

加速康复外科在儿童先天性脊柱侧凸患者围手术期管理中的应用

刘昊楠¹, 李多依², 张瀚文¹, 赵梦奇¹, 郭东¹, 祁新禹¹, 白云松¹, 李宇璇¹, 张学军¹

(1 国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院骨科; 2 麻醉科 100045 北京市)

【摘要】目的:探讨加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)在儿童先天性脊柱侧凸患者围手术期管理中的应用效果。**方法:**将 2020 年 10 月~2021 年 12 月期间于我院接受后路截骨矫形植骨融合内固定术的 90 例先天性脊柱侧凸患儿纳入研究, 根据围手术期管理模式将患儿分为 ERAS 组(45 例)和对照组(45 例)。ERAS 组采用加速康复模式进行管理, 包括入院宣教、加强营养、减少围手术期禁食水时间、优化麻醉、避免过量补液、减少引流管留置、多模式镇痛等 15 项措施; 对照组采用传统围手术期管理模式。对比两组患儿各项临床及化验指标, 临床指标包括围手术期禁食水时间、术后住院日、并发症发生情况以及术后 3d 内疼痛评分、体温、进食水量; 化验指标包括术后第 1、3 天血红蛋白(hemoglobin, Hb)、白蛋白(albumin, ALB)和白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)等。**结果:**所有患者均顺利完成手术。术后 3d 内 ERAS 组患儿疼痛评分均明显低于对照组($P<0.001$), 患儿饮食恢复更快, 每日进食水量均明显多于对照组($P<0.001$)。术后 3d 内 ERAS 组和对照组分别有 27 例次和 44 例次每日最高体温 $>38.5^{\circ}\text{C}$, ERAS 组明显偏低($\chi^2=7.211, P=0.007$)。ERAS 组和对照组围手术期禁食水时间分别为 $11.0\pm5.6\text{h}$ 和 $30.1\pm8.1\text{h}$ ($t=-13.028, P<0.001$), 术后住院日分别为 6d(6, 7d)和 7d(6, 7d) ($Z=-0.206, P=0.040$), ERAS 组均明显低于对照组。术后 ERAS 组和对照组分别有 8 例(17.8%)和 6 例(13.3%)患儿发生并发症($\chi^2=0.338, P=0.561$), 两组均以轻度腹痛或腹胀最为常见。术后第 1、3 天两组患儿 Hb 和 ALB 均无统计学差异($P>0.05$), 术后第 1 天 ERAS 组和对照组 IL-6 分别为 $147.7\pm116.1\text{mmol/L}$ 和 $184.5\pm144\text{mmol/L}$ ($t=-1.334, P=0.186$), 术后第 3 天 IL-6 分别为 $19.4\pm12.2\text{mmol/L}$ 和 $33.5\pm26.3\text{mmol/L}$ ($t=-3.252, P=0.002$), ERAS 组明显低于同时点对照组。**结论:**与传统模式相比 ERAS 可有效提高先天性脊柱侧凸患儿围手术期管理水平, 促进患儿术后早期恢复, 降低应激反应。

【关键词】加速康复外科; 脊柱畸形; 手术; 应激反应; 儿童

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2023.02.03

中图分类号: R682.1, R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2023)-02-0115-08

Application of enhanced recovery after surgery in the perioperative management of pediatric patients with congenital scoliosis/LIU Haonan, LI Duoyi, ZHANG Hanwen, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2023, 33(2): 115-122

【Abstract】 Objectives: To explore the application effects of enhanced recovery after surgery(ERAS) in the perioperative management of children with congenital scoliosis(CS). **Methods:** 90 pediatric patients with CS treated in our hospital with posterior osteotomy and bone graft fusion combined with internal fixation from October 2020 to December 2021 were included in this study. The patients were divided into the ERAS group ($n=45$) and control group ($n=45$) according to the perioperative management model. Patients in the ERAS group were managed with an accelerated recovery protocol including preoperative education, high protein diet, shortened fasting time, optimized anesthesia, non-excessive fluid infusion, decreased drainage placement, and multi-model analgesia, while patients in the control group were managed with the traditional model during perioperative period. Clinical data comprising perioperative fasting time, postoperative length of hospital stay, complication rate, and amount of oral intake, pain score and body temperature within postoperative 3d, and laboratory tests included hemoglobin(Hb), albumin(ALB) and interleukin-6(IL-6) on postoperative 1d and 3d

第一作者简介: 男(1988-), 主治医师, 医学博士, 研究方向: 脊柱畸形

电话: (010)59616412 E-mail: 20050295@163.com

通讯作者: 张学军 E-mail: zhang-x-j04@163.com

were collected and compared between groups. **Results:** All the patients completed the surgery successfully. In the first 3 days after surgery, the pain score of the ERAS group was significantly lower than that of control group($P<0.001$), and the diet of patients of ERAS group recovered faster with a significantly greater amount of daily intake than that of control group($P<0.001$). Within 3d after operation, the maximum body temperature $>38.5^{\circ}\text{C}$ was observed in 27 and 44 patients in the ERAS and control group, respectively, and the ERAS group was significantly smaller in the number than control group($\chi^2=7.211$, $P=0.007$). The fasting time were $11.0\pm 5.6\text{h}$ and $30.1\pm 8.1\text{h}$ ($t=-13.028$, $P<0.001$) and postoperative length of hospital stay were 6d(6, 7d) and 7d(6, 7d)($Z=-0.2057$, $P=0.040$) in the ERAS and control group, respectively, and the ERAS group was significantly shorter than control group. Postoperative complications were observed in 8(17.8%) and 6(13.3%) patients in the ERAS and control group($\chi^2=0.338$, $P=0.561$), and the most common complication was mild abdominal pain and distention in both groups. Both Hb and ALB in the two groups showed no significant difference on postoperative day 1 and 3 ($P>0.05$). IL-6 tested on postoperative day 1 was $147.7\pm 116.1\text{mmol/L}$ and $184.5\pm 144\text{mmol/L}$ ($t=-1.334$, $P=0.186$) in the ERAS and control group, while the data was $19.4\pm 12.2\text{mmol/L}$ and $33.5\pm 26.3\text{mmol/L}$ ($t=-3.252$, $P=0.002$) on postoperative day 3, and the ERAS group was significantly lower than the control group. **Conclusions:** Comparing with traditional model, ERAS can improve the perioperative management level, promote the early recovery, and decrease the postoperative stress reaction for pediatric patients with congenital spinal scoliosis.

[Key words] Enhanced recovery after surgery; Spinal deformity; Surgery; Stress reaction; Children

[Author's address] 1 Department of Orthopedics; 2 Department of Anesthesiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing, 100045, China

先天性脊柱侧凸是儿童较为常见的脊柱畸形,由椎体发育异常所致,发病率约为 1/1000^[1]。此类畸形由于进展迅速,常导致患者脊柱冠状位和(或)矢状位生长失衡,因此多数患者需尽早接受手术治疗。目前临床应用最多的手术方式为脊柱后路截骨矫形植骨融合内固定术,该术式虽然能够有效矫正畸形,恢复脊柱力线,但手术操作难度大,术中失血多,而低龄患儿由于机体发育不完善,手术耐受能力较差,因此与成人相比围手术期风险更高^[2-3]。近年来为提高患者围手术期管理效率,降低术后应激反应,促进患者早期康复,加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)在骨科中的临床应用逐年增多。目前多数 ERAS 指南和管理方案主要集中于成人骨科,如创伤骨科、脊柱外科、关节外科等,在小儿骨科尤其是先天性脊柱畸形方面报道较少^[4-6]。为探讨 ERAS 理念在儿童先天性脊柱侧凸围手术期管理中的应用效果,本研究纳入 90 例患儿进行对比研究,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

将 2020 年 10 月~2021 年 12 月我院收治的脊柱畸形患儿按以下标准纳入研究。纳入标准:

(1)入院诊断为先天性脊柱侧凸;(2)年龄为 2~14 岁;(3)评估后无手术禁忌证;(4)术前无明显神经功能障碍;(5)手术方式为脊柱后路截骨矫形植骨融合内固定术。排除标准:(1)对 ERAS 模式中可能应用的药物有禁忌或不宜应用;(2)患儿家长无法配合管理;(3)既往有脊柱畸形或椎管内手术史;(4)合并严重椎管内畸形需行手术治疗;(5)围手术期发生较为严重的手术相关并发症,如神经损伤、呼吸衰竭、二次手术翻修(如内固定切割)、脑脊液漏等。入院后向患者家属交代 ERAS 和传统管理模式利弊:ERAS 模式的多种措施可能有助于改善脊柱畸形患儿术后一般情况,促进患儿早期恢复,但也可能存在一定的风险,如术后早期进食水可能导致腹痛、腹胀、恶心、呕吐等并发症;多模式镇痛可能导致药物反应,如腹部不适等。传统模式是较为成熟的围手术期管理方法,安全性较为满意,但其缺点在于需要长时间禁食水、疼痛管理模式单一、缺乏多学科协作等,患儿术后可能处于较高的应激水平。根据患儿病情及家属意愿,由医患双方共同决定围手术期管理方案。ERAS 组患儿采用加速康复模式进行管理,对照组采用传统模式进行管理。本研究经伦理委员会批准通过(审批号:2021-E-025-Y-001)。

1.2 ERAS 组管理方案

1.2.1 入院管理 (1)入院宣教:入院后由主管护士对患者家属及大龄儿童进行宣教,介绍 ERAS 管理模式各项措施,交代患儿及家属需配合的工作;(2)营养评估:采用儿科营养不良评估筛查工具(screening tool for the assessment of malnutrition in paediatrics, STAMP)评估患儿营养状态及营养风险;(3)增加营养:所有患儿均给予高蛋白饮食。

1.2.2 术前措施 (1)减少术前禁食水时间:所有患儿术日 0 时口服清饮料(10ml/kg,总量 $\leq$ 400ml)维持糖耐量,术前 6h 进食牛奶或碳水化合物后禁食,术前 2h 口服清饮料(5ml/kg,总量 $\leq$ 200ml)后禁饮。术日开台手术患儿仅常规输注抗生素,不再额外补液;接台手术患儿若等待时间较长,手术时间难以确定则酌情调整进饮或补液量,避免患儿长时间禁食水或过量补液;(2)调高手术室温度:为避免患儿体温过低,调整室温为 22~24℃,术中应用暖风机维持体温;(3)超前镇痛:麻醉后肛塞布洛芬栓剂(50~100mg)。

1.2.3 术中措施 (1)优化麻醉方案:合理配比麻醉药物,在保证麻醉效果条件下确保患儿术后可快速清醒,最大程度减轻麻醉残留效应;(2)优化补液方案:采用液体导向治疗,及时调整补液,避免过量补液;(3)合理应用抗生素:手术时间较长者术中加用抗生素 1 次;(4)术后即时镇痛:术毕伤口局麻浸润(利多卡因+罗哌卡因),并辅以止痛泵;(5)减少引流管留置:固定节段少于 4 个或创伤较小的患儿不留置引流管。

1.2.4 术后方案 (1)早期恢复饮食:患儿清醒后无明显恶心呕吐即可进饮(20~40ml/kg/30min),若无特殊不适则于 2h 后进食少量流食,术后 6h 可按需进食水,饮食以牛奶或碳水化合物等易消化的食物为主,术后次日恢复高蛋白饮食,由家属记录每日进食量;(2)限制性补液:术后每日根据出入量及当日饮食量调整补液,避免过量输液;(3)术后次日拔除尿管;(4)术后镇痛:联用布洛芬和止痛泵镇痛,术后常规输注布洛芬 3d,主管医生和护士每日对患儿疼痛程度进行评估,及时调整镇痛方案。

1.3 对照组管理方案

围术期按传统模式进行管理:(1)宣教围手术期各项管理措施及注意事项,向家长介绍护理患儿的相关知识,按年龄给予标准化饮食,未给予高

蛋白饮食;(2)术日 0 时起禁食水,术前按手术等待时间补液,术中常规麻醉及管理,主要选择麻醉效果满意、利于维持血流动力学稳定的药物,术中采用开放式补液;(3)患儿术后定时翻身,返回病房后当日禁食水,补全量液,术后次日可饮水,若腹部无特殊不适则可进流食并逐渐过渡至正常饮食;(4)围手术期末行超前镇痛及伤口局麻浸润,术后镇痛以止痛泵为主,按需给予布洛芬,围手术期预防性使用抗生素。

1.4 治疗方案

所有患者均于全麻下行脊柱后路截骨植骨融合椎弓根螺钉内固定术,术中全程监测体感及运动诱发电位,常规自体血回吸收,视出血量输注异体血。术后应用抗生素 2d 预防感染,根据病情酌情延长抗生素使用时间。术后 2~3d 拔除引流管,3~5d 后复查全脊柱正侧位 X 线片。术后卧床 1 个月,而后可佩戴支具下地活动。

1.5 评价指标

1.5.1 临床指标 (1)疼痛:术后 3d 内定时评估患儿疼痛情况, ≥ 7 岁患者采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS), < 7 岁则采用 FLACC(face, legs, activity, cry, and consolability)评分^[8],每日评估 3 次取平均值;(2)术后 3d 内平均体温;(3)患儿围手术期禁食水时间;(4)术后 3d 内进食水量:由家长估算,以当日进食量占正常饮食量的百分比表示;(5)术后首次排气、排便时间;(6)总体住院日及术后住院日;(6)并发症发生情况。

1.5.2 化验指标 (1)术后第 1、3 天测量患儿血红蛋白(hemoglobin, Hb)、白蛋白(albumin, ALB)和白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)等指标;(2)血糖:患儿入手术室后测血糖 1 次。

1.6 统计学方法

使用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量资料符合正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布则采用中位数和四分位数即 $M(Q1, Q3)$ 表示,两组比较采用秩和检验;计数资料采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

按上述标准本研究共纳入 90 例患儿,两组各

45例。两组患者的一般资料见表 1。两组间比较均无统计学差异($P>0.05$)。

2.2 手术资料

所有患儿均顺利完成手术,术中体感及运动诱发电位均未发生明显异常,术后全脊柱 X 线片显示矫形效果及内固定位置满意,两组各有 6 例患儿留置引流管。术后无患儿输血,无心脑血管意外、肺部感染、泌尿系感染、死亡等严重并发症发生。

2.3 术后疼痛及体温

见表 2。两组患儿术后疼痛均逐步减轻,但 ERAS 组患儿术后 3d 内疼痛评分均明显低于同时点对照组($P<0.001$)。术后第 1 天对照组 30 例(66.7%)患儿疼痛评分 >3 分,而 ERAS 组则仅有 6 例(13.3%)($\chi^2=5.031, P=0.025$)。术后第 3 天停

用止痛泵后,ERAS 组和对照组分别有 2 例(4.4%)和 7 例(15.6%)患儿疼痛较前日加重($\chi^2=1.975, P=0.160$)。术后 3d 内 ERAS 患儿平均体温均明显低于对照组,两组分别有 27 例次和 44 例次每日最高体温 $>38.5^{\circ}\text{C}$,ERAS 组明显偏低($\chi^2=7.211, P=0.007$)。

2.4 围手术期进食水及住院日

两组患者围手术期进食水及住院日见表 3。ERAS 组术前夜间各有 2 例患儿拒绝进食或口服清饮料,年龄均 <5 岁,术日晨起所有患儿均口服清饮料,平均 $101.9\pm52.9\text{ml}$,7 例(15.6%)患儿进饮量低于标准值。术后所有患儿均在 2h 内饮水,平均 $140.4\pm121.3\text{ml}$,42 例(93.3%)患儿术后早期开始进食。ERAS 组患儿围手术期禁食水时间明显少于对照组($P<0.001$),术后两组患儿饮食量均

表 1 两组患者一般资料对比
Table 1 Baseline characteristics of both groups

	ERAS 组 ERAS group	对照组 Control group	$\chi^2/t/Z$ 值 $\chi^2/t/Z$ value	P 值 P value
性别(男/女) Gender(Male/Female)	20/25	24/21	0.711	0.399
年龄(岁) Age(years)	5.6(3.1, 9.2)	6.2(4.5, 12.1)	-1.850	0.064
体质指数(kg/m^2) Body mass index	16.5(15.8, 18.0)	16.9(15.2, 19.8)	-1.335	0.182
畸形类型 Classification of deformity			0.390	0.823
椎体形成障碍 Failure of vertebral formation	36	34		
椎体分节不良 Failure of vertebral segmentation	5	7		
混合畸形 Mixed deformities	4	4		
畸形部位 Location of deformity			0.200	0.655
胸椎 Thoracic region	31	29		
腰椎 Lumbar region	14	16		
STAMP 评分 STAMP score	4(3, 4)	4(3, 6)	-0.102	0.893
手术节段 Surgical segments	3(2, 7)	3(3, 7)	0.968	0.325
截骨节段 Osteotomy segments	1(1, 2)	1(1, 2)	0.017	0.896
术中出血量(ml) Blood loss(ml)	280(150, 457)	300(250, 430)	-0.943	0.346
手术时间(h) Surgical time	195.9 ± 70.1	188.2 ± 62.7	0.550	0.584
术前 Cobb 角($^{\circ}$) Preoperative Cobb angle	47.2 ± 16.4	40.9 ± 16.5	1.814	0.073
术后 Cobb 角($^{\circ}$) Postoperative Cobb angle	7.3 ± 9.8	5.6 ± 6.2	1.515	0.133
矫正率(%) Correction rate	87.3%	91.3%	-1.601	0.113

逐渐增加,但 ERAS 组患儿饮食恢复更快,每日进食水量均明显多于对照组($P<0.001$)。ERAS 组患儿术后首次排气时间明显早于对照组,术后 1d 内 ERAS 组和对照组分别有 37 例(82.2%)和 17 例(37.7%)患儿排气,ERAS 组明显高于对照组($\chi^2=18.519, P<0.001$)。虽然两组患儿术后首次排便时间无统计学差异,但术后 3d 内 ERAS 组患儿(75.6%)首次排便比例高于对照组(55.6%)($\chi^2=3.986, P=0.046$)。ERAS 组总住院日和术后住院日均明显低于对照组($P<0.05$)。

2.5 化验指标

见表 4。术后第 1、3 天两组患儿 Hb 和 ALB 均无统计学差异。术后第 1 天两组患儿 IL-6 无统计学差异,但术后第 3 天 ERAS 组 IL-6 明显低于对照组。ERAS 组和对照组患儿入手术室后血糖无统计学差异($Z=-0.259, P=0.796$)。

表 2 两组患者术后 3d 内疼痛及体温比较

Table 2 Postoperative pain score and body temperature in 3 days

	ERAS 组 ERAS group	对照组 Control group	t 值 t-value	P 值 P-value
术后 6h 疼痛 Postoperative 6h pain				
VAS 评分 VAS score	2.8±1.2	4.3±1.0	-1.554	<0.001
FIACC 评分 FIACC score	2.9±1.2	4.2±1.2	-1.321	<0.001
术后 1d 疼痛 Postoperative 1d pain				
VAS 评分 VAS score	2.4±1.5	2.9±0.8	-1.044	0.002
FIACC 评分 FIACC score	1.9±0.7	3.4±0.8	-1.506	<0.001
术后 2d 疼痛 Postoperative 2d pain				
VAS 评分 VAS score	1.6±1.5	2.4±0.8	-1.384	<0.001
FIACC 评分 FIACC score	1.1±0.6	2.4±0.9	-1.287	<0.001
术后 3d 疼痛 Postoperative 3d pain				
VAS 评分 VAS score	0.7±1.0	1.3±0.8	-1.468	<0.001
FIACC 评分 FIACC score	0.5±0.4	1.4±0.7	-0.952	<0.001
体温(℃) Body temperature				
术后 1d Postoperative 1d	37.3±0.4	37.6±0.6	-2.267	0.026
术后 2d Postoperative 2d	37.3±0.4	37.5±0.5	-2.100	0.039
术后 3d Postoperative 3d	36.9±0.4	37.1±0.4	-2.311	0.023

2.6 并发症

ERAS 组和对照组术后分别有 8 例(17.8%)和 6 例(13.3%)患儿发生并发症,主要为轻度腹痛或腹胀,多数于术后当日出现,大部分未予特殊处理,次日好转。无患儿出现误吸、呛咳、呕吐等严重并发症(表 5)。两组患儿 30d 内均无非计划再手术。

3 讨论

ERAS 是指以保证患者围手术期安全、降低并发症发生率、缩短住院时间,最终达到快速康复为目的的一系列围术期综合措施,其具体内容包括:入院宣教、优化麻醉、多模式镇痛、缩短禁食水时间等^[7]。近年来 ERAS 在成人脊柱外科广泛开展,涉及脊柱退行性疾病、脊柱骨折、青少年特发性脊柱侧凸、脊柱肿瘤等多个领域^[5,8,9]。研究结果表明,ERAS 能够取得良好的临床疗效,可有效缓解患者术后疼痛,降低住院日及并发症发生率,有利于患者术后早期恢复^[10,11]。目前国内外已发布多项 ERAS 临床指南和专家共识,但专门针对儿童脊柱手术的 ERAS 指南暂未见报道。由于儿童存在个体差异大、病情评估困难、管理依从性差、药物使用受限等特殊特性,ERAS 措施的制定与成人有所区别,我们结合小儿外科和脊柱外科相关指南制定了针对先天性脊柱侧凸患儿的 ERAS 措施(共 15 项),其中部分措施(如缩短禁食水时间)与成人类似,但同时也进行了相应修改,如取消早期下地活动(以免内固定失效)等。此外,由于脊柱畸形患儿营养状态通常较差,因此本研究增加了术前营养状态评估及高蛋白饮食等措施^[12,13]。以往小儿外科 ERAS 干预措施明显少于成人,2015 年 Shinnick 等^[14]通过 Meta 分析发现儿童 ERAS 平均干预措施仅 5.6 项,远低于成人的 23.8 项。本研究 ERAS 措施相对全面,更适用于脊柱畸形患儿。本组除少数患儿术前或术后早期拒绝进食或进饮外,多数患儿能够完成 ERAS 各项措施,ERAS 组和对照组患儿并发症发生率相似,无患者发生严重并发症,说明本研究采用的 ERAS 措施可行性和安全性均较高。

围术期疼痛管理是脊柱手术 ERAS 的重要组成部分。目前认为疼痛可产生一系列不利影响,如加重炎症反应、降低凝血及免疫功能、改变生物节律和激素分泌等^[15]。近年来,多数研究提示多模式

表 3 两组患者围手术期饮食管理及住院日等相关指标
Table 3 Perioperative diet management and hospitalization in both groups

	ERAS组 ERAS group	对照组 Control group	Z/t 值 Z/t value	P值 P value
术后进食水量 (%) ^a Postoperative oral intake				
术后当日 ^b Postoperative day	14.4±10.6	4.0±7.3b	5.674	<0.001
术后 1d Postoperative 1d	27.7±14.9	10.4±9.1	6.655	<0.001
术后 2d Postoperative 2d	42.2±16.0	26.6±12.4	5.181	<0.001
术后 2d Postoperative 3d	60.7±21.6	40.8±19.8	4.573	<0.001
禁食水时间 (h) Fasting duration	11.0±5.6	30.1±8.1	-13.028	<0.001
术后首次排气时间 (d) Initial anal exhaust	1(0,1)	2(1,2)	-4.837	<0.001
术后首次排便时间 (d) Initial defecation(d)	3(3,3.5)	3(3,4)	-1.234	0.217
总住院日 (d) Total hospitalization	14(11.5,15)	15(13,16)	-2.247	0.025
术后住院日 (d) Postoperative hospitalization	6(6,7)	7(6,7)	-0.2057	0.040

注:a,由家长估算当日进食水量,并以占正常饮食的百分比表示;b,术后当日虽然禁食水,但部分患儿强烈要求饮水
Notes: a, Amount of oral intake was evaluated by the parents and expressed as a percentage of normal intake; b, Although oral intake was prohibited, some patients had a strong demand for water

表 4 两组患者相关化验指标对比
Table 4 Data of laboratory test in both groups

	血红蛋白(g/L) Hb		白蛋白(g/L) ALB		白介素-6(ng/L) IL-6	
	术后 1d Postoperative 1d	术后 3d Postoperative 3d	术后 1d Postoperative 1d	术后 3d Postoperative 3d	术后 1d Postoperative 1d	术后 3d Postoperative 3d
ERAS组 ERAS group	113.5±9.4	107.7±10.1	35.0±3.2	34.0±3.4	147.7±116.1	19.4±12.2
对照组 Control group	115.6±10.3	109.4±14.4	35.2±3.3	33.6±3.4	184.5±144	33.5±26.3
t值 t value	-1.029	-0.667	-0.274	0.584	-1.334	-3.252
P值 P value	0.306	0.507	0.785	0.561	0.186	0.002

表 5 两组患者术后并发症发生情况
Table 5 Postoperative complications in both groups

	ERAS组 ERAS group	对照组 Control group	χ ² 值 χ ² value	P值 P value
腹痛 Abdominal pain	2(4.4%)	1(2.2%)	0.000	1.000
腹胀 Abdominal distension	3(6.7%)	3(6.7%)	0.000	1.000
恶心、呕吐 Nausea and vomiting	3(6.7%)	1(2.2%)	0.262	0.609
头晕 Dizziness	0	1(2.2)	- ^a	1.000
合计 Total	8(17.8%)	6(13.3%)	0.338	0.561

注:a,Fisher 精确检验,无统计值
Notes: a, Fisher's exact test without statistical value

镇痛可有效缓解脊柱手术患者术后疼痛^[6]。本研究采用多模式镇痛方案包括以下内容:①超前镇痛:麻醉后肛塞布洛芬可有效抑制中枢和周围痛觉,降低患者对疼痛的敏感性;②术毕局麻药浸润伤口,可使局部获得 10~12h 镇痛效果;③术后联用非甾体抗炎药及阿片类药物(止痛泵)协同镇痛,同时抑制周围性和中枢性疼痛,更有利于术后疼痛的缓解。本研究显示 ERAS 组患儿术后 3d 内疼痛评分均明显低于对照组,术后第 1d 对照组 30 例患儿为中度疼痛(疼痛评分>3 分),而 ERAS 组则仅有 6 例;停用止痛泵后 ERAS 组疼痛加重的患儿比例较低,说明多模式镇痛对缓解先天性

脊柱畸形患儿术后疼痛同样有效,早期即可显著降低患儿疼痛程度,且停用止痛泵后可避免疼痛波动。值得注意的是,除了多模式镇痛外 ERAS 组患儿疼痛程度较低的原因还与患儿早期进食和非甾体抗炎药的解热作用有关,这些均有助于缓解患儿术后因发热和饥饿导致的烦躁情绪,提高舒适度,从而降低疼痛评分。

近年来有研究证实儿童与成人术前 6h 进食、2h 进水可有效缓解口渴、饥饿,预防脱水,且不增加麻醉风险^[17,18]。本研究中我们缩短了患儿围手术期禁食水时间,术后鼓励患儿早期恢复饮食和饮水,结果发现两组患儿入手术室后血糖无显著性差异,术后 ERAS 组患儿饮食恢复更快,每日进食水量及首次排气排便时间均明显优于对照组,且无患儿发生严重并发症。提示 ERAS 饮食方案安全有效,能够有效维持术前血糖,并促进患儿术后消化功能的恢复。目前,成人脊柱 ERAS 指南建议患者术前 2h 饮用 400ml 含 12.5% 碳水化合物饮料^[19]。由于不同年龄段儿童体质差异明显,因此,我们认为术前应根据患儿情况(如体重等)个体化给予清饮料。本研究选择含糖饮料作为 ERAS 患儿的术前饮品,多数患儿依从性较好,但有 9 例患儿因不喜欢口味拒饮或饮用量不足,对于此类患儿医生可根据其喜好选择其他种类清饮料,以提高患者依从性。此外,由于脊柱畸形手术不涉及胃肠道,因此我们认为患儿术后清醒后即可恢复饮水。由于儿童理解能力和配合程度较差,因此临床工作中如何判断患儿术后清醒存在一定困难,我们采用的方法包括:①患儿返回病房后医护人员采用 Steward 评分评估患儿清醒情况,评分>4 分即可饮水;②如评分困难,则根据≥7 岁患儿可回答简单问题(如数学计算),<7 岁患儿无明显消化道症状,可辨识亲属,有饮水需求,即可进饮。

先天性脊柱侧凸患儿多数需手术治疗,脊柱后路截骨矫形植骨融合内固定术是目前临床应用较为广泛的手术方式,该术式虽然临床疗效确切,但手术时间长、术中失血量较多,文献报道患儿围手术期出血量可达总血容量的 42.3%^[20,21]。由于脊柱畸形患儿常合并发育障碍及肺功能异常等情况,因此对手术的耐受能力较差,传统围术期管理模式下患儿术后长时间处于应激状态,不利于术后康复,甚至对其他系统生长发育产生不利影响。目前认为应激反应包含创伤所致的炎症和免疫反

应,其中 IL-6 是机体炎症调控的主要因子,处于枢纽位置,具有促炎和抗炎双重作用,参与机体多种调节功能^[22]。本研究结果显示,术后第 1 天两组患儿 IL-6 无统计学差异,但术后第 3 天 ERAS 组 IL-6 明显低于对照组。这与 IL-6 的反应时相有关,文献报道手术切皮 1h 后 IL-6 即开始升高,术后第 1 天达到峰值,其升高的程度与手术对机体组织损伤强度和术后并发症等密切相关^[22]。由于本研究两组患儿手术节段、手术时间及出血量均较为接近,因此早期两组患儿 IL-6 水平相似,但由于 ERAS 组采取了多种优化措施,如缩短禁食水时间、避免术中体温过低、多模式镇痛等,更有利于降低术后应激反应,因而术后 3d 时患儿 IL-6 水平明显降低。此外,由于两组患儿手术创伤较为接近,因此术后 Hb 和 ALB 均无统计学差异。近年来有学者将氨甲环酸加入青少年特发性脊柱侧凸患者的 ERAS 管理模式中,结果发现 ERAS 患者术中出血量明显降低,术后 Hb 明显高于对照组^[4]。本研究由于纳入了较多幼年儿童,因此未使用氨甲环酸,相关研究还需要进一步完善。值得注意的是,本研究 ERAS 组患儿虽然围手术期均给予高蛋白饮食,但由于手术创伤大、术中出血量多,且白蛋白合成周期较长,因此两组患儿术后白蛋白水平无明显差异,提示先天性脊柱侧凸手术患儿在入院前应提早加强营养。

综上所述,ERAS 可有效缓解先天性脊柱侧凸手术患儿术后疼痛、缩短围手术期禁食水时间、促进胃肠道功能早期恢复、降低应激反应,是提高患儿围术期管理水平安全有效的措施,值得临床推广应用。但本研究也存在一定局限性:(1)纳入研究的病例数较少;(2)部分研究措施可能还需改进;(3)未进行随机对照研究,研究数据可能存在一定偏倚。这些问题还有待于未来进一步完善解决。

4 参考文献

1. Pahys JM, Guille JT. What's new in congenital scoliosis[J]. J Pediatr Orthop, 2018, 38(3): e172-e179.
2. Mackel CE, Jada A, Samdani AF, et al. A comprehensive review of the diagnosis and management of congenital scoliosis [J]. Childs Nerv Syst, 2018, 34(11): 2155-2171.
3. 刘昊楠, 张学军, 李多依, 等. 加速康复外科模式在先天性脊柱侧凸患者围手术期治疗中的应用研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(5): 447-452.

4. 杨雨洁, 石晓伟, 黄亮亮, 等. 加速康复外科方案在青少年特发性脊柱侧凸围手术期的应用实践 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(1): 13-19.
5. Tong Y, Fernandez L, Bendo JA, et al. Enhanced recovery after surgery trends in adult spine surgery: a systematic review[J]. Int J Spine Surg, 2020, 14(4): 623-640.
6. Wainwright TW, Gill M, McDonald DA, et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery(ERAS®) Society recommendations[J]. Acta Orthop, 2020, 91(1): 3-19.
7. Kehlet H, Wilmore DW. Evidence-based surgical care and the evolution of fast-track surgery[J]. Ann Surg, 2008, 248(2): 189-198.
8. Smith J, Probst S, Calandra C, et al. Enhanced recovery after surgery(ERAS) program for lumbar spine fusion[J]. Perioper Med(Lond), 2019, 8: 4.
9. Gadiya AD, Koch JEJ, Patel MS, et al. Enhanced recovery after surgery(ERAS) in adolescent idiopathic scoliosis(AIS): a meta-analysis and systematic review[J]. Spine Deform, 2021, 9(4): 893-904.
10. D'Astorg H, Fiere V, Dupasquier M, et al. Enhanced recovery after surgery(ERAS) protocol reduces LOS without additional adverse events in spine surgery [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2020, 106(6): 1167-1173.
11. Adeyemo EA, Aoun SG, Barrie U, et al. Enhanced recovery after surgery reduces postoperative opioid use and 90-day readmission rates after open thoracolumbar fusion for adult degenerative deformity[J]. Neurosurgery, 2021, 88(2): 295-300.
12. Vacek J, Davis T, Many BT, et al. A baseline assessment of enhanced recovery protocol implementation at pediatric surgery practices performing inflammatory bowel disease operations[J]. J Pediatr Surg, 2020, 55(10): 1996-2006.
13. Short HL, Taylor N, Piper K, et al. Appropriateness of a pediatric-specific enhanced recovery protocol using a modified Delphi process and multidisciplinary expert panel [J]. J Pediatr Surg, 2018, 53(4): 592-598.
14. Shinnick JK, Short HL, Heiss KF, et al. Enhancing recovery in pediatric surgery: a review of the literature [J]. J Surg Res, 2016, 202(1): 165-176.
15. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, et al. Management of postoperative pain: a clinical practice guideline from the american pain society, the american society of regional anesthesia and pain medicine, and the american society of anesthesiologists' committee on regional anesthesia, executive committee, and administrative council[J]. J Pain, 2016, 17(2): 131-157.
16. Cozowicz C, Bekeris J, Poeran J, et al. Multimodal pain management and postoperative outcomes in lumbar spine fusion surgery: a population-based cohort study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(9): 580-589.
17. 孙天胜, 沈建雄, 刘忠军, 等. 中国脊柱手术加速康复——围术期管理策略专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2017, 10(4): 271-279.
18. Leeds IL, Boss EF, George JA, et al. Preparing enhanced recovery after surgery for implementation in pediatric populations[J]. J Pediatr Surg, 2016, 51(12): 2126-2129.
19. Ame MA, Smith MD, Herbison GP, et al. Network meta-analysis of the effect of preoperative carbohydrate loading on recovery after elective surgery[J]. Br J Surg, 2017, 104(3): 187-197.
20. Bao B, Yan H, Tang J. A review of the hemivertebrae and hemivertebra resection[J]. Br J Neurosurg, 2022, 36(5): 546-554. .
21. 刘昊楠, 张学军, 李嘉鑫, 等. 儿童先天性脊柱侧弯后路截骨矫形术围手术期出血的相关因素分析[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(25): 1962-1966.
22. 宋亚男. 围术期应激反应监测指标的研究现状[J]. 中国微创外科杂志, 2017, 17(12): 1129-1132.

(收稿日期:2022-09-10 末次修回日期:2022-11-21)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)