

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2503024

论著·临床研究

## 脊髓栓系综合征儿童术前及术后肛门直肠动力学的评估及其临床意义

徐前成<sup>1</sup> 沈志鹏<sup>2</sup> 章培良<sup>2</sup> 冯静怡<sup>1</sup> 江米足<sup>1</sup>

(1. 浙江大学医学院附属儿童医院儿童内镜中心和消化内科/国家儿童健康与疾病临床医学研究中心/  
国家儿童区域医疗中心, 浙江杭州 310052; 2. 浙江大学医学院附属儿童医院神经外科/  
国家儿童健康与疾病临床医学研究中心/国家儿童区域医疗中心, 浙江杭州 310052)

**[摘要]** **目的** 探讨脊髓栓系综合征 (tethered cord syndrome, TCS) 儿童手术前后肛门直肠动力学测定的特点及临床意义。**方法** 回顾性选取 2022 年 1 月—2023 年 9 月浙江大学医学院附属儿童医院收治的 44 例 TCS 患儿作为 TCS 组, 根据术后症状是否好转分为显效亚组 (34 例)、未愈亚组 (10 例); 选择 34 例功能性便秘患儿作为对照组。比较术前 TCS 组与对照组的基线资料和测压数据, 以及未愈亚组与显效亚组的测压数据。**结果** TCS 组短收缩时间、排便松弛率低于对照组 ( $P<0.05$ ); 排便残余压、直肠最大耐受阈值高于对照组 ( $P<0.05$ )。显效亚组术后高压区肛管长度高于术前 ( $P<0.05$ ); 直肠初始感觉阈值低于术前 ( $P<0.05$ )。未愈亚组术前直肠最大排出压低于显效亚组 ( $P<0.05$ )。显效亚组术后直肠肛门抑制反射值高于未愈亚组 ( $P<0.05$ )。**结论** TCS 患儿与功能性便秘患儿在肛门直肠动力学上存在部分差异; 直肠最大排出压可能是预测手术效果的关键指标; 手术可以改变部分患儿的排便功能。 [中国当代儿科杂志, 2025, 27 (5): 563-567]

**[关键词]** 脊髓栓系综合征; 便秘; 失禁; 肛门直肠测压; 儿童

### Evaluation of anorectal dynamics in children with tethered cord syndrome before and after surgery and its clinical significance

XU Qian-Cheng, SHEN Zhi-Peng, ZHANG Pei-Liang, FENG Jing-Yi, JIANG Mi-Zu. Department of Gastroenterology and Pediatric Endoscopy Center, Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine/National Clinical Research Center for Child Health/National Children's Regional Medical Center, Hangzhou 310052, China (Jiang M-Z, Email: mizu@zju.edu.cn)

**Abstract: Objective** To investigate the characteristics and clinical significance of anorectal manometry measurements in children with tethered cord syndrome (TCS) before and after surgery. **Methods** A retrospective study was conducted on 44 children with TCS treated at the Children's Hospital of Zhejiang University School of Medicine from January 2022 to September 2023. These patients were divided into effective subgroup ( $n=34$ ) and non-effective subgroup ( $n=10$ ) based on postoperative symptom improvement. Additionally, 34 children with functional constipation were selected as a control group. Baseline data and manometry measurements were compared between the preoperative TCS group and the control group, as well as between the non-effective and effective subgroups. **Results** The TCS group had lower short contraction time and defecation relaxation rate compared to the control group ( $P<0.05$ ), while defecation residual pressure and maximum rectal tolerable threshold were higher than the control group ( $P<0.05$ ). The length of the anal canal in the high-pressure zone in the effective subgroup was greater postoperatively than preoperatively ( $P<0.05$ ), and the initial rectal sensation threshold decreased postoperatively ( $P<0.05$ ). The non-effective subgroup had lower preoperative maximum rectal expulsion pressure compared to the effective subgroup ( $P<0.05$ ). Postoperative rectal anal inhibition reflex values in the effective subgroup were higher than those in the non-effective subgroup ( $P<0.05$ ). **Conclusions** There are some

[收稿日期] 2025-03-05; [接受日期] 2025-04-14

[基金项目] “十四五”国家重点研发计划课题 (2023YFC2706500、2023YFC2706504)

[作者简介] 徐前成, 男, 硕士, 主治医师。

[通信作者] 江米足, 男, 主任医师, 教授。Email: mizu@zju.edu.cn。

differences in anorectal dynamics between children with TCS and those with functional constipation. Maximum rectal expulsion pressure may be a key predictor of surgical outcomes. Surgery can alter certain defecation functions in some children.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2025, 27(5): 563-567]

**Key words:** Tethered cord syndrome; Constipation; Incontinence; Anorectal manometry; Child

脊髓栓系综合征 (tethered cord syndrome, TCS) 是儿童常见的神经系统发育性疾病, 与脊髓末端固定在相对低位, 导致马尾神经及终丝受牵拉而过度紧张有关<sup>[1]</sup>。对脊髓圆锥的牵拉可能导致血流量减少和氧化代谢功能下降, 引起一系列神经功能障碍的临床表现和体征, 如运动障碍、感觉障碍、脊柱畸形、排尿异常和排便障碍<sup>[2]</sup>。TCS患儿常早期出现排尿功能障碍, 目前已有较多研究通过尿流动力学检查评估此类患儿的排尿功能<sup>[3]</sup>。但是对该类患儿肠道动力功能的研究报道较少, 有研究认为TCS患儿可能在直肠敏感性、压力下降程度、松弛反射恢复时间方面存在异常<sup>[4]</sup>。本研究利用肛门直肠动力学检查对TCS患儿肛门直肠动力学存在一些差异, 并对造成这些差异的原因进行探讨, 为今后临床治疗方法选择及患儿的预后评估提供临床参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

对2022年1月—2023年9月在浙江大学医学院附属儿童医院行肛门直肠压力测试的患儿的病历资料进行回顾性研究。纳入44例经腰骶髓磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 诊断为TCS并接受脊髓栓系松解术的患儿作为TCS组, 术后根据随访症状评估, 其中症状改善、痊愈的患儿纳入显效亚组, 未愈的患儿纳入未愈亚组。TCS组纳入标准: (1) 有便秘、失禁症状, 药物治疗效果欠佳; (2) 腰骶髓MRI提示脊髓圆锥位于第2腰椎椎体下方为TCS, 脊髓圆锥位置正常为隐匿性TCS; (3) 在我院行脊髓栓系松解术治疗, 术前、术后均有完整肛门直肠测压数据; (4) 既往无肠道、脊柱手术病史; (5) 病历资料完整且配合随访。排除标准: (1) 诊断为TCS, 但未行手术治疗者; (2) 已行多次手术治疗的患儿; (3) 合并脊髓炎、吉兰-巴雷综合征、重症肌无力等可能与TCS有相似症状, 影响术后疗效判定的患儿; (4) 诊断为TCS, 但存在除TCS以外导致骨骼发育畸形、肠道功能异常等其他疾病的患儿。纳入34

例功能性便秘患儿作为对照组。对照组纳入标准: (1) 符合罗马IV诊断标准<sup>[5]</sup>; (2) 腰骶髓MRI证实无TCS; (3) 病历资料完整。排除标准: (1) 患有先天性巨结肠、先天性甲状腺功能减退等其他影响肠道功能的疾病; (2) 既往肠道、肛门手术病史; (3) 失访者。本研究经我院医学伦理委员会批准, 并豁免知情同意 (2024-IRB-0417-P-01)。

### 1.2 研究方法

检测方法和检测仪器: 采用荷兰 Medical Measurement Systems 胃肠动力学检测系统, 患儿取左侧卧位, 屈髋屈膝呈90°, 在插入导管前进行肛门直肠指检, 判断是否存在解剖异常以及检查肠道准备情况, 进行操作前的“收缩”和“排便”训练。操作时将导管在肛门边缘归零以进行校准, 使用非麻醉性润滑剂润滑。将导管插入直肠并稍微向后拉, 直到找到肛管。定位肛管后, 用胶布交叉固定在臀部以避免移动, 适应3 min后开始检查。

检测内容: (1) 高压区肛管长度; (2) 肛门直肠静息压力; (3) 短收缩3次检测短收缩时间及平均收缩压; (4) 长收缩1次检测长收缩时间及最大收缩压; (5) 模拟排便3次检测直肠最大排出压、排便松弛率、排便残余压; (6) 直肠肛门抑制反射 (rectal anal inhibition reflex, RAIR); (7) 直肠感觉测试检测排便感觉阈值。

### 1.3 统计学分析

应用SPSS 27.0软件进行统计学分析。正态分布的计量资料以均数±标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 组间比较用两样本 *t* 检验或配对样本 *t* 检验。计数资料以例数和率 (%) 表示, 组间比较用Fisher确切概率法或 $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 TCS组和对照组一般资料比较

TCS组年龄范围3~13岁, 术后3~6个月复查肛门直肠测压, 排便症状改善34例 (75%)。对照组年龄范围3~14岁。两组性别构成、年龄、肠道症状方面比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 合并其他症状方面比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表1。

表 1 TCS 组和对照组一般资料比较

项目	对照组 (n=34)	TCS 组 (n=44)	$t/\chi^2$ 值	P 值
性别 [例(%)]				
男性	22(65)	31(70)	0.291	0.590
女性	12(35)	13(30)		
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	7.0 $\pm$ 3.1	6.9 $\pm$ 2.1	-0.099	0.921
肠道症状 [例(%)]				
仅便秘	8(24)	11(25)		
仅失禁	15(44)	25(57)	2.202	0.333
便秘和失禁	11(32)	8(18)		
合并其他症状 [例(%)]				
尿失禁	0(0)	20(45)		
行走异常	0(0)	2(5)	-	<0.001
腰痛	0(0)	1(2)		

注: [TCS] 脊髓栓系综合征。

## 2.2 TCS 组和对照组肛门直肠测压参数比较

TCS 组短收缩时间、排便松弛率低于对照组 ( $P<0.05$ ); 排便残余压、直肠最大耐受阈值高于对照组 ( $P<0.05$ )。两组余指标比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 2。

## 2.3 TCS 显效亚组和未愈亚组肛门直肠测压参数手术前后比较

显效亚组术后高压区肛管长度大于术前 ( $P<0.05$ ); 直肠初始感觉阈值低于术前 ( $P<0.05$ )。

未愈亚组手术前后测压数据比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。未愈亚组术前直肠最大排出压低于显效亚组 ( $P<0.05$ ), 其余测压参数比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。显效亚组术后 RAIR 值高于未愈亚组 ( $P<0.05$ ), 其余测压参数比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 3。

表 2 TCS 组和对照组肛门直肠测压参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

项目	对照组 (n=34)	TCS 组 (n=44)	t 值	P 值
高压区肛管长度 (cm)	2.35 $\pm$ 0.23	2.35 $\pm$ 0.28	-0.038	0.971
静息压 (mmHg)	56 $\pm$ 11	56 $\pm$ 10	-0.022	0.982
平均收缩压 (mmHg)	130 $\pm$ 20	138 $\pm$ 24	1.575	0.119
短收缩时间 (s)	5.0 $\pm$ 1.7	4.1 $\pm$ 1.3	-2.837	0.006
最大收缩压 (mmHg)	159 $\pm$ 37	170 $\pm$ 39	1.184	0.240
长收缩时间 (s)	17 $\pm$ 7	15 $\pm$ 6	-1.354	0.180
排便残余压 (mmHg)	42 $\pm$ 15	51 $\pm$ 17	2.266	0.026
排便松弛率 (%)	41 $\pm$ 16	15 $\pm$ 20	-6.407	<0.001
直肠最大排出压 (mmHg)	56 $\pm$ 25	56 $\pm$ 21	0.005	0.996
RAIR	0.74 $\pm$ 0.11	0.73 $\pm$ 0.12	-0.445	0.657
初始感觉阈值 (mL)	43 $\pm$ 11	50 $\pm$ 18	1.887	0.063
排便窘迫感阈值 (mL)	83 $\pm$ 11	94 $\pm$ 29	1.967	0.053
最大耐受阈值 (mL)	110 $\pm$ 12	134 $\pm$ 36	3.844	<0.001

注: [TCS] 脊髓栓系综合征; [RAIR] 直肠肛门抑制反射。

表 3 TCS 显效亚组和未愈亚组肛门直肠测压参数手术前后比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	高压区肛管长度 (cm)				静息压 (mmHg)				平均收缩压 (mmHg)							
		术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值				
显效亚组	34	2.33 $\pm$ 0.23	2.49 $\pm$ 0.28	-2.321	0.023	57 $\pm$ 10	60 $\pm$ 10	-1.437	0.155	139 $\pm$ 26	143 $\pm$ 23	-0.633	0.529				
未愈亚组	10	2.38 $\pm$ 0.33	2.42 $\pm$ 0.26	-0.305	0.764	55 $\pm$ 9	59 $\pm$ 6	-0.310	0.760	135 $\pm$ 14	144 $\pm$ 12	-1.422	0.172				
t 值		-0.405	0.752			0.433	1.575			0.433	-0.085						
P 值		0.688	0.456			0.667	0.127			0.667	0.933						
		短收缩时间 (s)				最大收缩压 (mmHg)				长收缩时间 (s)				排便残余压 (mmHg)			
		术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值
4.1 $\pm$ 1.4		4.1 $\pm$ 1.3	-0.073	0.942	169 $\pm$ 41	166 $\pm$ 27	0.261	0.795	15 $\pm$ 6	17 $\pm$ 6	-1.172	0.245	51 $\pm$ 18	46 $\pm$ 16	1.229	0.223	
4.2 $\pm$ 0.9		4.3 $\pm$ 0.8	-0.485	0.634	171 $\pm$ 32	176 $\pm$ 24	-0.387	0.703	16 $\pm$ 6	15 $\pm$ 6	0.232	0.819	49 $\pm$ 15	45 $\pm$ 11	0.742	0.468	
-0.211		0.062			-0.151	-0.757			-0.489	0.586			0.342	0.258			
0.834		0.551			0.880	0.454			0.627	0.561			0.734	0.798			
		排便松弛率 (%)				直肠最大排出压 (mmHg)				RAIR							
		术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值	术前	术后	t 值	P 值				
15 $\pm$ 20		21 $\pm$ 22	-1.139	0.259	61 $\pm$ 21	54 $\pm$ 14	1.587	0.117	0.74 $\pm$ 0.11	0.70 $\pm$ 0.11	1.379	0.172					
12 $\pm$ 19		21 $\pm$ 14	-1.273	0.219	40 $\pm$ 13	45 $\pm$ 10	-0.887	0.387	0.67 $\pm$ 0.15	0.59 $\pm$ 0.14	1.275	0.218					
0.544		0.013			2.971	1.948			1.551	2.648							
0.589		0.989			0.005	0.058			0.128	0.011							

表 3 (续)

组别	例数	初始感觉阈值 (mL)				排便窘迫感阈值 (mL)				最大耐受阈值 (mL)			
		术前	术后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	术前	术后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	术前	术后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
显效亚组	34	51 ± 19	39 ± 20	2.404	0.019	94 ± 30	85 ± 27	1.227	0.224	134 ± 33	134 ± 27	0.040	0.969
未愈亚组	10	46 ± 17	42 ± 8	0.671	0.511	93 ± 25	83 ± 12	1.116	0.279	134 ± 44	130 ± 11	0.279	0.783
<i>t</i> 值		0.688	-0.422			0.078	0.261			0.009	0.426		
<i>P</i> 值		0.495	0.676			0.938	0.795			0.993	0.673		

注: [RAIR] 直肠肛门抑制反射。

### 3 讨论

排便是一个复杂的生理过程, 它涉及神经、肌肉、激素以及认知系统的协同作用。当直肠充盈时, 压力会激活位于耻骨直肠肌内的牵张感受器<sup>[4]</sup>。随着直肠内容物增加, 这些感受器发送的冲动频率也逐渐升高, 并将信号通过神经纤维传递至骶脊髓内的排便中枢。由中枢发出的冲动沿盆腔神经的副交感纤维传出, 使肛管内括约肌松弛<sup>[6]</sup>。骶髓中枢通过骶神经和阴部神经发出的冲动使肛提肌、耻骨直肠肌和肛管外括约肌松弛, 促进大便排出<sup>[7]</sup>。TCS 导致脊髓被过度牵拉或固定, 神经反射弧的损伤影响脊髓与下行神经的正常信号传递, 使肠道蠕动和肛门括约肌的功能发生障碍<sup>[8-9]</sup>。

本研究发现 TCS 组短收缩时间短于对照组, 反映 TCS 患儿在快速肌肉收缩过程中协调性可能不足。正常排便过程中, 肛门括约肌应在排便时完全松弛, 以降低阻力促进粪便排出<sup>[10]</sup>。本研究中 TCS 组排便残余压高于对照组, 提示 TCS 患儿的括约肌松弛功能受损, 排便过程中压力残留过高。在排便松弛率的比较中, TCS 组仅为 (15 ± 20)%, 显著低于对照组, 提示患儿肛门括约肌的松弛功能显著下降, 患儿在排便过程中未能有效放松, 导致排便不完全或排便困难。RAIR 是一种生理现象, 是当直肠被扩张时引起肛管内括约肌的反射性松弛<sup>[11]</sup>。尽管已知 RAIR 的存在与脊髓无关, 但 Fernández 等<sup>[12]</sup> 的一项观察性横断面研究比较了 54 例患有脊髓脊膜膨出的儿童与 81 例患有难治性功能便秘的儿童, 发现患有脊髓脊膜膨出儿童的 RAIR 持续时间显著更长, 但确切机制尚不清楚。本研究中未检测 RAIR 持续时间, TCS 组与对照组均有正常 RAIR 反射, 无明显差异。在直肠感觉测试过程中, TCS 患儿的最大耐受阈值显著高于对照组, 可能与 TCS 患儿直肠敏感性降低有关, 患儿需要更大的直肠容量来触发排便反射。

即便 TCS 儿童接受了脊髓栓系松解手术, 大便失禁和便秘问题依然是临床治疗中的重大挑战<sup>[13]</sup>。利用肛门直肠测压技术对 TCS 患儿的随访数据较少。1993 年的一项小样本前瞻性研究观察了 9 例 TCS 儿童手术前后的测压变化, 发现松解手术前的肛门直肠测压异常 (如直肠高敏感性、内外括约肌压力和活动过度活跃) 在手术后 6 个月仍然存在, 没有明显的临床改善<sup>[14]</sup>。本研究中, 34 例患儿在术后随访中有不同程度的临床症状改善。肛管高压区长度反映耻骨直肠肌和肛门括约肌的功能, 在维持正常肛门自制功能中起重要作用, 儿童一般为 2~4 cm 的高压带<sup>[15]</sup>。本研究中, 患儿术后肛管高压区长度较术前延长, 这也可推测术后患儿维持肛门自制功能区域的功能恢复。在直肠感觉测试中, 术后排便初始感觉阈值较术前改善, 手术可能改善了肛门直肠对低强度刺激的敏感性, 增强患儿对排便的初期感知能力。我们在随访中发现, 10 例临床症状未改善的患儿中, 有 8 例合并其他症状, 推测患儿合并多系统症状可能是影响手术效果的因素之一。显效亚组的直肠最大排出压显著高于未愈亚组, 术前直肠排出功能较好的患儿更可能获得理想的术后效果。直肠最大排出压反映直肠的协调收缩和排便能力, 可能是预测手术效果的关键指标, 术前评估该参数有助于筛选更适合手术的患儿。此外, 我们在病例组术后测压数据中发现, 显效亚组的 RAIR 值高于未愈亚组, 反映显效亚组的肛管内括约肌反射性松弛功能优于未愈亚组。但与显效亚组不同, 未愈亚组术后测压参数与术前相比差异无统计学意义, 这一结果与其临床转归相符合。肛门直肠测压可为临床监测 TCS 患儿术后肛门直肠动力功能恢复情况提供参考, 尤其应关注高压区肛管长度和直肠初始感觉测试的变化情况。

综合患儿术后复查结果, 我们推测手术可改善患儿部分排便功能, 但部分患儿可能无法通过单纯的手术解除脊髓牵拉来恢复正常排便能力。

术后需要重点评估其肛门括约肌功能，并配合肛门括约肌的松弛训练，如生物反馈治疗、肌电刺激等康复手段综合治疗<sup>[15-17]</sup>。

本研究存在以下不足之处和局限性。(1) 由于本研究为单中心研究，样本量较小，因此需要通过多中心研究和更大样本量来进一步验证；(2) 随访时间较短，为全面评估肠道功能的恢复情况，需更长时间的随访数据；(3) 目前儿童肛门直肠测压的实施主要参照成人标准，这存在一定的局限性，既受儿童配合程度的影响，也与测量变量的特性有关。

综上所述，利用肛门直肠动力学对具有排便障碍的TCS患儿进行排便功能评估具有一定的临床意义。术前评估有助于明确排便功能障碍的严重程度，并为制定手术方案提供重要参考；术后评估则能够监测排便功能的恢复情况，指导临床治疗和预后判断。随着技术的进步和临床经验的积累，肛门直肠动力学评估将成为TCS诊疗中的重要辅助工具之一。

作者贡献声明：徐前成参与数据整理、统计学分析、论文撰写；沈志鹏、章培良参与研究指导、论文修改；冯静怡参与数据整理；江米足参与研究设计、修改和审阅文章内容，指导文章写作。

利益冲突声明：所有作者声明无利益冲突。

#### [参 考 文 献]

[1] Hara T, Ohara Y, Kondo A. Diagnosis and management of tethered cord syndrome[J]. *Adv Tech Stand Neurosurg*, 2024, 49: 35-50. PMID: 38700679. DOI: 10.1007/978-3-031-42398-7\_3.

[2] Yamada S, Won DJ, Pezeshkpour G, et al. Pathophysiology of tethered cord syndrome and similar complex disorders[J]. *Neurosurg Focus*, 2007, 23(2): E6. PMID: 17961011. DOI: 10.3171/FOC-07/08/E6.

[3] 周钊凯, 杨帅, 喻佳婷, 等. 脊髓栓系综合征患儿脊髓栓系松解术后尿动力学变化及临床意义[J]. *临床小儿外科杂志*, 2023, 22(8): 731-736. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211042-006.

[4] 张东铭. 排便的生理学研究[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2007, 10(2): 186-187. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2007.02.030.

[5] Drossman DA, Chang L, Chey WD, et al. *Rome IV: Functional Gastrointestinal Disorders/Disorders Gut-Brain Interaction*[M]. 4th ed. Rome: Rome Foundation Inc, 2016.

[6] Heitmann PT, Vollebregt PF, Knowles CH, et al. Understanding the physiology of human defaecation and disorders of continence

and evacuation[J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2021, 18(11): 751-769. PMID: 34373626. DOI: 10.1038/s41575-021-00487-5.

[7] Bharucha AE, Pemberton JH, Locke GR. American gastroenterological association technical review on constipation[J]. *Gastroenterology*, 2013, 144(1): 218-238. PMID: 23261065. PMID: PMC3531555. DOI: 10.1053/j.gastro.2012.10.028.

[8] van der Zande JMJ, Srinivas S, Koppen IJN, et al. Anorectal physiology and colonic motility in children with a history of tethered cord syndrome[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2024, 79(5): 976-982. PMID: 39206742. DOI: 10.1002/jpn3.12357.

[9] Yamada S, Knerium DS, Mandybur GM, et al. Pathophysiology of tethered cord syndrome and other complex factors[J]. *Neuro Res*, 2004, 26(7): 722-726. PMID: 15494111. DOI: 10.1179/016164104225018027.

[10] Rodriguez L, Sood M, Di Lorenzo C, et al. An ANMS-NASPGHAN consensus document on anorectal and colonic manometry in children[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2017, 29(1): e12944. PMID: 27723185. DOI: 10.1111/nmo.12944.

[11] 中华医学会消化病学分会胃肠动力学组, 中华医学会消化病学分会胃肠功能性疾病协作组, 中华医学会消化病学分会食管疾病协作组. 高分辨率肛门直肠测压临床操作与分析指南(成人) [J]. *中华消化杂志*, 2023, 43(8): 505-512. DOI: 10.3760/cma.j.cn311367-20230529-00253.

[12] Fernández J, Messere G, Ortiz G, et al. Differences in rectoanal inhibitory reflex duration between patients with refractory functional constipation and myelomeningocele[J]. *Arch Argent Pediatr*, 2023, 121(2): e202202598. PMID: 36413143. DOI: 10.5546/aap.2022-02598.eng.

[13] Findlay MC, Tenhoeve S, Terry SA, et al. Disparities in indications and outcomes reporting for pediatric tethered cord surgery: the need for a standardized outcome assessment tool[J]. *Childs Nerv Syst*, 2024, 40(4): 1111-1120. PMID: 38072858. PMID: PMC10972940. DOI: 10.1007/s00381-023-06246-y.

[14] Meyrat BJ, Vernet O, Berger D, et al. Pre- and postoperative urodynamic and anorectal manometric findings in children operated upon for a primary tethered cord[J]. *Eur J Pediatr Surg*, 1993, 3(5): 309-312. PMID: 8292587. DOI: 10.1055/s-2008-1066036.

[15] 江米足, 龚四堂. *儿童消化病学*[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.

[16] 王林, 李宁. 便秘的生物反馈治疗现状和展望[J]. *中华普通外科杂志*, 2012, 27(9): 773-775. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2012.09.032.

[17] Lu PL, Koppen IJN, Orsagh-Yentis DK, et al. Sacral nerve stimulation for constipation and fecal incontinence in children: long-term outcomes, patient benefit, and parent satisfaction[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2018, 30(2): 1-7. PMID: 28799195. DOI: 10.1111/nmo.13184.

(本文编辑：王颖)

(版权所有©2025 中国当代儿科杂志)