·短篇论著·

显微外科技术结合术中神经电生理监测在臂丛神经鞘瘤治疗中的应用

荣醒　张松　陈步国

【摘要】 **目的**　探讨应用显微外科技术结合术中神经电生理监测在臂丛神经鞘瘤手术治疗中的疗效。**方法**　回顾性分析2018年1月至2024年6月我科收治的臂丛神经鞘瘤患者13例，男5例，女8例；年龄28～87岁，平均50.7岁；病程最短7天，最长15年，平均3.8年；左侧8例，右侧5例；臂丛上干1例，中干2例，下干1例，胸1神经根1例，束支部8例。3例患者仅发现局部肿块，无神经症状，10例患者存在局部酸胀、肢体麻木或无力症状。术中应用显微外科技术显露神经鞘瘤后，在神经电生理监测下确定安全区，显微切除肿瘤。术后通过定期门诊和微信电话等方式随访，记录患者感觉、肌力、肿瘤复发情况。根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准评估肢体功能。**结果**　13例患者均完全切除肿瘤。3例术前无神经症状患者术后均出现神经支配区感觉麻木，10例术前有症状患者术后有2例出现神经支配区感觉麻木症状加重，术后予营养神经药物对症治疗，术后3个月5例患者麻木症状均缓解。随访6～48个月，平均20个月，13例患者术后临床症状均得到缓解，均未发现肿瘤复发。根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准评估均为优。**结论**　显微外科技术结合神经电生理监测切除臂丛神经鞘瘤，本组患者术后未出现神经不可逆损伤并发症，手术治疗安全可行，但其相对优势尚需对照研究证实。

【关键词】 显微外科技术；臂丛；神经鞘瘤；神经电生理监测

神经鞘瘤是常见的周围神经良性肿瘤，早期肿瘤较小，无神经压迫症状，但随着肿瘤增大压迫神经，手术风险相对增加，故主张确诊后尽早手术切除[1]。但臂丛神经鞘瘤临床较少见，且臂丛解剖结构较复杂，神经束及周围大血管较多，手术难度大，手术易造成神经损伤，遗留神经功能障碍。如何提高手术的安全性，降低手术并发症发生率，一直是临床医生关注的问题。本研究回顾性分析我科收治的臂丛神经鞘瘤患者，术中在显微外科技术及神经电生理监测下进行肿瘤切除，探讨该方法的临床疗效。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准：①经过临床体格检查，诊断必须符合臂丛神经鞘瘤的诊断标准；②术前均行超声及MRI检查符合神经鞘瘤影像学诊断；③均行臂丛神经鞘瘤切除手术；④术后随访≥6个月；⑤末次随访影像资料完整。排除标准：①病理或影像诊断非神经鞘瘤患者；②合并其他恶性肿瘤患者；③既往曾接受过臂丛神经手术者。

二、一般资料

本研究纳入13例患者，男5例，女8例；年龄28～87岁，平均50.7岁；病程最短7天，最长15年，平均3.8年；左侧8例，右侧5例。肿瘤位置：臂丛上干1例，中干2例，下干1例，胸1神经根1例，束支部8例。3例患者仅发现局部肿块，无神经症状，10例患者存在局部酸胀、肢体无力或肢体麻木症状（表1）。13例患者神经干途径上可触及圆形或椭圆形质韧包块，肿瘤表面光滑，与周围组织界线清楚，按压或叩击包块时Tinel征为阳性。术前常规行神经超声检查，肿瘤两端均见“鼠尾征”，肿瘤内部回声不均匀；MRI检查肿瘤包膜完整、束状征及包膜下囊变，诊断为神经鞘瘤。

三、手术方法

所有手术均由同一位主刀医师操作，均采用全身麻醉。

表1　13例患者一般资料

序号	性别	年龄/岁	侧别	发病时间	肿瘤部位	大小/mm³	神经及局部症状
1	男	87	右	15年	内侧束尺神经	31×20×26	环小指麻木
2	男	46	左	1个月	后束桡神经	100×46×64	手背麻木、疼痛
3	女	28	左	7天	下干	23×15×24	肩部、胸前疼痛
4	女	68	左	8年	中干	25×16×28	中指麻木
5	女	63	左	5年	胸1	38×27×34	前臂内侧环指麻木
6	女	34	左	5个月	中干	24×18×30	无症状
7	男	72	右	2个月	外侧束	57×41×53	无症状
8	女	29	左	15天	上干	35×23×45	上臂麻木
9	女	59	左	15年	后束桡神经	101×48×58	手背麻木
10	女	28	右	7天	外侧束	50×44×56	屈肘无力
11	男	64	左	1年	外侧束	42×17×22	屈肘无力
12	男	46	右	3个月	外侧束	20×15×16	手桡侧麻木
13	女	35	右	1个月	内侧束正中神经	22×14×14	无症状

DOI：10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.013
作者单位：徐州仁慈医院手外科，江苏徐州 221000
通信作者：陈步国，E-mail：chenbuguo@163.com

根据肿瘤部位切口选择锁骨上或锁骨下切口，如肿瘤较大超过锁骨，则采取锁骨上下联合切口（不切断锁骨）。术中显露肿块后发现13例患者的肿瘤均位于神经外膜内，居于神经干中央，呈圆形或椭圆形，将神经干压扁或呈透明状。根据在神经电生理刺激下有无肌肉收缩确定安全区，采用德国徕卡M525F50显微镜放大20倍视下用显微剪在神经束间隙纵行切开神经鞘瘤外周的包膜（图1 a），然后钝性分离包裹肿瘤的包膜，完整剥除肿瘤（图1 b）。在行肿瘤包膜切除时，术中采用NDI-093-便携式肌电图诱发电位仪（海神联合医疗器械有限公司，中国）行神经电生理检测，观察有无远端肌肉收缩，判断包膜内有无神经束，避免神经损伤。术后所有的肿瘤组织均送病理检查。

四、术后随访

术后予消肿、营养神经及对症治疗。患者于术后10天拆线，告知患者早期功能锻炼相关知识。患者出院后1、3、6个月常规门诊复查并行神经超声检查，之后每12个月复查1次，并建立随访档案，重点关注患肢感觉恢复、肌力有无变化、肿瘤有无复发。根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准评估肢体功能[2]。

结　果

13例患者术后病理检测均确诊神经鞘瘤。术后随访6～48个月，平均20个月。3例术前无神经症状患者术后均出现神经支配区感觉麻木，10例术前有症状患者术后有2例出现神经支配区感觉麻木症状加重，术后予营养神经药物对症治疗，术后3个月5例患者麻木症状均缓解。末期随访13例患者术后肢体肌力感觉均恢复正常。末次随访常规复查神经彩超或MRI，均未发现肿瘤复发。根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准评估均为优。

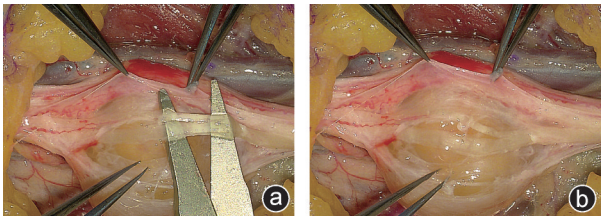

图1　神经束与神经鞘瘤关系　a：剪刀挑起的为神经束；b：于神经束间隙分离包膜。

典型病例见图2，患者，女，28岁，因发现左颈部肿物7天入院。超声提示左臂丛下干23 mm×15 mm×24 mm椭圆形低回声肿物，两端见“鼠尾征”，肿物内部回声不均匀，诊断神经鞘瘤。患者左上肢感觉及运动查体均无异常，仅肩部、胸前疼痛。完善相关检查后于全麻下行左臂丛神经肿瘤切除，术中显微镜下分离肿瘤，见肿瘤来自臂丛下干（图2 b），完整切除肿瘤见包膜残留，拟行包膜切除，切除前于包膜处行神经电刺激见患者手内肌有明显收缩动作，确定包膜内含有神经束（图2 e），予以保留该包膜。

讨　论

颈部因其有大血管、臂丛神经、淋巴等重要组织，解剖结构较为复杂，故颈部肿瘤外科手术治疗风险较高、并发症较多。臂丛神经原发性肿瘤临床较为罕见，占上肢所有肿瘤的5%[3]。神经鞘瘤早期生长缓慢，临床表现隐匿，多为无痛性包块，只有当肿瘤增大进一步压迫神经，则会导致肢体麻木、无力[4]。在臂丛神经瘤患者中，感觉障碍比运动障碍要更常见。本研究臂丛神经鞘瘤患者中临床症状与之相似[5]，有的甚至带瘤生活10余年。神经鞘瘤术前活检并发症发生率较高，并且活检会增加神经损伤并发症风险[6]，因此不建议术前对肿瘤行针刺检查。近年来，医疗设备不断更新发展，MRI 3D重建技术不仅能定位肿瘤生长来源[7-8]，并可鉴别臂丛神经源性肿瘤及评估肿瘤与臂丛神经及其周边组织关系，

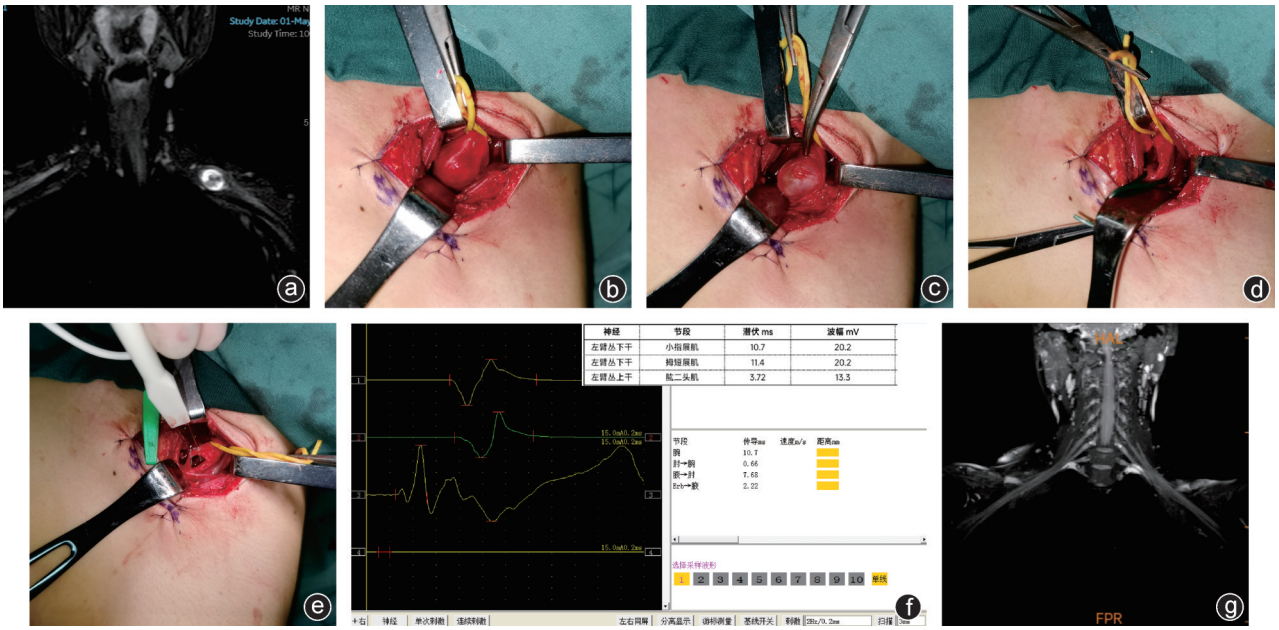

图2　典型病例围手术期图片资料　a：术前MRI；b：显露肿瘤来自臂丛下干（黄色彩条牵拉）；c：剥离肿物情况；d：完整剥离肿瘤后臂丛下干（黄色彩条牵拉）；e：电极挑起的包膜内确定含有神经束；f：术中切除肿瘤后神经电刺激靶肌肉；g：术后3年随访复查MRI肿瘤未复发。

为手术治疗提供重要的参考价值[9]。

臂丛神经源性肿瘤以神经鞘瘤和神经纤维瘤多见，两种神经性肿瘤生长方式不同，手术效果也不同。神经纤维瘤因神经束贯穿瘤体，难以分离神经，通常将肿瘤和贯穿瘤体神经一并切除造成神经缺损，且臂丛神经平面较高，神经距离靶肌肉较远，尽管再行神经束组移植，但很难完全恢复神经正常功能。神经鞘瘤在臂丛神经源性肿瘤中较为常见[10]，是源自神经中雪旺细胞的良性周围神经肿瘤，多为偏心性生长，神经束通常不经过瘤体。理论上按照其生长方式，可完整剥除肿瘤而不损伤神经，不会造成肢体功能障碍。早期术者操作多以肉眼下剥离肿瘤，但神经束细小，肉眼无法辨别，经验不足的医生容易损伤这些神经纤维，导致神经损伤引起肢体运动功能及感觉障碍。随着显微外科技术的发展，有学者在显微外科技术辅助下剥离神经鞘瘤取得良好疗效[11]，其能够在精确切除肿瘤的同时有效保护神经功能，展现出独特的优势。但若对肿瘤全切除，包括肿瘤包膜切除，可降低肿瘤复发率，并且最大程度保护神经功能[12]，但目前无法通过肉眼及光学显微镜鉴别包膜内是否含有神经束，缺少客观判断依据，这时术中神经电生理的监测起到至关重要的作用[13]。

我们常规手术解剖臂丛神经至神经肿瘤处，在20倍放大镜下分离肿瘤，于神经束之间的间隙平行神经束走行锐性切开肿瘤包膜，然后钝性分离肿瘤包膜，至完整剥除肿瘤。在行肿瘤包膜切除前，行神经电生理检测判断有无远端肌肉收缩，确定包膜内是否含有神经束。几乎可在不损伤神经的情况下尽可能完整剥离肿瘤及其包膜，显著降低术后神经损伤风险[14]。理论上将肿瘤及其包膜完整切除复发率最低，但因神经纤维常被挤压在包膜表面，分离时损伤神经风险较高。Chen等[15]报道36例患者术中神经监测保护下行肿瘤和全包膜切除，术后仍有9名患者术后出现不同程度的神经功能障碍，但经6个月保守治疗后自行恢复。也有日本学者报道应用显微外科技术，不切除包膜术后随访1年未出现肿瘤复发[16]。

Lee等[17]报道19例患者，其中3例在术后即刻出现感觉改变，2例患者出现运动障碍。本研究患者术后并发症只出现一过性的神经麻木，无肌力下降，经营养神经保守治疗3个月后好转。神经麻痹是最常见的术后并发症，可能与术中牵拉刺激等操作引起。因我们的方法无法实现对感觉神经的辨别和监护，也有可能因为我们在切除包膜时包膜内含有感觉神经束，导致这5例患者术后出现了感觉异常。由于感觉神经支配区域有重叠[18]，少许感觉束支损伤的麻木区域经过一段时间可得到恢复。本研究患者术中因在显微镜下操作且结合神经电生理监测未出现神经不可逆并发症，尽可能地保护了神经功能，充分体现了术中显微外科技术和神经电生理监测的重要性。

臂丛神经鞘瘤临床较少见，但手术治疗对临床医师具有较高的挑战性，只有充分了解臂丛神经解剖特点及神经鞘瘤的病理特点，结合术前超声及磁共振充分评估，术中结合神经电生理及显微镜才能安全、完整地切除肿瘤，减少手术并发症的发生。

参 考 文 献

[1] Wilson TJ, Hamrick F, Alzahrani S, et al. Analysis of the effect of intraoperative neuromonitoring during resection of benign nerve sheath tumors on gross-total resection and neurological complications[J]. J Neurosurg, 2021, 135(4): 1231-1240.

[2] 潘生德, 顾玉东, 侍德. 中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准[J]. 中华手外科杂志, 2000, 16(3): 130.

[3] Jia X, Yang J, Chen L, et al. Primary brachial plexus tumors: clinical experiences of 143 cases[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2016, 148: 91-95.

[4] Magro G, Broggi G, Angelico G, et al. Practical approach to histological diagnosis of peripheral nerve sheath tumors: an update[J]. Diagnostics (Basel), 2022, 12(6): 1463.

[5] Go MH, Kim SH, Cho KH. Brachial plexus tumors in a consecutive series of twenty one patients[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 52(2): 138-143.

[6] Perez-Roman RJ, Shelby Burks S, Debs L, et al. The risk of peripheral nerve tumor biopsy in suspected benign etiologies[J]. Neurosurgery, 2020, 86(3): E326-E332.

[7] Dubuisson A, Reuter G, Kaschten B, et al. Management of benign nerve sheath tumors of the brachial plexus: relevant diagnostic and surgical features. About a series of 17 patients (19 tumors) and review of the literature[J]. Acta Neurol Belg, 2021, 121(1): 125-131.

[8] 倪晓, 李培丰, 林晓克, 等. 术前MRI 3D重建定位结合术中肌电监测技术治疗臂丛神经鞘瘤[J]. 中华手外科杂志, 2020, 36(4): 287-289.

[9] 吕银章, 孔祥泉, 刘定西, 等. 3.0T磁共振在臂丛神经成像中的应用研究[J]. 中华手外科杂志, 2011, 27(3): 153-155.

[10] Kim DH, Murovic JA, Tiel RL, et al. A series of 397 peripheral neural sheath tumors: 30 - year experience at Louisiana State University Health Sciences Center[J]. J Neurosurg, 2005, 102(2): 246-255.

[11] 陈伟健, 王培吉, 左志诚, 等. 应用显微外科技术治疗周围神经鞘瘤13例[J]. 中华显微外科杂志, 2014, 37(4): 388-390.

[12] Guha D, Davidson B, Nadi M, et al. Management of peripheral nerve sheath tumors: 17 years of experience at Toronto Western Hospital[J]. J Neurosurg, 2018, 128(4): 1226-1234.

[13] Lee DY, Chi JY, Seok J, et al. Feasibility of brachial plexus schwannoma enucleation with intraoperative neuromonitoring[J]. Clin Exp Otorhinolaryngol, 2020, 13(2): 203-208.

[14] Montano N, D'Alessandris QG, D'Ercole M, et al. Tumors of the peripheral nervous system: analysis of prognostic factors in a series with long-term follow-up and review of the literature[J]. J Neurosurg, 2016, 125(2): 363-371.

[15] Chen J, Dong X, Cao S, et al. Microsurgical encapsulated resection of brachial plexus schwannoma with intraoperative neuromonitoring to preserve neurological function: 36 cases report and literature review[J]. BMC Surg, 2025, 25(1): 133.

[16] Akazawa T, Sekido M, Nakayama Y. Microsurgical intercapsular resection schwannoma without severing nerve fibers: a technique of using only 2 freer dissectors[J]. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2025, 13(4): e6703.

[17] Lee HJ, Kim JH, Rhee SH, et al. Is surgery for brachial plexus schwannomas safe and effective[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(6): 1893-1898.

[18] Vučemilo L, Lajtman Z, Mihalj J, et al. Brachial plexus schwannoma - case report and literature review[J]. Acta Clin Croat, 2018, 57(2): 366-371.

（收稿日期：2026-01-26）
（本文编辑：龚哲妮）

引用格式

荣醒, 张松, 陈步国. 显微外科技术结合术中神经电生理监测在臂丛神经鞘瘤治疗中的应用[J]. 骨科, 2026, 17(5): 480-482. DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2026.05.013.