

• 脊柱脊髓修复重建 •

超声骨刀在椎管内肿瘤切除椎管成形术中的应用



嵯汉杰, 周英杰, 柴旭斌, 常青, 饶广中

河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院) 脊柱外科(河南洛阳 471002)

【摘要】 目的 探讨超声骨刀在椎管内肿瘤切除后椎管成形术中的实用性及安全性。**方法** 回顾分析 2015 年 12 月—2017 年 4 月采用超声骨刀行椎管内肿瘤切除后椎管成形术治疗的 17 例胸腰椎椎管内肿瘤患者临床资料。患者均为男性; 年龄 42~73 岁, 平均 57.4 岁。病程 2~47 个月, 平均 21.1 个月。其中胸椎管内肿瘤 4 例(T_{10} 1 例、 T_{12} 3 例), 腰椎管内肿瘤 13 例(L_1 5 例、 L_2 4 例、 L_3 2 例、 L_4 2 例)。术后病理诊断为神经鞘瘤 8 例, 脊膜瘤 4 例, 神经纤维瘤 2 例, 皮样囊肿 2 例, 室管膜瘤 1 例。术前按 Frankel 分级标准评估脊神经功能, B 级 2 例, C 级 7 例, D 级 8 例。术中实时记录应用超声骨刀进行单个节段椎管后壁切开的时间、整体手术时间、术中出血量、术中是否有硬脊膜损伤及脑脊液漏、有无脊髓及神经根损伤; 术后 3~6 个月根据 MRI、CT 三维重建观察肿瘤情况及骨愈合情况, 并采用 Frankel 分级评价脊神经功能。**结果** 应用超声骨刀进行单个节段椎管后壁切开的时间为 3.4~5.7 min, 平均 4.1 min; 整体手术时间 135~182 min, 平均 157.3 min; 术中出血量 300~500 mL, 平均 342.6 mL。术中无意外性硬脊膜损伤及脑脊液漏发生, 无神经根损伤和脊髓损伤发生。术后切口均 I 期愈合。17 例患者均获随访, 随访时间 9~18 个月, 平均 12.7 个月。MRI 检查未见肿瘤复发, CT 三维重建示所有患者骨质愈合良好。随访期间无内固定物松动、断裂情况, 未见脊髓再受压等情况。末次随访时 Frankel 分级为 B 级 1 例, C 级 5 例, D 级 7 例, E 级 4 例。**结论** 应用超声骨刀系统进行肿瘤切除后椎管成形术, 可保留脊柱后柱骨-韧带结构的完整性, 保持椎管容积, 操作安全性高、实用性强, 术后效果好。

【关键词】 超声骨刀; 脊柱肿瘤; 椎管成形

The application of ultrasonic bone curette in laminoplasty of spinal canal after resection of intraspinal tumors

ZHUO Hanjie, ZHOU Yingjie, CHAI Xubin, CHANG Qing, RAO Guangzhong

Department of Spine Surgery, Luoyang Orthopedic Hospital of Henan Province (Henan Orthopedic Hospital), Henan Luoyang, 471002, P.R.China

Corresponding author: ZHOU Yingjie, Email: 10099168230@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the practicability and safety of ultrasonic bone curette in the laminoplasty of spinal canal after resection of intraspinal tumors. **Methods** The clinical data of 17 patients with thoracolumbar intraspinal tumors treated with ultrasonic bone curette after resection of intraspinal tumors between December 2015 and April 2017 were retrospectively analyzed. All patients were male, aged 42-73 years with an average of 57.4 years. The disease duration was 2-47 months with an average of 21.1 months. Among them, there were 4 cases of thoracic intrathoracic tumors (T_{10} in 1, T_{12} in 3) and 13 cases of lumbar intrathoracic tumors (L_1 in 5, L_2 in 4, L_3 in 2, and L_4 in 2). Postoperative pathological diagnosis showed that 8 cases were schwannoma, 4 cases were meningioma, 2 cases were neurofibroma, 2 cases were dermoid cyst, and 1 case was ependymoma. Spinal nerve function was evaluated preoperatively according to Frankel classification criteria, with 2 cases of grade B, 7 cases of grade C, and 8 cases of grade D. During the operation, the time of single segmental vertebral canal posterior wall incision, the overall operation time, intraoperative blood loss, intraoperative dural injury, and cerebrospinal fluid leakage, spinal cord and nerve root injury were recorded. At 3-6 months after operation, the tumor and bone healing were observed according to MRI and CT three-dimensional reconstruction, and the spinal nerve function was evaluated by Frankel classification. **Results** The time

DOI: 10.7507/1002-1892.201807086

通信作者: 周英杰, Email: 10099168230@qq.com

of ultrasonic osteotomy for the posterior wall of a single segmental vertebral canal was 3.4-5.7 minutes, with an average of 4.1 minutes. The overall operation time was 135-182 minutes, with an average of 157.3 minutes. The intraoperative blood loss was 300-500 mL, with an average of 342.6 mL. There was no accidental dural injury, and cerebrospinal fluid leakage, nerve root injury, or spinal cord injury. The incision healed by first intention after operation. All the 17 patients were followed up 9-18 months, with an average of 12.7 months. MRI examination showed no tumor recurrence, and CT three-dimensional reconstruction showed good bone healing in all patients. During the follow-up, there was no loosening or rupture of the internal fixator and there was no re-compression of the spinal cord. At last follow-up, according to Frankel classification, there were 1 case as grade B, 5 cases as grade C, 7 cases as grade D, and 4 cases as grade E. **Conclusion** The application of ultrasonic bone curette in laminoplasty of spinal canal after resection of intraspinal tumors can preserve the integrity of the bone ligament structure of posterior column, maintain the volume of vertebral canal, and has high safety, practicability, and good postoperative effectiveness.

【Key words】 Ultrasonic bone curette; spinal tumor; laminoplasty

椎管内肿瘤是中枢神经系统肿瘤的一个重要组成部分,可见于脊柱的任何节段,可压迫脊髓和神经,引起肢体运动和感觉障碍^[1]。椎管内肿瘤的治疗以手术切除为主,传统手术方式主要应用咬骨钳、骨凿、高速磨钻等工具行后路棘突及椎板切除,以充分显露肿瘤组织,但均存在诸多弊端^[2]。随着医疗技术的进步和新型手术器械的研发,超声骨刀的出现为外科手术操作提供了便利。超声骨刀已在口腔科、耳鼻喉科以及整形美容外科等领域被广泛应用^[3-4]。近年来,因超声骨刀特有的优势,诸如组织选择性、出血少、产热低、易操作,并且对周围神经血管等软组织损伤小等^[5-6],正在逐步替代传统手术器械,在脊柱手术中得到广大临床医生的青睐,并取得了良好的手术疗效^[7-11]。但超声骨刀应用于椎管内肿瘤切除后椎管成形术中较少见。现回顾分析 2015 年 12 月—2017 年 4 月,我们采用超声骨刀行椎管内肿瘤切除后椎管成形术治疗的 17 例胸腰椎椎管内肿瘤患者临床资料。报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本组 17 例患者均为男性;年龄 42~73 岁,平均 57.4 岁。病程 2~47 个月,平均 21.1 个月。其中胸椎管内肿瘤 4 例(T₁₀ 1 例、T₁₂ 3 例),腰椎管内肿瘤 13 例(L₁ 5 例、L₂ 4 例、L₃ 2 例、L₄ 2 例)。术后病理诊断为神经鞘瘤 8 例,脊膜瘤 4 例,神经纤维瘤 2 例,皮样囊肿 2 例,室管膜瘤 1 例。术前按 Frankel 分级标准评估脊神经功能, B 级 2 例, C 级 7 例, D 级 8 例。

1.2 手术方法

所有患者均经同一组手术医师协同完成手术。全麻后患者取俯卧位,根据术前 X 线片、透视及体表定位标志确定手术节段。取手术节段后正

中切口,逐层切开皮肤、皮下组织,电刀钝性分离椎旁肌肉,并用撑开器撑开,显露棘突、双侧椎板及椎间关节;应用北京水木天蓬医疗技术有限公司一代超声骨刀沿椎弓根与椎板交界处、椎间关节内侧缘,并使刀头外倾 15~30° 进行切骨,切断定位节段两端的棘间韧带、黄韧带,保留头尾侧棘上韧带;用神经剥离子仔细分离硬膜囊与黄韧带,避免硬膜囊撕裂;将上述骨-韧带复合体翻转,并适当牵拉,显露手术视野。应用双极电凝充分止血,保持术野清晰。用尖刀及脑膜剪沿纵向打开硬脊膜,并用无创丝线悬吊标记,显微操作下行椎管内肿瘤切除,用无创缝合线严密缝合硬脊膜切口。将上述骨-韧带复合体放松回植,使其自然复位,并根据椎板弧度调整颈后路板形状,应用合适长度的钛钉将上述结构固定,恢复椎管原有形态。生理盐水充分冲洗切口,检查器械无遗留,放置负压引流管 1 根,逐层缝合肌肉、筋膜、皮下组织及皮肤。

1.3 术后处理及疗效观察指标

术后应用抗生素、脱水剂、激素及神经营养药物治疗;术后 24 h 后即行四肢屈伸功能锻炼,防止肌肉萎缩,预防血栓形成;术后 1 周及 3、6 个月复查颈椎 X 线片、CT、MRI。

术中实时记录应用超声骨刀进行单个节段椎管后壁切开的时间、整体手术时间、术中出血量、术中有无硬脊膜损伤及脑脊液漏、有无脊髓及神经根损伤;术后 3~6 个月根据 MRI、CT 三维重建观察肿瘤情况及骨愈合情况,并采用 Frankel 分级评价脊神经功能。

2 结果

本组患者应用超声骨刀进行单个节段椎管后壁切开的时间为 3.4~5.7 min,平均 4.1 min;整体手术时间 135~182 min,平均 157.3 min;术中出血

量 300 ~ 500 mL, 平均 342.6 mL。术中无意外性硬脊膜损伤及脑脊液漏发生, 无神经根损伤和脊髓损伤发生。术后切口均 I 期愈合。17 例患者均获随访, 随访时间 9 ~ 18 个月, 平均 12.7 个月。MRI 检

查未见肿瘤复发, CT 三维重建示所有患者骨质愈合良好。随访期间无内固定物松动、断裂情况, 未见脊髓再受压等情况。末次随访时 Frankel 分级为 B 级 1 例, C 级 5 例, D 级 7 例, E 级 4 级。见图 1。

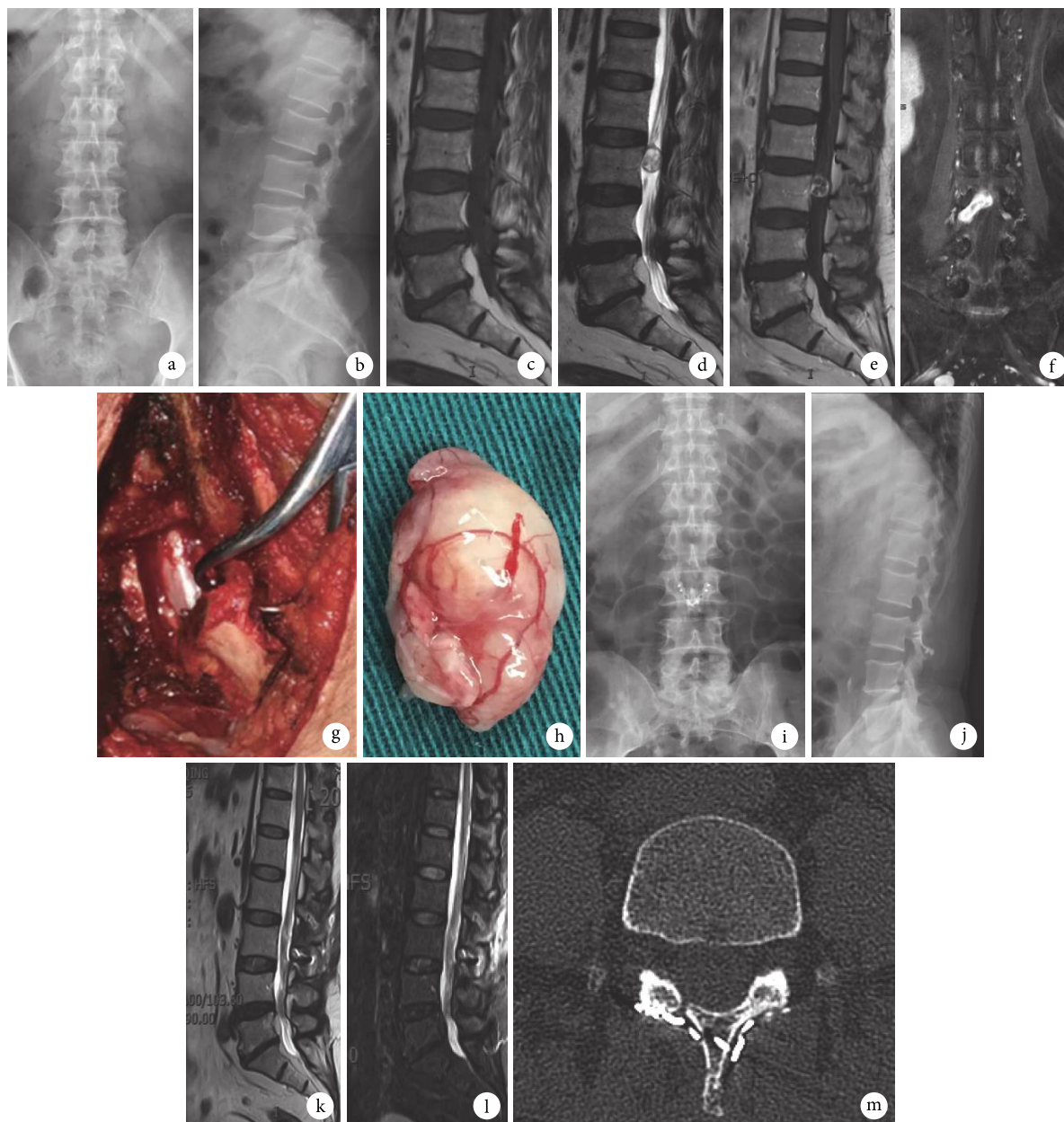


图 1 患者, 男, 67 岁, L₅ 椎管内神经鞘瘤 (术前 Frankel D 级) a, b. 术前正侧位 X 线片示椎体骨质无明显异常; c, d. 术前 MRI 示肿瘤位于 L₅ 椎管内, T1WI 像与脊髓呈等信号, T2WI 呈高信号; e. Gd-DTPA 增强后扫描示, 其实质部分均强化, 囊变坏死部分无明显强化; f. 冠状位 MRI 增强扫描示肿瘤沿神经根走行至椎间孔处; g. 术中超声骨刀使用; h. 取出的肿瘤组织; i, j. 术后 1 周正侧位 X 线片示内固定物位置良好; k, l. 术后 3 个月 MRI 示 L₅ 椎管内肿瘤未见复发; m. 术后 3 个月 CT 示 L₅ 左侧椎板已愈合, 右侧椎板骨质愈合缓慢

Fig.1 A 67-year-old male patient with intravertebral schwannoma at L₅ level (Preoperative Frankel grade D) a, b. Preoperative anteroposterior and lateral X-ray films showed no significant abnormality of vertebral bone; c, d. Preoperative MRI showed that the tumor was located in the horizontal vertebral canal of L₅ vertebra, with isosignal on T1WI and high signal on T2WI; e. After enhanced by using Gd-DTPA scanning, all the solid parts were enhanced, while the cystic necrosis was not significantly enhanced; f. Coronal enhanced MRI scan showed the tumor accompanied by nerve root to intervertebral foramen; g. Application of ultrasonic bone curette during operation; h. The removed tumor tissue; i, j. Anteroposterior and lateral X-ray films at 1 week after operation showed the internal fixation in good location; k, l. MRI at 3 months after operation showed no recurrence of L₅ level intraspinal tumors; m. CT at 3 months after operation showed that the left vertebral plate had healed, while the left was slowly healed

3 讨论

椎管内肿瘤是中枢神经系统肿瘤的一个重要组成部分,可见于脊柱的任何节段,可压迫脊髓和神经,引起肢体运动和感觉障碍。以往其常规治疗方法为全椎板切除后肿瘤摘除,但全椎板切除后造成脊柱后柱的部分缺失,可导致脊柱不稳的发生^[12];同时,椎管内结构失去与周围软组织的阻隔,容易形成硬脊膜及神经根粘连^[13]。因此,为减少上述并发症发生的可能性,有人提出了椎板回植的手术方式^[14]。之后,国内外许多学者采用了不同的手术方案对切除后的椎板进行重建,诸如自体椎板、棘突-椎板保留复位固定、异体人工椎板修复等^[15-16]。但因为所用工具多为磨钻、摆锯、咬骨钳及骨凿等,存在着控制不稳、软组织切割、发热、震动、骨屑多、手部劳损等缺点^[17],增加了软组织及硬膜囊、神经根损伤的风险。

随着科学进步,1975年Horton等^[18]报道了超声机械震动下的工具可以对骨组织进行有效切割,后逐渐出现了超声骨刀。作为一种新型骨切割工具,超声骨刀利用压电式转换器将电信号转化为机械振动,经高频震荡,使所接触的组织细胞内水汽化、蛋白氢链断裂,从而将骨组织破碎为非常细小的微粒,达到切骨作用。相比传统工具,超声骨刀有良好的组织选择性,并具有操作简便、骨组织切割准确、止血性好、冷切割及防卷刮性等优势,被逐渐应用于外科手术中^[19]。Schaller等^[20]应用超声骨刀治疗腰椎管内脂肪瘤,并将椎板回植,取得了良好效果。Hu等^[21]将超声骨刀应用于脊柱手术中,认为其在脊柱外科领域的应用是安全有效的。国内学者将超声骨刀应用于脊柱椎管疾病治疗中,取得了较好疗效^[22-23]。由此,超声骨刀也越来越受到脊柱外科医生的青睐。

本研究中,我们创新性地将超声骨刀应用于脊柱椎管内肿瘤摘除椎管重建的手术中,取得了良好效果。手术中我们有3点创新处理方法:第一,在切骨过程中以15~30°外倾角方向进行骨切割,既达到了切骨目的,同时在最后回植过程中避免了棘突椎板复合体下沉而导致医源性椎管狭窄的发生;第二,仅将手术节段头尾端的棘间韧带、黄韧带切断,保留头尾侧棘上韧带,经仔细分离后将棘突椎板复合体翻转,暴露肿瘤区域;第三,肿瘤切除后将棘突椎板复合体原位回植,并应用颈后路钉板固定,重建脊柱后柱结构,保持脊柱后柱的完整性和稳定性。同时,手术操作过程中术者应注意:

① 根据局部骨质厚度及需要,选择合适的超声骨刀刀头;② 因超声骨刀通过超声震动实现骨切割,因此在切割过程中无需施加较大压力,同时在突破椎板内侧皮质后应立即停止,避免损伤硬脊膜及神经根;③ 采用间断式方法切骨,并保持一条线且与脊柱长轴方向平行,避免翻转过程中因骨端不整齐而刺破硬膜囊;④ 切割过程中调整水流速度,避免术野不清及产热过多而导致切割骨面组织坏死及意外损伤硬膜囊及神经的可能。

综上所述,超声骨刀作为一种新型手术器械,能够安全有效地切除棘突椎板复合体,能缩短椎板切开时间、减少出血量,减少硬膜囊及神经根意外损伤的可能性,其良好的组织选择性能能够在手术过程中很好地保护神经血管等软组织,并且超声骨刀可以更方便地实现棘突椎板复合体的原位回植,对术后重建脊柱解剖结构及后期脊柱稳定性的维持具有重要临床意义。

参考文献

- 王贵怀. 椎管内肿瘤. 中国现代神经疾病杂志, 2013, 13(12): 983-985.
- Al-Mahfoudh R, Qattan E, Ellenbogen JR, et al. Applications of the ultrasonic bone cutter in spinal surgery—our preliminary experience. *Br J Neurosurg*, 2014, 28(1): 56-60.
- 陈旭峰, 陈铁, 赖仁发. 超声骨刀在种植外科中的应用进展. *中华老年口腔医学杂志*, 2015, 13(1): 44-46.
- 唐德争, 谭包生, 郭德惠. 上颌窦侧壁开窗提升术后5年以上的临床病例分析. *口腔颌面修复学杂志*, 2013, 14(2): 78-83.
- Grauvogel J, Scheiwe C, Kaminsky J. Use of Piezosurgery for removal of retrovertebral body osteophytes in anterior cervical discectomy. *Spine J*, 2014, 14(4): 628-636.
- Bydon M, Macki M, Xu R, et al. Spinal decompression in achondroplastic patients using high-speed drill versus ultrasonic bone curette: technical note and outcomes in 30 cases. *J Pediatr Orthop*, 2014, 34(8): 780-786.
- 王岩, 陈仲强, 孙垂国. 超声骨刀在胸椎管狭窄症手术中应用的有效性 & 安全性. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(6): 518-523.
- 陈萧霖, 郑小青, 陈仲强, 等. 系统评价超声骨刀在脊柱手术中应用的有效性 & 安全性. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(10): 899-903.
- 杨鹏, 温冰涛, 金开基, 等. 应用超声骨刀行腰椎后路椎板切除术与传统手术技术的对比研究. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(8): 699-703.
- 李文菁, 赵宇, 孙志坚. 超声骨刀在脊柱外科手术中的应用进展. *中华外科杂志*, 2014, 52(3): 215-218.
- 王齐超, 王海蛟, 何兵, 等. 超声骨刀在颈椎椎板(C₃₋₇)单开门椎管扩大成形术中的应用. *中国骨与关节损伤杂志*, 2016, 31(11): 1121-1123.
- 陈佳佳, 崔志明. 微创内镜下手术治疗退变性腰椎管狭窄症的研究进展. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2017, 11(3): 458-461.
- Radcliff K, Curry P, Hilibrand A, et al. Risk for adjacent segment and same segment reoperation after surgery for lumbar stenosis: a



- subgroup analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(7): 531-539.
- 14 Raimondi AJ, Gutierrez FA, Di Rocco C. Laminotomy and total reconstruction of the posterior spinal arch for spinal canal surgery in childhood. *J Neurosurg*, 1976, 45(5): 555-560.
- 15 刘盛泽, 林健, 陈实. 椎管内肿瘤的手术治疗体会及疗效观察. *中华神经外科杂志*, 2014, 30(8): 824-827.
- 16 Yang L, Gu Y, Shi J, *et al*. Modified plate-only open-door laminoplasty versus laminectomy and fusion for the treatment of cervical stenotic myelopathy. *Orthopedics*, 2013, 36(1): e79-e87.
- 17 丁超, 孙海燕, 王英胜, 等. 超声骨刀在脊柱椎板回植术中的应用. *颈腰痛杂志*, 2015, 36(2): 140-143.
- 18 Horton JE, Tarpley TM Jr, Wood LD. The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1975, 39(4): 536-546.
- 19 薛旭凯, 李高飞, 江建明. 超声骨刀与高速磨钻在颈后路单开门椎管扩大成形术中的应用对比. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2016, 8(2): 75-80.
- 20 Schaller BJ, Gruber R, Merten HA, *et al*. Piezoelectric bone surgery: a revolutionary technique for minimally invasive surgery in cranial base and spinal surgery? Technical note *Neurosurgery*, 2005, 57(4 Suppl): E410.
- 21 Hu X, Ohnmeiss DD, Lieberman IH. Use of an ultrasonic osteotome device in spine surgery: experience from the first 128 patients. *Eur Spine J*, 2013, 22(12): 2845-2849.
- 22 田德洲, 张远征, 董永军, 等. “高架桥式”椎管扩大成型术治疗颈椎管狭窄脊髓压迫症. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2015, 14(6): 531-534.
- 23 周冲, 杨福兵, 王斌, 等. 超声骨刀在椎管内肿瘤切除术中的应用. *第三军医大学学报*, 2016, 38(2): 200-203.

收稿日期: 2018-07-19 修回日期: 2018-11-30

本文编辑: 王雁