

综述

脊髓拴系综合征手术治疗的研究现状
Review of surgery for tethered cord syndrome

陈可夫, 贾连顺, 史建刚

(第二军医大学附属长征医院脊柱外科 200003 上海市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.07.16

中图分类号: R745.4 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-07-0656-04

脊髓拴系综合征(tethered cord syndrome, TCS)是由遗传、发育或后天因素等导致的脊髓和神经被非弹性结构固定,在生长发育或运动过程中脊髓和神经在一定的牵拉力下血供发生变化,造成其氧化代谢功能受损,并由此产生一系列以畸形和神经功能障碍为代表的临床综合征^[1-3]。TCS 不仅存在脊髓圆锥的牵拉损伤,也存在神经和神经根的牵拉损伤^[4-5],只有手术治疗才能够降低脊髓和神经的牵拉力^[1,6,7],为 TCS 患者神经功能的恢复创造有利条件。现就 TCS 的手术时机和手术方法综述如下。

1 手术时机

TCS 多在生长发育较快的婴幼儿时期或青春期发病,其致残率高。儿童患者常因下肢运动功能障碍或畸形就诊。由于儿童 TCS 患者正处于生长发育时期,故症状会随着生长发育而逐渐进展^[8]。有研究表明,儿童诊断 TCS 后如果不予以干预,有 90% 的患儿会发展成为不可逆的神经损害^[9-11]。故越来越多的学者提倡对明确诊断为脊髓拴系但无症状的患儿进行预防性手术^[12]。早期手术对于防止儿童 TCS 患者神经损伤的进展有着积极的作用。

对成年 TCS 患者术后随访发现,病程 < 5 年的 TCS 患者预后明显好于病程 > 5 年的患者^[13]。Schneider 等^[14]对 10 例 TCS 患者行脊髓拴系松解手术,并在术中用激光多普勒血流仪持续观察脊髓圆锥远端的微血流变化,术后脊髓末端血流量明显多于脊神经前根切断术的患者,术后患者的神经功能有所改善。

TCS 患者病程越短、拴系越轻,其预后越好,症状缓解越明显;病程越长、拴系越严重,预后越不好,而且术后再拴系等并发症发生的风险也越高^[1,6,7,15]。所以建议不论儿童 TCS 患者还是成人 TCS 患者,一旦诊断为 TCS,应尽早予以外科干预。

2 手术方法

2.1 终丝切断术和拴系松解术

第一作者简介:男(1988-),住院医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(021)81885631 E-mail:chenkov01@163.com

2.1.1 传统终丝切断术和拴系松解术 单纯终丝切断术只对终丝紧张型 TCS 有一定的疗效,对于脂肪瘤型 TCS 或脊髓脊膜膨出型 TCS,由于存在神经粘连,该术式获益不大。传统的终丝切断术需要先显露硬膜与骶管前壁的附着点,切除所有牵拉脊髓、脊神经的组织,比如异常的骨性组织和软组织,对终丝进行游离,在对骶管前壁两侧的骶神经进行保护的前提下,于终丝最低点将其切断^[16],但如果圆锥附近存在骨性畸形则需在靠近圆锥的位置将终丝切断^[17],而且最好将骨性或软骨性畸形一并切除,防止切断终丝后圆锥上移引起脊髓和神经的切割或压迫。术中应用电生理监测辅助分辨神经组织和粘连的软组织可以降低损伤脊髓和神经的风险^[2,18,19]。松解术后对硬膜囊进行修复,恢复蛛网膜下腔的解剖结构,可以防止神经脱髓鞘的发生,也可以降低再拴系的发生率,有助于神经功能的恢复^[16]。神经外科医师提倡对于存在粘连的 TCS 患者在终丝切断后应对拴系的脊髓和神经进行适当的松解,可以大大提高预后,并减少神经功能的进一步损害。

2.1.2 显微外科拴系松解术 显微拴系松解术提倡在硬膜打开前便在显微镜下进行分离,并用神经电刺激仪、双极电凝、超声吸引器、激光刀等进行监测和操作,可减少损伤脊髓和神经的几率,而且术后患者疼痛和神经功能障碍可显著改善^[20]。脂肪瘤型 TCS 还可通过超声乳化或激光显微手术^[2]进行治疗。这些术式比传统神经松解手术对神经功能的损伤小,可以保留更多的神经功能^[21]。对脊髓脊膜膨出严重的病例无法完全还纳膨出的脊髓脊膜,可以先行拴系松解手术,用半球形钛网覆盖防止粘连,待脊髓自行进入椎管内之后,再行二期硬脊膜修补术^[22]。对于肿瘤引起的 TCS,应将肿瘤表面和内部的神经游离,再仔细切除马尾周围的肿瘤,但粘连较严重的肿瘤则难以完全切除。

2.1.3 微创外科终丝切断术 微创外科终丝切断和拴系松解术可以仅在 L4 椎体下椎板和 L5 椎体上椎板切除的情况下进行终丝的游离,并对其进行刺激,在两侧肛门括约肌以及下肢肌电图没有信号的部位切断终丝,严密关闭硬膜^[23]。对于单纯需要切断终丝的病例可以行内窥镜下终丝切除术,切除 L4 下椎板和 L5 上椎板后在电生理监测下可以相对安全地切断终丝,手术创伤明显比传统终丝切断

术小^[24]。

2.1.4 终丝切断术和拴系松解术的并发症 终丝切断术和拴系松解术等需要打开硬膜,手术常见的并发症主要有脑脊液漏,其发生率可以达到 43%^[25]。脑脊液漏有颅内感染的风险,也会影响术后的恢复。拴系松解术也存在再拴系的可能性,不同研究中心再拴系的比例不同,一般为 5%~50%^[2],如果手术仅切断增粗的终丝而圆锥未暴露于硬膜修补处,则很少会发生再拴系,虽然再次松解手术可以达到和第一次手术相似的成功率^[2],但由于再次手术粘连较重,故再次手术损伤脊髓圆锥或神经的可能性也较大,而且由于局部血供障碍、伤口愈合不良以及存在多次拴系的风险,故神经松解术的总体手术风险较大。松解手术如果在切除脂肪瘤时不慎将脂肪瘤中的神经组织损伤,则会造成高弓足、足趾感觉降低等并发症。

2.2 脊柱短缩术

2.2.1 脊柱截骨短缩术 终丝切断术和拴系松解术存在诸多缺点,比如手术时间长、术后并发症多、预后不理想,以及对于复发型 TCS 的手术难度大,损伤神经的危险性高,而且在切断紧张的终丝后迅速向头端回缩的脊髓会对神经根和神经造成一定的牵拉力,引起马尾神经综合征的表现^[26]。为此矫形外科医生将已经成熟的脊柱截骨术应用于 TCS 的治疗,即脊柱截骨短缩术 (vertebral column subtraction osteotomy, VCSO)^[27-29],VCSO 可以避免打开硬膜的操作,其适用于脊膜膨出型 TCS、脂肪瘤型 TCS、复发性 TCS 等初发或再发性 TCS^[28-30]。

VCSO 技术为后方入路,在胸腰椎交界处进行截骨操作,并对脊柱进行压缩,以达到降低脊髓和神经张力的目的。术中患者取俯卧位,常规消毒后取后正中切口,长度为截骨椎体上下各 2 个椎体,截骨节段通常选择在 L1 椎体,因为有学者认为 L1 椎体相对较小,手术创伤比其他节段小^[15,30]。于截骨椎体上下 1~2 个椎体两侧椎弓根各置入 1 枚椎弓根螺钉,切除上下关节突关节、两侧横突、椎弓根及上位椎间盘,安置临时连接棒避免椎体移动,切除后纵韧带并用大刮匙刮除椎体上半部,用预弯连接棒换下临时连接棒,锁紧螺帽安置横连接,在神经电生理监护下闭合骨面,并植入碎骨块进行融合^[30-32]。椎体截骨可以将脊柱短缩 15~25mm;如果切除椎间盘和椎体部分截骨,可以将脊柱短缩 20mm 左右。VCSO 通过缩短脊柱可以达到降低脊髓和神经张力的目的^[31]。

VCSO 术后的主要并发症有假关节形成、内固定器械相关并发症、硬膜撕裂、感染、神经损伤等,其中神经损伤的发病率为 3% 左右^[27,28,33]。虽然 VCSO 存在一定的并发症,但 VCSO 与传统的松解术和终丝切断术相比也存在明显的优势,VCSO 是在硬膜外进行操作,不需要对神经组织进行操作,对于粘连较重的脂肪瘤型 TCS 和复发型 TCS 来说手术风险低,术后发生脑脊液漏的概率比打开硬膜囊的操作低^[33,34]。虽然 VCSO 没有对局部病变组织进行处理,但其治疗效果和传统神经外科松解手术松解 90% 以上的

神经的治疗效果相同^[33,34]。VCSO 不仅能够减轻脊髓的牵拉力,也可以减轻马尾神经和周围神经根的牵拉力。VCSO 术后大部分患者可以得到较好的恢复,甚至一些多次松解手术的患者在行 VCSO 后其神经功能也有一定的恢复^[32],故 VCSO 对于原发性和复发性 TCS 都是安全有效的治疗方式^[35],可以为 TCS 的治疗提供新思路。但尚需要长期随访和大规模的临床研究来评价其远期疗效和手术风险。

2.2.2 脊柱均匀缩短脊髓轴性减压术 虽然 VCSO 治疗原发和继发性 TCS 安全有效,但由于 VCSO 对椎体进行截骨操作,存在术中出血量多、术后并发症多的问题。史建刚等^[36]在 VCSO 的基础上提出了脊柱均匀缩短脊髓轴性减压术 (homogeneous spinal-shortening axial decomposition procedure, HSAD)。该技术通过切除多个节段的腰椎椎间盘,并均匀缩短脊柱,可以避免截骨操作带来的并发症,同时也可以降低脊髓和神经的张力。HSAD 术前需要结合患者病史、体格检查、磁共振弥散张量成像、尿流动力学^[11]和/或肌电图等检查明确脊髓和神经受损范围、需要切除椎间盘的节段。HSAD 通常对连续几个节段的腰椎椎间盘进行切除。术中患者俯卧位,常规消毒后取后正中切口,长度为截骨椎体上下各 1~2 个椎体,如果切除 L3~S1 节段的椎间盘则在 L3~S1 两侧椎弓根各置入椎弓根螺钉 1 枚,切除棘突间韧带、黄韧带、上下关节突,于右侧安放预弯的连接杆并锁紧螺帽,并在左侧切除前方的椎间盘髓核和纤维环组织,同样方法处理对侧后将后纵韧带和残余的纤维环组织向椎体前方夯实。于左侧安放连接杆,松开右侧螺帽,在神经电生理的监测下缓慢压缩椎体,切除一个椎间盘可以缩短脊柱 4~5mm。探查神经根出口是否通畅,可以于横突间植入碎骨块进行融合。该技术适用于原发和继发性 TCS,由于 HSAD 对多个节段进行适当的压缩,故可以避免因单个节段缩短过多而造成硬膜囊褶皱而损伤脊髓和神经的问题。术后患者的膀胱顺应性有所增高,括约肌肌电图明显得到改善。虽然 HSAD 尚缺乏大规模的随机临床试验的证据,但 HSAD 为 TCS 的治疗提供了新思路。

总之,终丝切断术和拴系松解术对于原发性 TCS 患者有一定的疗效,但是对于复发性或粘连较重的 TCS 患者手术风险较大,而且术后发生脑脊液漏等并发症的危险也较高;VCSO 技术对于原发性和复发性 TCS 都有较好的疗效,但存在硬膜褶皱损伤神经的风险;HSAD 同样适用于原发性和复发性 TCS,不存在硬膜褶皱损伤神经的风险。VCSO 和 HSAD 为 TCS 的治疗提供了新思路,但尚缺乏大样本的长期随访结果来评价其风险和远期疗效。

3 参考文献

1. Yamada S, Lonser RR. Adult tethered syndrome[J]. J Spinal Disord, 2000, 13(4): 319-323.
2. Lew SM, Kothbauer KF. Tethered cord syndrome: an updated review[J]. Pediatr Neurosurg, 2007, 43(3): 236-248.
3. Huang SL, Peng J, Yuan GL, et al. A new model of tethered cord syndrome produced by slow traction[J]. Sci Rep, 2015,

- 5: 9116. doi: 10.1038/srep09116.
4. Steinbok P, Garton HJ, Gupta N. Occult tethered cord syndrome: a survey of practice patterns[J]. *J Neurosurg*, 2006, 104(5 Suppl): 309-313.
5. Tu A, Steinbok P. Occult tethered cord syndrome: a review[J]. *Childs Nerv Syst*, 2013, 29(9): 1635-1640.
6. 李智敏, 高俊, 关健, 等. 成人脊髓拴系综合征的手术治疗[J]. *中华神经外科杂志*, 2014, 30(7): 682-685.
7. Motah M, Uduma F, Ndoumbe A, et al. Management of tethered cord syndrome in adults: a case report in Cameroon [J]. *Pan Afr Med J*, 2014, 17: 217.
8. Hertzler DA, 2nd, DePowell JJ, Stevenson CB, et al. Tethered cord syndrome: a review of the literature from embryology to adult presentation[J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 29(1): E1.
9. Steinbok P, Kariyattil R, MacNeily AE. Comparison of section of filum terminale and non-neurosurgical management for urinary incontinence in patients with normal conus position and possible occult tethered cord syndrome [J]. *Neurosurgery*, 2007, 61(3): 550-556.
10. 尚爱加, 张远征, 程东源, 等. 儿童脊髓拴系综合征的临床分型、手术治疗及疗效分析[J]. *中华神经外科杂志*, 2012, 28(6): 606-610.
11. Yener S, Thomas DT, Hicdonmez T, et al. The effect of untethering on urologic symptoms and urodynamic parameters in children with primary tethered cord syndrome[J]. *Urology*, 2015, 85(1): 221-226.
12. Kang JK, Lee KS, Jeun SS, et al. Role of surgery for maintaining urological function and prevention of retethering in the treatment of lipomeningomyelocele: experience recorded in 75 lipomeningomyelocele patients [J]. *Childs Nerv Syst*, 2003, 19(1): 23-29.
13. Huttman S, Krauss J, Collmann H, et al. Surgical management of tethered spinal cord in adults: report of 54 cases[J]. *J Neurosurg*, 2001, 95(2 Suppl): 173-178.
14. Schneider SJ, Rosenthal AD, Greenberg BM, et al. A preliminary report on the use of laser-doppler flowmetry during tethered spinal cord release[J]. *Neurosurgery*, 1993, 32(2): 214-218.
15. Kawamura I, Ishido Y, Zenmyo M, et al. Pedicle subtraction osteotomy for adult tethered cord syndrome with lumbar canal stenosis: report of two cases[J]. *Int J Neurosci*, 2010, 120(11): 735-737.
16. 刘智强, 甄世明, 林志雄. 脊髓拴系综合征的研究进展[J]. *中华神经医学杂志*, 2011, 10(8): 862-864.
17. 王汉林. 儿童脊髓拴系综合征[J]. *中国矫形外科杂志*, 2004, 12(17): 1342-1344.
18. Khealani B, Husain AM. Neurophysiologic intraoperative monitoring during surgery for tethered cord syndrome [J]. *J Clin Neurophysiol*, 2009, 26(2): 76-81.
19. Paradiso G, Lee GY, Sarjeant R, et al. Multi-modality neurophysiological monitoring during surgery for adult tethered cord syndrome[J]. *J Clin Neurosci*, 2005, 12(8): 934-936.
20. Lee GY, Paradiso G, Tator CH, et al. Surgical management of tethered cord syndrome in adults: indications, techniques, and long-term outcomes in 60 patients [J]. *J Neurosurg Spine*, 2006, 4(2): 123-131.
21. 王恒冰, 张敏刚, 王继孟, 等. 脂肪瘤型脊髓拴系综合征的临床分型及超声乳化治疗[J]. *中华外科杂志*, 2005, 43(21): 1418-1419.
22. Verma R, Patil TB, Lalla R. Lipomeningomyelocele with tethered cord syndrome: an unusual cause of paraparesis in adults[J]. *BMJ Case Rep*, 2012, 2012: 1-2.
23. Tredway TL, Musleh W, Christie SD, et al. A novel minimally invasive technique for spinal cord untethering[J]. *Neurosurgery*, 2007, 60(2 Suppl 1): 70-74.
24. Di X. Endoscopic spinal tethered cord release: operative technique[J]. *Childs Nerv Syst*, 2009, 25(5): 577-581.
25. Trammell TR, Rapp G, Maxwell KM, et al. Luque interpeduncular segmental fixation of the lumbosacral spine[J]. *Orthop Rev*, 1991, 20(1): 57-63.
26. Caird J, Flynn P, McConnell RS. Significant clinical and radiological resolution of a spinal cord syrinx following the release of a tethered cord in a patient with an anatomically normal conus medullaris: case report[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2008, 1(5): 396-398.
27. Buchowski JM, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Neurologic complications of lumbar pedicle subtraction osteotomy: a 10-year assessment[J]. *Spine*, 2007, 32(20): 2245-2252.
28. Miyakoshi N, Abe E, Suzuki T, et al. Spine-shortening vertebral osteotomy for tethered cord syndrome: report of three cases[J]. *Spine*, 2009, 34(22): E823-825.
29. Fehlings MG, Arvin B. Recurrent tethered cord syndrome: a novel approach for a difficult surgical condition[J]. *J Neurosurg Spine*, 2009, 10(4): 275-276.
30. Kokubun S, Ozawa H, Aizawa T, et al. Spine-shortening osteotomy for patients with tethered cord syndrome caused by lipomeningomyelocele[J]. *J Neurosurg Spine*, 2011, 15(1): 21-27.
31. Grande AW, Maher PC, Morgan CJ, et al. Vertebral column subtraction osteotomy for recurrent tethered cord syndrome in adults: a cadaveric study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2006, 4(6): 478-484.
32. 刘昆, 史建刚, 贾连顺. 后路椎体截骨脊柱短缩术治疗脊髓拴系综合征的进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(2): 168-170.
33. Kanno H, Aizawa T, Ozawa H, et al. Spine-shortening vertebral osteotomy in a patient with tethered cord syndrome and a vertebral fracture: case report[J]. *J Neurosurg Spine*, 2008, 9(1): 62-66.
34. Hsieh PC, Ondra SL, Grande AW, et al. Posterior vertebral column subtraction osteotomy: a novel surgical approach for the treatment of multiple recurrences of tethered cord syndrome[J]. *J Neurosurg Spine*, 2009, 10(4): 278-286.
35. Hsieh PC, Stapleton CJ, Moldavskiy P, et al. Posterior vertebral column subtraction osteotomy for the treatment of tethered cord syndrome: review of the literature and clinical outcomes of all cases reported to date [J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 29(1): E6.
36. 史建刚, 袁文. 脊柱外科手术解剖图解[M]. 上海: 科学技术出版社, 2015. 279-283.

(收稿日期:2015-04-26 末次修回日期:2015-06-10)

(本文编辑 卢庆霞)