

超声骨刮匙在 C₇ 穹窿减压手术中的应用*

陈 卓 杨易远 刘泽祥 屈若木 吴云霞 姜 亮**

(北京大学第三医院骨科, 北京 100191)

【摘要】 目的 探讨颈椎椎板成形术中应用超声骨刮匙(ultrasonic bone curette, UBC)进行 C₇ 穹窿减压的安全性和有效性。**方法** 2019 年 9 月~2020 年 6 月我科应用 UBC 行 C₄₋₆ 椎板成形、C₃ 椎板切除、C₇ 穹窿减压椎板成形术, 观察患者手术前后日本骨科学会(Japanese Orthopedic Association, JOA)评分、生活质量量表(Short Form 36, SF-36)评分、颈椎功能障碍指数(Neck Disability Index, NDI)评分及影像学表现。**结果** 手术时间(115.0 ± 29.9) min(77~182 min), 术中出血量 50~300 ml(中位数 150 ml)。术后住院时间平均 5.1 d(3~9 d)。术后均未发生脑脊液漏、神经损伤和出血。40 例随访平均 18.6 月(12~21 个月), 末次随访 JOA 评分从术前(12.0 ± 2.4)分提高到(14.9 ± 1.8)分($t = -20.597, P = 0.000$)。SF-36 评分从术前(23.2 ± 5.0)分提高到(26.5 ± 3.8)分($t = -13.344, P = 0.000$); NDI 评分从术前中位数 13.5(2~34)分降低到 3.5(0~30)分($Z = -5.521, P = 0.000$); C₂₋₇ Cobb 角由术前 13.6° ± 5.7° 下降到 12.0° ± 5.8°($t = 6.467, P = 0.000$); C₂₋₇ 颈椎活动度从术前 37.0° ± 9.1° 下降到 31.0° ± 6.6°($t = 13.244, P = 0.000$); C₇ 棘突到椎体的最小径线从术前(9.2 ± 2.2) mm 提高到(12.8 ± 1.9) mm($t = -39.622, P = 0.000$)。**结论** 颈后路 C₇ 椎板穹窿减压术中应用 UBC 安全、有效。

【关键词】 C₇ 穹窿减压术; 超声骨刮匙; 椎板成形术; 脊髓型颈椎病

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2022)12-0934-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2022.12.002

Application of Ultrasonic Bone Curette in C₇ Dome Decompression During Cervical Laminoplasty Chen Zhuo, Yang Yiyuan, Liu Zexiang, et al. Department of Orthopedics, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Corresponding author: Jiang Liang, E-mail: jiangliang@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the safety and efficacy of a specialized ultrasound bone curette (UBC) in C₇ dome decompression during cervical laminoplasty. **Methods** Clinical data of 40 patients who underwent C₄₋₆ laminoplasty, C₃ laminectomy, and C₇ dome decompression with the use of a UBC from September 2019 to June 2020 were retrospectively analyzed. Patients' Japanese Orthopedic Association (JOA) score, Short Form 36 (SF-36) general life status score, neck disability index (NDI) score, and radiographic data were extracted and analyzed. **Results** The operation time was (115.0 ± 29.9) min (range, 77–182 min), and the median blood loss during the operation was 150 ml (range, 50–300 ml). No patient experienced unintentional durotomy, neurological injury, or postoperative hematoma. The mean follow-up time was 18.6 months (range, 12–21 months). The JOA scores increased from (12.0 ± 2.4) points to (14.9 ± 1.8) points ($t = -20.597, P = 0.000$), the SF-36 scores increased from (23.2 ± 5.0) points to (26.5 ± 3.8) points ($t = -13.344, P = 0.000$), and the median NID scores decreased from 13.5 points (range, 2–34 points) to 3.5 points (range, 0–30 points) ($Z = -5.521, P = 0.000$). The C₂₋₇ Cobb angle decreased from 13.6° ± 5.7° preoperatively to 12.0° ± 5.8° at the final follow-up ($t = 6.467, P = 0.000$). The C₂₋₇ range of motion decreased from 37.0° ± 9.1° to 31.0° ± 6.6° ($t = 13.244, P = 0.000$). The sagittal spinal canal diameter of C₇ significantly increased from (9.2 ± 2.2) mm to (12.8 ± 1.9) mm ($t = -39.622, P = 0.000$). **Conclusion** Application of UBC in C₇ dome decompression is safe and effective and may be considered a useful alternative to traditional tools.

【Key Words】 C₇ dome decompression; Ultrasound bone curette; Laminoplasty; Cervical spondylotic myelopathy

* 基金项目:北京大学第三医院临床重点项目(BYSYZD2019005)

** 通讯作者, E-mail: jiangliang@bjmu.edu.cn

传统 $C_3 \sim C_7$ 颈后路单开门椎板成形术已广泛应用于脊髓型颈椎病 (cervical spondylotic myelopathy, CSM) 及多节段后纵韧带骨化 (ossification of the posterior longitudinal ligament, OPLL) 的治疗中^[1]。多种改进术式旨在最大限度保留生理结构,减少术后并发症的发生,特别是轴向症状。保留 C_2 和 C_7 棘突^[2]、保留肌肉韧带复合体^[3-6]和维持椎板成形术后颈椎稳定性的技术^[7]能够在取得良好的减压效果及神经功能恢复的同时,显著减少轴向症状的发生^[8-10]。传统 C_7 穹隆减压术中需要使用高速磨钻和 Kerrison 咬骨钳^[5,6],对技术要求相对较高,因操作空间小,且贴近硬膜囊,可能增加器械相关并发症;意外硬膜囊撕裂、脑脊液漏、脊髓损伤^[11-13]。随着超声骨操作系统的快速发展,超声骨刮匙 (ultrasonic bone curette, UBC) 作为一种新型的超声设备,对软组织损伤小,可提高狭小范围手术骨质减压的安全性,已被广泛应用于眼科、内镜、神经外科、脊柱外科等领域,被证实是一种普遍、安全、有效的除骨工具^[14-21]。UBC 头端存在特定的角度,在狭窄的操作空间中也可以将震动垂直传递至骨面,避免周围组织损伤。2019 年 9 月 ~ 2020 年 6 月我们尝试应用 UBC (北京速迈医疗科技有限公司,批文号:国械注准 20153010459) 进行 C_7 椎板减压,效果满意,报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究为回顾性研究,经北京大学第三医院医学科学伦理委员会审批 [批文号: (2021) 医伦审第 (180-01) 号],豁免患者知情同意。本组 40 例,男 26 例,女 14 例。年龄 43 ~ 74 岁,平均 55 岁。上肢麻木或无力 12 例,下肢麻木或无力 12 例,同时合并上下肢症状 16 例。32 例一侧或双侧 Hoffman 征阳性。术前影像学检查提示 $C_3 \sim C_7$ 受压,相应节段的硬膜囊和脊髓受压变细,以前方受压为重,后方均未见明显黄韧带肥厚。合并糖尿病 8 例,原发性高血压 16 例,冠心病 6 例。4 例有颈部外伤史。所有患者入院前 3 个月内均未发生急性心、脑、血管意外,入院前均无尚未控制的皮肤及泌尿系感染。

病例选择标准:①有症状的脊髓型颈椎病伴 $C_3 \sim C_7$ 脊髓受压, C_7 节段脊髓轻中度受压;②颈椎前凸或轻微后凸;③术前没有或仅有轻微颈部疼痛

症状;④排除明显后凸颈椎畸形 ($>10^\circ$)、脊柱手术史、感染、肿瘤患者。

1.2 方法

气管插管全身麻醉,俯卧位。应用常规颈后路椎板成形术进行暴露。小心保护 C_2 肌肉韧带复合体,分块切除 C_3 椎板或其尾端。切除 C_7 椎板头端的 1/2 后,应用 UBC 潜行切除尾端椎板及腹侧的皮质骨,直至椎板下端 $C_7 \sim T_1$ 黄韧带附着点处 (图 1)。全程注意避免损伤硬膜囊,维持高流量水冲洗降温,同时避免长时间连续操作。超声骨刀切除对侧椎板全层,并将开门椎板妥善固定。术毕探查椎管未见狭窄,硬膜囊膨隆良好,可见硬膜囊波动。彻底止血后,放置引流管,逐层关闭伤口。引流管在术后 24 ~ 48 h 内拔除。术后第 1 天下床活动,佩戴颈托 2 个星期。术后 3、6、12 个月进行定期随访,此后每年随访 1 次。

1.3 观察指标

术后 3、6、12 个月进行日本骨科学会 (Japanese Orthopedic Association, JOA) 评分、颈椎功能障碍指数 (Neck Disability Index, NDI) 评分、生活质量量表 (Short Form 36, SF-36) 评分,末次随访进行颈部疼痛数字评分 (Numerical Rating Scale, NRS)。术后 JOA 恢复率: (术后 JOA 评分 - 术前 JOA 评分) / (17 - 术前 JOA) $\times 100\%$ 。JOA 恢复率 $\geq 50\%$ 为优, 20% ~ $<50\%$ 为中, $<20\%$ 为差。

术前、术后及每次随访拍颈椎中立位、过伸过屈位 X 线,术前、术后 3 个月随访拍颈椎 CT、MRI。 C_{2-7} Cobb 角在中立位侧位 X 线片上进行测量,由 2 条平行于 C_2 或 C_7 椎体下缘的线在 X 线片上的夹角形成。颈椎 C_{2-7} 活动度 (range of motion, ROM): 过屈位 C_{2-7} Cobb 角 + 过伸位 C_{2-7} Cobb 角。ROM 保留率: $ROM_{\text{末次随访}} / ROM_{\text{术前}} \times 100\%$ 。术后 CT 测量 C_7 椎管最小径线,即从 C_7 椎板前皮质到 C_7 椎体后骨结构的最小距离 (图 2)^[22]。

随访术后并发症情况,如 C_5 神经麻痹、轴性症状、脑脊液漏等。

1.4 统计学处理

采用 SPSS24.0 进行统计学分析。正态分布的连续变量用 $\bar{x} \pm s$ 表示,术前后比较采用配对 t 检验;偏态分布的计量资料用中位数 (最小值 ~ 最大值) 表示,术前后采用 Wilcoxon 符号秩检验。检验标准

$\alpha = 0.05$ 。

2 结果

手术时间(115.0 ± 29.9) min($77 \sim 182$ min), 术中出血量 50 ~ 300 ml(中位数 150 ml)。术后住院时间平均 5.1 d($3 \sim 9$ d)。均未发生意外硬膜囊撕裂、脑脊液漏、C₅ 神经麻痹、神经损伤、术后血肿等并发症。在末次随访中,未发生切口并发症或神经功能恶化。40 例随访 12 ~ 21 个月,平均 18.6 月。与术前比较,术后末次随访 JOA、SF-36 评分显著提高(均 $P = 0.000$),见表 1。JOA 恢复率(57.5 ± 34.1)%,其中优 27 例(67.5%),中 7 例(17.5%),差 6 例(15.0%)。NDI 评分由术前中位数 13.5

(2 ~ 34) 分下降到末次随访 3.5($0 \sim 30$)分($P = 0.000$)。3 例(3/40, 7.5%)术后 12 个月出现轴颈疼痛,颈部疼痛 NRS 评分分别为 3、5、7 分,应用镇痛药物,并在疼痛缓解时鼓励其进行颈部锻炼,末次随访 NRS 评分分别为 3、4、5 分。

影像学:C₂₋₇ Cobb 角由术前 $13.6^\circ \pm 5.7^\circ$ 下降到末次随访 $12.0^\circ \pm 5.8^\circ$ ($P = 0.000$),所有患者末次随访均未出现后凸畸形。C₂₋₇ ROM 术前从 $37.0^\circ \pm 9.1^\circ$ 下降到末次随访 $31.0^\circ \pm 6.6^\circ$ ($P = 0.000$),ROM 平均保留率为 84%。C₇ 椎管最小径线从术前 (9.2 ± 2.2) mm 增加到 (12.8 ± 1.9) mm ($P = 0.000$),见图 3。

表 1 术前后观察指标比较 ($n = 40, \bar{x} \pm s$)

时间	JOA 评分(分)	SF-36 评分(分)	NDI 评分(分)*	Cobb 角(°)	ROM(°)	C ₇ 椎管最小径线(mm)
术前	12.0 ± 2.4	23.2 ± 5.0	13.5(2 ~ 34)	13.6 ± 5.7	37.0 ± 9.1	9.2 ± 2.2
末次随访	14.9 ± 1.8	26.5 ± 3.8	3.5(0 ~ 30)	12.0 ± 5.8	31.0 ± 6.6	12.8 ± 1.9
<i>t</i> (<i>Z</i>) 值	<i>t</i> = -20.597	<i>t</i> = -13.344	<i>Z</i> = -5.521	<i>t</i> = 6.467	<i>t</i> = 13.244	<i>t</i> = -39.622
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

* 偏态分布,用中位数(最小值 ~ 最大值)表示

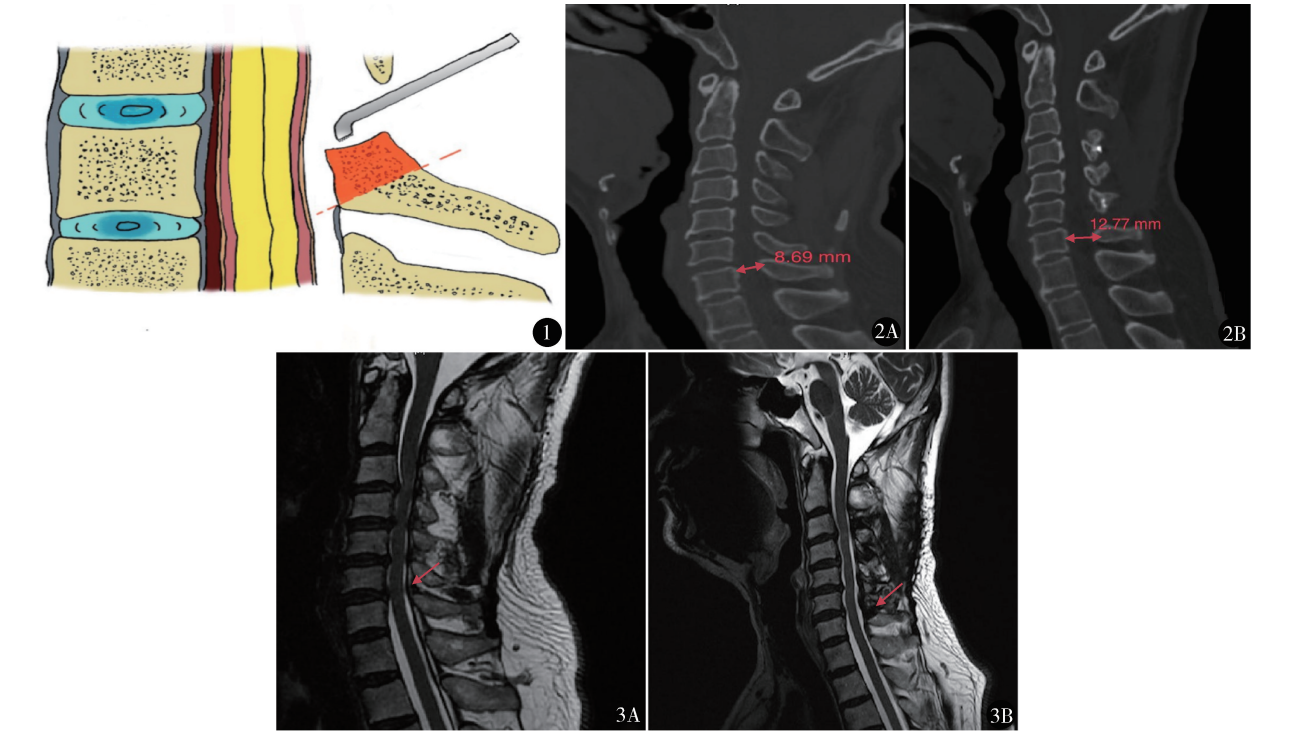


图 1 红色区域表示手术切除范围,尾端切缘应达到 C₇ ~ T₁ 黄韧带的附着点
图 2 在 CT 矢状位上测量椎管直径 A. 术前显示 C₇ 水平发育性椎管狭窄;
B. 术后 3 个月椎管直径显著增加 图 3 男, 53 岁, 术前后矢状位 MRI A. 术前示 C₃₋₇ 水平脊髓明显受压, 箭头示 C₇ 水平轻度受压; B. 术后示脊髓减压充分

3 讨论

本组 JOA、SF-36 评分、NDI 评分较术前明显改善,且并未发生硬脊膜撕裂或神经功能恶化等严重并发症。本组 3 例(7.5%)术后发生轴性疼痛,传统椎板成形术后轴性症状发生率 9.4%~34.9%^[4-8,23-25],通过口服镇痛药物及颈后肌肉锻炼症状得到部分改善。

椎板成形术后的轴向症状被认为与 C₂ 和 C₇ 棘突处肌肉韧带的过度剥离有关^[4,5]。本组患者均存在明显椎管狭窄和(或) C_{3/4} 椎间盘突出明显,此时需要切除 C₃ 椎板,才能达到充分减压的结果,同时保留 C₂ 棘突;保留 C₇ 棘突可有效保留菱形肌、上后锯肌、头夹肌,减少手术中对颈部肌肉的损伤。Wang 等^[8]研究证明在保留 C₇ 棘突的椎板成形术中可有效降低短期和长期轴向症状的发生率。C₇ 充分减压被认为是影响神经功能恢复的重要因素,Sakaura 等^[25]报道 137 例接受 C₃₋₆ 椎板成形术而不接受 C₇ 椎体成形术,患者术后更有可能在 C₇ 水平出现严重的椎管狭窄,在随访期间,3 例(2.2%)由于 C_{6/7} 椎间盘的加速变性而出现晚期神经功能恶化。对于轻度或中度腹侧 C_{6/7} 椎间盘突出的患者,为达到更加充分的减压,我们在 C₇ 椎板部分切除后,应用 UBC 进行更为彻底充分的减压,最大限度保留 C₇ 棘突的同时,使 C₇ 矢状椎管最小径线平均增加 3.6 mm,以减小后续因间盘退变导致的神经功能恶化的可能性,本组 ROM 平均保留率 84%,与 Liu 等^[26]所报道的 ROM 保留率结果相似。40 例术中均未发生意外硬膜囊撕裂,手术时间、术中出血量与文献^[5,6,8]报道相当,表明 C₇ 穹隆减压术中应用 UBC 安全、有效。

在传统手术中,多使用高速磨钻或 Kerrison 咬骨钳进行操作,可能会增加意外硬膜囊撕裂。同时因为穹隆减压时手术操作空间有限,神经损伤的风险较传统的椎板成形术有所增加。在穹隆减压术中,C₇ 椎板的切除范围可到达椎板下端 C₇~T₁ 黄韧带附着点处。手术过程中,UBC 以 22.5~40 kHz 振荡研磨骨性结构,依靠垂直机械振动切割骨骼,与以旋转运动方式进行切割的高速钻头相比,UBC 可以在最大限度减少软组织损伤的同时,有效安全地实现 C₇ 穹隆减压时的精确切割。由于 UBC 的刀头

具有一定角度,可以精准将震荡垂直传递至骨面,有效减少硬膜囊损伤的发生。同时,UBC 特定的曲度和轻便的特点使外科医生在手术中保持更方便的姿势。在鼻内镜手术^[14]和眼眶及眼整形手术^[15]中,UBC 的应用有效地避免超声器械造成的骨碎片移位,在不损伤周围软组织的情况下安全地清除骨碎片,对神经的保护起到关键的作用。此外,超声仪器的空化效应可有效减少术中出血量^[13]。Bydon 等^[21]在脊柱减压手术中并没有发现使用 UBC 比使用高速钻头更安全。然而,由于准确的切割角度,允许更安全的操作动作,我们认为 UBC 与传统器械相比更适合于穹隆减压。

本研究的局限性:首先,样本量不大,并发症发生率可能存在偏差;其次,为回顾性研究,需要前瞻性随机对照研究明确 UBC 在穹隆减压术中的有效及安全性。

参考文献

- 1 Hirabayashi K, Watanabe K. A review of my invention of expansive laminoplasty. *Neurospine*, 2019, 16(3): 379-382.
- 2 Duetzmann S, Cole T, Ratliff JK. Cervical laminoplasty developments and trends, 2003-2013. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(1): 24-34.
- 3 Ono A, Tonosaki Y, Yokoyama T, et al. Surgical anatomy of the nuchal muscles in the posterior cervicothoracic junction: significance of the preservation of the C7 spinous process in cervical laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(11): E349-E354.
- 4 Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. Preservation of muscles attached to the C2 and C7 spinous processes rather than subaxial deep extensors reduces adverse effects after cervical laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(16): 782-786.
- 5 茅剑平,田伟,刘波,等.保留 C2 和 C7 棘突肌肉止点的改良颈椎后路椎管扩大成型术的疗效分析. *中华医学杂志*, 2010, 90(5): 337-341.
- 6 何达,蒋继乐,李楠,等.棘突纵剖式颈椎后路椎管扩大成型术治疗多节段重度颈椎管狭窄长期疗效分析. *骨科临床与研究杂志*, 2017, 2(2): 80-84.
- 7 Healy AT, Lubelski D, West JL, et al. Biomechanics of open-door laminoplasty with and without preservation of posterior structures. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24(5): 746-751.
- 8 Wang M, Luo XJ, Deng QX, et al. Prevalence of axial symptoms after posterior cervical decompression: a meta-analysis. *Eur Spine J*, 2016, 25(7): 2302-2310.
- 9 Umeda M, Sasai K, Kushida T, et al. A less-invasive cervical

laminoplasty for spondylotic myelopathy that preserves the semispinalis cervicis muscles and nuchal ligament. J Neurosurg Spine, 2013, 18(6): 545 – 552.

10 Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. C3 – 6 laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy maintains satisfactory long-term surgical outcomes. Global Spine J, 2014, 4(3): 169 – 174.

11 Cho SK, Kim JS, Overley SC, et al. Cervical laminoplasty: indications, surgical considerations, and clinical outcomes. J Am Acad Orthop Surg, 2018, 26(7): e142 – e152.

12 Weinberg DS, Rhee JM. Cervical laminoplasty: indication, technique, complications. J Spine Surg, 2020, 6(1): 290 – 301.

13 Dave BR, Degulmadi D, Dahibhate S, et al. Ultrasonic bone scalpel: utility in cervical corpectomy. A technical note. Eur Spine J, 2019, 28(2): 380 – 385.

14 Rastelli Jr MM, Pinheiro-Neto CD, Fernandez-Miranda JC, et al. Application of ultrasonic bone curette in endoscopic endonasal skull base surgery. J Neurol Surg B Skull Base, 2014, 75(2): 90 – 95.

15 Vreck I, Starks V, Mancini R, et al. Use of an ultrasonic bone curette (Sonopet) in orbital and oculoplastic surgery. Proc (Bayl Univ Med Cent), 2015, 28(1): 91 – 93.

16 Paolo C, Cavallo LM, Isabella E, et al. Bone removal with a new ultrasonic bone curette during endoscopic endonasal approach to the sellar-suprasellar area: technical note. Neurosurgery, 2010, 66 (Suppl 1): ons – E118.

17 Ito K, Ishizaka S, Sasaki T, et al. Safe and minimally invasive laminoplastic laminotomy using an ultrasonic bone curette for spinal surgery: technical note. Surg Neurol, 2009, 72(5): 470 – 475.

18 Kim K, Isu T, Matsumoto R, Isobe M, et al. Surgical pitfalls of an ultrasonic bone curette (SONOPET) in spinal surgery. Neurosurgery, 2006, 59(4 Suppl 2): ONS390 – ONS393.

19 Nakagawa H, Kim SD, Mizuno J, et al. Technical advantages of an ultrasonic bone curette in spinal surgery. J Neurosurg Spine, 2005, 2 (4): 431 – 435.

20 Lu XD, Zhao YB, Zhao XF, et al. Efficacy and safety analysis of ultrasonic bone curette in the treatment of thoracic spinal stenosis. Orthop Surg, 2019, 11(6): 1180 – 1186.

21 Bydon M, Xu R, Papademetriou K, et al. Safety of spinal decompression using an ultrasonic bone curette compared with a high-speed drill: outcomes in 337 patients. J Neurosurg Spine, 2013, 18(6): 627 – 633.

22 Amaral SH, Silva MN, Giraldi M, et al. Multiple cervical arcocristectomies for the treatment of cervical spondylotic myelopathy: surgical technique and results. J Neurosurg Spine, 2007, 7(5): 503 – 508.

23 Zhang X, Gao Y, Gao K, et al. Factors associated with postoperative axial symptom after expansive open-door laminoplasty: retrospective study using multivariable analysis. Eur Spine J, 2020, 29(11): 2838 – 2844.

24 Kimura A, Endo T, Inoue H, et al. Impact of axial neck pain on quality of life after laminoplasty. Spine (Phila Pa 1976), 2015, 40 (24): E1292 – E1298.

25 Sakaura H, Miwa T, Kuroda Y, et al. Incidence and risk factors for late neurologic deterioration after C3 – C6 laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy. Global Spine J, 2016, 6(1): 53 – 59.

26 Liu G, Fung G, Tan J, et al. A feasibility study of a new muscle sparing “C3 dome-hybrid open-door laminoplasty”: a surgical technique, clinical outcome, and learning curve description. Spine, 2020, 45(19): E1256 – E1263.

(收稿日期: 2022 – 02 – 19)
(修回日期: 2022 – 11 – 07)
(责任编辑: 李贺琼)