

· 椎管内肿瘤神经外科临床研究 ·

颈椎椎管“哑铃”形肿瘤分型及手术疗效分析

刘家刚 陈海锋 胡瑜 黄思庆

【摘要】目的 探讨颈椎椎管“哑铃”形肿瘤之临床特点、分型及手术疗效。**方法** 回顾分析 26 例颈椎椎管“哑铃”形肿瘤患者临床资料。根据影像学表现分为 3 型, I 型以椎管内为主型(17 例), 采用经后路入路手术, 8 例辅助内固定术; II 型以椎管外为主型(4 例), 采用经前外侧入路手术, 均未行内固定术; III 型为椎管内外均衡型(5 例), 采用前后路联合入路手术, 均辅助内固定术。术中发现单侧关节突关节破坏者行颈椎稳定性重建, 经后路行侧块或椎弓根螺钉内固定术, 取自体髂骨行植骨融合术。**结果** 26 例中神经鞘膜瘤 19 例、神经纤维瘤 4 例、神经节细胞瘤 2 例、脊膜瘤 1 例。肿瘤全切除 23 例、次全切除 3 例, 50% (13/26) 患者肿瘤切除同期行内固定术, I 型 8 例、III 型 5 例。平均随访 30 个月, 4 例 (15.38%) 复发, 术后 2 例发生切口感染及脑脊液漏, 无一例发生脊髓损伤和脊柱后凸畸形。**结论** 根据影像学表现进行肿瘤分型并选择手术方式, 有利于提高颈椎“哑铃”形肿瘤全切除率、降低复发率。脊柱稳定性被破坏者需同时行内固定以重建其稳定性。

【关键词】 脊髓肿瘤; 椎管; 颈椎; 内固定术(非 *MeSH* 词); 骨移植; 髂骨; 外科手术; 磁共振成像

Analysis of classification and surgical treatment of cervical dumbbell-shaped tumors

LIU Jia-gang, CHEN Hai-feng, HU Yu, HUANG Si-qing

Department of Neurosurgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China

Corresponding author: HUANG Si-qing (Email: huangsiq028@163.com)

【Abstract】Objective To investigate the clinical characteristics, classification, surgical approach, complication and prognosis of cervical dumbbell-shaped tumors. **Methods** Twenty-six consecutive cases with cervical dumbbell-shaped tumors were retrospectively studied. According to tumor location by imaging examination, all tumors were divided into 3 types. Type I (17 cases) was mostly intravertebral and foraminal. Surgery through posterior approach was performed and internal fixation was operated in 8 cases. Type II (4 cases) was mostly paravertebral and foraminal. Surgery through the anterolateral approach was performed without internal fixation. Type III (5 cases) was equalization of intravertebral and paravertebral, and underwent surgery through combined posterior - anterolateral approach and internal fixation was performed in all of those cases. If the unilateral facet joint was destroyed, internal fixation was necessary. Lateral mass screw internal fixation and transpedicular screw fixation supplemented by fusion with autologous iliac bone graft were used to maintain cervical spinal stability. **Results** Among 26 patients there were 19 schwannomas, 4 neurofibromas, 2 gangliocytoma and 1 spinal meningioma. Total and subtotal tumor resection was achieved in 23 and 3 patients respectively. Among them 50% (13/26) of the cases were used internal fixation including 8 Type I and 5 Type III patients. The follow-up period was from 7 to 62 months, and mean time was 30 months. Four cases (15.38%) were found local tumor recurrence. Two cases suffered with surgical infection and cerebrospinal fluid leakage. There was no spinal cord injury and spinal deformity. **Conclusion** In order to increase the total resection rate and decrease recurrence rate, surgical approach should be selected according to the imaging classification of tumors. Stability reconstruction is absolutely necessary for the patients with facet joint destroyed.

【Key words】 Spinal cord neoplasms; Spinal canal; Cervical vertebrae; Internal fixation (not in *MeSH*); Bone transplantation; Ilium; Surgical procedures, operative; Magnetic resonance imaging

颈椎椎管“哑铃”形肿瘤是指跨颈椎椎间孔生

长于椎管内外的一类呈“哑铃”状的肿瘤。其构成主要为脊神经根的神经鞘膜瘤、神经纤维瘤和极为少见的恶性神经鞘膜瘤。此类肿瘤可对椎管内外重要组织结构产生压迫, 如脊髓、脊神经和颈丛、椎

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2013.11.006

作者单位: 610041 成都, 四川大学华西医院神经外科

通讯作者: 黄思庆 (Email: huangsiq028@163.com)

体、椎动脉、颈动脉, 甲状腺、迷走神经、舌下神经等, 由于肿瘤位置较深并毗邻重要神经、血管, 而且颈椎关节突、椎体等解剖结构的骨质破坏或吸收, 使脊柱失稳, 导致手术切除肿瘤困难, 术后肿瘤残留或复发率较高^[1-4]。因此, 选择正确的外科治疗策略至关重要。笔者对近 5 年来四川大学华西医院神经外科诊断与治疗的 26 例颈椎椎管“哑铃”形肿瘤患者的临床资料进行回顾分析, 探讨其发病特点、临床分型和外科手术原则, 以利提高此类肿瘤的全切除率, 降低手术并发症。

资料与方法

一、一般资料

选择 2008 年 1 月—2012 年 12 月在我院住院治疗且诊断明确的颈椎椎管“哑铃”形肿瘤患者 26 例, 男性 15 例, 女性 11 例; 年龄 18~70 岁, 平均 45 岁。其中神经鞘膜瘤 19 例、神经纤维瘤 4 例、神经节细胞瘤 2 例、脊膜瘤 1 例。首次手术 23 例、再次手术 3 例(外院曾行肿瘤部分切除术)。(1) 临床表现: 颈肩部疼痛或不适感(19 例)、患侧上肢麻木(12 例)、步态不稳(7 例)、括约肌功能障碍(3 例)、颈部肿块(5 例)或肩部抽搐(1 例), 以及患侧上肢肌力下降(1~2 级者 2 例、3~4 级者 6 例)、单侧或双侧 Hoffmann 征阳性(11 例)。(2) 影像学表现: 术前均行颈椎增强 MRI、三维薄层 CT 和功能位 X 线检查, 其中 5 例因肿瘤巨大浸润横突和椎体, 需经 CTA 检查椎动脉是否被肿瘤压迫或闭塞。MRI 检查显示, 肿瘤呈“哑铃”状, 包膜完整, 边界清楚, 呈膨胀性生长, T₁WI 为高信号并均匀强化、T₂WI 等信号, 大小为 2 cm × 1 cm × 1 cm ~ 8 cm × 5 cm × 3 cm; 颈椎序列未见明显改变, 但生理弯曲度变小, 26 例中 20 例肿瘤所在节段椎间孔明显扩大, 5 例患侧横突和部分椎体骨质吸收或破坏, 椎体破坏面积 < 1/4; 病灶分布为寰椎(C₁)~枢椎(C₂)者 7 例、C₂~C₅者 10 例、C₅~T₁者 9 例。

二、手术方法

1. 手术原则 根据肿瘤大小、受累范围及临床分型制定手术方案, 以尽量不破坏脊柱稳定性为原则, 全切除肿瘤。肿瘤切除过程中须辅助应用神经电生理监护仪和手术显微镜, 以达到精确切除肿瘤之目的。肿瘤切除后若影响脊柱稳定性, 则同期行脊柱内固定及髂骨植骨融合, 经脊柱后路行侧块螺钉和椎弓根螺钉钉棒系统内固定(VERTEX, 美国 Medtronic 公司), 术后常规佩戴颈托 3 个月。

2. 肿瘤分型和手术方式选择 根据增强 MRI 和三维薄层 CT 影像, 将肿瘤分为 3 种类型。(1) I 型(椎管内为主型): 共 17 例患者, 肿瘤大部分位于椎管内, 部分突入椎间孔, 向椎旁生长但不超过硬脊膜囊 2 cm, 椎间孔扩大, 椎板及关节突关节仅部分吸收。其中脊柱稳定性无破坏者 9 例, 采用单纯经后路半椎板切开术; 其余 8 例肿瘤突入椎间孔不超过 2 cm, 需切开发节突关节方可显露和全切除肿瘤, 采用经后路半椎板切开、关节突关节切开联合侧块螺钉(累及胸椎者采用椎弓根螺钉)内固定术。(2) II 型(椎管外为主型): 4 例患者, 肿瘤大部分位于椎旁(椎管外), 部分肿瘤尾端沿神经根突入扩大的椎间孔, 但肿瘤位于硬脊膜外, 脊柱稳定性无破坏。采用经脊柱前侧方入路手术, 不行内固定。(3) III 型(椎管内外均衡型): 共 5 例患者, 肿瘤巨大, 分布于椎管内外, 横突及关节突关节破坏, 可伴有椎体破坏、椎动脉受压, 单纯经前路或后路入路手术均不能全切除肿瘤, 因此采用前后路联合入路手术 (<http://www.cjcn.org/index.php/cjcn/pages/view/v13n11a6>), 并辅助内固定术(图 1)。

结 果

本组无一例患者手术死亡, 无术中及术后输血。所有患者术后均证实术前的定位和定性诊断, 23 例全切除肿瘤、3 例次全切除, 术中明确切断载瘤神经根和完整包膜者 12 例。13 例硬脊膜缺损者以带蒂肌肉筋膜修补, 术中均无椎动脉损伤、术后无声音嘶哑和吞咽困难等并发症发生, 术后疼痛症状明显改善; 由于术中相应神经根切断或挫伤, 其所支配区域感觉减退症状明显, 表现为麻木感、痛觉消失和触觉减退。术后 3 例患者患侧上肢肌力下降至 1~2 级, 6 个月后自行恢复, 其原因可能是肿瘤体积过大, 紧密压迫脊髓, 手术切除肿瘤后造成脊髓微循环障碍, 另外与同一脊髓节段运动神经根挫伤亦有一定关系, 其中 1 例术中辅助施行内固定。2 例患者术后发生切口感染、脑脊液漏、发热、颈项强直, 予万古霉素、头孢曲松等抗感染治疗 2~4 周, 并行腰大池引流脑脊液(200~300 ml/d)1~2 周, 痊愈。

本组患者随访 7~62 个月, 平均 30 个月。4 例(15.38%)于术后 26~38 个月复发(平均 32 个月), 包括神经鞘膜瘤 2 例、神经纤维瘤 1 例和神经节细胞瘤 1 例。复发者均为首次手术显露不充分、未行内固定、肿瘤瘤体或包膜切除不完全的患者, 再次

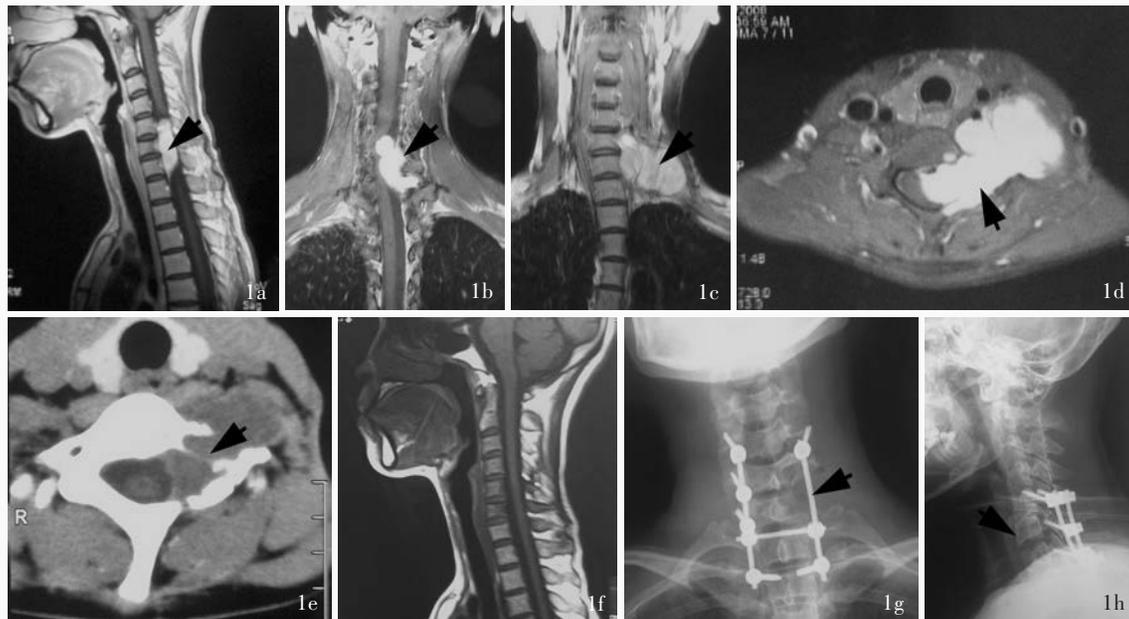


图 1 女性患者, 27 岁。临床诊断: 颈椎椎管“哑铃”形肿瘤(Ⅲ型)。经颈椎前后路联合入路手术全切除肿瘤, 由于 C₆₋₇ 关节突破坏, 颈椎不稳, 切除肿瘤后经后路行侧块螺钉(C₅₋₇)和椎弓根螺钉(T₂)内固定术, 自体髂骨植骨融合术。术后病理报告: 神经纤维瘤。影像学检查所见 1a 矢状位增强 T₁WI 显示椎管内占位性病变, 压迫同节段脊髓(箭头所示) 1b, 1c 冠状位增强 T₁WI 显示椎管内占位性病变, 并经 C₆₋₇ 椎间孔生长至椎管外(箭头所示) 1d 横断面增强 T₁WI 显示肿瘤经椎间孔分布于椎管内外, 呈“哑铃”状(箭头所示), 经后路或前外侧入路均不能全面显露肿瘤 1e CT 显示 C₆ 椎体左侧部分横突、关节突破坏(箭头所示) 1f 术后 1 年矢状位 T₁WI 显示脊髓形态正常, 肿瘤无复发 1g, 1h 术后 X 线检查显示内固定螺钉位置和颈椎序列正常(箭头所示)

Figure 1 A 27-year-old female patient was diagnosed as cervical dumbbell-shaped tumor (Type III). Total tumor resection was done through posterior-antrolateral approach. Since the C₆₋₇ facet joint was destroyed and cervical spine was not stable, lateral mass screw (C₅₋₇) and transpedicular screw (T₂) internal fixation were used supplemented by fusion with autologous iliac bone graft. Postoperative pathological diagnosis was neurofibroma. Imaging examination findings. Sagittal enhanced T₁WI revealed a space-occupying tumor inside the vertebral canal compressing the spinal cord (arrow indicates, Panel 1a). Coronal enhanced T₁WI displayed the mass extended beyond the intervertebral foramen C₆₋₇ to extra-vertebral canal (arrows indicate; Panel 1b, 1c). Axial enhanced T₁WI showed that the tumor was located both inside and outside the intervertebral foramen in vertebral canal, and looked like a dumbbell (arrow indicates). Posterior or anterolateral approach alone could not fully exposed the tumor (Panel 1d). CT showed part of the left side of C₆ vertebral body and articular process had been damaged by the tumor (arrow indicates, Panel 1e). One year after tumor resection sagittal T₁WI showed the tumor was totally removed without recurrence, and the spinal cord recovered normally (Panel 1f). Postoperative X-ray showed normal internal fixation position and normal cervical sequence (arrows indicate; Panel 1g, 1h).

手术时扩大显露范围切除肿瘤, 同期经颈椎后路行内固定术, 随访 12 个月无复发。13 例(50%)因患侧关节突破坏或因扩大显露范围而切除关节突, 为维持颈椎稳定性而同期行内固定, 其中 I 型 8 例、Ⅲ型 5 例。本组 26 例患者术后均未发生颈椎后凸畸形, 行内固定者植入物无松动、断裂, 植骨融合和椎体形态良好。

讨 论

一、临床表现及诊断要点

颈椎椎管“哑铃”形肿瘤常发生于脊神经感觉神经根, 以受累神经根感觉障碍为主要症状, 表现为患侧颈肩部疼痛、不适感及局部皮肤感觉麻木, 随着病情进展, 肿瘤压迫运动神经根, 可伴运动障

碍。由于肿瘤生长缓慢和颈椎椎管有较大代偿空间, 故病程较长, 发病初期误诊率较高, 单纯依靠颈椎 X 线检查易误诊为颈椎病或风湿病等。CT 检查虽可显示颈椎骨质破坏及椎间孔扩大, 但在病变早期骨质破坏轻微, 不易发现。增强 MRI 检查是诊断颈椎椎管“哑铃”形肿瘤的重要影像学方法, 可清晰显示肿瘤位置、边界轮廓和毗邻关系等, 并可据此设计手术入路、初步预测肿瘤病理性质。本组患者均为良性肿瘤, 以神经鞘膜瘤为主, 但也有恶性神经鞘膜瘤的报道^[5-6]。骨性来源的转移瘤、浆细胞瘤、脊索瘤、软骨肉瘤等也常呈“哑铃”状, 破坏椎体及附件骨质者不在本研究之列。

二、肿瘤分型和手术方式

手术切除肿瘤为首选治疗方案, 肿瘤分型与手

术方式的选择密切相关。其中较早报道的肿瘤分型方法是 1941 年 Eden^[7] 根据 X 线表现提出的脊柱“哑铃”形肿瘤分型, 共分为 4 型, 分别为硬脊膜内外型(1 型)、硬脊膜内外加椎旁型(2 型)、硬脊膜外加椎旁型(3 型)和椎间孔加椎旁型(4 型)。随着影像学技术的进步, CT 和 MRI 广泛应用于临床, 2004 年, Asazuma 等^[8] 对颈椎椎管“哑铃”形肿瘤提出三维影像学分型方法, 分为 6 型, 较详细地概述了各种亚型的影像学表现, 并指导手术入路的选择。2006 年, 肖建如等^[6] 提出了新的改良分区分期方法, 共分为 6 区 5 期, 具有较好的临床实用价值。2009 年, Jiang 等^[9] 又提出了新的方法, 即沿矢状位和神经轴划分区域进行分型。上述肿瘤分型方法各具优点, 但后 3 种方法较为复杂, 不易掌握。本研究未依据上述方法进行分型, 仅根据我们的临床经验分为 3 型, 对指导手术更简单、实用, 不同分型所对应的手术入路, 如经颈椎后路入路、经颈椎前外侧入路及经前后联合入路手术一目了然, 具有较好的临床实用性。其中, I 型肿瘤以突入椎间孔与硬脊膜囊边界 2 cm 为限, 是基于术中显露范围的考虑。一般采用半椎板切开及切除约 1/3 的关节突关节即可显露椎间孔内长约 2 cm 的肿瘤, 不影响颈椎稳定性, 国内也有类似的临床报道^[10]。对于肿瘤超过此范围, 需切开关节突关节方可全切除肿瘤或关节突关节破坏者, 则需考虑肿瘤切除后辅助内固定。本组患者以 I 型最多, 约占 65.38% (17/26), 其中肿瘤切除后行内固定者为 8/17 例。II 型仅占 15.38% (4/26), 以肿瘤位于椎旁为主, 经颈椎前外侧入路有利于显露椎体、横突和椎动脉等解剖结构, 但不能显露硬脊膜囊。术前须明确肿瘤是否累及硬脊膜, 否则术中切除肿瘤时可因牵拉硬脊膜而损伤脊髓。III 型由于累及范围广泛, 手术方法较复杂, 单一手术入路不能达到全切除肿瘤之目的, 唯有经颈椎前后联合入路方能取得较满意疗效。患者仰卧位, 行颈部横切口, 沿颈动脉鞘外缘探查, 部分切断颈长肌, 显露肌肉间隙的肿瘤瘤体, 瘤内分块切除减压、分离包膜, 逐渐深入到横突和横突孔, 游离肿瘤包膜与椎动脉的粘连组织, 直视下扩大椎间孔, 并于椎间孔处离断肿瘤; 然后, 患者改俯卧位, 经颈椎后路切除椎管内和椎间孔内肿瘤, 探查硬脊膜下, 一并切除硬脊膜下肿瘤后, 严密缝合硬脊膜, 再经颈椎后路行侧块或椎弓根螺钉内固定术, 自体髂骨植骨融合术。对于硬脊膜破坏患者, 需尽量修补, 达到水密

缝合, 但不推荐采用人工脑膜或生物胶粘贴, 应以带蒂肌肉筋膜修补硬脊膜。本组 2 例术后感染患者均为 III 型, 发生原因可能与手术时间长、创面大、术中失血多有关。由于手术部位较深, 因此建议术中应用显微镜以利于提供最佳的照明效果, 容易分辨肿瘤包膜与神经界限。我们的临床体会是: 先于瘤内分块切除肿瘤减压, 再分离肿瘤包膜和处理载瘤神经, 对于术前上肢肌力为 3~4 级的患者(6 例), 术中以运动诱发电位(MEPs)监测肌肉活动, 有效保护运动神经; 但术前肌力为 3 级以下的患者, 由于运动诱发电位难以引出, 术中神经电生理监测并无临床意义。

三、颈椎稳定性重建原则

颈椎椎板多节段切除减压后, 由于稳定性改变, 易发生后凸畸形, 尤其是儿童。Cusick 等^[11] 认为, 单侧关节突关节切除后颈椎屈曲-压缩强度可减少 32%, 双侧切除后则减少 53%。关节突关节及关节囊切除是术后远期发生脊柱后凸畸形的主要原因, 因此对于关节突关节完全破坏的患者, 术中均需辅助内固定^[12-17]。然而, 神经外科医师一般仅重视肿瘤是否完全切除, 而不重视内固定对维持脊柱稳定性的重要性; 而骨科医师则更多关注与肿瘤切除相关的脊柱生物力学特点, 以保证术后脊柱稳定性为其手术的终极目标。笔者认为, 二者优势互补方可使患者获益。寰枢椎椎间孔较大, 单纯寰椎后弓切除对脊柱稳定性无影响, 对于肿瘤切除后寰枢椎关节无破坏或无寰枢椎脱位的患者无需行枕颈内固定。本组 13 例患者采用经颈椎后路内固定系统, 经侧块(颈椎)或椎弓根(累及胸椎), 一般应用六钉两棒; 颈胸交界处 C₇~T₁ 节段应力较为集中, 应延长内固定椎体节段, 支持应用八钉两棒; 若肿瘤对椎体破坏严重, 1/3 以上椎体骨质或横突和关节突骨质破坏, 则需经脊柱前路入路切除椎体, 以钛网支架植骨辅助前路钢板内固定, 同时联合脊柱后路内固定, 较少采用单纯经脊柱前路内固定。根据 AO 内固定指南, 一个节段单侧关节突破坏可造成脊柱失稳, 也需行内固定, 否则术后 2~3 年将出现脊柱侧凸。虽然脊柱侧凸无需手术矫正, 但其可引起相应脊髓节段的神经根症状, 产生颈肩痛或腰背痛等。对于术前已完全瘫痪、术中病理冰冻检查证实为恶性肿瘤、手术完全切除困难或短期内复发的患者, 术中同期行内固定并无临床意义, 可与患者家属商量暂不行内固定术。

四、并发症及预后

颈椎椎管“哑铃”形肿瘤术后近期并发症包括切口感染、脑脊液漏、脊髓和脊神经损伤、椎动脉损伤,远期并发症主要为脊柱畸形。由于绝大多数患者肿瘤发生于感觉神经根,当肿瘤与载瘤神经一并被切除后,可遗留永久性相应神经根感觉缺失。但为保留神经,未全切除肿瘤和载瘤神经者,则极易复发,此类患者肿瘤边界不清,再次手术全切除率极低。术中意外损伤椎动脉时,一般不推荐结扎椎动脉,直接修补可减少脑干缺血性卒中的发生。术前有必要施行椎动脉造影,评价双侧椎动脉循环情况,但不能作为结扎患侧椎动脉的依据。脊柱畸形多发生于早期手术未行内固定的患者,本组有 5 例患者术后颈椎生理弯曲度消失,但无临床症状,亦无脊柱后凸或侧凸畸形,但仍需长期随访,一旦出现脊柱后凸或侧凸畸形及相应临床症状,即需行内固定矫正。

颈椎椎管“哑铃”形神经鞘膜瘤全切除或次全切除后 1、5 和 10 年的复发率分别为 10%、18% 和 25%^[18],本组患者 5 年复发率约为 15.38%(4/26),以术后 2~3 年高发。患者一般不能接受良性肿瘤术后复发事件,特别是术中同期行内固定的患者,他们认为,为了显露肿瘤,术中破坏了较多的脊柱骨质结构,牺牲了颈椎部分活动度,并且承担了昂贵的材料费,应完全切除肿瘤、不再复发。但是,神经鞘膜瘤的包膜内存在肿瘤细胞,当肿瘤细胞累及颈神经及椎动脉等重要解剖结构时,很难完全切除肿瘤包膜和载瘤神经。Nakamura 等^[19]认为,肿瘤生长指数即 Ki-67 抗原标记指数是影响患者预后的一项重要指标,该项指数较低者即使未行根治性切除,残留肿瘤生长也十分缓慢,患者无进展生存期(FPS)较长。

参 考 文 献

- [1] Nie QB, Jian FZ. Ten-year advance in the clinical study on disease of spinal column and spinal cord. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2010, 10:111-116. [聂庆彬, 菅凤增. 脊柱脊髓疾病临床研究十年进展. *中国现代神经疾病杂志*, 2010, 10:111-116.]
- [2] Zhou DB, Duan GS. Neurosurgeons should pay more attention to the advances in spinal column and spinal cord injury. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2004, 4:263-266. [周定标, 段国升. 神经外科医师应更多关注脊柱脊髓外科进展. *中国现代神经疾病杂志*, 2004, 4:263-266.]
- [3] McCormick PC. Surgical management of dumbbell tumors of the cervical spine. *Neurosurgery*, 1996, 38:294-300.
- [4] Lot G, George B. Cervical neuromas with extradural components: surgical management in a series of 57 patients. *Neurosurgery*, 1997, 41:813-820.
- [5] Lü Y, Jiang L, Liu XG, Ma QJ, Dang GD, Liu ZJ. The surgical strategy of cervical dumbbell tumors. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2008, 18:420-424. [吕扬, 姜亮, 刘晓光, 马庆军, 党耕町, 刘忠军. 颈椎哑铃形肿瘤的手术治疗策略. *中国脊柱脊髓杂志*, 2008, 18:420-424.]
- [6] Xiao JR, Yang XH, Chen HJ, Yang C, Ma JM, Wei HF, Yang LL, Shi JG, Zhao BZ, Liu TL, Yan WJ, Li YS, Yuan W, Jia LS. The surgical staging and strategy of cervical dumbbell intra-extradural tumors. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2006, 26:798-802. [肖建如, 杨兴海, 陈华江, 杨诚, 马俊明, 魏海峰, 杨立利, 史建刚, 赵必增, 刘铁龙, 严望军, 李郁松, 袁文, 贾连顺. 颈椎管哑铃形肿瘤的外科分期及手术策略. *中华骨科杂志*, 2006, 26:798-802.]
- [7] Eden K. The dumb-bell tumors of the spine. *Br J Surg*, 1941, 28:549-570.
- [8] Asazuma T, Toyama Y, Maruiwa H, Fujimura Y, Hirabayashi K. Surgical strategy for cervical dumbbell tumors based on a three-dimensional classification. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29:E10-14.
- [9] Jiang L, Lv Y, Liu XG, Ma QJ, Wei F, Dang GT, Liu ZJ. Results of surgical treatment of cervical dumbbell tumors: surgical approach and development of an anatomic classification system. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34:1307-1314.
- [10] Ma CC, Wang ZY. Semi-laminectomy procedures for the management of dumbbell tumors of the cervical spine. *Zhongguo Wei Chuang Wai Ke Za Zhi*, 2001, 1:336-338. [马长城, 王振宇. 半椎板切除入路治疗颈椎管哑铃型肿瘤. *中国微创外科杂志*, 2001, 1:336-338.]
- [11] Cusick JF, Yoganandan N, Pintar FA, Reinartz JM. Biomechanics of sequential posterior lumbar surgical alterations. *J Neurosurg*, 1992, 76:805-811.
- [12] Ozawa H, Kokubun S, Aizawa T, Hoshikawa T, Kawahara C. Spinal dumbbell tumors: an analysis of a series of 118 cases. *J Neurosurg Spine*, 2007, 7:587-593.
- [13] Asazuma T, Nakamura M, Matsumoto M, Chibo K, Toyama Y. Postoperative changes of spinal curvature and range of motion in adult patients with cervical spinal cord tumors: analysis of 51 cases and review of the literature. *J Spinal Disord Tech*, 2004, 17:178-182.
- [14] Tomii M, Itoh Y, Numazawa S, Watanabe K. Surgical consideration of cervical dumbbell tumors. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013, 155:1907-1910.
- [15] Kim JH, Han S, Kim JH, Kwon TH, Chung HS, Park YK. Surgical consideration of the intraspinal component in extradural dumbbell tumors. *Surg Neurol*, 2008, 70:98-103.
- [16] Zhao B, Xu J. Extensive posterolateral exposure and total removal of the giant extraforaminal dumbbell tumors of cervical spine: surgical technique in a series of 16 patients. *Spine J*, 2009, 9:822-829.
- [17] Dakwar E, Smith WD, Malone KT, Uribe JS. Minimally invasive lateral extracavitary resection of foraminal neurofibromas. *J Clin Neurosci*, 2011, 18:1510-1512.
- [18] Klekamp J, Samii M. Surgery of spinal nerve sheath tumors with special reference to neurofibromatosis. *Neurosurgery*, 1998, 42:279-289.
- [19] Nakamura M, Iwanami A, Tsuji O, Hosogane N, Watanabe K, Tsuji T, Ishii K, Toyama Y, Chiba K, Matsumoto M. Long-term surgical outcomes of cervical dumbbell neurinomas. *J Orthop Sci*, 2013, 18:8-13.

(收稿日期:2013-10-07)