

· 论 著 ·

神经电生理监测联合术中超声辅助下显微手术治疗
高颈段椎管内肿瘤

韦 可 杜 威 杨 柳 夏 敏 吕丽辉 莫雪红 姚国杰

【摘要】目的 探讨在神经电生理监测联合术中超声辅助下显微手术治疗高颈段椎管内肿瘤的疗效。方法 回顾性分析 2018 年 3 月至 2022 年 6 月收治的 26 例高颈段椎管内肿瘤的临床资料,在神经电生理监测及术中超声辅助下经后正中入路显微手术治疗。结果 术后肿瘤全切除 22 例,部分切除 3 例,活检加椎板减压术 1 例。术后病理证实神经鞘瘤 8 例,脊膜瘤 6 例,室管膜瘤 4 例,星形细胞瘤 4 例,血管母细胞瘤 3 例,海绵状血管瘤 1 例。术后 1 周 Mc Cormick 评分 I 级 20 例,II 级 4 例,III 级 2 例;术后 6 个月 Mc Cormick 评分 I 级 22 例,II 级 2 例,III 级 2 例。术后未发生脑脊液漏、颅内感染。结论 高颈段椎管内肿瘤尤其髓内肿瘤手术难度大,要求高,全切除困难,神经电生理监测及术中超声能够提高手术的安全性及治疗效果,对全切除肿瘤并最大限度保护神经功能有重要价值。

【关键词】椎管内肿瘤;高颈段椎管;显微手术;神经电生理监测;术中超声;疗效

【文章编号】1009-153X(2024)12-0716-04 【文献标志码】A 【中国图书资料分类号】R 739.42; R 615.1[†]

Microsurgery for high cervical intraspinal tumors assisted by intraoperative ultrasound in combination with neuroelectrophysiological monitoring

WEI Ke, DU Wei, YANG Liu, XIA Min, LÜ Li-hui, MO Xue-hong, YAO Guo-jie. Department of Neurosurgery, General Hospital of Central Theater Command, PLA, Wuhan 430070, China

【Abstract】Objective To explore the efficacy of microsurgical treatment of high cervical spinal cord tumors under the assistance of intraoperative neurophysiological monitoring and ultrasound. Methods The clinical data of 26 patients with high cervical spinal cord tumors admitted from March 2018 to June 2022 were retrospectively analyzed. All patients underwent microsurgical treatment via the posterior median approach under the assistance of intraoperative neurophysiological monitoring and ultrasound. Results Postoperatively, total tumor resection was achieved in 22 patients, partial resection in 3, and biopsy plus laminectomy in 1. Postoperative pathology confirmed 8 schwannomas, 6 meningiomas, 4 ependymomas, 4 astrocytomas, 3 hemangioblastomas, and 1 cavernous hemangioma. One week after surgery, McCormick grade I was achieved in 20 patients, grade II in 4, and grade III in 2. At 6 months postoperatively, McCormick grade I was achieved in 22 patients, grade II in 2, and grade III in 2. No cerebrospinal fluid leakage or intracranial infection occurred postoperatively. Conclusions The surgery for high cervical spinal cord tumors, especially intramedullary tumors, is highly challenging and demanding, with total resection being difficult. Intraoperative neurophysiological monitoring and ultrasound can enhance the safety and efficacy of the surgery, and are of significant value in achieving total tumor resection and maximizing the preservation of neurological function.

【Key words】Intraspinal tumors; High cervical spinal canal; Microsurgery; Neuroelectrophysiological monitoring; Intraoperative ultrasound; Efficacy

高颈段椎管内肿瘤位置特殊,有导致高位截瘫、呼吸循环功能障碍等风险,手术难度大,尤其是颈髓髓内肿瘤,要求更高。如何保证手术的安全性及最大限度保护脊髓功能是临床追求的目标。2018 年 3 月至 2022 年 6 月收治高颈段椎管内肿瘤 26 例,为达到既全切除肿瘤又最大限度保护脊髓神经功能,在

术前精准定位肿瘤部位、判断肿瘤性质及研究手术注意事项外,术中均采用在电生理监测及术中超声辅助下行肿瘤切除,取得良好的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 26 例中,男性 16 例,女性 10 例;年龄 22~68 岁,平均(42.2±3.6)岁。首发症状:颈肩背部疼痛 14 例,上肢麻木 8 例,肌力下降及呼吸困难 4 例。术前 Mc Cormick 分级 I 级 18 例,II 级 6 例,III 级 2 例。

1.2 影像学资料 术前行颈椎 MRI 平扫+增强扫描明

确高颈段椎管内肿瘤,其中C1~C2节段12例,C1~C3节段7例,C2~C4节段5例,延髓~C2节段2例。髓外硬膜下肿瘤14例,髓内肿瘤12例。

1.3 手术方法

1.3.1 术中监测 包括体感诱发电位(somatosensory evoked potentials, SEP)、运动诱发电位(motor evoked potentials, MEP)及自发肌电图(electromyography, EMG)。术中SEP或MEP波幅下降超过50%或潜伏期延长超过10%应立即停止操作查找原因。术中使用超声定位肿瘤界限,了解肿瘤血供,明确肿瘤与周边血管关系,避免损伤。

1.3.2 显微手术 全麻后,取俯卧位,头架固定,头略下垂使颈处于伸展位,保持矢状面与地面垂直,安装电生理监测电极,监测SEP、MEP及EMG,监测肌肉包括三角肌、拇短展肌、胫前肌及踇短收肌。以肿瘤为中心取枕下后正中切口。依次切开皮肤、皮下组织,显露棘突,游离椎旁肌肉,铣刀铣开全椎板,后将涂好耦合剂的探头放入无菌袖套内,妥善固定。将探头置于硬脊膜外或脊髓表面,横向纵向连续扫查,多切面多角度观察。主要探查肿瘤界限及血供,明确肿瘤与脊髓及周边血管关系,指导病灶切除顺序及范围。术中若SEP或MEP波幅下降超过50%或潜伏期延长超过10%应立即停止操作查找原因。在电生理监测及术中超声辅助下最大程度的安全切除肿瘤。除1例椎板减压用人工硬膜减张缝合、去除椎板外,其余25例均严密缝合硬膜并还纳部分椎板。

2 结果

2.1 术中情况 26例中,22例术中超声显示病变与脊髓有相对边界,予以全切除,电生理监测的波幅无明显变化;4例边界不清,其中3例做了大部分切除,术中波幅有所下降、结束手术后逐步恢复,1例切除过程中波峰下降,暂停手术,部分恢复但未能恢复基线,脊髓肿胀明显,做了活检。

2.2 术后情况 术后病理证实神经鞘瘤8例,脊膜瘤6例,室管膜瘤4例,星形细胞瘤4例,血管母细胞瘤3例,海绵状血管瘤1例。4例星形细胞瘤行进一步放疗。术后1周Mc Cormick分级Ⅰ级20例,Ⅱ级4例,Ⅲ级2例。术后无脑脊液漏、颅内感染。术后疼痛麻木明显缓解;2例肌力下降好转,但生活不能自理。术后6个月MRI复查显示术中肿瘤全切除的22例未见肿瘤复发,次全切的3例瘤体明显缩小(图1)、1例稍有缩小;Mc Cormick分级Ⅰ级22例,Ⅱ级2例,Ⅲ级2例。

3 讨论

3.1 高颈段椎管内肿瘤的解剖特点 高颈段椎管内肿瘤指发生于颈1~4节段椎管内肿瘤。由于节段

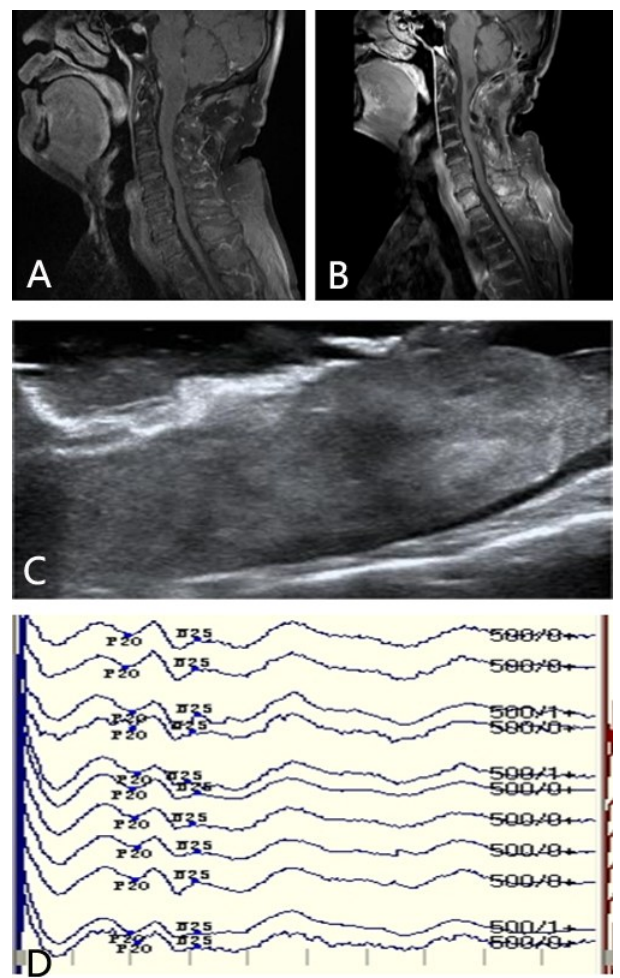


图1 高颈段髓内肿瘤手术前后MRI及术中超声、电生理监测表现

A. 术前MRI显示延髓~颈2椎体水平髓内肿瘤合并颈5~6后纵韧带钙化;B. 术后6个月复查MRI显示肿瘤次全切除,脊髓肿胀缓解;C. 术中超声显示脊髓肿胀,髓内肿瘤边界不清;D. 术中电生理监测未见波幅无明显下降

Figure 1 MRI before and after surgery and intraoperative ultrasound and electrophysiological monitoring manifestations of a patient with intramedullary tumors in the high cervical segment

A: Preoperative MRI shows an intramedullary tumor at the level of the medulla oblongata to the C2 vertebral body, combined with calcification of the posterior longitudinal ligament at C5~C6. B: MRI re-examination 6 months after surgery shows subtotal resection of the tumor and relief of spinal cord swelling. C: Intraoperative ultrasound shows spinal cord swelling and unclear boundaries of the intramedullary tumor. D: Intraoperative electrophysiological monitoring shows no significant decrease in amplitude.

高,可导致上颈髓和延髓受压,引起四肢上运动神经元瘫痪,甚至呼吸循环功能障碍^[2]。颈椎管较宽,颈髓与椎管之间的空隙大,脊髓受压有一定的缓冲余地,使肿瘤有较大的代偿空间,因此早期临床表现不典型,多数仅表现为颈部不适、麻木或疼痛,少数表现为上肢乏力。当症状明显时,肿瘤体积已较大且严重压迫脊髓^[1]。因此,尽早明确诊断有助于降低手术风险,促进术后功能的恢复。MRI 为早期诊断高颈段椎管内肿瘤的首选影像学检查方法^[3]。高颈段髓外硬膜下肿瘤以神经鞘瘤和脊膜瘤为主;髓内肿瘤以室管膜瘤和星形细胞瘤较为常见。室管膜瘤 MRI T₁WI 多呈等信号,T₂WI 呈稍高信号,增强后轻度均匀强化,肿瘤多位于脊髓中央^[2]。星形细胞瘤呈浸润性或膨胀性生长方式,T₁WI 多呈等低信号,边界不清,T₂WI 以高信号为主,增强后肿瘤实体部分大多无明显强化。

3.2 手术注意事项 高颈段椎管内肿瘤手术难度大,风险较高,术后并发症相对较多。但随着显微神经外科技术的进步,椎管内肿瘤切除术已更加微创和精准,能够更好地保护周围正常的神经组织。术中应注意:①高颈段椎管内肿瘤毗邻延髓,因而暴露时应特别小心,对肿瘤达 C1 平面及以上者,应咬除相应的椎板及枕骨大孔后缘^[4]。在脊髓背侧切开时,严格沿后正中沟无血管区切开,对位于脊髓背外侧的肿瘤,手术容易显露,可在肿瘤起始端或尾端暴露病灶,由肿瘤上极或下极向另一端分离与脊髓之间的粘连,整块切除肿瘤^[2]。对于腹侧肿瘤,可先切断齿状韧带,以增加显露,避免强行牵拉而损伤脊髓甚至延髓,必要时还可切断脊神经。切除髓外硬膜下哑铃形肿瘤时,应按先椎管内、后椎管外的顺序切除肿瘤,在良好地显露肿瘤的同时,尽量少牵拉脊髓^[2]。此外,若肿瘤与周围正常组织界限不清,不可一味要求完全切除,可行部分切除或椎管减压术^[5]。②高颈段椎管内外静脉丛丰富,术中出血较多时,可在直视下用明胶海绵压迫止血,切忌在椎间孔内盲目电灼,以免损伤椎动脉。分离和切除肿瘤时,应尽量轻柔,谨防吸引器误伤脊髓,出血时,应少用电凝或使用较低功率的滴水电凝,以减少电凝热传导损伤脊髓^[4]。同时,术中可用棉片对脊髓组织进行保护,并避免持续牵拉和压迫脊髓。对于较大肿瘤应分块切除,包绕椎动脉的肿瘤视情况不必强求完全切除,以免损伤椎动脉。③肿瘤切除后,需严密缝合硬脊膜,以防止脑脊液漏^[2]。若脊髓水肿致张力较高或硬脊膜缺损,可取人工硬脊膜修补或做减张缝合,后行椎板复

位^[5]。通常高位颈段椎管内肿瘤术中多需切除寰椎后弓及部分枕骨,术后容易发生寰枢半脱位或脱位,导致颈椎不稳或畸形,因此切除椎板范围过广或切除关节突过多时,需融合相应颈椎、固定植骨等,重建枕颈区域的稳定性。对于年龄小、颈肌较弱的女性,稳定脊柱更是有必要的^[5]。④对高位颈椎管内肿瘤的手术,特别是延髓受累者,术中应特别注意对循环功能的监测,术中与麻醉医生密切配合,避免术后出现呼吸循环功能障碍。

3.3 电生理监测及术中超声的应用 神经电生理监测辅助手术切除肿瘤、保护脊髓功能^[6,10]。常用的术中神经电生理监测方法包括 SEP、MEP 和术中神经根监测等。SEP 能够反映脊髓感觉传导通路的完整性,而 MEP 则能揭示运动传导束的功能情况。术中通常采用 SEP 和 MEP 联合监测,同时记录四肢的 SEP 和 MEP,将记录结果互相参照,认真分析监测结果,不仅能显著提高手术监测的敏感性和特异性^[8,9],而且能更加全面地了解脊髓及神经根的功能状态,使手术更加精准,从而避免对神经结构造成不必要的损伤。但术中电生理监测易受到麻醉剂、肌松剂、血压变化以及外部环境变化等因素影响,因此当术中神经电生理监测预警时,应立即停止手术操作,鉴别原因,并对操作手法或手术方案进行调整^[11]。合理使用术中超声可实时精确指导椎管内髓内肿瘤的切除^[12,13]。术中超声可在硬脊膜剪开之前定位病变,辅助确定椎板切除范围、硬脊膜剪开位置长度、纠正病变移位,并指导脊髓切开的部位等^[7]。在肿瘤切除过程中,超声可以辅助判断病变的性质,鉴别肿瘤和水肿,探查肿瘤边界,了解肿瘤周边的血管分布,避免损伤正常血管,并结合术中电生理监测对肿瘤进行更加精准的切除,以保护脊髓功能^[6,14]。

3.4 术后处理 术后需要注意以下四点:①术后应进行头颈胸的颈托固定,保持头、颈、胸的轴线,避免颈部过度扭转、屈曲或过伸;此外,呼吸机麻痹也是术后主要并发症之一,因此,需要加强呼吸监护,防止呼吸困难或停止,必要时可采用呼吸机辅助呼吸。②常规采用激素、脱水剂等来降低脊髓水肿和损伤反应,改善脊髓术后的呼吸和循环功能^[2]。③术后需要加强监护,预防肺部感染。④根据肿瘤的性质,术后给予相应的放化疗,并保持定期随访。

总之,高颈段椎管内肿瘤因位置特殊,手术风险相对较高,难度大,显微手术要求高,电生理监测及术中超声可用于术中指导,提高手术安全性,能够广泛应用于高颈段椎管内肿瘤尤其是髓内肿瘤的显微

手术治疗。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2022 年 4 月 10 日经中部战区总医院伦理委员会审批,批号为 20220402。

【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】:韦可负责收集资料、数据分析、撰写论文及修改论文;杜威、杨柳、夏敏负责收集资料、数据分析;吕丽辉负责电生理监测;莫雪红负责术中超声监测;姚国杰负责研究设计、修改论文及最后定稿。

【参考文献】

[1] HAN H. Clinical Characteristics and Prognosis Analysis of Upper Cervical Spinal Cord Tumors [D]. Tianjin Medical University, 2014.
韩 浩. 高颈段椎管肿瘤的临床特点及预后分析[D]. 天津医科大学, 2014.

[2] YANG L, ZHAO HY, ZHAO JS, *et al.* Microsurgical treatment of intraspinal tumors in the upper cervical region [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2008, 13(9): 517-519.
杨 林, 赵洪洋, 赵甲山, 等. 高颈段椎管内肿瘤的显微外科治疗[J]. 中国临床神经外科杂志, 2008, 13(9): 517-519.

[3] LEDBETTER LN, LEEVER JD. Imaging of intraspinal tumors [J]. Radiol Clin North Am, 2019, 57(2): 341-357.

[4] ZHU CM, ZHANG W, ZHANG DM, *et al.* Microsurgical treatment of tumors at the craniocervical junction and high cervical spinal cord [J]. Chin J Neurosurg Dis Res, 2013, 12(6): 553-555.
朱成明, 张 伟, 张德明, 等. 颅颈交界处及高位颈髓肿瘤的显微外科手术治疗[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2013, 12(6): 553-555.

[5] DENG Y, WU XW, FEI QY, *et al.* Microsurgical treatment of intraspinal tumors in the high cervical region [J]. Chin J Minim Invasive Surg, 2007, 13(7): 651-652.
邓 勇, 吴习威, 费勤勇, 等. 高位颈段椎管内肿瘤的显微手术治疗[J]. 中国微创外科杂志, 2007, 13(7): 651-652.

[6] TASKIRAN E, BRANDMEIER S, OZEK E, *et al.* Multimodal intraoperative neurophysiological monitoring in spinal cord surgery [J]. Turk Neurosurg, 2017, 27(3): 436-440.

[7] IVANOV M, BUDU A, SIMS- WILLIAMS H, *et al.* Using Intraoperative ultrasonography for spinal cord tumor surgery [J]. World

Neurosurg, 2017, 97: 104-111.

[8] VERLA T, FRIDLEY JS, KHAN AB, *et al.* Neuromonitoring for Intramedullary spinal cord tumor surgery [J]. World Neurosurg, 2016, 95: 108-116.

[9] KORN A, HALEVI D, LIDAR Z, *et al.* Intraoperative neurophysiological monitoring during resection of intradural extramedullary spinal cord tumors: experience with 100 cases [J]. Acta Neurochir (Wien), 2015, 157(5): 819-830.

[10] JIANG W, LI CX, LEI ZW, *et al.* Application of neuroelectrophysiological monitoring in microsurgical resection of intramedullary spinal cord tumors [J]. Chin J Minim Invasive Neurosurg, 2013, 18(6): 244-246.
蒋 伟, 李朝曦, 雷琢玮, 等. 神经电生理监测在脊髓髓内肿瘤显微切除术中的应用[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2013, 18(6): 244-246.

[11] HAO M, ZHAO HY. Analysis of microsurgical treatment outcomes and factors related to axial symptoms in high cervical intraspinal tumors [J]. Chin J Brain Dis Rehabil (Electr Ed), 2015, 5(5): 307-312.
郝 鸣, 赵洪洋. 高颈段椎管内肿瘤显微手术治疗效果及轴性症状相关因素分析[J]. 中华脑科疾病与康复杂志(电子版), 2015, 5(5): 307-312.

[12] SHAMOV T, EFTIMOV T, KAPRELYAN A, *et al.* Ultrasound-based neuronavigation and spinal cord tumour surgery—marriage of convenience or notified incompatibility [J]. Turk Neurosurg, 2013, 23(3): 329-335.

[13] CHENG HW, XIAO J, FENG CG, *et al.* Application of neuroelectrophysiological monitoring and ultrasonic techniques in microsurgical operations for intramedullary spinal cord tumors [J]. Chin J Minim Invasive Neurosurg, 2010, 15(6): 245-247.
程宏伟, 肖 瑾, 冯春国, 等. 神经电生理监测和超声技术在脊髓髓内肿瘤显微手术中的应用[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2010, 15(6): 245-247.

[14] ZHAO K, ZHANG SJ, GUO C, *et al.* Intraoperative ultrasonography combined with neuroelectrophysiological monitoring in microsurgical treatment of intramedullary spinal cord tumors in the high cervical region [J]. Chin J Microsurg, 2019, 42(3): 250-253.
赵 恺, 张所军, 郭 超, 等. 术中超声联合神经电生理监测辅助高位颈段脊髓髓内肿瘤显微手术治疗[J]. 中华显微外科杂志, 2019, 42(3): 250-253.

(2024-09-09 收稿, 2024-11-13 修回)