

· 临床研究 ·

椎体成形术结合后路短节段椎弓根固定治疗 16 例胸、腰椎转移性肿瘤

卢公标¹, 杜琳², 李咸洲¹, 邢宝华¹, 权正学³

(1. 山东省济宁市第一人民医院脊柱外科 272111; 2. 济宁医学院护理学院, 山东济宁 272067;

3. 重庆医科大学附属第一医院骨科 400016)

摘要:目的 探讨后路短节段椎弓根钉棒系统结合瘤椎内骨水泥填充, 治疗胸、腰椎转移性肿瘤的临床疗效。方法 对 2007 年 7 月至 2011 年 3 月山东省济宁市第一人民医院脊柱外科收治的伴神经症状的 16 例胸、腰椎转移性肿瘤患者, 施行后路椎管减压、瘤椎骨水泥填充、联合短节段椎弓根钉棒固定治疗。观察术后患者疼痛缓解、神经功能恢复情况及生存时间。结果 围术期无死亡, 切口均 I 期愈合, 未发生感染或裂开。术后生存期均超过 3 个月, 平均 8.6 个月(4.5~14.0 个月)。术后患者疼痛程度、神经功能均有改善。结论 椎体成形术结合后路短节段椎弓根固定治疗胸、腰椎转移性肿瘤安全、创伤小, 能有效缓解患者疼痛, 重建并维持脊柱稳定性, 提高患者生存质量。

关键词: 转移性肿瘤; 胸椎; 腰椎; 外科治疗; 后路; 椎体成形术

doi: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2012. 21. 008

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2012)21-2144-03

Vertebroplasty combined with posterior brevi-segment fixation with pedicle screw in the treatment of thoracolumbar spinal metastatic tumor in 16 cases

Lu Gongbiao¹, Du Lin², Li Xianzhou¹, Xing Baohua¹, Quan Zhengxue³

(1. Department of Spine Surgery, Jining First People's Hospital, Jining, Shandong 272111, China;

2. Department of Nursing, Jining Medical College, Jining, Shandong 272067, China;

3. Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To explore the clinical application and effects of vertebroplasty combined with posterior brevi-segment fixation with pedicle screw in the treatment of thoracolumbar spine metastatic tumor. Methods From July 2007 to March 2011, 16 patients with thoracolumbar spinal metastatic tumor and neurological dysfunction underwent the surgical procedure of posterior spinal cord decompression and vertebroplasty combined with brevi-segmental pedicle screw fixation during the same intervention. The postoperative relief of pain and the improvement of neurological recovery and live time were observed. Results There was no dead case in perioperative. All operative incision were primary healing, and were no infection and split. All patients lived more than 3 months, average was 8.6(4.5-14)months. Pain was relieved and neurological recovery was improved. Conclusion This kind of operation is relatively safety and it could relieve pain utility. Also it could rebuild and maintain the spinal stabilization and can effectively improve the life quality of the patients. This kind of operation is facultative for the patient with physically weak and short of expectancy life who suffered from spinal metastases.

Key words: metastatic tumor; thoracic vertebra; lumbar vertebra; surgical treatment; posterior approach; vertebroplasty

随着人口寿命延长, 脊柱转移瘤的发病率逐年升高, 其中胸、腰椎约占 90%, 它常导致腰、背部持续性剧烈疼痛^[1]。30%~50% 的脊柱转移瘤患者存在病理骨折, 严重者产生脊髓、神经根压迫, 对其生存质量影响较大。此类患者生存期有限, 治疗效果各异, 目前尚未就转移瘤的治疗达成共识。近年来, 随着手术技术的提高及脊柱内固定器械的发展, 外科治疗胸、腰椎转移性肿瘤被广泛应用。山东省济宁市第一人民医院脊柱外科自 2007 年 7 月至 2011 年 3 月, 对 16 例胸、腰椎转移性肿瘤患者施行后路椎管减压、病椎椎体成形联合短节段椎弓根钉棒固定术, 取得了满意效果, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本组男 11 例, 女 5 例; 年龄 43~71 岁, 平均 58 岁。根据术前相关影像学检查结果及术后病理诊断, 转移瘤来源于肺癌 5 例, 乳腺癌 4 例, 肝癌 2 例, 前列腺癌 3 例, 肾癌 1 例, 原发病灶不明 1 例。均累及单个椎体, 其中, 胸椎 9 例(T₇ 1 例, T₈ 1 例, T₁₀ 2 例, T₁₁ 2 例, T₁₂ 3 例), 腰椎 7 例(L₁ 3 例, L₃ 1 例, L₄ 1 例, L₅ 2 例)。所有患者术前均有不同程度的腰背疼痛, 病变平面以下不同程度的感觉、运动障碍, 以及肛门、尿道括约肌功能障碍。采用 Denis 疼痛测定法, II 级 2 例,

III 级 5 例, IV 级 6 例, V 级 3 例。术前神经功能按 Frankel 分级: A 级 1 例, B 级 2 例, C 级 7 例, D 级 6 例。根据 Tokuhashi 评分标准: 6~8 分 14 例, 9~12 分 2 例。

1.2 影像学资料 术前行 X 线、CT、MRI 检查确认病变椎体(椎体转移灶), 评估脊柱的破坏范围、稳定程度及脊髓马尾受压情况, 同时行发射单光子计算机断层扫描仪(emission computed tomography, ECT)检查以确认无其他部位骨肿瘤病灶。其中病理性骨折导致椎管内占位 11 例, 病椎肿瘤侵入椎管 5 例; 单纯累及椎体者 6 例, 同时累及椎体及附件者 10 例。MRI 检查均可见脊髓或马尾神经不同程度受压。

1.3 手术方法

1.3.1 术前准备 术前根据血液及影像学检查结果评估患者全身情况、预期寿命, 手术耐受力。指导进行肺功能训练、踝泵练习, 术前 1 d 应用抗菌药物 1 次。

1.3.2 手术过程 所有病例均采用全麻, 腹部悬空, 防止腹压升高导致术中出血量增加。后正中入路, 暴露病椎及上、下临近节段的椎板, 关节突关节。于病椎上、下节段置入椎弓根螺钉, 先安装一侧连接棒, 以保持术中脊柱稳定性, 病椎节段行全椎板减压, 然后安装另一侧连接棒, 适度撑开后螺帽固定钉棒,

部分恢复椎体高度,初步矫正后凸畸形。保护硬膜囊及脊髓,C臂 X 线机辅助下经病椎椎弓根置入穿刺针,进针达椎体前中 1/3 处拔出内芯,置入导针,放置工作通道。将配置好的骨水泥在牙膏期注入椎体,C 臂监视骨水泥在椎体内的弥散情况,当骨水泥到达椎体后壁、充满椎体时停止推注,待骨水泥凝固后拔出工作通道。推注骨水泥过程中注意保护脊髓、神经根,如发现骨水泥渗漏至椎管内,可牵开硬膜囊,直接予以清除。本组均采用双侧穿刺,以获得最佳的骨水泥弥散。然后从侧后方清理硬膜囊前方肿瘤组织、后凸的骨块等,尽量将椎管内病变切除,术中注意神经根减压。充分止血,生理盐水反复冲洗,胶原蛋白海绵覆盖减压部骨窗,术毕关闭切口,放置引流管,根据术中出血情况输适量异体血。术中均取肿瘤组织做病理检查,以进一步确诊。由于术中可以即刻清理骨水泥渗漏,因此注入量以透视达到最佳弥散为止,胸椎平均 3.8 mL (3.0~5.0 mL),腰椎平均 4.7 mL (4.0~6.0 mL)。

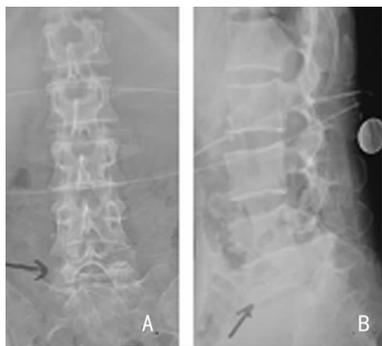
1.3.3 术后处理 术后常规应用抗菌药物 3~5 d,并给予激素、营养神经、保护胃黏膜药物,48~72 h 视引流情况拔除引流管。根据手术创伤及患者骨质情况,术后卧床 2~3 周,佩戴支具离床康复训练。根据病理结果,术后 4~8 周开始接受放、化疗等综合治疗。术后定期门诊复查,了解神经功能恢复及疼痛缓解情况,复查 X 线,了解内固定位置及骨水泥情况(脊柱稳定性及内固定牢固程度)。

1.4 观测指标 采用 Denis 疼痛测定法,评估患者术前及术后 1 周疼痛程度。按脊髓损伤 Frankel 分级标准评估患者术前及术后 1、3 个月的神经功能^[2]。

2 结果

2.1 术后患者一般情况 围术期无死亡病例,切口均 I 期愈合,未发生感染或裂开。术后生存期均超过 3 个月,平均 8.6 个月(4.5~14 个月)。所有患者均获随访,时间 5~15 个月,平均 11 个月。随访期间共死亡 12 例,术后 3~6 个月死亡 1 例,6~12 个月死亡 8 例,12~18 个月死亡 3 例,死亡均由原发肿瘤恶化、转移,多器官衰竭导致。

2.2 术后 1 周腰、背痛 Denis 分级情况 术前腰、背痛 Denis 分级为 V 级的 3 例患者术后 1 周疼痛均有不同程度的缓解;术前腰、背痛 Denis 分级为 IV 级的 6 例患者,术后 1 周 4 例疼痛消失,2 例缓解;术前腰、背痛 Denis 分级为 III 级的 5 例患者,术后 1 周 4 例疼痛消失,1 例缓解;术前腰、背痛 Denis 分级为 II 级的 2 例患者疼痛均消失。



A:患者术前腰椎 X 线正位片示 L₅ 椎体破坏;B:术前腰椎 X 线侧位片示 L₅ 椎体病理性骨折,高度变低。

图 1 典型病例术前 X 线片

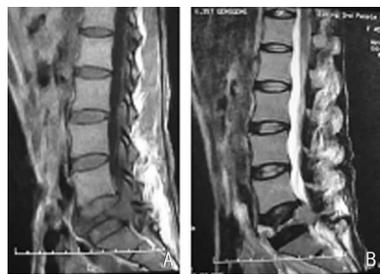
2.3 术后 1、3 个月脊髓损伤 Frankel 分级情况 术后 1 个月时,术前脊髓损伤 Frankel 分级为 B 级的 2 例患者均恢复到 C 级;术前脊髓损伤 Frankel 分级为 C 级的 7 例患者中,4 例恢复

到 E 级,3 例恢复到 D 级;术前脊髓损伤 Frankel 分级为 D 级的 6 例患者中,1 例均恢复到 D 级,5 例恢复到 E 级。术后 3 个月时,术前脊髓损伤 Frankel 分级为 B 级的 2 例患者中,1 例患者恢复到 C 级,1 例患者恢复到 D 级;术前脊髓损伤 Frankel 分级为 C 级的 7 例患者中,5 例恢复到 E 级,2 例恢复到 D 级;术前脊髓损伤 Frankel 分级为 D 级的 6 例患者均恢复到 E 级。其中 1 例完全性截瘫患者术后神经功能无明显恢复。



A:患者术前腰椎冠状位 CT 示 L₅ 病理骨折并椎体破坏;B:患者术前腰椎横断面 CT 示 L₅ 椎体破坏,椎管内有占位;C:患者术前腰椎矢状位 CT 示 L₅ 椎体破坏,高度变低,呈线样。

图 2 典型病例术前 CT 显像



A:患者术前 MRI T₁ 像示 L₅ 椎体破坏,椎管内有占位;B:患者术前 MRI T₂ 像示 L₅ 椎体破坏,椎管内有占位。

图 3 典型病例术前 MRI 显像



A:患者术后腰椎 X 线正位片;B:患者术后腰椎 X 线侧位片。患者术后 X 线片示内固定位置满意,腰 5 椎体内骨水泥充分弥散,高度大部恢复。

图 4 典型病例术后 X 线片

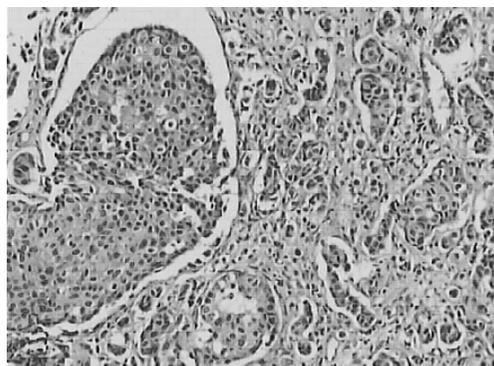


图 5 典型病例术后病理学诊断符合乳腺癌改变(×100)

2.4 典型病例 患者,女,44岁,因“左乳腺癌术后,放、化疗后腰痛并右下肢麻木”2个月入院。查体:腰5棘突叩痛,右小腿外侧及第1、2足趾间及双侧足底皮感觉较对侧减退,双下肢肌张力减低,肌力4级,双膝、踝反射未引出。该例患者影像学及病理图片见图1~5。

3 讨论

3.1 脊柱转移瘤手术方式的选择 目前,对脊柱转移性肿瘤进行积极手术干预,作为肿瘤晚期综合治疗的一部分,已获得共识^[3-5]。有文献表明,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和总显效率均高于传统放疗^[6]。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,需综合考虑各种因素,其中预计生存期最为重要。Bauer等^[7]和Tokuhashi等^[8]都提出过对脊柱转移瘤患者的术前综合评分系统。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。预期寿命较短的脊柱转移瘤患者多为肿瘤晚期,身体条件差,手术耐受程度低,生存期有限。所以术式的选择,应遵循既能有效减压又可维持脊柱近期稳定、手术方法简单安全、创伤尽量减少这一原则。目前肿瘤切除较为彻底的前路或前后路联合手术^[4],不但技术要求高,而且出血多、创伤大、操作复杂,不是最佳选择。因此,如何在保证手术效果的前提下尽可能减少手术创伤,是下一步临床工作的重点。作者所采用的术式,正是基于这个原则,力求解决上述难题。

3.2 椎体成形术结合后路短节段椎弓根固定术适应证 (1)患者身体一般情况差,能够耐受手术,但无法承受创伤较大的前路或前后路联合手术;(2)保守治疗无效的顽固性疼痛者;(3)脊柱明显不稳定,病理性骨折脱位者;(4)骨块后移、脊柱畸形、肿瘤直接侵犯等致脊髓或马尾神经受压,出现进展性神经功能损害者;(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)病椎最好为孤立的转移瘤^[9];(7)Tokuhashi评分大于5分,预期寿命大于3个月,但又难以长期存活者。

3.3 椎体成形术结合后路短节段椎弓根固定术目的及要点 对于脊柱转移性肿瘤,手术的主要目的是控制疼痛,维持和改善神经、脊髓功能,提高患者的生存质量,有利于进一步的治疗和护理^[10],而不是延长患者的生存时间。基于这些原则,该术式的目的为:(1)缓解疼痛;(2)保持或恢复神经功能;(3)恢复、重建脊柱的稳定性;(4)局部杀瘤;(5)利于病理诊断。作者认为,该术式主要以神经减压及脊柱稳定为主要目的。因此术中椎体间撑开要适度,甚至原位固定亦未尝不可。肿瘤侵犯多以椎体为主,术中应充分清除硬膜囊前方肿瘤组织、后凸的骨块等;腰椎病理骨折后,骨折移位、骨块直接卡压等常造成继发性侧隐窝狭窄,应特别注意神经根减压。为减少出血,作者均采用撑开后先行椎体内骨水泥注射、后行椎管内减压。术中为达到最佳的骨水泥弥散效果,作者均采用双侧入路。在胸椎如椎弓根太细,则行椎弓根旁入路;在腰椎如椎弓根亦被肿瘤破坏,作者采取推开硬膜囊、神经根后,直接由椎体后壁刺入套管。

3.4 椎体成形术结合后路短节段椎弓根固定术优势 该术式对前、中柱肿瘤暴露及切除较前路差,但作者的并不是根治性切除,这类患者身体情况差,生存期有限,病灶内部分切除作为一种姑息性治疗是可以接受的。该术式创伤小,减压范围广泛、暴露简单,通过切除后方附件及部分椎体实现了前后松解,通过转棒、牵引等操作,也容易纠正后凸畸形,恢复脊柱的正常生理曲度,这对保护或恢复脊髓功能、减轻根性疼痛有重要意义。

由于骨水泥凝固时释放的热量及其单体的细胞毒性作用能使肿瘤细胞坏死、感觉神经末梢破坏,可减轻顽固性疼痛,并能抑制肿瘤细胞的生长^[11],目前经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)或后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)已被广泛用于治疗脊柱转移性肿瘤引起的腰背部疼痛^[12-13]。但是,当转移瘤破坏椎体后壁、病理性骨折导致脊髓压迫时,单纯PVP就不能解决问题。本组病例均有不同程度的椎管内占位,而且大部分病例已出现神经功能受损的表现,单纯PVP显然是不合适的。

胸、腰椎转移性肿瘤切除后,脊柱稳定性的重建是治疗的一个重点,它可缓解临床症状,保护和恢复脊髓功能,便于患者早期离床活动,有利于放、化疗。Wilke等^[14]测试应用椎弓根钉棒系统固定的完整脊柱,发现仅约10%的载荷通过内固定系统,而切除前、中柱后经内固定系统传导的应力增加11倍,可见前中柱的完整性及稳定性对应力的分布影响最大。转移瘤破坏椎体、造成空洞,甚至导致病理性骨折,而术中的病灶清除,对椎体的稳定性和强度产生了进一步的破坏,均使它失去了作为前中柱的支撑稳定作用。

脊柱后路椎弓根钉棒系统用于因肿瘤破坏而失稳的椎体上、下节段固定,可达到较好的稳定性,具有承受脊柱轴向压缩、屈伸和侧方负荷的作用,并有一定的抗扭转能力。该术式将椎体成形术与后路钉棒系统联合在一起,充分发挥了各自的优势。克服了PVP的手术禁忌证,因为在术中开放状态下,随时可以清理渗漏入椎管的骨水泥。后路手术暴露简单,它可以直接切除受累的后柱结构,通过切除椎板暴露椎管内肿瘤上下界限,彻底清除椎管内的肿瘤组织,解除脊髓压迫,从而弥补了PVP的缺陷。基于Denis三柱理论,除了后路牢固内固定,手术还需为前、中柱提供强有力的支撑。替代物选择多样,如钛网、自体骨、复合材料人工骨、人工椎体及骨水泥等。该术式选择的患者,预期寿命较短,昂贵的填充物显然不适合,而自体骨往往被肿瘤组织再次破坏,维持时间短。显然,骨水泥是该术式理想的填充材料,在病损椎体内注入具有凝固特性的骨水泥进行椎体重建,恢复了前、中柱的支撑抗压性,减轻了椎弓根钉棒系统的张力负荷,可有效防止椎弓根钉棒松动、断裂及拔出等并发症。

本方法应用开放性椎体成形术结合后路钉棒系统短节段固定,能有效维持脊柱近期稳定、缓解疼痛、改善神经功能,具有手术时间短、创伤小、出血量少、操作相对简单、安全性高等优势。但总体来讲这属于姑息性手术治疗,术前手术适应证的把握及患者预期生存时间的评估至关重要。通过临床随访、观察,术后止痛及神经恢复功能恢复效果理想,改善了重症转移瘤患者的生存质量。因此,在严格把握适应证的前提下,该方法适合临床进一步推广。

参考文献:

- [1] Holman PJ, Suki D, Mccutcheon I, et al. Surgical management of metastatic disease of the lumbar spine: experience with 139 patients[J]. *J Neurosurg Spine*, 2005, 2(5): 550-563.
- [2] Li H, Gasbarrini A, Cappuccio M, et al. Outcome of excisional surgeries for the patients with spinal metastases [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(10): 1423-1430.
- [3] Fuentes S, Métellus P, Pech-Gourg G, et al. Open kyphoplasty for management of metastatic and severe osteoporotic spinal fracture. Technical note(下转第 2149 页)

细胞和上皮细胞产生,它激活中性粒细胞,在气道炎症中起着直接的介导作用^[11]。本研究中 B 组于 T2 时 IL-8、TNF- α 明显高于 A 组,T3 时 B、C 组 IL-8、TNF- α 相比 A 组明显增高。这可能是低 VT、低 PEEP 通气可减少机械通过程中的 VILI,并能显著减少机械通气期间及术后 IL-8、TNF- α 的释放,减轻肺的炎性反应,减轻肺局部的氧化和抗氧化失衡,改善细胞凋亡的异常。IL-10 作为体内重要抗炎因子,可以抑制单核吞噬细胞的致炎作用,减少淋巴细胞、中性粒细胞等炎症细胞在肺组织的浸润,抑制 IL-1 β 、IL-6、IL-8、TNF- α 等促炎性细胞因子产生。本研究显示,T2 时 C 组 IL-10 明显高于 A 组,B、C 组 TNF- α 、IL-8 于 T3 时均明显高于 A 组,表明当抗炎因子不断释放、放大,抗炎反应过强,机体促炎/抗炎平衡被打破,将导致免疫抑制占主导地位,过度的免疫抑制,将导致炎症级联反应放大,感染迁延不愈。血气分析中 B、C 组 PaO₂/FiO₂ 在 T3 时均小于 300,相对于 B、C 组,A 组引起肺损伤的概率更小,能更好地维持机体促炎/抗炎平衡,降低老年患者发生 VILI 的可能性。

综上所述,认为低 VT(6 mL/kg)和低 PEEP(5 cm H₂O)机械通气对老年患者呼吸功能及体内炎症细胞因子的影响更小,能够有效降低 VILI 的发病率,可以安全、有效地应用于老年腹腔肿瘤根治术患者的麻醉呼吸管理。

参考文献:

- [1] Dellinger RP,Levy MM,Carlet JM,et al. Surviving sepsis campaign:international guidelines for management of severe sepsis and septic shock[J]. Crit Care Med,2008,36(1):296-327.
- [2] Nathens AB,Johnson JL,Minei JP,et al. Guidelines for mechanical ventilation of the trauma patient[J]. Trauma,2005,59(3):764-769.
- [3] Malhotra A. Low-tidal-volume ventilation in the acute respiratory distress syndrome[J]. N Engl J Med,2007,357(11):1113-1120.
- [4] J Neurosurg Spine,2007,6(3):284-288.
- [5] 赵新建,廖绪强,关宏业,等. 后路全脊柱截骨肿瘤清除植骨内固定治疗胸椎肿瘤[J]. 中国骨伤,2009,22(9):704-705.
- [6] Wenger M,Markwalder TC. Transpedicular methyl methacrylate vertebroplasty with fluoroscopic guidance[J]. Acta Neurochir,1999,141(6):625-631.
- [7] 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.
- [8] Bauer H,Tomita K,Kawahara N,et al. Surgical strategy for spinal metastases[J]. Spine,2002,27(10):1124-1126.
- [9] 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.
- [10] Sundaresan N,Rothman A,Manhart K,et al. Surgery for

- [4] Pinheiro de Oliveira R,Hetzel MP,dos Anjos Silva M,et al. Mechanical ventilation with high tidal volume induces inflammation in patients without lung disease[J]. Crit Care Med,2010,14(2):R39.
- [5] Wolthuis EK,Choi G,Dessing MC,et al. Mechanical ventilation with lower tidal volumes and positive end-expiratory pressure prevents pulmonary inflammation in patients without preexisting lung injury[J]. Anesthesiology,2008,108(1):46-54.
- [6] Choi G,Wolthuis EK,Bresser P,et al. Mechanical ventilation with lower tidal volumes and positive end-expiratory pressure prevent salveolar coagulation in patients without lung injury[J]. Anesthesiology,2006,105(4):689-695.
- [7] Michelet P,D'journo XB,Roch A,et al. Protective ventilation influences systemic inflammation after esophagectomy:a randomized controlled study[J]. Anesthesiology,2006,105(5):911-919.
- [8] Cai H,Gong H,Zhang L,et al. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia:a computed tomographic scan[J]. J Clin Anesth,2007,19(2):125-129.
- [9] Esteban A,Ferguson ND,Meade MO,et al. Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research[J]. Am J Respir Crit Care Med,2008,177(2):170-177.
- [10] Slutsky AS,Imai Y. Ventilator-induced lung injury,cytokines,PEEP,and mortality: implications for practice and for clinical trials[J]. Intensive Care Med,2003,29(8):1218-1221.
- [11] 牟小芬,田亚平,郭广宏,等. 探讨白细胞介素-8、白细胞介素-6 和 C-反应蛋白对慢性阻塞性肺疾病中气道炎症的影响[J]. 中华医院感染学杂志,2005,15(6):615-617.

(收稿日期:2011-12-25 修回日期:2012-02-06)

(上接第 2146 页)

- [10] solitary metastases of the spine: rationale and results of treatment[J]. Spine,2002,27(16):1802-1806.
- [11] 徐建强. 脊柱转移性肿瘤的外科治疗策略[J]. 实用肿瘤杂志,2008,23(4):294-296.
- [12] 胡永成. 经皮椎体成形术在脊柱转移性肿瘤中的应用[J]. 实用肿瘤杂志,2006,21(1):1-4.
- [13] Lee B,Franklin I,Lewis JS,et al. The efficacy of percutaneous vertebroplasty for vertebral metastases associated with solid malignancies[J]. Eur J Cancer,2009,45(9):1597-1602.
- [14] Hentschel SJ,Burton AW,Fourney DR,et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty performed at a Cancer center: refuting proposed contraindications[J]. J Neurosurg Spine,2005,2(4):436-440.
- [15] Wilke HJ,Krischak S,Claes L. Biomechanical comparison of calf and human spines[J]. J Orthop Res,1996,14(3):500-503.

(收稿日期:2012-01-09 修回日期:2012-02-26)