

综述

脊柱转移瘤手术治疗的进展

樊征夫¹, 刘 洪², 赵学文³

(1 北京大学临床肿瘤学院 北京肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所骨科 100142 北京市; 2 北京大学第一医院骨科 100034 北京市; 3 清华大学附属第一医院骨科 100016 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.12.14

中图分类号: R738.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2009)-12-0938-05

随着恶性肿瘤综合诊治水平的提高, 脊柱转移瘤的发生率有所上升。恶性肿瘤患者约 40% 发生脊柱转移, 约 12%~20% 恶性肿瘤患者最先表现出脊柱转移瘤的特征^[1], 往往导致疼痛、脊柱不稳定、神经功能障碍。过去放疗加或不加后路椎板减压术是脊柱转移瘤的首选治疗方案。近期文献^[1-3]表明, 病灶直接手术切除减压治疗脊柱转移瘤改善神经功能的总有效率为 85%、总显效率为 60%, 而传统放疗治疗脊柱转移瘤的总有效率和显效率分别为 73% 和 29%, 因此手术在脊柱转移瘤治疗中的地位日益重要。笔者就脊柱转移瘤手术治疗的进展综述如下。

1 手术治疗策略

以往手术治疗脊柱转移瘤的方法是后路椎板减压术。研究^[4]表明其治疗神经功能障碍的总有效率仅为 40%, 并不优于放疗, 且有着更多的并发症, 因该方法不能解除椎管前方的致压因素, 并进一步破坏了脊柱稳定性。近 10 年来随着手术入路和脊柱重建技术不断完善, 手术治疗策略发生了重要变化, 新策略强调: 基于转移灶具体解剖部位, 于神经受压部位行直接与充分的切除减压, 同时重建脊柱稳定性^[5]。目前手术能够通过单一或联合入路, 于脊柱任何水平, 整块或分块完全切除肿瘤, 取得 360° 的脊髓减压, 同时重建脊柱结构, 放置内固定物, 以获得即刻的稳定性。治疗策略的改变开启了手术治疗脊柱转移瘤的新时代。Sundaresan 等^[2]报告 80 例单发脊柱转移瘤, 根据肿瘤的解剖位置及范围, 使用了多种入路完成肿瘤切除、脊髓减压手术, 其中前路手术 32 例, 后路及后外侧入路 8 例, 前后联合入路 40 例, 全部病例下肢活动能力恢复率达 94%, 疼痛改善率达 95%, 其中 76% 达到完全缓解, 前路直接切除肿瘤、脊髓减压与重建稳定性手术在活动功能恢复与疼痛缓解方面均优于传统的后路椎板减压术。Patchell 等^[6]报告了其随机对照研究结果, 手术组为 50 例手术直接切除、减压并辅助术后放疗的脊柱转移瘤患者, 对照组为 51 例单纯放疗的脊柱转移瘤患者, 结果显示手术组患者

下肢活动与括约肌功能保持时间明显长于放疗组, 而且术前丧失下肢活动能力的患者术后有 56% 恢复行走, 而放疗组仅为 19%, 说明直接切除、减压手术治疗优于传统放疗, 成为脊髓压迫患者的首选治疗。另一方面, 新策略的手术侵袭性也更加显著, 手术选择上要求更准确地评估患者的耐受能力与生存预期。研究还显示神经功能恢复情况取决于神经损害速度、时间, 尤其是术前神经功能状况, 术前接受放疗者手术并发症显著增加, 同时局部复发率也增高^[2]。

2 手术目的和适应证

2.1 手术目的

尽管随着原发瘤综合治疗水平与生命预期的提高, 对转移灶也越来越倾向广泛和根治性切除, 一般认为仅在极少数情况下, 例如脊柱是唯一转移部位的肾癌患者, 原发瘤已得到有效治疗后, 手术治疗转移瘤才具有“治愈”预期^[3]。绝大多数患者的手术目的是: ①缓解疼痛; ②保持或恢复神经功能; ③保持或恢复脊柱稳定性; ④原发瘤不清楚时明确诊断; ⑤预防转移瘤局部复发。

2.2 手术适应证

①原发瘤对放疗不敏感者(如肺癌、肾癌、结肠癌); ②脊柱明显不稳定者; ③骨块后移或脊柱畸形致脊髓或马尾神经受压者; ④保守治疗无效的顽固性疼痛者; ⑤放疗期间及放疗后神经功能障碍继续进展或脊髓出现放射性损害者; ⑥需取活检明确病理诊断者。对脊柱转移瘤患者是否采取手术治疗以及选择何种手术方式, 还要综合考虑其他因素, 其中预计生存期最为重要。Tokuhashi 等^[9]曾对脊柱转移瘤患者进行综合评分, 其中包括全身情况、脊椎以外骨转移灶数目、受累脊椎数目、主要脏器转移灶、原发肿瘤部位、瘫痪情况等 6 项预后影响因素, 总分 12 分, 按评分结果指导手术方案, 即评分 ≥ 9 分者应行转移灶切除性手术, 评分 ≤ 5 分者则行姑息性手术。2005 年作者在此基础上制定了修正评分, 即将原发肿瘤部位的分值由 2 分增为 5 分, 总分值增为 15 分^[9]。2009 年 Tokuhashi 等^[7]报道了依据其评估系统进行治疗的 183 例患者的治疗结果, 证实每个评分组内预期生存与实际生存时间有高度的一致性, 总的一致性为 87.9%。他认为在选择治疗方法时应以患者的生存预期为首要依据。Tomita 等^[8]于 2001 年对脊柱

第一作者简介: 男(1969-), 副主任医师, 医学博士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010)88196745 E-mail: zhengfufan@126.com

转移瘤患者进行综合评分,包括原发肿瘤的部位及恶性程度、内脏转移情况、骨转移情况等 3 项预后因素,总分为 10 分,按评分结果确定治疗方案,即 2~3 分者可行广泛或边缘切除,4~5 分者可行边缘或瘤内切除,6~7 分者可行姑息性手术,8~10 分者不应手术而仅行支持治疗。一般认为患者姑息性手术前生存预期应至少 3 个月,病灶切除术前生存预期应至少 6 个月。Bartels 等^[9]认为现有评估方法仅是粗略的经验性判断,为此他们建立了评估模型,以 219 例脊柱转移瘤病例为基础,对现有经验所提示的影响因子进行统计学分析,最终确认具有统计学意义的 5 个因子,即性别、原发瘤部位、原发瘤是否彻底治疗、有无颈椎转移、Karnofsky 功能评分(KPS),并依此预测出患者的 3 个月及 6 个月生存几率,经过效力检验该模型具有可靠的预测能力。该研究还证实患者预后与 KPS 高度相关,而脊柱外的转移情况不影响预后。

3 手术入路的选择

3.1 前方入路

最常见的是经胸或腹膜后前外侧入路,适合于病变位于椎体的单节段或两个相邻节段的转移瘤,能够对椎管前方致压因素进行充分显露、切除与减压,缺点是手术难度与创伤大,且不适合有肺部、纵隔或腹膜后病变的患者。另一缺点是椎管前方减压操作接近完成时才能看清神经组织,增加了神经损伤风险。Gokaslan 等^[10]报告 72 例前路切除减压手术治疗胸椎转移瘤患者,术后 92%的疼痛患者有明显改善,恢复行走能力 10/13 例,活动能力改善至正常 17/33 例,术后 1 个月死亡率为 3%,1 年生存率为 62%。Weigel 等^[11]报告 86 例脊柱转移瘤手术,52 例采用前路减压与重建,结果显示疼痛缓解率为 89%,神经功能改善率为 58%。Holman 等^[12]报告 139 例腰椎转移瘤患者,在多种腰椎手术入路中前路手术的出血量及切口并发症是最少的。

3.2 前后联合入路

此入路适合于病变同时涉及椎管前、后方或造成脊髓环形受压的患者,可以对脊髓进行全面减压,进行更大范围的全脊椎切除,以获得具有安全边界的肿瘤完整切除,同时重建脊柱稳定性。手术可以分一期或二期完成。此入路曾经受到一些学者的推崇,他们强调更具侵袭性地切除转移瘤,以期获得更好的症状改善、局部肿瘤控制甚至生存预期。Sundaresan 等^[2]和 Fourny 等^[13]的研究都强调了前后联合入路的良好治疗结果。该入路的缺点是手术创伤大,出血量多,技术难度大,手术并发症及风险性相对较高,因而要慎重选择适合的患者。这也使得这一入路的实际应用受到限制。Street 等^[14]和 Wang 等^[15]的研究都强调了此入路手术时间长、术中出血多、伤口感染率高、患者耐受性差等缺陷。

3.3 后外侧入路

此入路特点是可以同时对椎管前、后方充分显露,以

完成环形减压以及脊柱稳定性重建。特别适合病变明显向后柱扩散的广泛脊椎转移患者、因全身情况衰退或已行原发瘤手术无法耐受前路手术者。其最大优点是避免了前后联合入路的较高风险与并发症,近年来日益受到关注^[14,15]。Bilsky 等^[16]报告 25 例患者,均因脊柱转移瘤致脊髓受压行后外侧经椎弓根入路环形减压手术,术中以斯氏针加骨水泥修复前方,长节段椎弓根螺钉系统后方固定,术后神经功能障碍改善 9 例,稳定 14 例,减退 2 例。Wang 等^[15]报告 140 例脊柱转移瘤患者,采用同样手术方法,术后 96%患者疼痛改善,96%患者神经功能障碍改善(占 32%)或稳定(占 64%),51 例丧失活动能力的患者中 75%恢复行走功能;术后 1 个月,90%的患者获得良好至优异的日常活动功能 ECOG 评分(即美国东部肿瘤协作组评分)。他认为后外侧入路比前方入路有更宽泛的视野,不必通过前方结构即可辨认硬膜囊,能够向邻近节段延长显露以从正常的硬膜外间隙切除肿瘤,沿侧方易于辨认和分离神经根,这些均提高了手术的安全性。该入路的缺点是不能获得硬膜前方的直视显露。Street 等^[14]报告 42 例脊柱转移瘤后外侧入路手术患者,这是前瞻性临床试验中的一组,另外 3 组分别为前路、后路、联合入路。后外侧入路组腰椎采用经椎弓根途径,胸椎增加了双侧肋骨横突切除,以弥补硬膜前方显露不够的缺点,在后方与两侧肿瘤切除减压后,即清除邻近椎间盘并通过专用咬骨钳与刮匙潜行移除后纵韧带前方骨质,利用此间隙将后纵韧带剥离与切除,便可以较好显露与大块切除前方的肿瘤,术后所有患者神经功能障碍稳定(23 例)或改善(19 例)。术后 3 个月 ECOG 评分唯有后外侧入路组较术前有显著提高,提示疼痛症状、脊柱稳定性和日常活动能力的明显改善。后外侧入路组术中平均失血量为 1514ml,远低于联合入路及前路手术组(分别为 8300ml,4278ml)。他认为后外侧入路能够提供充分而安全的减压,效果优于联合入路。Wang 等^[15]的研究中有 5 例术后 1 个月神经功能 ASIA 评分(即美国脊髓损伤学会评分)至少减退 1 级,有 16 例因肿瘤复发再手术;而 Street 等^[14]的后外侧入路组无 1 例神经功能减退,仅 1 例因肿瘤复发再手术,他认为双侧肋骨横突切除为后外侧入路提供了更充分的显露,可以完成全脊椎切除术。

3.4 后方入路

传统的后方入路适合于多发病变、生存预期短、全身情况差的姑息性手术或病变局限于椎管后方者,包括后路肿瘤与椎板切除减压术、后路固定术或二者结合。其缺点是不能有效解除椎管前方致压因素,而仅局限于后方的病变并不多见,因此实用价值有限。过去盲目进行后路椎板切除手术,神经功能改善率仅为 38%~50%^[4]。Schoeggl 等^[17]报告了后路手术对脊柱转移瘤患者括约肌功能的改善情况,术前 56%的患者存在括约肌功能障碍,术后其中 18%患者功能改善,但术前需要留置尿管者未见改善。在后外侧入路实现由后方切除椎体肿瘤、脊髓减压基础之上,随着全脊椎整块切除概念的发展,Tomita 等^[18]逐渐完善了

特有的后路手术方式,完全不同于传统后路手术,采用特制的线锯行双侧椎弓根截骨,将椎椎后半部整块切除,以椎弓根螺钉系统稳定脊柱,通过对侧方神经、血管的必要处理及向前方剥离椎体,于上下椎间盘水平以线锯离断脊椎前半部,从侧后方取出整块椎体,同时重建前柱缺损。此技术用扩大切除范围的后方入路能够完成全脊椎切除术。

4 肿瘤切除方式的选择

通常按切除范围分为 5 种:姑息性切除、瘤内切除、边缘切除、广泛切除、根治性切除(指包括受累椎骨在内的整个肿瘤间室的节段性切除,即全脊椎切除)。传统手术多为姑息性或瘤内切除,新的手术策略则强调尽可能完全切除转移瘤,甚至全脊椎整块切除。尽管如此,脊柱转移瘤手术切除方式的选择主要决定于具体病例的手术目的,后者需要以患者的生存预期为依据。Tomita 等^[8]选择手术切除方式的指导原则已为许多学者所接受。Ibrahim 等^[9]总结为期 2 年的全球多中心前瞻性研究结果,共 223 例脊柱转移瘤手术患者,其中 26%行姑息切除,74%行瘤内切除或完整切除,两组疼痛明显缓解率分别为 61%和 72%;活动功能恢复率分别为 45%和 72%;括约肌功能改善率分别为 21%和 55%,显示积极切除肿瘤组的治疗结果明显优于姑息切除组。Halm 等^[10]进一步强调,脊柱单发转移瘤同脊柱原发恶性肿瘤一样,手术治疗的首要目的是达到根除而不仅是局部控制病灶。根除手术强调经病灶外(边缘性或广泛性)整块切除病灶,包括全脊椎整块切除术,必要时加上辅助治疗,对患者的长期生存具有重要影响。手术根除转移灶可能性取决于肿瘤大小与位置,具体手术策略应以脊柱 WBB 分区系统为指导。Abe 等^[20]认为符合以下条件的孤立性脊柱转移瘤,才具备全脊椎整块切除手术适应证,即:(1)有脊髓受压症状或严重顽固性背痛;(2)原发瘤为非肺癌且已被根治性切除;(3)患者生存预期大于 6 个月;(4)孤立性转移灶不超过相邻的两个椎体范围;(5)无其他重要脏器的转移;(6)脊柱病灶尚未侵犯硬膜囊、主动脉、下腔静脉等重要组织;(7)患者一般情况较好。最新概念强调了全脊椎切除手术在作为唯一受累部位的脊柱转移瘤治疗中具有治愈意义^[1]。虽然尚有待进一步研究证实,但与标准的切除减压及重建手术相比,其可能会有更好的局部肿瘤控制及术后生存结果^[1]。与此相反,Chi 等^[21]强调了全脊椎切除术的风险性,尤其是颈段需牺牲椎动脉,腰骶交界区融合困难,认为达到足够边界的部分脊椎切除更为可取。他报告颈椎及腰椎各 1 例行部分半侧脊椎切除术,两者皆扩大切除了瘤体,前者保留了一侧椎动脉,后者在放置椎间融合器的同时保留了一侧的椎间连接,认为此技术适合于病灶局限于椎体侧方的脊柱原发或转移瘤。Di Martino 等^[22]报告 32 例脊柱转移瘤手术,术前栓塞肿瘤血管,之后行后路椎管减压椎板钩或椎弓根螺钉内固定,术后平均 KPS 由 61 分升至 72 分,9/21 例由 Frankel B/C 级变为 D 级,术前 90%患者有中度以上疼痛,术后明显缓解

率为 81%;其中 3 例患者经过积极辅助治疗,二期行前路肿瘤切除术。他强调姑息性手术对生存预期差而一般状况较好(KPS 评分 50~70 分)患者的积极作用。

5 脊柱稳定性重建方式

对于脊柱转移瘤患者脊柱失稳定性尚无明确标准,一般认为有如下情况属于脊柱失稳定^[23]:①前柱与中柱受累或椎体高度塌陷>50%;②中柱与后柱受累或切向畸形;③脊柱三柱受累;④2 个以上相邻椎节的同柱受累;⑤医源性不稳定。前路重建方式主要有钢筋骨水泥、陶瓷或钛合金人工椎体、金属 cage、自体植骨等加或不加前路椎体钉棒或钢板系统,后路重建方式主要有各类经椎弓根或椎板脊柱内固定系统。Wang 等^[15]认为置入 cage 或支撑植骨需要更开阔的入路,斯氏针加骨水泥重建则可通过后外侧经椎弓根入路完成,简便而快捷,也更适用于多见的骨质疏松者。斯氏针的锁定作用加之经后路加压固定,使钢筋骨水泥获良好嵌合,前方重建仅有 1.4%失败率^[15]。Shen 等^[24]报告 21 例椎体肿瘤患者(原发瘤 9 例,转移瘤 12 例),尝试由后外侧入路切除肿瘤并成功放置可扩张型 cage 重建前柱,其中 18 例为单节段手术,3 例为双节段手术,8 例腰椎手术无 1 例需牺牲神经根而完成重建。脊柱轴向负荷 80%~90%由椎体承担,10%~20%由椎弓承担,尽管大部分转移瘤主要侵犯前、中柱,但对于可能有椎弓根及小关节侵犯者,因不能恢复脊柱的抗扭转与抗张力稳定性,仅作前方重建是不够的,应前后联合重建^[2]。Oda 等^[23]认为前路固定加后路长、短节段固定能提供最好的力学稳定性。Akamaru 等^[25]则认为前路仅作植骨支撑,后路长节段固定,能避免应力遮挡,更利于椎间融合。

6 微创手术的应用

近年来微创脊柱外科技术迅速发展,已能完成许多常规操作。在胸椎,微创手术主要用于治疗椎间盘突出及骨折,近来已开始用于胸椎转移瘤的治疗。Han 等^[26]报告以微创切口经胸腔将器械送达病变椎体前外侧,内窥镜下一次完成胸椎转移瘤椎体切除、重建脊柱稳定手术,取得良好疗效。St Clairs 等^[27]尝试在后外侧入路中用内窥镜辅助行脊柱转移瘤脊髓前方减压及前柱重建,取得了更好的显露,可以明显减少神经损伤并发症及术后住院时间。

经皮椎体成形术(PVP)及椎体后凸成形术(PKP)是近年发展起来的治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的微创手术,目前已进一步用于溶骨性椎体转移瘤的治疗,最好的适应证是不适合切除手术的无硬膜囊压迫的因胸腰椎椎体病理骨折而导致的严重疼痛患者^[28]。Fourney 等^[28]报告 65 例 PVP、32 例 PKP 治疗 97 例脊柱转移瘤椎体病理骨折,84%的病例疼痛改善或完全缓解,术后 1 年疼痛控制效果仍显著。他认为该技术操作快捷安全,可明显缓解脊柱转移瘤轴型疼痛。Pflugmacher 等^[29]报告 64 例 PKP 治疗转移瘤所致胸腰椎病理骨折,随访 1 年,术后 VAS 评分即

下降了 64.8%, 1 年后仅略上升; 术前 Oswestry 活动能力障碍评分 (Oswestry disability score, ODS) 反映出日常活动平均受限为 79%, 术后此评估仅为 35%, 1 年后仍为 34.5%; 在恢复椎体高度及减轻后凸角度方面亦有肯定的疗效, 1 年后疗效仍未丧失。主要并发症为骨水泥漏出, 发生率为 12.5%。他认为 PKP 可以显著缓解疼痛并能预防后凸畸形进一步加重。

7 超微创手术的开展

初步研究^[30]表明, 影像手段引导下的经皮射频以及冷冻治疗脊柱转移瘤可以有效控制无法接受其他治疗 (如手术、放疗等) 或疗效不好的顽固性疼痛; 射频治疗骨转移瘤可以使 80%~95% 的患者疼痛明显缓解, 并发症发生率仅为 0~6.9%。由于射频高温可能对周围正常组织造成细胞毒性, 一般均把病灶距脊髓 1cm 以内作为射频治疗的禁忌证之一^[31]。将射频治疗与椎体成形术结合, 可增加脊柱稳定性, 提高疗效^[30]。Nakatsuka 等^[30]采用射频治疗加椎体成形术治疗 17 例脊柱转移瘤, 有效率接近 100%, 其中 14 例病灶距离椎体后壁或椎弓根不足 3mm, 4 例出现神经并发症。射频技术从单纯的单极治疗发展到双极结合高渗盐水灌注, 经动物实验证实具有更快速、安全与更大范围的肿瘤清除效果^[31]。Buy 等^[31]采用双极结合高渗盐水灌注射频技术 (1 例加用椎体成形术) 治疗 3 例病灶距脊髓小于 1cm 的高危患者, 未并发脊髓损伤。

近来由于更细的探针及氩气、氦气冻融技术的应用, 使冷冻治疗可以经皮操作。Callstrom 等^[32]报告应用冷冻治疗 14 例不愿接受放疗、手术等传统治疗或其疗效不满意的有严重疼痛的骨转移瘤 (包括 3 例脊柱转移瘤) 患者, 取得了满意疗效。作者认为冷冻治疗比射频治疗有更多的优点, 冷冻可以通过术中 CT 准确显示冷冻边界以便精确调整探针, 没有射频热效应所产生的疼痛感, 因特有的局麻效应降低了麻醉要求。缺点是技术程序较复杂、费时。Masala 等^[33]报告 1 例发生肝脏及 L2 椎体转移的胆管癌患者, 行化疗及放疗后仍有持续背痛, 使用经皮冷冻及椎体成形术治疗 L2 椎体转移灶, 无并发症, 次日即出院, 疼痛 VAS 评分 (满分 10 分) 由术前的 8 分降至术后的 3 分。

8 放射手术的探索

放射手术是指在一次治疗中大剂量使用多束高能光子放射线, 通过立体定位技术高度聚焦而无创摧毁靶目标, 使周围重要结构免于放射损伤。目前已形成 Novalis 和 Cyberknife 两大放射手术系统, 其特点是通过微创置入体内或体表红外线定位标志, 实现目标精确跟踪与修正移动, 通过可调整强度高能光子放射线加强对靶灶的作用而更好地保护正常组织。放射手术可以缓解疼痛, 控制局部肿瘤, 预防或改善神经损害, 特别是针对无条件进行常规手术或病灶难以切除以及术后肿瘤残留的患者。Gerszten 等^[34]以放射手术治疗 500 例脊柱转移瘤患者,

90% 疼痛明显缓解且比传统放疗效果更迅速, 86% 获得长期缓解。作者还报告了放射手术对于脊柱转移瘤导致脊髓或马尾神经损害患者的优良治疗效果。Ryu 等^[35]报告 61 例单发脊柱转移瘤放射手术, 1 年期疼痛控制总有效率为 84%, 中位控制时间为 13.3 个月 (随访 6~30 个月, 中位时间为 16.4 个月)。因难以达到足够外科边界, 传统放疗的有效放射剂量很易损伤脊髓, Levine 等^[36]认为传统手术或放疗对于脊柱原发或转移性肉瘤的治疗尤其困难。他们用放射手术治疗 24 例, 其中转移性肉瘤 10 例 (16 个部位), 平均生存期 11.1 个月, 疼痛 8/16 完全缓解, 7/16 部分缓解, 1/16 无缓解, 无 1 例出现放射性脊髓炎。

总之, 目前放疗仍是脊柱转移瘤的基本治疗手段之一, 但对于有明确手术适应证的患者, 尤其是肿瘤对放疗不敏感或治疗效果不理想以及有明显脊柱不稳定、脊髓受压者, 手术直接切除肿瘤、脊髓减压与重建稳定性, 已成为脊柱转移瘤的首选治疗。需要强调的是, 要依据患者神经功能损害情况、全身状况、肿瘤累及范围 (脊柱内及脊柱外)、原发瘤的组织学分类等因素具体评估每一例患者, 以选择合理的手术切除及重建方式。在上述治疗难以奏效时, 各种微创、超微创以及无创手术也可能成为一个较好的选择。同时, 为更好达到延长生存时间、提高生存质量的目的, 还需要包括手术科室在内的多学科协同治疗。

9 参考文献

- Feiz-Erfan I, Rhines LD, Weinberg JS. The role of surgery in the management of metastatic spinal tumors [J]. *Semin Oncol*, 2008, 35(2):108-117.
- Sundaresan N, Rothman A, Manhart K, et al. Surgery for solitary metastases of the spine: rationale and results of treatment [J]. *Spine*, 2002, 27(16):1802-1806.
- Ibrahim A, Crockard A, Antonietti P, et al. Does spinal surgery improve the quality of life for those with extradural (spinal) osseous metastases? An international multicenter prospective observational study of 223 patients [J]. *J Neurosurg Spine*, 2008, 8(3):271-278.
- Gilbert RW, Kim JH, Posner JB. Epidural spinal cord compression from metastatic tumor: diagnosis and treatment [J]. *Ann Neurol*, 1998, 3(2):40-51.
- Patchell R, Tibbs P, Regine W, et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial [J]. *Lancet*, 2005, 366(20):643-648.
- Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Oda H, et al. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis [J]. *Spine*, 2005, 30(19):2186-2191.
- Tokuhashi Y, Ajiro Y, Umezawa N. Outcome of treatment for spinal metastases using scoring system for preoperative evaluation of prognosis [J]. *Spine*, 2009, 34(1):69-73.
- Tomita K, Kawahara N, Kobayashi T, et al. Surgical strategy for spinal metastases [J]. *Spine*, 2001, 26(3):298-306.

9. Bartels RH, Feuth T, van der Maazen 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.
10. Gokaslan ZL, York JE, Walsh GL, et al. Transthoracic vertebrectomy for metastatic spinal tumors[J]. *J Neurosurg*, 1998, 89(4):599-609.
11. Weigel B, Maghsudi M, Neumann C, et al. Surgical management of symptomatic spinal metastases: postoperative outcome and quality of life[J]. *Spine*, 1999, 24(21):2240-2246.
12. Holman PJ, Suki D, McCutcheon I. Surgical management of metastatic disease of the lumbar spine: experience with 139 patients[J]. *J Neurosurg Spine*, 2005, 2(5):550-563.
13. Fourny DR, Abisaid D, Rhines LD, et al. Simultaneous anterior-posterior approach to the thoracic and lumbar spine for the radical resection of tumors followed by reconstruction and stabilization[J]. *J Neurosurg*, 2001, 94(2 Suppl):232-244.
14. Street J, Fisher C, Sparkes J, et al. Single-stage posterolateral vertebrectomy for the management of metastatic disease of the thoracic and lumbar spine: a prospective study of an evolving surgical technique [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2007, 20(7):509-520.
15. Wang JC, Boland P, Mitra N, et al. Single-stage posterolateral transpedicular approach for resection of epidural metastatic spine tumors involving the vertebral body with circumferential reconstruction: results in 140 patients [J]. *J Neurosurg Spine*, 2004, 1(3):287-298.
16. Bilsky MH, Boland P, Lis E, et al. Single-stage posterolateral transpedicle approach for spondylectomy, epidural decompression, and circumferential fusion of spinal metastases[J]. *Spine*, 2000, 25(17):2240-2250.
17. Schoegg A, Reddy M, Matula C. Neurological outcome following laminectomy in spinal metastases[J]. *Spinal Cord*, 2002, 40(7):363-366.
18. Tomita K, Kawahara N, Murakami H, et al. Total en bloc spondylectomy for spinal tumors: improvement of the technique and its associated basic background[J]. *J Orthop Sci*, 2006, 11(1):3-12.
19. Halm H, Richter A, Lerner T, et al. En-bloc spondylectomy and reconstruction for primary tumors and solitary metastasis of the spine[J]. *Orthopade*, 2008, 37(4):356-366.
20. Abe E, Kobayashi T, Murai H, et al. Total spondylectomy for primary malignant, aggressive benign, and solitary metastatic bone tumors of the thoracolumbar spine [J]. *J Spinal Disord*, 2001, 14(3):237-246.
21. Chi JH, Acosta FL Jr, Aryan HE, et al. Partial spondylectomy: modification for lateralized malignant spinal column tumors of the cervical or lumbosacral spine[J]. *J Clin Neurosci*, 2008, 15(1):43-48.
22. Di Martino A, Vincenzi B, Denaro L, et al. 'Internal bracing' surgery in the management of solid tumor metastases of the thoracic and lumbar spine [J]. *Oncol Rep*, 2009, 21(2):431-435.
23. Oda I, Cunningham BW, Abumi K, et al. The stability of reconstruction methods after thoracolumbar total spondylectomy: an in vitro investigation [J]. *Spine*, 1999, 24(16):1634-1638.
24. Shen FH, Marks I, Shaffrey C, et al. The use of an expandable cage for corpectomy reconstruction of vertebral body tumors through a posterior extracavitary approach: a multicenter consecutive case series of prospectively followed patients[J]. *Spine J*, 2008, 8(2):329-339.
25. Akamaru T, Kawahara N, Sakamoto J, et al. The transmission of stress to grafted bone inside a titanium mesh cage used in anterior column reconstruction after total spondylectomy: a finite-element analysis[J]. *Spine*, 2005, 30(24):2783-2787.
26. Han PP, Kenny K, Dickman CA. Thoracoscopic approaches to the thoracic spine: experience with 241 surgical procedures [J]. *J Neurosurg*, 2002, 51(2 Suppl):88-95.
27. St Clair SF, McLain RF. Posterolateral spinal cord decompression in patients with metastasis: an endoscopic assisted approach[J]. *Surg Technol Int*, 2006, 15(2):257-263.
28. Fourny DR, Schomer DF, Nader R, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients[J]. *J Neurosurg*, 2003, 98(1 Suppl):21-30.
29. Pflugmacher R, Beth P, Schroeder RJ, et al. Balloon kyphoplasty for the treatment of pathological fractures in the thoracic and lumbar spine caused by metastasis: one-year follow-up [J]. *Acta Radiol*, 2007, 48(1):89-95.
30. Nakatsuka A, Yamakado K, Maeda M, et al. Radiofrequency ablation combined with bone cement injection for the treatment of bone malignancies [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2004, 15(7):707-712.
31. Buy X, Basile A, Bierry G, et al. Saline-infused bipolar radiofrequency ablation of high-risk spinal and paraspinal neoplasms[J]. *AJR*, 2006, 186(5):322-326.
32. Callstrom MR, Atwell TD, Charboneau JW, et al. Painful metastases involving bone: percutaneous image-guided cryoablation - prospective trial interim analysis[J]. *Radiology*, 2006, 241(2):572-580.
33. Masala S, Roselli M, Manenti G, et al. Percutaneous cryoablation and vertebroplasty: a case report[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2008, 31(3):669-672.
34. Gerszten PC, Burton SA, Ozhasoglu C, et al. Radiosurgery for spinal metastases: clinical experience in 500 cases from a single institution[J]. *Spine*, 2007, 32(2):193-199.
35. Ryu S, Jin R, Jin JY, et al. Pain control by image-guided radiosurgery for solitary metastasis[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2008, 35(3):292-298.
36. Levine AM, Coleman C, Horasek S. Stereotactic radiosurgery for the treatment of primary sarcomas and sarcoma metastases of the spine[J]. *J Neurosurg*, 2009, 64(2 Suppl):54-59.

(收稿日期:2009-03-16 修回日期:2009-08-10)

(本文编辑 李伟霞)