

·综述·

胫神经分支切断术治疗脑卒中后痉挛性马蹄内翻足

高正玉^{1a}, 吴继霞^{1b}, 方勇²

作者单位
1. 青岛大学附属医院 a. 康复医学科, b. 产科
山东 青岛 266555
2. 海阳市人民医院
骨科
山东 海阳 265100
收稿日期
2017-12-07
通讯作者
方勇
0532gzheng@163.com

摘要 痉挛性马蹄内翻足(SEF)是影响脑卒中患者步行功能的最常见原因,有效的治疗 SEF 对改善卒中患者移动能力有重要意义。本文综述了胫神经运动分支切断治疗马蹄内翻足的历史、作用机制、手术技术及常见并发症的处理。
关键词 脑卒中; 痉挛性马蹄内翻足; 胫神经
中图分类号 R741; R741.05; R743 **文献标识码** A **DOI** 10.16780/j.cnki.sjssgncj.2018.04.011

痉挛性马蹄内翻足(spasticity equinovarus foot, SEF)是卒中后偏瘫患者最常见的下肢畸形,发生率约18%^[1],其畸形包括:马蹄、内翻(前足内翻或后足内翻)、足趾屈曲、踝阵挛或上述几种的组合。SEF影响站立相患足位置摆放,导致平衡障碍,跌倒风险增加,摆动相患侧胫骨前移困难,步幅减小,足离地困难。踇长屈肌、趾长屈肌、趾短屈肌痉挛,可导致疼痛性足趾屈趾,趾腹和趾背胼胝形成^[2]。严重的 SEF 可导致患者膝关节反曲,足踝部皮肤破损,导致残疾^[3]。SEF 的治疗措施包括牵伸训练、石膏固定,足踝支具、口服抗痉挛药物、神经溶解术、肉毒毒素局部注射、痉挛肌腱的切断或延长术、神经分支切断术等。胫神经分支选择性切断见效快、疗效确切、作用时间长,在临床中得以推广和应用。

1 胫神经运动分支切断术历史

胫神经运动分支切断术治疗 SEF 由 Stoffel^[4]在 1912 年首先提出。由于当时切断神经选择性不高,导致术后足部感觉障碍而限制了其应用,口服抗痉挛药物及化学去神经疗法得到充分发展。1972 年 Gros^[5]应用显微外科技术及术中电刺激来识别运动神经分支,使胫神经切断术选择性大大提高,减少了对感觉神经的损伤,胫神经切断术重新在临床中得以应用。

2 胫神经运动分支切断术作用机制

神经运动分支部分切断消除了肌肉本体感受器的传入神经冲动,破坏了导致痉挛的单突触反射的反射弧,同时去除了α运动神经元的运动冲动传出,使痉挛肌肉力量下降^[6],从而恢复肢体肌肉力量平衡。Buffenoir 等^[7]认为神经分支切断术消除了肌梭神经纤维传入冲动从而降低肌肉的兴奋性,是神经运动分支切断术主要的作用机制,并且神经切断后 H 反射波幅降低,特别是 H/M 比值降低,且维持较长时间,从而证实了神经分支切断可降低相关肌肉兴奋性。神经生理学研究证实,胫神经神经运动分支切断术后,H/M 比值持久减低的同时伴随肌牵张反射降低,说明神经运动分支切断可以长时间地

缓解痉挛^[8]。
Kim 等^[6]推荐切除胫神经至腓肠肌、比目鱼肌的神经分支,从而减轻踝阵挛和马蹄足,切除胫骨后肌神经分支,消除了足内翻,切除至足趾的神经分支,消除爪形趾畸形。根据足踝部存在的不同畸形,确定相应的责任肌肉,并根据相应肌肉的运动分支支配情况,切除胫神经相应的运动分支,解除相关肌肉的痉挛与异常张力。

3 胫神经运动分支切断术手术方法

3.1 适应证

胫神经运动神经分支切断术适应证主要为,患者原发疾病导致的神经损害已经稳定,所有抗痉挛药物无效或不能耐受其副作用,足够疗程的康复训练效果不佳。脑卒中半年以后,此时肢体痉挛已进入平台期,自行恢复可能性较小,对各种保守治疗无效或复发的 SEF,为胫神经选择性运动分支切断的适应证。合并肌肉挛缩的患者不适宜行胫神经运动分支切断^[9],或行神经运动分支切断时,需同时行肌腱延长。

胫神经运动分支切断术的治疗目标为消除踝阵挛,减弱导致肌肉力量不平衡的异常肌肉张力或痉挛,提高站立时的稳定性和穿鞋舒适性,减少支具的应用或便于应用支具,减轻疼痛,治疗因马蹄内翻足导致的足部皮肤破溃,恢复行走功能^[3]。

3.2 责任肌肉选择

依据于临床检查及术前麻醉试验,来确定切断的相应运动神经分支及其切除程度。术前详尽的运动功能分析是进行胫神经运动分支切断术的重要环节,其目的是明确导致足踝部肌肉力量不平衡的痉挛肌肉,从而确定相应的运动神经分支。评估的方法包括静态和运动状态下足的姿势,如果患者存在马蹄足,则可能为腓肠肌、比目鱼肌痉挛或张力增高。Silverskiold 实验是区分腓肠肌和比目鱼肌张力增高简单可靠的方法,如患者伸直膝关节时马蹄足明显,屈膝时减轻,则提示主要为腓肠肌张力增高;如屈膝时踝关节背伸无改善,提示腓肠肌、比目鱼肌均有张力增高。如存在后足的内翻,则可能

为胫骨后肌痉挛;如果是前足内翻,考虑是胫骨前肌痉挛所致;如存在踇趾、足趾的屈曲则可能为屈趾肌、屈踇肌痉挛所致。

对于痉挛程度的检查包括 Ashworth 评分、Tardieu 评分、踝阵挛评分。术前行胫神经分支选择性阻滞,不仅可以明确导致足踝部畸形的肌肉,同时可以在一定程度上模拟手术效果,并且可以区分痉挛和挛缩在畸形形成因素中所占的比重。Deltombe 等^[10]报道,卒中患者行胫神经运动分支阻滞术后性胫神经运动分支选择性切断,在患者术后 2 年的随访时间,证实胫神经运动分支阻滞同胫神经运动分支切断术,在痉挛(Ashworth 分级)、步态参数方面的结果类似,说明胫神经运动分支阻滞可预测胫神经运动分支切断术后的治疗效果。胫神经阻滞的定位方法包括根据解剖结构定位、CT 引导定位^[11];由于胫神经运动分支细小,影像学难以识别,因此应该同时行电刺激予以确认。应用电刺激确认神经分支的电流强度为 0.1 mA,刺激时间为 0.1 ms,刺激频率为 1 Hz,诱发相应肌肉的收缩^[12]。Decq 等^[12]认为当刺激电流小于 0.3 mA 可引起相应肌肉收缩时,认为针尖已同神经相接触。

药物选择为 0.5~1 mL 2% 利多卡因^[13],A 类纤维对利多卡因更敏感,或 1 mL 1% 依替卡因^[11]。依替卡因对运动神经的阻滞优于感觉神经^[14]。麻醉药物神经阻滞起效后,再次分析患者足踝部静态及运动时畸形矫正情况,从而明确不同肌肉导致足踝部运动障碍所起的作用及其所占比重。

对相关肌肉的运动分析,显示比目鱼肌在痉挛性马蹄足发病机制的作用中明显大于腓肠肌^[12,13]。Decq 等^[15]证实 75% 的患者痉挛性马蹄足是单独由比目鱼肌痉挛导致的,仅 12.5% 的患者主要由腓肠肌引起。神经阻滞术后对踝关节的运动分析也证实,比目鱼肌运动分支阻滞后,痉挛评分明显降低,而腓肠肌运动神经分支阻滞后,痉挛改善不明显^[12]。肌电图研究发现 H/M 比值在比目鱼肌运动分支阻滞或腓肠肌外侧头阻滞降低,而在腓肠肌内侧头阻滞无明显变化^[13],提示腓肠肌内侧头在腓肠肌痉挛中所占比重较大。

Deltombe 等^[9]证实神经阻滞和神经切断术后所有的评价指标相似,从而说明神经阻滞术后功能的改善可预测神经切断术后肢体功能的改善程度,并认为至少切除神经分支的 50%,方能实现跟诊断性麻药阻滞实验相同的神经生理学改变。

对内翻足的运动分析显示,胫骨后肌并不总是导致足内翻的原因,摆动相胫骨前肌收缩合并小腿三头肌痉挛,腓骨肌激活减弱,有时合并腓长伸肌不恰当的激活,也可导致足内翻^[16]。对于合并胫骨前肌痉挛的马蹄内翻足,胫骨前肌部分外移是较好的选择。

3.3 胫神经切断术手术操作

胫神经运动分支切断一般选取全身麻醉,但为避免肌肉松弛剂对术中神经分支电刺激的影响,在全麻诱导期过后,不应再使用肌肉松弛剂^[17]。切口的选择可以纵切口,也可以横切口^[3],但对于需要显露胫骨后肌、腓长屈肌、趾长屈肌运动分支,应使用腓窝纵切口显露。

基于术中电刺激观察,切除范围变化较大,50%~90%神

经分支被切断^[18]。Deltombe 等^[19]建议切除一半运动神经纤维足以彻底去除痉挛,而不会引起肌肉力量的过多丧失。Bleyenheuft 等^[20]认为切断 75%~80% 的比目鱼肌的上支及其下支。保留 1/5 运动神经分支就可以避免运动功能的丧失和肌肉萎缩^[21]。运动神经分支切除长度为 5~10 mm,剩余神经纤维束是否切除根据近端神经电刺激的反应来决定,直到刺激近端神经运动反应明确减小为止^[12],为防止神经纤维长入远断端,近断端采用双极电凝进行处理,防止形成增生性神经瘤。

术中切除后的评测采用刺激切除近断端来判定运动分支的传入功能,刺激切除的远端段来判定运动分支的运动功能。Decq 等^[12]认为先切除大约一半的神经纤维束,切除长度约 5~10 mm,剩余神经纤维束的切除根据近端神经电刺激的反应来决定是否继续切除,直到刺激近端神经运动反应明确减小为止,通常至少切除 4/5 神经纤维才能有效解除痉挛。但手术期间对踝阵挛的监测仍然是最好的手段。神经运动分支切断的比例不固定,术中应反复电刺激,消除肌肉痉挛最小的切除比例为佳。术中电刺激可明确导致痉挛的相关肌肉,并且决定神经切除的范围,避免过度切除导致的肌肉无力的发生^[22]。

3.4 术后处理

胫神经运动分支切断术后需要检查患者足底有无感觉减退或感觉敏感,及早发现术中有无对胫神经主干内感觉神经纤维束的干扰。患侧肢体不需要制动,术后第 2 天患者就可下床活动。术后继续康复训练,包括肢体牵张训练、站立及步行训练。

3.5 胫神经运动分支切断术的疗效

Buffenoir 等^[7]报道,胫神经运动分支部分切断在痉挛患者可长期缓解肌肉的过度活跃,并减轻踝关节跖屈肌肉僵硬,对运动神经的传出功能无长期影响。Sindou 等^[23]报道 62 例胫神经切断患者,Ashworth 评分从 3.8 分降至 1.5 分,85% 的患者纠正了马蹄足,90% 的患者纠正了足内翻,77% 患者踝关节被动背伸改善,85% 患者踝关节主动背伸改善。Decq 等^[24]报道 110 例胫神经切断的患者,所有患者踝阵挛均消失,70% 患者膝反张消失,97% 患者足部稳定性改善,70% 患者足主动背伸改善,但是步速无改善。Buffenoir 等^[9]报道多中心前瞻性研究,55 例痉挛性马蹄足患者行神经切断治疗,马蹄足、牵张反射、踝关节被动活动度和步速都有改善。肉毒毒素治疗肢体痉挛已经被广泛接受,并在临床工作中得以应用,其缺点是作用时间较短,患者需要重复注射,价格昂贵。Bollens 等^[25]报道胫神经运动神经分支选择性切断术同肉毒毒素注射组相比,踝关节僵硬评分明显降低,2 组在步行周期中踝关节运动学明显改善,肌肉力量均无明显减弱。

3.6 手术并发症

神经切断术后早期的并发症发生率为 2%~9.1%,包括伤口愈合延迟、切口裂开、反射性交感神经营养不良、短暂去神经传入行疼痛、感觉缺失或神经病理性疼痛^[23]、神经病理性疼痛、感觉迟钝或感觉减退^[6,26]。感觉并发症几乎均发生于行胫骨后肌、趾长屈肌运动分支切断术的患者,尤其是解剖切除支配趾长

屈肌的神经纤维束^[23]。由于行上述操作时需要在胫神经主干内进行分离,导致对感觉神经纤维束的损伤,但上述并发症常常是短暂的,并且可用药物治疗。因此,术前要充分告知患者发生感觉障碍的可能,并避免在胫神经内分离切除趾长屈肌运动分支。

胫神经运动分支切断后痉挛的复发率并不高。Kevin等^[31]报道,10个月无痉挛复发。Decq等^[27]报道1年时痉挛的复发率为1%。原先痉挛复发的原因包括切除神经分支不充分或神经再生,神经再生的机制包括切断神经纤维的轴突再生,未切断神经纤维末梢的芽生^[27]。原先肌肉延长术时对神经切断的肌肉行组织学分析,显示增大的运动单位伴随神经再生过程^[28]。Roujeau等^[29]则认为胫神经运动分支切断术可长期缓解痉挛,因为神经再生必然包括运动神经残存轴突的再生,是杂乱无方向,从而痉挛不会复发。

4 总结

神经切断术的优点是术后即刻降低痉挛程度,患者可早期开始康复训练,而其他大多数骨科手术需要术后石膏固定,使早期康复训练难以实施^[30]。神经切断术的缺陷包括,对于肌腱、肌肉挛缩的患者,不适宜胫神经运动分支切断术。术前存在运动缺陷的患者,行神经分支切断术后,其运动功能也不可能得到提高^[24]。但由于痉挛肌肉张力降低,其拮抗肌功能可能得以改善。足部痉挛的减轻可改善整个下肢的张力。

胫神经运动分支切断术是安全、有效地处理足踝部痉挛或肌张力障碍所致功能损害的方法,且疗效持久。手术的关键为选择合适的患者、术前详尽的运动分析与评估确定切除的运动分支、术中通过电刺激确定切除神经纤维的合适比例,配合术后积极的康复训练,可取得较好的临床疗效。

参考文献

- [1] Verdié C, Daviet JC, Borie MJ, et al. Epidemiology of pes varus and/or equinus one year after a first cerebral hemisphere stroke: apropos of a cohort of 86 patients[J]. *Ann Readapt Med Phys*, 2004, 47: 81-86.
- [2] Keenan MA, Gorai AP, Smith CW, et al. Intrinsic toe flexion deformity following correction of spastic equinovarus deformity in adults[J]. *Foot Ankle*, 1987, 7: 333-337.
- [3] Buffenoir K, Roujeau T, Lapiere F, et al. Spastic equinus foot: Multicenter study of the long-term results of tibial neurotomy[J]. *Neurosurgery*, 2004, 55: 1130-1137.
- [4] Stoffel A. The treatment of spastic contractures[J]. *Am J Orthop Surg*, 1912, 10: 611-644.
- [5] Gros C. La chirurgie de la spasticité[J]. *Neurochirurgie*, 1972, 23: 316-388.
- [6] Kim JH, Lee JI, Kim MS, et al. Long-term results of microsurgical selective tibial neurotomy for spastic foot: comparison of adult and child[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2010, 47: 247-251.
- [7] Buffenoir K, Decq P, Hamel O, et al. Long-term neuromechanical results of selective tibial neurotomy in patients with spastic equinus foot[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013, 155: 1731-1743.
- [8] Roujeau T, Lefaucheur JP, Slavov V, et al. Long term course of the H reflex after selective tibial neurotomy[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2003, 74: 913-917.
- [9] Deltombe T, Jamart J, Hanson P, et al. Soleus H reflex and motor unit number estimation after tibial nerve block and neurotomy in patients with

- spastic equinus foot[J]. *Neurophysiol Clin*, 2008, 38: 227-233.
- [10] Deltombe T, Bleyenheuft C, Gustin T. Comparison between tibial nerve block with anaesthetics and neurotomy in hemiplegic adults with spastic equinovarus foot[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2015, 58: 54-59.
- [11] Deltombe T, De Wispelaere JF, Gustin T, et al. Selective blocks of the motor nerve branches to the soleus and tibialis posterior muscles in the management of the spastic equinovarus foot[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85: 54-58.
- [12] Decq P, Filipetti P, Cubillos A, et al. Soleus neurotomy for treatment of the spastic equinus foot[J]. *Neurosurgery*, 2000, 47: 1154-1160.
- [13] Buffenoir K, Decq P, Lefaucheur JP. Interest of peripheral anesthetic blocks as a diagnosis and prognosis tool in patients with spastic equinus foot: a clinical and electrophysiological study of the effects of block of nerve branches to the triceps surae muscle[J]. *Clin Neurophysiol*, 2005, 116: 1596-1600.
- [14] Bromage PR, Datta S, Dunford LA. Etidocaine: An evaluation in epidural analgesia for obstetrics[J]. *Can Anaesth Soc J*, 1974, 21: 535-545.
- [15] Decq P, Cuny E, Filipetti P, et al. Role of soleus muscle in spastic equinus foot [letter]. *Lancet*, 1998, 352: 118.
- [16] Detrembleur C, Renders A, Willemart T, et al. Usefulness of gait analysis combined with motor point block in a stroke patient[J]. *Acta Neurol Belg*, 2000, 100: 107-110.
- [17] Deltombe T, Gustin T. Selective tibial neurotomy in the treatment of spastic equinovarus foot in hemiplegic patients: a 2-year longitudinal follow-up of 30 cases[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91: 1025-1030.
- [18] Bollens B, Deltombe T, Detrembleur C, et al. Effects of selective tibial nerve neurotomy as a treatment for adults presenting with spastic equinovarus foot: a systematic review[J]. *J Rehabil Med*, 2011, 43: 277-282.
- [19] Deltombe T, gustin T, De Cloedt P, et al. The treatment of spastic equinovarus foot after stroke [J]. *Crit Rev Phys Rehab Med*, 2007, 19: 195-211.
- [20] Bleyenheuft C, Detrembleur C, Deltombe T, et al. Quantitative assessment of anaesthetic nerve block and neurotomy in spastic equinus foot: a review of two cases[J]. *J Rehabil Med*, 2008, 40: 879-881.
- [21] Sindou M1, Keravel Y. Microsurgical procedures in the peripheral nerves and the dorsal root entry zone for the treatment of spasticity[J]. *Scand J Rehabil Med Suppl*, 1988, 17: 139-143.
- [22] Sitthinamsuwan B, Chanvanitkulchai K, Phonwijit L, et al. Utilization of intraoperative electromyography for selecting targeted fascicles and determining the degree of fascicular resection in selective tibial neurotomy for ankle spasticity[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013, 155: 1143-1149.
- [23] Sindou M, Mertens P. Selective neurotomy of the tibial nerve for treatment of the spastic foot[J]. *Neurosurgery*, 1988, 23: 738-744.
- [24] Decq P, Cuny E, Filipetti P, et al. Peripheral neurotomy in the treatment of spasticity: Indications, techniques and results in the lower limbs[J]. *Neurochirurgie*, 1998, 44: 175-182.
- [25] Bollens B, Gustin T, Stoquart G, et al. A randomized controlled trial of selective neurotomy versus botulinum toxin for spastic equinovarus foot after stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2013, 27: 695-703.
- [26] Rousseaux M, Buisset N, Daveluy W, et al. long-term effect of tibial nerve neurotomy in stroke patients with lower limb spasticity[J]. *J Neurol Sci*, 2009, 278: 71-76.
- [27] Decq P. Peripheral neurotomies for the treatment of focal spasticity of the limb [in French] [J]. *Neurochirurgie*, 2003, 49: 293-305.
- [28] Berard C, Sindou M, Berard J, et al. Selective neurotomy of the tibial nerve in the spastic hemiplegic child: an explanation of the recurrence[J]. *J Pediatr Orthop B*, 1998, 7: 66-70.
- [29] Roujeau T, Lefaucheur JP, Slavov V, et al. Long term course of the H reflex after selective tibial neurotomy[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2003, 74: 913-917.
- [30] Jang SH, Park SM, Kim SH, et al. The effect of selective tibial neurotomy and rehabilitation in a quadriplegic patient with ankle spasticity following traumatic brain injury[J]. *Yonsei Med J*, 2004, 45: 743-747.

(本文编辑:唐颖馨)