.

[10] PAULINO P N, OGINK P T, GROOT O Q, et al. Complications and reoperations after surgery for 647 patients with spine metastatic disease [J]. Spine J, 2019, 19(1): 144-156.

[11] BOLLEN L, DIJKSTRA S, BARTELS R, et al. Clinical management of spinal metastases-the Dutch national guideline [J]. Eur J Cancer, 2018, 104: 81-90.

[12] NATER A, TETREAULT L A, KOPJAR B, et al. Predictive factors of survival in a surgical series of metastatic epidural spinal cord compression and complete external validation of 8 multivariate models of survival in a prospective North American multicenter study[J]. Cancer, 2018, 124(17): 3536-3550.

[13] BARZILAI O, FISHER C G, BILSKY M H. State of the art treatment of spinal metastatic disease[J]. Neurosurgery, 2018, 82(6): 757-769.

[14] ALPANTAKI K, IOANNIDIS A, RAPTIS K, et al. Surgery for spinal metastatic tumors: prognostication systems in clinical practice (Review) [J]. Mol Clin Oncol, 2020, 12(5):

- 399-402.
- [15] 弓伊宁, 胡锦涛, 韦峰, 等. Tomita 评分及改良 Tokuhashi 评分对脊柱转移瘤手术患者生存期预测的准确性[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31(2):97-102.
- [16] LEI M, LI J, LIU Y, et al. Who are the best candidates for decompressive surgery and spine stabilization in patients with metastatic spinal cord compression? A new scoring system[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(18): 1469-1476.
- [17] CUI Y, LEI M, PAN Y, et al. Scoring algorithms for predicting survival prognosis in patients with metastatic spinal disease: the current status and future directions[J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(8): 296-306.
- [18] HUSSAIN A K, CHEUNG Z B, VIG K S, et al. Hypoalbuminemia as an independent risk factor for perioperative complications following surgical decompression of spinal metastases[J]. *Global Spine J*, 2019, 9(3):321-330.
- [19] SWITLYK M D, KONGSGARRD U, SKJELDAL S, et al. Prognostic factors in patients with symptomatic spinal metastases and normal neurological function[J]. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*, 2015, 27(4):213-221.
- [20] LUN D X, XU L N, WANG F, et al. Prognostic differences in patients with solitary and multiple spinal metastases[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(3):443-450.
- [21] PAULINE P N, JANSSEN S J, VAN DIJK E, et al. Development of a prognostic survival algorithm for patients with metastatic spine disease[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2016, 98(21): 1767-1776.
- [22] KATAGIRI H, TAKAHASHI M, WAKAI K, et al. Prognostic factors and a scoring system for patients with skeletal metastasis[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87(5):698-703.
- [23] KATAGIRI H, OKADA R, TAKAGI T, et al. New prognostic factors and scoring system for patients with skeletal metastasis[J]. *Cancer Med*, 2014, 3(5):1359-1367.
- [24] TOKUHASHI Y, MATSUZAKU H, ODA H, et al. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(19):2186-2191.
- [25] MORGEN S S, FRUEGAARD S, GEHRCHEN M, et al. A revision of the Tokuhashi revised score improves the prognostic ability in patients with metastatic spinal cord compression[J]. *J Cancer Res Clin Oncol*, 2018, 144(1):33-38.
- [26] BARTELS R H, FEUTH T, VAN D M R, et al. Development of a model with which to predict the life expectancy of patients with spinal epidural metastasis[J]. *Cancer*, 2007, 110(9): 2042-2049.
- [27] BARTELS R H, FEUTH T, RADES D, et al. External validation of a model to predict the survival of patients presenting with a spinal epidural metastasis[J]. *Cancer Metastasis Rev*, 2011, 30(2):153-159.
- [28] GROENEN K, VAN D L Y M, BROUWER T, et al. The Dutch national guideline on metastases and hematological malignancies localized within the spine: a multidisciplinary collaboration towards timely and proactive management[J]. *Cancer Treat Rev*, 2018, 69:29-38.
- [29] LEITHNER A, RADL R, GRUBER G, et al. Predictive value of seven preoperative prognostic scoring systems for spinal metastases[J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(11):1488-1495.
- [30] RADES D, DUNST J, SCHILD S E. The first score predicting overall survival in patients with metastatic spinal cord compression[J]. *Cancer*, 2008, 112(1):157-161.
- [31] RADES D, FEHLAUER F, SCHULTE R, et al. Prognostic factors for local control and survival after radiotherapy of metastatic spinal cord compression[J]. *J Clin Oncol*, 2006, 24(21):3388-3393.
- [32] BALAIN B, JAISWAL A, TRIVEDI J M, et al. The oswestry risk index: an aid in the treatment of metastatic disease of the spine[J]. *Bone Joint J*, 2013, 95(2):210-216.
- [33] BOLLEN L, VAN D L Y M, PONDAAG W, et al. Prognostic factors associated with survival in patients with symptomatic spinal bone metastases: a retrospective cohort study of 1 043

- patients[J]. *Neuro Oncol*, 2014, 16 (7): 991-998.
- [34] CHOI D, RICCIARDI F, ARTS M, et al. Prediction accuracy of common prognostic scoring systems for metastatic spine disease: results of a prospective international multicentre study of 1 469 patients[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(23):1678-1684.
- [35] GHORI A K, LEONARD D A, SCHOENFELD A J, et al. Modeling 1-year survival after surgery on the metastatic spine[J]. *Spine J*, 2015, 15 (11): 2345-2350.
- [36] PAULINO P N, MCLAUGHLIN L, JANSSEN S J, et al. The SORG nomogram accurately predicts 3- and 12-months survival for operable spine metastatic disease: external validation [J]. *J Surg Oncol*, 2017, 115(8):1019-1027.
- [37] KARHADE A V, AHMED A K, PENNINGTON Z, et al. External validation of the SORG 90-day and 1-year machine learning algorithms for survival in spinal metastatic disease [J]. *Spine J*, 2020, 20(1):14-21.
- [38] BONGERS M, KARHADE A V, VILLAVIEJA J, et al. Does the SORG algorithm generalize to a contemporary cohort of patients with spinal metastases on external validation? [J]. *Spine J*, 2020, 20 (10):1646-1652.
- [39] KARCHADE A V, THIO Q, OGINK P T, et al. Predicting 90-day and 1-year mortality in spinal metastatic disease: development and internal validation [J]. *Neurosurgery*, 2019, 85 (4): E671-681.
- [40] BILSKY M, SMITH M. Surgical approach to epidural spinal cord compression[J]. *Hematol Oncol Clin North Am*, 2006, 20(6):1307-1317.
- [41] LAUFER I, RUBIN D G, LIS E, et al. The NOMS framework: approach to the treatment of spinal metastatic tumors [J]. *Oncologist*, 2013, 18 (6): 744-751.
- [42] PATON G R, FRANGOUE E, FOURNEY D R. Contemporary treatment strategy for spinal metastasis: the "LMNOP" system [J]. *Can J Neurol Sci*, 2011, 38(3):396-403.
- [43] SPRATT D E, BEELER W H, DE M F Y, et al. An integrated multidisciplinary algorithm for the management of spinal metastases: an international spine oncology consortium report [J]. *Lancet Oncol*, 2017, 18(12):e720-730.
- [44] ASYUR N, AVANZI O. Balloon kyphoplasty in the treatment of neoplastic spine lesions: a systematic review [J]. *Global Spine J*, 2019, 9 (3):348-356.
- [45] TEKIN S B, KARSLI B, BUYUKBEBECI O, et al. How do vertebroplasty and kyphoplasty affect the quality of life of patients with multiple myeloma spinal metastasis? [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2020, 30(8):1447-1451.
- [46] AFATHI M, MANSOURI N, FARAH K, et al. Use of cement-augmented percutaneous pedicular screws in the management of multifocal tumoral spinal fractures [J]. *Asian Spine J*, 2019, 13(2):305-312.

(收稿日期:2021-08-11 修回日期:2021-11-22)

(上接第 883 页)

- [27] GARETZ S L, MITCHELL R B, PARKER P D, et al. Quality of life and obstructive sleep apnea symptoms after pediatric adenotonsillectomy[J]. *Pediatrics*, 2015, 135(2):e477-486.
- [28] RANA M, AUGUST J, LEVI J, et al. Alternative approaches to adenotonsillectomy and continuous positive airway pressure (CPAP) for the management of pediatric obstructive sleep apnea (OSA): a review [J]. *Sleep Disord*, 2020, 2020:7987208.
- [29] ZHANG C, LV J, ZHOU J, et al. The effect of CPAP treatment on EEG of OSAS patients [J]. *Sleep Breath*, 2015, 19(4):1121-1124.

(收稿日期:2021-09-02 修回日期:2021-11-28)