

· 临床论著 ·

终丝牵张型脊髓拴系综合征的 MRI 分型及显微手术治疗的中长期效果

谢京城* 陈晓东 杨 军

(北京大学第三医院神经外科, 北京 100191)

【摘要】 目的 探讨终丝牵张型脊髓拴系综合征按照 MRI 分型进行显微手术治疗的效果。 **方法** 回顾性分析 2007 年 1 月 ~ 2019 年 7 月 69 例终丝牵张型脊髓拴系综合征的临床资料。根据 MRI 分为 3 型: I 型为单纯终丝牵张型, 23 例; II 型为合并骶管终丝囊肿型, 32 例; III 型为合并末端脊髓空洞症型, 14 例。术前 Hoffman 评分 0 级 26 例, 1 级 24 例, 2 级 19 例。I 型行单纯显微手术终丝分离并切断; II 型行终丝切断、骶管囊肿切除、脊髓拴系松解术; III 型行终丝切断、脊髓拴系松解、脊髓空洞引流、脊膜囊重建术。 **结果** 无手术并发症发生。术前疼痛 44 例, 出院时视觉模拟评分 (Visual Analogue Scale, VAS) 从术前的 (6.37 ± 3.50) 分降到 (2.10 ± 3.72) 分, 其中 9 例疼痛消失。术前运动障碍 38 例, 出院时肌力提高 1 级 15 例, 2 级 7 例, 3 级 4 例, 4 级 3 例, 其余 9 例无变化。术前大小便功能障碍 26 例, 出院后 3 个月随访时日本骨科学会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 膀胱括约肌评分从 (1.36 ± 2.21) 分上升到 (2.15 ± 1.96) 分。术前体位性低颅压头痛 2 例, 出院时症状均消失。69 例随访 6 个月 ~ 12 年, 平均 5.1 年, 其中 33 例 > 5 年。神经功能 Hoffman 分级 0 级 47 例, 1 级 18 例, 2 级 4 例。未见拴系复发。 **结论** 终丝牵张型脊髓拴系综合征根据影像学表现分为单纯终丝牵张型、合并骶管终丝囊肿型和合并末端脊髓空洞症型 3 型, 显微镜下行终丝分离切断、脊髓拴系松解及脊膜囊重建, 疗效满意。

【关键词】 脊髓拴系综合征; 终丝; 硬脊膜囊肿; 显微外科手术

文献标识: A 文章编号: 1009-6604(2020)07-0577-04

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2020.07.001

MRI Classification and Microsurgical Treatment for Tethered Cord Syndrome Due to Filum Terminale Traction: Mid- and Long-term Follow-ups Xie Jingcheng, Chen Xiaodong, Yang Jun. Department of Neurosurgery, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Corresponding author: Xie Jingcheng, E-mail: ab1965@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the outcome of microsurgical treatment of tethered cord syndrome due to filum terminale traction according to magnetic resonance imaging (MRI) classification. **Methods** The authors retrospectively analyzed a series of 69 patients with tethered cord syndrome due to filum terminale traction surgically treated under microscope from January 2007 to July 2019. They were divided into three types by preoperative MRI features: type I showed filum terminale traction and low-lying conus medullaris in 23 cases; type II revealed meningeal cyst of filum terminale and low-lying conus medullaris in 32 cases; type III presented with filum terminale traction and terminal syringomyelia of spinal cord in 14 cases. There were grade 0 in 26 patients, grade 1 in 24 patients, and grade 2 in 19 patients, evaluated by the Hoffman grading system. Operations had been performed including resection of the filum terminale for type I, in addition to resection the meningeal cyst and de-tethering the spinal cord for type II, and further drainage of the cerebrospinal fluid (CSF) in syringomyelia for type III, and reconstruction of the end of dural sac as well. **Results** There was no operative complication happened. Of the 44 patients with preoperative local pain, the Visual Analogue Scale (VAS) was decreased from (6.37 ± 3.50) points preoperatively to (2.10 ± 3.72) points postoperatively, including 9 patients with pain disappeared. Of the 38 patients with lower limbs weakness, the strength was increased by 1 grade in 15 patients, 2 grades in 7 patients, 3 grades in 4 patients, and 4 grades in 3 patients, with other 9 patients having no change upon discharge. Of the 26 patients with sphincter dysfunction, the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score was increased from (1.36 ± 2.21) preoperatively to (2.15 ± 1.96) at 3 months post-operation follow-up. The 2 patients with symptom of postural hypotensive intracranial pressure headache had been resolved upon discharge. The period of follow-ups ranged from 6 months to 12 years (average, 5.1 years), and 33 patients had more than 5 years of follow-ups. All the patients' spinal cord function had been improved by the Hoffman neurological

* 通讯作者, E-mail: ab1965@163.com

evaluation, with grade 0 in 47 patients, grade 1 in 18 patients, and grade 2 in 4 patients. There was no recurrence of tethered cord during the follow-ups. **Conclusions** The tethered cord syndrome due to filum terminale traction can be divided into three subtypes including: filum terminale traction, meningeal cyst, and terminal syringomyelia of spinal cord. The surgical treatment includes resection of the filum terminale, de-tethered of spinal cord, and reconstruction of dura sac under microscope. The outcome of surgical treatment is satisfactory.

【Key Words】 Tethered cord syndrome; Filum terminale; Meningeal cyst; Microsurgery

脊髓拴系综合征(tethered cord syndrome, TCS)是由于各种先天或后天性原因牵拉脊髓或圆锥并使圆锥下降而产生一系列神经功能障碍和畸形的症候群,原因包括终丝牵张、脂肪脊膜膨出、脊髓纵裂、脊髓脊膜膨出、藏毛窦、继发于手术后粘连及先天性肿瘤等。自 1976 年 Hoffman 等首次命名以来,虽然其分类未能统一,但终丝牵张始终被认为是 TCS 的常见因素^[1~4]。我们回顾性分析 2007 年 1 月~2019 年 7 月 69 例单纯由终丝牵张所致的 TCS 资料,根据 MRI 分为 3 型进行不同的显微手术,随访 6 个月~12 年,探讨其疗效。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 69 例,男 25 例,女 44 例。年龄 12~75 岁,中位数 31.2 岁。病程 3 个月~20 年,中位数 5.1 年。慢性腰腿痛 44 例,其中伴鞍区痛 25 例,视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)3.5~9.0, (6.37±3.50)分;不同程度下肢无力 38 例,以肢体远端为主,下肢肌力 4 级 21 例,3 级 6 例,2 级 5 例,跖背伸肌力 0~1 级 6 例;大小便功能障碍 26 例,表现为大便秘结、干燥、费力,小便遗尿、尿频等;2 例合并体位性低颅压头痛,即从卧位到直立位发生头痛、恶心呕吐等症状,平卧后缓解。体格检查显示下肢远端肌肉不同程度肌萎缩 21 例,与病变水平对应的感觉障碍平面 15 例。术前 Hoffman 评分 0 级 26 例,1 级 24 例,2 级 19 例。术前 MRI 检查均显示脊髓圆锥位于 L₂ 水平以下,其中 L₂ 水平 11 例, L₃ 水平 31 例, L₄ 水平 15 例, L₅ 水平 10 例, S₁ 水平 2 例,诊断终丝牵张型 TCS。

1.2 MRI 分型

我们以 MRI 表现将终丝牵张型 TCS 分为 3 型:

I 型:单纯终丝牵张型,终丝增粗牵拉脊髓,导致圆锥低于 L₂ 水平。本组 23 例, MRI 显示脊髓圆锥下降至 L₂ 以下水平,其中 20 例可见增粗及脂肪浸润的终丝,另外 3 例通过 MR 薄层扫描序列见圆锥和终丝向背侧移位呈直线变细等终丝牵张征(图 1A)。

II 型:合并骶管终丝囊肿型,除终丝牵拉脊髓圆锥外,在骶管内可见骶管终丝囊肿。本组 32 例,

MRI 显示脊髓圆锥变细低位位于 L₂ 以下水平,可见终丝增粗牵张,同时在骶管内见长 T1、长 T2 囊状信号影,于囊肿内或囊壁上见终丝信号(图 1B)。

III 型:合并末端脊髓空洞症型,除上述 I 型和 II 型表现外,合并脊髓末端空洞。本组 14 例,其 MRI 表现以脊髓中下段空洞为特征,脊髓末端无圆锥结构而过渡为内终丝,脊髓及终丝内部为长 T1、长 T2 脑脊液信号,同时合并终丝囊肿(图 1C)。

1.3 手术方法

气管插管,静脉吸入复合麻醉,俯卧位,腰骶部处于最高位,术中神经电生理监测。经后路显露骶骨背侧,椎板切开或椎板成形(无脊柱裂者)入路,显露病变节段骶管,使用蔡司手术显微镜(Carl Zeiss)。

I 型:沿中线剪开硬脊膜,向两侧悬吊显露硬膜下腔,剪开蛛网膜层,于硬膜囊末端分离内终丝与其腹侧骶神经根,于尾端电凝切断,提起内终丝,逆行向头端分离,于头端电凝切断内终丝 2 cm(图 2)。见其回缩后,向头端松解蛛网膜及马尾神经粘连,直到马尾神经松弛于椎管内腹侧,将蛛网膜覆盖其表面。

II 型:显露骶管内囊肿,沿囊壁与周围组织间隙,由背侧、两侧逐渐向腹侧分离,自囊壁背侧切开,展开囊壁,显露终丝结构,逆行向脊膜囊末端分离,沿内外终丝交界处脊膜背侧剪开,再剪开蛛网膜层,显露内终丝结构,找到内终丝突破硬膜囊的瘘口,分离内终丝与其腹侧的骶神经,逆行分离内终丝 1.5~2 cm,将内终丝及囊壁切除。

III 型:在硬膜囊末端分离内终丝尾端,电凝切断(图 3)。向头端逆行剥离内终丝,直到马尾神经发出部位,展开切断内终丝 2 cm,放出内部脑脊液引流,脊髓末端升高,脊髓及马尾神经松弛于椎管内腹侧。合并终丝囊肿者,同期行囊肿壁剥离切除。

最后严密缝合硬膜,重建完整的硬膜囊。

1.4 术后处理及随访

术后俯卧位 7 d,切口区域予以沙袋压迫。术后 3 周开始腰背肌功能康复训练。术后 3 个月、1 年、3 年、5 年、10 年随访一次,以 VAS 评价疼痛程度,关键肌肉力量 0~5 级评价下肢运动功能,用日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)膀胱括约肌评分^[5]评价膀胱功能。以 Hoffman 分级^[6]评价脊髓功能状态, MRI 及动力位 X 线腰椎片评价脊髓

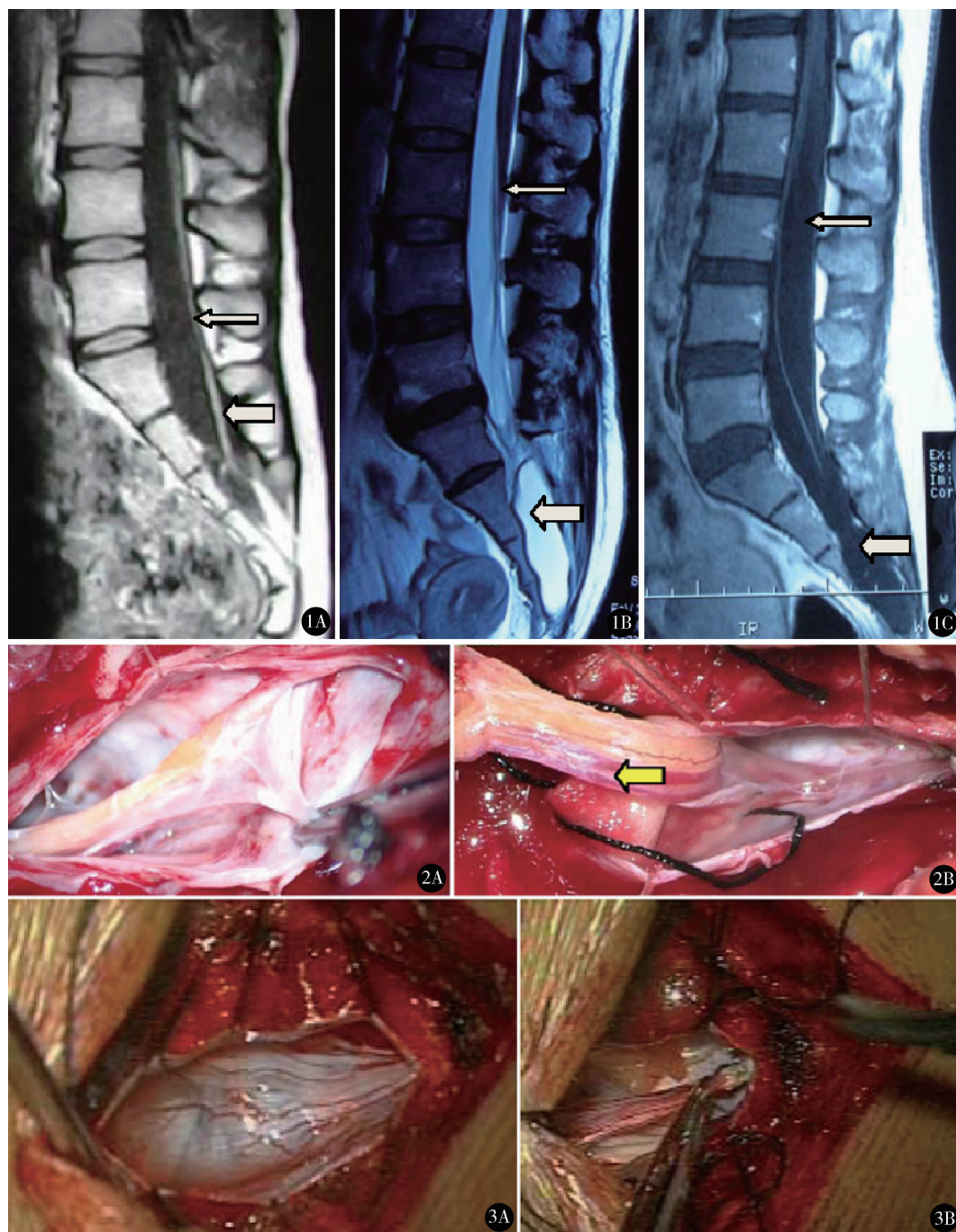


图 1 终丝牵张型 TCS 三个亚型 MRI: A. I 型单纯终丝牵张型, T1 加权像显示脊髓末端下降至 L₅ (细箭头), 内终丝增粗牵张 (粗箭头); B. II 型合并髓管内终丝囊肿型, T2 加权像显示脊髓圆锥位于 L₃ 水平 (细箭头), 髓管内长 T2 囊性信号 (粗箭头); C. III 型合并末端脊髓空洞型, T1 加权像显示脊髓下端至内终丝内脑脊液信号, 无圆锥结构 (细箭头), 合并髓管内终丝囊肿 (粗箭头) 图 2 I 型单纯终丝牵张型 TCS 术中: A. 终丝因脂肪浸润增粗, 内终丝末端与硬膜囊末端紧密连接; B. 电凝切断内终丝远端, 逆行向头端剥离, 箭头示内终丝腹侧纵行粗大血管 图 3 III 型合并末端脊髓空洞型 TCS 术中: A. 髓管后壁切开后, 可见内终丝内空洞, 内为脑脊液流动征象; B. 在末端电凝切断内终丝, 提内起终丝末端, 向头端剥离, 行终丝切断, 空洞内引流术 (内终丝断端由膝状镊钳夹)

形态及脊柱稳定性。

2 结果

69 例均将终丝分离切除行拴系松解术, 对 II 型同时将囊壁切除, III 型行空洞末端切开脑脊液内引

流同时松解脊髓拴系。手术均顺利完成, 手术时间 1.0 ~ 3.5 h, 平均 1.6 h; 出血量 30 ~ 410 ml, 平均 155 ml。无手术并发症发生。术后组织学检查显示: 终丝内含纤维、脂肪组织, 可见少量神经胶质细胞。术后住院 5 ~ 14 d, 平均 7.8 d。

术前慢性腰腿痛 44 例, 出院时 VAS 评分从术前的 (6.37 ± 3.50) 分降到 (2.10 ± 3.72) 分, 其中 9 例疼痛消失。术前运动障碍 38 例, 出院时肌力提高 1 级 15 例, 2 级 7 例, 3 级 4 例, 4 级 3 例, 其余 9 例不变。术前大小便功能障碍 26 例, 出院后 3 个月随访时 JOA 膀胱括约肌评分从 (1.36 ± 2.21) 分上升到 (2.15 ± 1.96) 分。术前体位性低颅压头痛 2 例, 出院时症状均消失。

69 例随访 6 个月 ~ 12 年, 平均 5.1 年, 其中 < 3 年 10 例, 3 ~ 5 年 26 例, > 5 年 33 例。脊髓功能状态按 Hoffman 分级标准, 0 级 47 例, I 级 18 例, 2 级 4 例。末次随访 MRI 检查证实脊髓圆锥结构恢复, 脊髓末端较术前上升 1 ~ 2 cm。脊柱序列及曲度完好。

3 讨论

终丝牵张是 TCS 始动因素中最重要的^[1~4]。终丝牵张的胚胎学基础, 普遍接受的是由于胚胎期终丝管化或退化异常, 纤维及脂肪浸润, 取代室管膜及神经胶质细胞, 导致终丝增粗、短缩, 导致脊髓牵张^[7,8]。

鉴于终丝牵张也可在其他 TCS 类型中出现, 我们回顾性分析本单位近 12 年 69 例以终丝牵张为唯一因素的 TCS 资料, 认为终丝牵张型 TCS 可分为 3 个亚型: I 型单纯终丝牵张型, 临床表现为典型的慢性腰腿痛, 本组占 33.3% (23/69)。II 型合并骶管终丝囊肿, 临床表现除脊髓拴系带来的慢性腰痛、双下肢及二便功能障碍外, 多数合并骶管囊肿压迫骶神经根所致的鞍区疼痛不适^[9], 本组 46.4% (32/69)。如果骶管囊肿巨大, 会合并体位性低颅压 (本组 2 例), 其原因与骶管囊肿内脑脊液淤积无法参与正常脑脊液循环有关。III 型合并末端脊髓空洞征, 此型比较少见, 本组 20.3% (14/69)。其形成机制有待商榷, 多数学者认为空洞与脊髓牵张互为因果^[10,11], 我们在临床实践中也观察到, 在解除拴系病因后, 此空洞缩小消失, 圆锥结构恢复正常^[5]。此型患者以不同程度下肢无力及大小便障碍为首发症状, 下肢无力尤以肢体远端显著, 可由于脊髓空洞出现相应平面感觉障碍, 而相关疼痛症状反而较轻或无。

终丝牵张型 TCS 的手术关键是终丝切断、脊髓拴系松解及脊膜囊重建。手术要点: ①辨认内终丝, 内终丝位于脊膜囊正中, 其周围由内向外依次为成对的 $S_5 \sim S_2$ 神经根, 终丝增粗发白, 脂肪浸润时呈黄色, 其表面纹理呈纵向, 弹性较差或无弹性, 其腹侧见纵行增粗的血管; ②遵循 TCS 的“逆行剥离”, 即自尾端向头端剥离, 沿途松解粘连原则; ③对 II 型合并骶管囊肿病例, 先处理骶管囊肿, 然后逆行沿终

丝走行剪开囊壁、脊膜、蛛网膜层, 显露内终丝结构, 将内终丝及囊壁一并切除; ④对 III 型病例, 分别剪开正常硬膜及骶管囊肿壁, 展开、切断内终丝 2 cm, 引流内部脑脊液后, 松解沿途蛛网膜粘连; ⑤将蛛网膜覆盖于脊髓及马尾神经表面, 缝合硬膜, 重建完整的硬膜囊; ⑥为了避免手术对脊髓及马尾神经的损伤, 有效的术中监护特别重要^[12]; ⑦术后俯卧 5 ~ 7 天, 以保证瘘口愈合, 以及脊髓与马尾神经上升。

本组 69 例终丝牵张型 TCS, 根据不同亚型采取针对性手术, 近期临床疗效满意, 疼痛得到不同程度缓解, 下肢肌力提高, 膀胱括约肌功能改善。在平均 5.1 年的随访中, 神经功能恢复良好, 无再拴系病例, MRI 检查显示脊髓及马尾神经形态学恢复良好。由于手术对脊柱稳定性的认识及保护, 脊柱的生理曲度保留完好。

参考文献

- 1 Gupta A, Rajshekhar V. Fatty filum terminale (FFT) as a secondary tethering element in children with closed spinal dysraphism. *Childs Nerv Syst*, 2018, 34(5): 925 - 932.
- 2 Barutcuoglu M, Mehmet Selcuki M, Deniz Selcuki D, et al. Cutting filum terminale is very important in split cord malformation cases to achieve total release. *Childs Nerv Syst*, 2015, 31(3): 425 - 432.
- 3 Thompson EM, Strong MJ, Warren G, et al. Clinical significance of imaging and histological characteristics of filum terminale in tethered cord syndrome. *J Neurosurg Pediatr*, 2014, 13(3): 255 - 259.
- 4 Henderson G, Dunham C, Steinbok P. Histopathology of the filum terminale in children with and without tethered cord syndrome with attention to the elastic tissue within the filum. *Childs Nerv Syst*, 2016, 32(9): 1683 - 1692.
- 5 谢京城, 王振宇, 陈晓东. 脊髓末端积水合并脊髓拴系综合征 10 例临床研究. *中国现代神经疾病杂志*, 2016, 16(3): 141 - 147.
- 6 林国中, 马长城, 王振宇, 等. 儿童硬膜囊末端脂肪脊髓脊膜膨出型脊髓拴系综合征的显微手术治疗. *中国微創外科杂志*, 2019, 19(5): 398 - 402.
- 7 Nasr AY, Hussein AM, Zaghoul SA. Morphometric parameters and histological study of the filum terminale of adult human cadavers and magnetic resonance images. *Folia Morphol*, 2018, 77(4): 609 - 619.
- 8 Yamada S, Won DJ, Yamada SM, et al. Adult tethered cord syndrome: relative to spinal cord length and filum thickness. *Neurol Res*, 2004, 26(7): 732 - 734.
- 9 刘彬, 王振宇, 谢京城, 等. 显微手术治疗骶管囊肿 43 例临床分析. *中国微創外科杂志*, 2017, 17(12): 1104 - 1108.
- 10 Tsitouras V, Sgouros S. Syringomyelia and tethered cord in children. *Childs Nerv Syst*, 2013, 29(9): 1625 - 1634.
- 11 Lee JY, Phi JH, Cheon JE, et al. Preuntethering and postuntethering courses of syringomyelia associated with tethered spinal cord. *Neurosurgery*, 2012, 71(1): 23 - 29.
- 12 谢宝树, 王宇, 贾锋, 等. 神经电生理监测下显微手术治疗成人脊髓拴系综合征. *中国临床神经外科杂志*, 2015, 20(11): 658 - 660.

(收稿日期: 2020 - 03 - 18)

(修回日期: 2020 - 05 - 17)

(责任编辑: 王惠群)