

临床论著

脊柱均匀短缩脊髓轴性减压术治疗脊髓拴系综合征膀胱功能的分析

王海波, 徐锡明, 孙璟川, 王元, 张斌, 王英杰, 张鹏, 郭永飞, 杨海松, 史建刚

(第二军医大学长征医院脊柱二科 200003 上海市)

【摘要】目的:评估脊柱均匀短缩脊髓轴性减压术(homogeneous spinal-shortening axial decompression, HSAD)后脊髓拴系综合征患者膀胱功能的改善情况。**方法:**回顾性分析我院 2013 年 4 月~2016 年 7 月接受 HSAD 治疗的脊髓拴系综合征患者共 16 例,男 6 例,女 10 例,年龄 11~64 岁,平均 29.9±16.7 岁。术前、术后 3 个月、6 个月、12 个月及末次随访均采用国际尿失禁问卷简表(ICI-Q-SF)评分评估患者膀胱功能,术前及末次随访行尿流动力学检查,评估膀胱安全容量、逼尿肌漏尿点压、膀胱顺应性、残余尿量等指标变化情况。**结果:**16 例患者均获得随访,随访 15~54 个月(32.4±10.1 个月)。术前 ICI-Q-SF 评分为 14.94±4.15 分,术后 3 个月时为 9.88±4.43 分,术后 6 个月时为 8.63±4.17 分,术后 12 个月时为 8.19±4.22 分,末次随访时为 7.63±4.40 分,术后各次随访结果与术前相比差异均具有统计学差异($P<0.05$)。末次随访时,膀胱安全容量由术前 155.31±75.33ml 增加至 252.69±64.94ml,差异有统计学意义($P<0.05$)。逼尿肌漏尿点压由术前 43.12±17.96cmH₂O 降至 30.44±13.96cmH₂O,差异具有统计学意义($P<0.05$);膀胱顺应性由术前 8.56±5.78ml/cmH₂O 升高至 23.10±12.05ml/cmH₂O,差异具有统计学意义($P<0.05$)。膀胱残余尿量术前 140.44±113.66ml 减小至 84.06±70.07ml,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**HSAD 可明显改善脊髓拴系综合征患者的泌尿功能及尿流动力学指标,是一种可供选择的治療脊髓拴系综合征的手术方式。

【关键词】脊柱均匀短缩脊髓轴性减压术;脊髓拴系综合征;尿流动力学

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2018.05.09

中图分类号:R687.3,R744.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2018)-05-0440-07

Homogeneous spinal-shortening axial decompression procedure for bladder function of tethered cord syndrome/WANG Haibo, XU Ximing, SUN Jingchuan, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(5): 440-446

【Abstract】Objectives: To evaluate the outcomes of bladder function in patients with tethered cord syndrome (TCS) by homogeneous spinal-shortening axial decompression (HSAD). **Methods:** From April 2013 to July 2016, 16 patients(6 males, 10 females) with TCS, aged 11-64 years old(average, 29.9±16.7 years old), underwent HSAD. The ICI-Q-SF score was used to evaluate pre- and post-operative bladder function. The pre- and post-operative parameters, including safe bladder capacity, bladder compliance, detrusor leak point pressure and bladder residual urine volume, were measured according to urodynamic. **Results:** 16 patients were followed up for 15 to 54 months(average, 32.4±10.1months). The ICI-Q-SF score was decreased from preoperative 14.94±4.15 to 7.63±4.40 at final follow-up($P<0.01$). The safe bladder capacity was increased from preoperative 155.31±75.33ml to 252.69±64.94ml at final follow-up($P<0.05$). The bladder compliance was improved from preoperative 8.56±5.78ml/cmH₂O to 23.10±12.05ml/cmH₂O at final follow-up ($P<0.05$). The detrusor leak point pressure was decreased from preoperative 43.12±17.96cmH₂O to 30.44±13.96cmH₂O at final follow-up($P<0.05$). The bladder compliance was increased from preoperative 8.56±5.78ml/cmH₂O to 23.10±12.05ml/cmH₂O at final follow-up($P<0.05$) The bladder residual urine volume had no statistic difference($P>0.05$). **Conclusions:** HSAD could obviously improve the urinary function and urodynamic indexes of patients with TCS.

基金项目:国家自然科学基金(编号:81271351)

第一作者简介:男(1989-),博士研究生在读,研究方向:脊柱疾病

电话:(021)81885631 E-mail:15721571018@163.com

通讯作者:史建刚 E-mail:shijiangangspine@163.com

[Key words] Homogeneous spinal-shortening axial decompression; Tethered cord syndrome; Urodynamic

[Author's address] Department of Spine Surgery, Changzheng Hospital, Shanghai, 200003, China

脊髓拴系综合征 (tethered cord syndrome, TCS) 是指由各种先天或后天因素所导致的脊髓圆锥上移障碍,使脊髓受到牵拉,脊髓圆锥低位,从而产生的一系列神经功能障碍症候群^[1],其病因有发育异常、手术、炎症等,症状常常表现为不同程度的腰背痛、大小便功能障碍、下肢运动和感觉功能障碍等。

TCS 的传统手术方法为终丝松解术^[2-4],但终丝松解术具有脑脊液漏^[5,6]、再拴系、神经功能恶化^[7,8]等并发症。因此, Kokubun 等^[9]提出脊柱缩短截骨术 (spine-shortening osteotomy, SSO) 做为治疗 TCS 的一种替代方案,该术式降低了脊髓的张力,减少了围手术期的并发症。上海长征医院^[10]在此基础上提出脊柱均匀短缩脊髓轴性减压术 (homogeneous spinal-shortening axial decompression, HSAD) 治疗 TCS 并取得了良好效果。本研究将 HSAD 对 TCS 患者膀胱功能的改善情况进行研究分析,报告如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2013 年 4 月~2016 年 7 月本院脊柱外科行 HSAD 治疗 TCS 资料齐全的患者。TCS 诊断标准为:(1)腰椎 MRI 示脊髓圆锥低位,脊髓圆锥下端低于 L2/3 水平;(2)存在腰腿痛、大小便功能障碍、下肢感觉运动功能障碍等症状;(3)合并有脊髓脊膜膨出、脂肪瘤、足畸形及皮肤异常等畸形。

本研究纳入标准:(1)TCS 诊断明确, MRI 示脊髓圆锥低位,圆锥下端低于 L2/3 水平;(2)存在小便功能障碍,伴或不伴其他神经障碍症状;(3)临床和随访资料完整,术前术后均有尿流动力学检查结果。排除标准:(1)圆锥位置正常型 TCS 患者;(2)非 TCS 导致的小便功能障碍;如马尾神经综合征、泌尿外科相关疾病等;(3)临床或随访资料不完整。

共有 16 例患者入选本研究,其中男 6 例,女 10 例,年龄 11~64 岁,平均 29.9 ± 16.7 岁。随访时间 15~54 个月,平均 32.4 ± 10.1 个月。尿失禁持续时间 1~21 年,平均 7.8 ± 5.4 年。

1.2 手术方法及术后康复训练(以 L1~S1 为例)

患者俯卧位,全身麻醉,常规安尔碘消毒,铺巾。取后正中切口,依次切开皮肤、皮下组织及筋膜,暴露 L1~S1 棘突、椎板、小关节。于 L1~S1 双侧椎弓根置入螺钉,去除 L5/S1 节段棘间韧带并去除椎板间韧带,骨凿凿除 L5 双侧下关节突,凿除双侧 S1 上关节突内侧缘,扩大 L5/S1 椎间孔,切开 L5/S1 间隙后方纤维环,清除椎间盘组织。同法处理 L4/5、L3/4、L2/3、L1/2 手术节段。各椎间隙处理完毕后,连接棒连接双侧螺钉并螺帽固定, L1/2~L5/S1 间隙依次加压,然后锁紧螺帽。探查可见棘突间隙及椎间隙明显减小,神经根及硬膜囊变松弛通畅。盐水冲洗,止血,横突间植骨,逐层缝合包扎,常规放置引流。术后需进行排尿训练,一般采用定时排尿的方式对患者进行排尿规律性锻炼,以重建正常的排尿反射,使膀胱定时充盈和排空,促进膀胱功能的恢复。

1.3 疗效评估

采用国际尿失禁咨询委员会尿失禁问卷表简表 (ICI-Q-SF) 评分对患者术前、术后 3 个月、术后 6 个月、术后 12 个月、末次随访进行尿失禁的严重程度进行评估。患者术前及末次随访均用我院 MMS Solar 尿流动力学检查系统行尿流动力学检查并进行尿流动力学参数测定,测定指标包括膀胱安全容量、逼尿肌漏尿点压、膀胱顺应性、膀胱残余尿量等指标。膀胱顺应性 ($\text{ml}/\text{cmH}_2\text{O}$) = Δ 容量 (ml) / Δ 压力 (cmH_2O)

1.4 统计学方法

应用 SPSS 21.0 统计软件分析数据。ICI-Q-SF 评分、膀胱顺应性、膀胱安全容量、逼尿肌漏尿点压、膀胱残余尿量均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,术前、末次随访采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

患者术前资料见表 1。16 例患者均存在小便功能障碍,12 例存在大便功能障碍。脊柱 MRI 示所有患者均存在脊髓圆锥位置降低 (L2 椎体以下),9 例患者存在脂肪瘤,2 例患者存在脊髓纵裂,3 例患者存在单或双足马蹄内翻畸形,13 例患者存在下肢感觉运动功能障碍。16 例患者共缩短

72个节段, 平均每个患者缩短 4.5 节段, 5 例患者共有 8 次手术史(2 人曾行脊髓脊膜膨出修补术, 3 人曾行脊髓脊膜膨出修补术和终丝松解术)。典型病例见图 1。

患者术前及术后 3 个月、术后 6 个月、术后 12 个月及末次随访时的 ICI-Q-SF 评分为 14.94±4.15 分、9.88±4.43 分、8.63±4.17 分、8.19±4.22 分、7.63±4.40 分, 术后各次随访结果与术前相比均具有统计学差异($P<0.05$)。术前及末次随访尿流动力学参数结果见表 2。膀胱安全容量、逼尿肌漏尿点压、膀胱顺应性术前与末次随访相比, 差异有统计学意义($P<0.05$), 膀胱残余尿量术前与末次随访时比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 TCS 的传统手术治疗

TCS 保守治疗效果不佳, 一经确诊, 应尽早手术治疗, George^[11]认为在症状出现后 5 年内应迅速积极地开展手术, 并进行长期随访。还有人认为, 对于没有症状的患者也应尽早手术治疗, 以防止症状的出现^[12]。

原发性或继发性脊髓拴系综合征患者均可有多种神经损伤的临床表现^[13], 其中, 超过 90% 的患者有膀胱功能障碍的表现^[14]。治疗 TCS 的传统手

术方式为终丝松解术^[15-17], 该术式通过分离脊髓与周围结构, 解除脊髓的拴系, 从而纠正局部的扭曲和压迫, 恢复脊髓受损部位的微循环, 促使神经功能的恢复^[18]。但是, 终丝松解术容易发生脑脊液漏^[7, 19-21]、再拴系^[4]、神经功能恶化^[4, 7]等并发症。再拴系发病率可达 5%~50%^[16, 17], 神经损伤率可达 40%^[22]。终丝松解术对 TCS 排尿功能的影响已有较多报道。Palmer 等^[23]通过对 20 例 TCS 患者行终丝松解术治疗, 并于术前术后行尿流动力学检查, 发现术后 50% 的患者逼尿肌过度活动的情况得到缓解, 21% 的患者括约肌功能得到改善, 25% 的患者尿流动力学指标有 1 个及以上的改善。8.5% 的患者出现顺应性恶化、膀胱压力增高、括约肌活动和感觉丧失等尿流动力学指标恶化。Giddens 等^[24]和 Houser 等^[25]也分别报道了 TCS 患者行终丝松解术后, 下尿路症状改善不明显。杨屹等^[26]通过对 40 例 TCS 患者进行术前术后尿流动力学分析, 发现终丝松解术后 52.5% 的患者出现膀胱顺应性降低, 52.5% 患者剩余尿量增加超过 50ml, 37.5% 患者出现膀胱容量减小, 20% 患者出现逼尿肌括约肌协同失调, 术后下尿路症状改善不明显。

为避免终丝松解术的各种并发症, 提高 TCS 的手术效果, Kokubun 等^[27]提出通过后路椎体截骨的方法来短缩脊柱, 缓解脊髓所受的纵向牵拉

表 1 脊髓拴系综合征患者一般情况
Table 1 The general situation of tethered cord syndrome

	性别 Gender	年龄 (岁) Age	手术节段 Operation range	既往手术 次数 Operation history	小便障碍 Urinary dysfunc- tion	大便障碍 Stool disfunc- tion	下肢感觉运动障碍 Sensation or motor dysfunction of lower limbs	单/双足畸形 Single or bilateral foot deformity	圆锥位置 Position of conus medullaris	脊髓纵裂 Diastem- atomyelia
1	女/Female	11	L1~S1	1	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	L5/S1	无/No
2	女/Female	52	L1~S1	0	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	L2/3	无/No
3	男/Male	16	L1~S1	2	有/Yes	有/Yes	无/No	有/Yes	S1	无/No
4	女/Female	42	L2~L5	0	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	L3	无/No
5	女/Female	52	L1~S1	0	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	L2/3	无/No
6	女/Female	18	L1~S1	2	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	L5	无/No
7	男/Male	35	L1~S1	0	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	S1	无/No
8	女/Female	64	L1~S1	0	有/Yes	无/No	有/Yes	无/No	S1	无/No
9	男/Male	33	L1~S1	0	有/Yes	无/No	有/Yes	无/No	S1	无/No
10	男/Male	28	L1~S1	0	有/Yes	有/Yes	无/No	无/No	L5	无/No
11	女/Female	34	L3~S1	0	有/Yes	无/No	有/Yes	无/No	L4/5	有/Yes
12	男/Male	44	L2~S1	0	有/Yes	有/Yes	有/Yes	有/Yes	L5/S1	无/No
13	女/Female	11	L1~S1	1	有/Yes	有/Yes	有/Yes	无/No	S1	无/No
14	女/Female	15	L4~S1	0	有/Yes	无/No	有/Yes	无/No	L5/S1	有/Yes
15	女/Female	11	L1~S1	2	有/Yes	有/Yes	有/Yes	有/Yes	S1	无/No
16	男/Male	13	L1~S1	0	有/Yes	有/Yes	无/No	无/No	S1	无/No

力,即后路椎体截骨脊柱短缩术。Grande 等^[19]已在人的尸体实验上证明,15~25mm 胸腰椎截骨术可以有效地降低脊髓、腰骶神经根和终丝的紧张程度。基于这个研究,进行一定程度的胸腰段椎体截骨可能是一个替代终丝松解术的新方法。已有多篇文献报道了^[9,27,28]应用后路椎体截骨脊柱短缩术治疗 TCS 并取得了良好临床效果的案例。

Nakashima^[29]通过对脊柱后路截骨短缩术和终丝松解术的回顾性研究发现,后路截骨短缩术对膀胱功能的改善效果优于终丝松解术,特别在疑难病例中。后路截骨短缩术避免直接切开硬膜囊,避免直接对脊髓及神经根进行操作,从而降低神经损伤、脑脊液漏及再拴系等并发症的发生。

3.2 HSAD 治疗 TCS

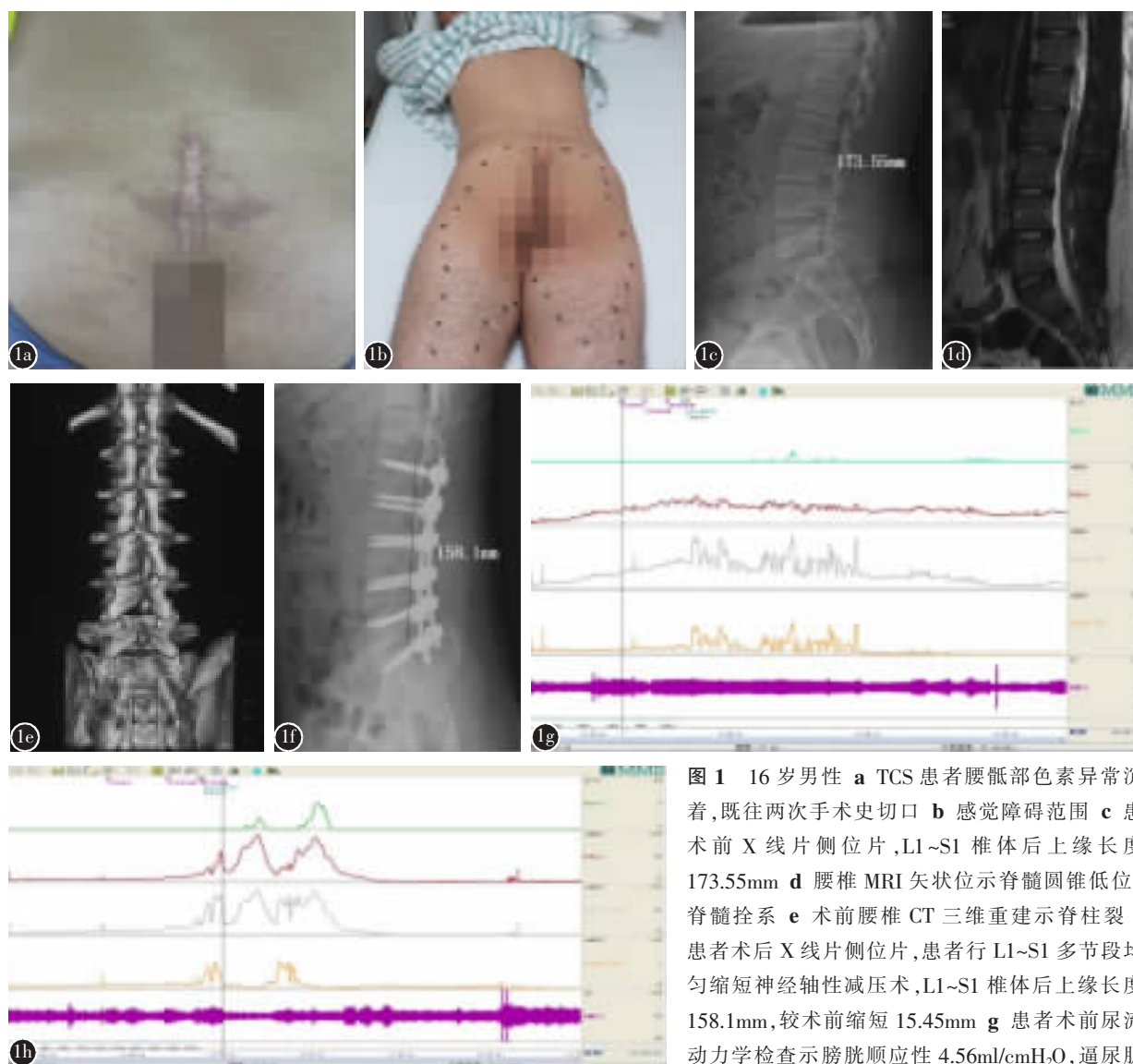


图 1 16 岁男性 a TCS 患者腰骶部色素异常沉着,既往两次手术史切口 b 感觉障碍范围 c 患者术前 X 线片侧位片, L1~S1 椎体后上缘长度 173.55mm d 腰椎 MRI 矢状位示脊髓圆锥低位,脊髓拴系 e 术前腰椎 CT 三维重建示脊柱裂 f 患者术后 X 线片侧位片,患者行 L1~S1 多节段均匀缩短神经轴性减压术, L1~S1 椎体后上缘长度 158.1mm,较术前缩短 15.45mm g 患者术前尿流动力学检查示膀胱顺应性 4.56ml/cmH₂O,逼尿肌

弱动伴外括约肌过动,依赖腹肌用力,膀胱安全容量 120ml h 患者末次随访尿流动力学检查示膀胱顺应性 20.31ml/cmH₂O,逼尿肌及外括约肌协调,膀胱安全容量 213ml

Figure 1 A 16-year-old boy **a** The abnormal pigmentation and operation scar of tethered cord syndrome **b** The range of sensory barriers in the saddle **c** The pre-operative lateral X-ray shows the length between L1 and S1 was 173.55mm **d** The MRI shows the low-placed conus medullaris **e** The 3D CT shows spina bifida **f** The post-operative lateral X-ray shows the length between L1 and S1 was 158.1mm, shortened for 15.45mm by HSAD **g** The pre-operative urodynamics shows the bladder compliance was 4.56ml/cmH₂O and a poor bladder safe capacity with 120ml **h** The post-operative urodynamics shows the bladder compliance was 20.31ml/cmH₂O, and the urinary muscle and external sphincter are coordinated, and the bladder safety capacity is 213ml

表 2 患者术前、末次随访时尿流动力学参数 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 The comparison of the pre- and post-operative urodynamic parameters

	术前 Pre-operation	末次随访 Final follow-up
膀胱安全容量(ml) Bladder safe capacity	155.31±75.33	252.69±64.94 ^①
逼尿肌漏尿点压(cm/H ₂ O) Detrusor leak point pressures	43.13±17.96	30.44±13.96 ^①
膀胱顺应性(ml/cmH ₂ O) Bladder compliance	8.56±5.78	23.10±12.05 ^①
膀胱残余尿量(ml) Residual urine volume	140.44±113.66	84.06±70.07

注:①与术前相比 $P<0.05$

Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$

后路截骨缩短术虽然达到了降低脊髓轴性张力的效果,但该术式手术需要椎体截骨,手术难度大,风险较高,且单一节段过度地截骨会引起脊髓皱褶、脊柱不稳等并发症。上海长征医院^[10]认为 TCS 的发病原因为脊髓的过度牵拉导致脊髓轴向张力增高,从而导致脊髓发生缺血缺氧等各种慢性损害并产生各种临床症状,其脊髓损害的范围是广泛性的,不是单一节段的。而且由于脊柱与脊髓发育的不平衡性,使症状的逐步进展^[30,31]。基于此种理论,上海长征医院在后路截骨缩短术的基础上提出了采用 HSAD 治疗 TCS 并取得了良好的临床效果。该术式不直接对椎体进行截骨,而是通过对腰椎多个椎间盘的切除达到脊柱整体均匀缩短,脊髓广泛轴性减压的效果。

Hou 等^[32]对 15 例行 HSAD 治疗的 TCS 患者进行了随访,患者 VAS 评分由术前 3.93 ± 2.52 降至 1.80 ± 1.21 ,差异有统计学意义($P=0.006$)。JOA 评分由 9.93 ± 3.43 增加至 21.20 ± 4.18 ($P<0.05$)。患者膀胱功能及下肢感觉术后均有明显改善。

尿流动力学检查是评估尿路功能障碍性疾病的可靠诊断方法。其主要参数有膀胱顺应性、漏尿点压力、膀胱安全容量、残余尿量等。尿流动力学参数是评估膀胱功能的客观指标,能够反应患者的并且变化及程度。

膀胱顺应性的改变是膀胱在充盈期维持其压力不变或仅轻度升高的能力,即膀胱对增加液体的耐受力,TCS 患者由于神经损害的长期存在,影响膀胱壁的结构,最终可导致低顺应性膀胱。膀胱顺应性的改善反映了膀胱功能的改善。Fone 等^[14]报道 23 例继发性 TCS 患者的膀胱顺应性无显著

变化。Alzahrani 等^[33]报道 TCS 患者的术后膀胱顺应性较术前明显提高。本研究中,术后膀胱顺应性较术前升高,差异具有统计学意义($P<0.05$),证明 HSAD 有助于膀胱顺应性的恢复。

膀胱安全容量为膀胱内压力小于 40cmH₂O 时的容量。逼尿肌漏尿点压是指尿道外口漏尿的压力来自逼尿肌自身收缩,而没有腹压的参与,因对逼尿肌的顺应性及稳定性有较强的指示作用。Tarcn^[34]等回顾性总结了 52 例 TCS 资料发现,患者术后膀胱容量增加并且 DLPP 显著降低。Palmer 等^[23]的另一项研究中,回顾性分析了 20 例混合型原发性和继发性 TCS 患者,15% 的患者术后膀胱容量改善。本研究中,膀胱安全容量末次随访较术前增加,对膀胱容量有较好的恢复。逼尿肌漏尿点压较术前有所下降。排尿后膀胱内残留的尿液为残余尿,残余尿超过 100ml 时,需行导尿等辅助方式排尿。本研究中,患者手术前后残余尿量变化无明显统计学差异。

本研究采用 ICI-Q-SF 评分做为患者自身对排尿功能评价的量化指标。ICI-Q-SF 评分通过对患者漏尿次数、漏尿量、漏尿对生活质量影响程度等方面评估患者排尿功能情况。本研究中,ICI-Q-SF 评分提示患者排尿功能具有较明显改善。其中,1 例 64 岁女性患者术后膀胱功能改善不佳。末次随访 ICI-Q-SF 评分及尿流动力学参数较术前无明显好转,可能与年龄有关。Geyik 等^[35]认为膀胱压力的增加与年龄呈正相关,膀胱顺应性增加与年龄呈负相关,10 岁以上的儿童最有可能从 TCS 手术中受益。

本研究中,术后 2 例患者出现单侧下肢疼痛麻木,考虑为术中过度压缩导致神经根皱缩、水肿等原因所致,术后予消炎镇痛、脱水、激素等对症治疗,术后 1 周症状明显缓解。所有患者均无大小便功能障碍加重、下肢运动功能障碍加重等严重神经并发症。经过随访,无钉棒断裂、松动、移位等内植物相关并发症的发生,但仍需长期随访。6 例患者术后出现腰部酸痛不适等症状,嘱患者加强腰背肌锻炼及药物治疗,症状明显缓解。

3.3 HSAD 的适应证及手术范围

史建刚^[10]提出 TCS 的主要发病机制为脊髓轴向张力的增高,因此,适当进行脊柱缩短降低脊髓轴向张力有利于 TCS 的治疗。我们根据其发病时期将 TCS 分为三种类型:先天性婴幼儿型、青少

年发育型和中老年退变型。先天性婴幼儿型是指患者出生即发病,常伴有脊髓脊膜膨出、腰骶部脂肪瘤、终丝增粗等先天畸形,此种类型患者应行传统的终丝松解术或脊膜膨出修补术等治疗方式,不是 HSAD 的手术适应证。青少年发育型是指患者出生后存在脊髓圆锥低位、脊髓牵拉的病理基础,但在婴幼儿期无明显症状或症状较轻,进入青春后期后,症状进行性加重且进展较快。此型患者是由于脊柱脊髓发育不平衡导致,即脊柱发育速度大于脊髓发育速度,从而导致脊髓轴向张力增高,属于 HSAD 的手术适应范围,需通过脊柱缩短的方式达到脊柱脊髓相匹配,降低脊髓轴向张力。中老年退变型是指患者出生后存在脊髓圆锥低位,脊髓牵拉的病理基础,但无明显临床症状,进入中老年后才逐渐出现泌尿功能障碍等拴系相关症状,此型患者是由于脊柱脊髓退变不平衡导致,即脊髓的退变速度大于脊柱的退变速度,此型患者也属于 HSAD 的手术适应范围,也需要通过脊柱缩短的方式达到降低脊髓轴向张力的疗效。

TCS 患者脊髓圆锥被牵拉至低位以后,脊髓轴向张力增高,脊髓存在广泛性损害。因此,目前我们行 HSAD 时,通常以 L5/S1 为起点,向上逐个节段进行探查硬膜囊张力,直至硬膜囊张力正常的节段。对于以膀胱功能障碍表现为主的 TCS 患者,我们的手术范围通常为 L1~S1,首先,该范围包括了控制排尿的骶神经、阴部神经、腹下神经等神经相应的脊髓段;其次,我们应用磁共振弥散张量技术对以排尿功能障碍为主的 TCS 患者进行研究,探讨其脊髓损伤范围,并指导手术缩短范围的选择,取得了一定结果^[36],根据我们的前期研究结果,圆锥以上第 4 节段为膀胱功能障碍的 TCS 患者脊髓损伤较重的节段,但仍需进一步研究。

综上所述,HSAD 可通过对腰椎多节段椎间盘的切除达到缩短脊柱,降低脊髓轴性张力的效果,该术式可以避免传统终丝松解术直接切开硬膜囊,损伤神经,粘连导致再拴系等缺点,对患者膀胱功能改善具有一定效果,可作为一种治疗 TCS 的手术方案。但由于本研究临床病例数量较少,随访时间较短,对其适应证选择、远期疗效尚需进一步研究。同时,本研究缺乏与同期行传统终丝松解术的对比研究,对其优缺点及并发症的预防仍需深入研究。

4 参考文献

- Hou Y, Sun J, Shi J, et al. Clinical evaluation of an innovative operative procedure in the treatment of the tethered cord syndrome[J]. Spine J, 2017 Oct 18. doi: 10.1016/j.spinee.2017.10.009.
- Steinbok P, MacNeily AE, Hengel AR, et al. Filum section for urinary incontinence in children with occult tethered cord syndrome: a randomized, controlled pilot study [J]. J Urol, 2016, 195(4 Pt 2): 1183-1188.
- Sysoev K, Tadevosyan A, Samochernykh K, et al. Prognosis of surgical treatment of the tethered cord syndrome in children [J]. Childs Nerv Syst, 2017, 34(2): 305-310.
- 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.
- Pang D, Wilberger JE. Tethered cord syndrome in adults[J]. J Neurosurg, 1982, 57(1): 32-47.
- Klekamp J. Tethered cord syndrome in adults[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(3): 258-270.
- Huttmann 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.
- Iskandar BJ, Fulmer BB, Hadley MN, et al. Congenital tethered spinal cord syndrome in adults[J]. J Neurosurg, 1998, 88 (6): 958-961.
- Kokubun S, Ozawa H, Aizawa T, et al. Spine-shortening osteotomy for patients with tethered cord syndrome caused by lipomyelomeningocele[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(1): 21-27.
- 王海波, 孙璟川, 王元, 等. 脊柱均匀短缩脊髓轴性减压术治疗脊髓拴系综合征的疗效分析[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(23): 1801-1806.
- George TM, Fagan LH. Adult tethered cord syndrome in patients with postrepair myelomeningocele: an evidence-based outcome study[J]. J Neurosurg, 2005, 102(2 Suppl): 150-156.
- Davidoff AM, Thompson CV, Grimm JM, et al. Occult spinal dysraphism in patients with anal agenesis[J]. J Pediatr Surg, 1991, 26(8): 1001-1005.
- Guerra LA, Pike J, Milks J, et al. Outcome in patients who underwent tethered cord release for occult spinal dysraphism [J]. J Urol, 2006, 176(4 Pt 2): 1729-1732.
- Fone PD, Vapnek JM, Litwiller SE, et al. Urodynamic findings in the tethered spinal cord syndrome: does surgical release improve bladder function?[J]. J Urol, 1997, 157 (2), 604-609.
- Cochrane DD. Cord untethering for lipomyelomeningocele: expectation after surgery[J]. Neurosurg Focus, 2007, 23(2): E9.
- Archibeck MJ, Smith JT, Carroll KL, et al. Surgical release of tethered spinal cord: survivorship analysis and orthopedic

- outcome[J]. *J Pediatr Orthop*, 1997, 17(6): 773-776.
17. Samuels R, McGirt MJ, Attenello FJ, et al. Incidence of symptomatic retethering after surgical management of pediatric tethered cord syndrome with or without duraplasty [J]. *Childs Nerv Syst*, 2009, 25(9): 1085-1089.
 18. Kulkarni AV, Pierre-Kahn A, Zerah M. Conservative management of asymptomatic spinal lipomas of the conus [J]. *Neurosurgery*, 2004, 54(4): 868-875.
 19. 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.
 20. Romagna A, Suchorska B, Schwartz C, et al. Detethering of a congenital tethered cord in adult patients: an outcome analysis[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013, 155(5): 793-800.
 21. Sofuoglu OE, Abdallah A, Emel E, et al. Management of tethered cord syndrome in adults: experience of 23 cases[J]. *Turk Neurosurg*, 2017, 27(2): 226-236.
 22. Safain MG, Burke SM, Riesenburger RI, et al. The effect of spinal osteotomies on spinal cord tension and dural buckling: a cadaveric study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(1): 120-127.
 23. Palmer LS, Richards I, Kaplan WE. Subclinical changes in bladder function in children presenting with nonurological symptoms of the tethered cord syndrome [J]. *J Urol*, 1998, 159(1): 231-234.
 24. Giddens JL, Radomski SB, Hirshberg ED, et al. Urodynamic findings in adults with the tethered cord syndrome[J]. *J Urol*, 1999, 161(4): 1249-1254.
 25. Houser EE, Bartholomew TH, Cookson MS, et al. A prospective evaluation of leak point pressure, bladder compliance and clinical status in myelodysplasia patients with tethered spinal cords[J]. *J Urol*, 1994, 151(1): 177-181.
 26. 杨屹. 脊髓栓系综合征术后尿动力学的测定及临床意义[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2004, 25(9): 602-605.
 27. Kokubun S, Ozawa H, Aizawa T, et al. Spine-shortening osteotomy for patients with tethered cord syndrome caused by lipomyelomeningocele[J]. *J Neurosurg Spine*, 2011, 15(1): 21-27.
 28. 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.
 29. Nakashima H, Imagama S, Matsui H, et al. Comparative study of untethering and spine-shortening surgery for tethered cord syndrome in adults[J]. *Global Spine J*, 2016, 6(6): 535-541.
 30. Hoffman HJ, Hendrick EB, Humphreys RP. The tethered spinal cord: its protean manifestations, diagnosis and surgical correction[J]. *Childs Brain*, 1976, 2(3): 145-155.
 31. Lao LF, Shen JX, Chen ZG, et al. Uncoupled neuro-osseous growth in adolescent idiopathic scoliosis? A preliminary study of 90 adolescents with whole-spine three-dimensional magnetic resonance imaging[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(7): 1081-1086.
 32. Hou Y, Shi J, Guo Y, et al. Clinical evaluation of an innovative operative procedure in treatment of the tethered cord syndrome[J]. *Spine J*. 2017 Oct 18. pii: S1529-9430(17)31060-4. doi: 10.1016/j.spinee.2017.10.009.
 33. Alzahrani A, Alsowayan O, Farmer JP, et al. Comprehensive analysis of the clinical and urodynamic outcomes of secondary tethered spinal cord before and after spinal cord untethering[J]. *J Pediatr Urol*, 2016, 12(2): 101.e1-6.
 34. Tarcan T, Onol FF, Ilker Y, et al. Does surgical release of secondary spinal cord tethering improve the prognosis of neurogenic bladder in children with myelomeningocele?[J]. *J Urol*, 2006, 176(4 Pt 1): 1601-1606.
 35. Geyik M, Geyik S, Sen H, et al. Urodynamic outcomes of detethering in children: experience with 46 pediatric patients [J]. *Childs Nerv Syst*, 2016, 32(6): 1079-1084.
 36. 王海波. 磁共振表观弥散系数(ADC 值)和各向异性分数(FA 值)对脊髓栓系综合征脊髓损伤范围的定位研究[D]. 第二军医大学, 2016.

(收稿日期:2017-11-22 末次修回日期:2018-02-06)

【专家点评】 脊髓栓系综合征的手术治疗分为脊髓松解终丝切断和脊柱短缩手术两大类。脊髓松解终丝切断的手术风险较大,发生术后再栓系的相对比例较高。脊柱截骨短缩虽然能避免硬膜内操作加重神经损伤的风险,但也有一定的局限性。因为脊髓和神经根的张力虽然经过短缩后得到一定程度的缓解,但很难达到完全松解目的。

本文对脊柱短缩手术进行了改良,采用经椎间盘均匀短缩的方式,同样也能达到短缩的目的,从术后随访情况来看,已经取得了一定疗效,不失为一种可以选择的手术方式。但文中对术后可能出现的并发症,如脊柱内固定失败、假关节形成、长节段固定可能导致脊柱活动度丧失等情况应做进一步阐述。

此外,文中采用国际尿失禁问卷简表(ICI-Q-SF)评分评估患者膀胱功能,采用尿流动力学检查评估膀胱安全容量、膀胱顺应性、残余尿量等指标变化情况,具有一定的科学性,但稍有缺憾的是患者年龄差过大,有的病例甚至为 64 岁,病史过长,在括约肌功能恢复上存在差异。本组例数相对较少,随访时间较短,希望能得到长期随访的结果。

北京中医药大学东直门医院 徐林

(英文编审 刘美彤/贾丹彤)

(本文编辑 姜雅浩)