

·论著·

加速康复外科策略在儿童漏斗胸手术中的应用



全文二维码

滑蕾¹ 于洁² 任艺¹ 马阳巍¹ 张富洲¹ 张建敏¹¹ 国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院麻醉科, 北京 100045; ² 国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院胸外科, 北京 100045

通信作者: 张建敏, Email: zjm428@sina.com

【摘要】 目的 探索和评价加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)策略应用于儿童漏斗胸 Nuss 手术的有效性和安全性。 **方法** 回顾性分析 2020 年 12 月至 2022 年 10 月在首都医科大学附属北京儿童医院行 Nuss 手术的 99 例漏斗胸患儿临床资料, 年龄 5~14 岁, 根据围手术期管理方案分为 ERAS 组(E 组, 50 例)和对照组(C 组, 49 例)。E 组采用策略主要包括: 术前宣教、呼吸锻炼、缩短术前禁水时间、多模式镇痛、麻醉深度监测、保护性肺通气、预防术后恶心呕吐等。C 组采用常规措施, 包括禁食禁饮 6 h, 仅以静脉滴注阿片类药物镇痛, 未予保护性肺通气及预防性止吐药物。比较两组患儿术后镇痛效果、恢复情况、阿片类药物相关不良事件(便秘、恶心、呕吐)、肺部并发症发生率、住院时间、实验室检查结果(C 反应蛋白、白细胞计数、中性粒细胞占比)等。 **结果** E 组患儿术后第 1、6 h 的疼痛评分分别为 3.0(1.8, 5.0)分和 3.5(3.0, 5.0)分, 明显低于 C 组的 4.0(3.0, 5.0)分和 4.0(3.0, 6.0)分; 术后 48 h 内静脉自控镇痛泵(patient controlled analgesia, PCA)总量: E 组为 41.5(30.8, 52.3)mL, 小于 C 组的 57.9(43.0, 74.0)mL; 上述指标差异均有统计学意义($P < 0.05$)。E 组下床活动时间为术后(12.69 ± 4.46)h, 早于 C 组的(17.76 ± 5.54)h; E 组开始进食时间为术后(6.26 ± 1.44)h, 早于 C 组的(7.02 ± 1.31)h; 上述指标差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。E 组术后发生镇痛相关不良事件 12 例(12/50, 24%), 少于 C 组的 18 例(18/49, 36.7%); 差异具有统计学意义($P < 0.05$)。两组术后第 12、24、48 h 疼痛评分、肛门排气时间、术后肺部并发症发生率、住院时间、住院费用及术后血常规结果差异均无统计学意义($P > 0.05$)。 **结论** ERAS 策略用于儿童 Nuss 手术安全有效, 可显著减轻患儿术后 6 h 内疼痛感受, 减少阿片类药物用量, 加快术后恢复速度, 降低镇痛相关不良事件的发生率, 但尚无充分证据表明其可以缩短住院时间及减少肺部并发症。

【关键词】 漏斗胸; 胸外科手术; 术后加速康复; 治疗结果; 儿童**基金项目:** 吴阶平医学基金会临床科研专项基金自助项目(320.6750.19089-102)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202401041-015

Efficacy of enhanced recovery after surgery on postoperative recovery in funnel chest children undergoing Nuss surgery

Hua Lei¹, Yu Jie², Ren Yi¹, Ma Yangwei¹, Zhang Fuzhou¹, Zhang Jianmin¹¹ Department of Anesthesiology, Affiliated Beijing Children's Hospital, National Children's Medical Center, Capital Medical University, Beijing 100045, China; ² Department of Thoracic Surgery, Affiliated Beijing Children's Hospital, National Children's Medical Center, Capital Medical University, Beijing 100045, China

Corresponding author: Zhang Jianmin, Email: zjm428@sina.com

【Abstract】 Objective To explore the effectiveness and safety of enhanced recovery after surgery (ERAS) strategies on postoperative recovery for funnel chest children undergoing Nuss procedure. **Methods** A total of 99 children undergoing elective Nuss procedure were randomized into two groups of ERAS ($n = 50$) and control ($n = 49$). The strategies of ERAS group included preoperative education, breathing exercises, shortening preoperative water fasting time, multimodal analgesia, depth of anesthesia monitoring, lung-protective ventilation and prevention of postoperative nausea & vomiting. Control group fasted for 6 h, only took intravenous opioids for analgesia, no lung protective ventilation and there was no dosing of preventive antiemetic.

Postoperative pain score, opioid-related adverse events (constipation, nausea & vomiting), incidence of pulmonary complications, length of hospitalization, laboratory tests (C-reactive protein, white blood cell count & neutrophil proportion) and other outcome parameters were compared between two groups. **Results** At postoperative 1/6 h, numerical rating scale (NRS) scores were 3.0 (1.8, 5.0) and 3.5 (3.0, 5.0) in ERAS group. Both were significantly lower than that in control group (4.0 [3.0, 5.0] and 4.0 [3.0, 6.0]) ($P < 0.05$). Cumulative usage of PCA was 41.5 (30.8, 52.3) ml and it was significantly lower than 57.9 (43.0, 74.0) ml in control group ($P < 0.05$). Twelve cases (12/50, 24%) developed adverse events related to postoperative analgesia. It was significantly lower than 18 cases (18/49, 36.7%) in control group ($P < 0.05$). No significant intergroup difference existed in NRS scores at postoperative 12/24/48 h, the incidence of postoperative pulmonary complications, length of hospitalization, total expense or postoperative blood tests (all $P > 0.05$). **Conclusions** Both safe and effective for children undergoing NUSS procedure, ERAS strategies may reduce postoperative pain score and usage of opioid within postoperative 6 h and lower the incidence of analgesic-related adverse events. However, there is insufficient evidence of ERAS on shortening length of hospitalization and lowering the incidence of postoperative pulmonary complications.

【Key words】 Funnel Chest; Thoracic Surgical Procedures; Enhanced Recovery after Surgery; Treatment Outcome; Child

Fund program: Clinical Research Grant of Wu Jieping Medical Foundation (320.6750.19089-102)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202401041-015

加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) 是一种在围手术期使用多学科交叉和多模式融合的处理方法, 可减轻患者手术后应激反应, 维持机体生理稳态, 促进快速康复^[1]。经过多年实践, 加速康复外科理念不断完善, 其临床应用日益扩展和规范, 也推出了一系列专科指导意见^[2-5]。但由于儿童年龄跨度大、认知和理解能力受限、循证医学证据不足等原因, 使得 ERAS 在小儿外科领域起步较晚, 各分支学科的相关研究尚不充分。漏斗胸是一种常见的先天性小儿胸壁畸形, 患儿部分胸骨及相邻肋骨凹陷, 使心脏受压、移位; 严重者可出现明显的心肺功能障碍^[6]。目前漏斗胸多采用胸腔镜微创手术 (Nuss 手术) 进行治疗。首都医科大学附属北京儿童医院每年完成 Nuss 手术 300 余例, 形成了完整的单病种围手术期管理体系。本研究旨在依据相关指南和专家共识, 探究针对漏斗胸患儿的 ERAS 流程, 优化围手术期管理, 提高术后康复质量和恢复速度。

资料与方法

一、研究对象

本研究为回顾性研究, 以 2020 年 12 月至 2022 年 10 月于本院行全身麻醉下 Nuss 手术的漏斗胸患儿作为研究对象。病例纳入标准: 美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级 I ~ II 级; 年龄 5 ~ 14 岁; 性别不限。排除标准: ①

对局部麻醉药过敏; ②急性上呼吸道感染; ③严重脊柱侧弯或脊柱手术后; ④术前胸片提示心肺异常。根据围手术期管理方案, 将患儿分为 ERAS 组 (E 组) 和对照组 (C 组)。选取与术后康复质量密切相关的三项指标作为观察指标: ①术后 6 h 疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS); ②术后下床活动时间; ③术后进食时间。设定显著性水平为 0.05, 检验效能为 0.9。根据预实验结果, E 组术后 6 h 的 VAS 评分为 (3.0 ± 1.5) 分, C 组为 (4.0 ± 1.0) 分, 则每组需要 36 例患儿; E 组术后进食时间为 (6.0 ± 1.0) h, C 组为 (7.5 ± 1.0) h, 则每组需 11 例患儿; E 组术后下床活动时间为 (12.0 ± 5.5) h, C 组为 (16.0 ± 6.0) h, 则每组需 45 例患儿。选取最大样本量 (每组 45 例), 考虑 10% 的剔除和失访率, 故每组取 50 例, 共 100 例患儿。因 C 组有 1 例中途更改手术方式被剔除, 故本研究最终收集病例 99 例, 其中 E 组 50 例, C 组 49 例。本研究已获得首都医科大学附属北京儿童医院伦理委员会审核批准 (2019-51), 患儿家属知情并签署知情同意书。

二、研究方法

E 组和 C 组患儿手术前、手术中及手术后分别采用 ERAS 路径和传统方法进行围手术期管理。

(一) 手术前

E 组入院后对患儿和家长进行集中宣教, 示范及指导患儿进行吹气球等呼吸锻炼; 嘱患儿于手术前 2 h 饮用碳水化合物饮料 2 ~ 5 mL/kg, 总量不超过 300 mL。C 组术前常规禁食禁饮 6 h。

(二)手术中

两组均采用气管插管全身静脉麻醉,入室后连接心电监护仪,监测心率、血压、血氧饱和度、体温等;均给予丙泊酚 3 mg/kg、舒芬太尼 0.5 μg/kg、顺式阿曲库铵 0.1 mg/kg 诱导麻醉,手术期间均持续泵入丙泊酚及瑞芬太尼维持麻醉,使用脑电双频谱指数(bispectral index,BIS)监测麻醉深度,调节泵速使 BIS 维持在 40~60。

E 组采用全身麻醉结合区域阻滞麻醉,麻醉后取侧卧位,在超声引导下于第 5 或第 6 胸椎行双侧竖脊肌平面阻滞,给予 0.3% 罗哌卡因 0.5 mL/kg、地塞米松 0.15 mg/kg(最大剂量 5 mg),以预防术后恶心呕吐;术中采取保护性肺机械通气策略, $\text{FiO}_2 < 80\%$, $\text{VT} 6 \sim 8 \text{ mL/kg}$,呼气末正压通气(positive end-expiratory pressure,PEEP)为 5 cm H_2O (1 cm $\text{H}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$)。C 组仅以丙泊酚和瑞芬太尼维持麻醉,未行区域阻滞,未给予预防恶心呕吐药物,通气参数 VT 为 10 mL/kg,无 PEEP。

(三)手术后

两组均连接静脉自控镇痛泵(patient controlled analgesia,PCA),给予舒芬太尼、托烷司琼和生理盐水共 100 mL,舒芬太尼持续输注的背景量为 $0.02 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,每次按压剂量为 0.04 μg/kg,按压锁定时间为 15 min。E 组术毕经静脉给予布洛芬 10 mg/kg,最大剂量 400 mg;此外,E 组患儿完全清醒后在家长看护下少量饮水,如无恶心呕吐则尽早开放饮食,鼓励家长搀扶患儿尽早下床活动。C 组术后常规禁食 6 h,手术次日清晨下床活动。当 VAS 大于 5 分时,E 组由病房给予口服布洛芬混悬液或布洛芬栓剂,C 组由麻醉科酌情给予芬太尼等阿片类药物进行补救性镇痛。

三、数据收集及观察指标

随访并记录两组患儿术后第 1、6、12、24、48 h 的 VAS 以及术后 48 h 内 PCA 使用总量;记录术后首次下床活动时间、开始进食时间及肛门排气时

间;观察术后便秘、恶心呕吐等阿片类药物相关不良事件发生情况;记录补救性镇痛给予率;记录术后胸片或 CT 提示肺部炎症表现、气胸、肺不张等,凡出现以上一项及以上异常者被判定为出现肺部并发症。记录手术前后血常规白细胞(white blood cell,WBC)计数、C 反应蛋白(C-reactive protein,CRP)和中性粒细胞比值(neutrophil proportion,N%);记录住院时间和住院总费用。

四、统计学处理

采用 SPSS 20.0 进行统计学处理。服从正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,组内比较采用配对 t 检验;不服从正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料采用频数、率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般情况

本研究最终收集患儿 99 例,其中 E 组 50 例、C 组 49 例。两组性别、年龄、身体质量指数(body mass index,BMI)、Haller 指数(胸廓内缘横径与前后径的比值)、手术时间及麻醉时间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

二、术后镇痛情况

E 组术后 1 h、6 h 的 VAS 评分较 C 组更低,差异有统计学意义($P < 0.05$),其他时间点无明显差异。E 组、C 组术后 48 h 内 PCA 使用总量分别为 41.5(30.8,52.3)mL 和 57.9(43.0,74.0)mL,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

三、术后恢复情况

E 组术后首次下床活动时间较 C 组更早,开始进食时间更早,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组肛门排气时间差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 两组漏斗胸 Nuss 手术患儿基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline profiles between two groups of children undergoing Nuss surgery

组别	性别(男) [$n(\%)$]	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m^2)	Haller 指数 ($\bar{x} \pm s$)	手术时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	麻醉时间 ($\bar{x} \pm s$, min)
E 组($n=50$)	37(74.00)	10.66 \pm 3.92	16.47 \pm 2.70	3.72 \pm 0.82	53.40 \pm 22.53	86.72 \pm 31.16
C 组($n=49$)	41(83.70)	11.22 \pm 3.74	16.33 \pm 3.71	3.79 \pm 1.11	55.71 \pm 22.68	76.81 \pm 24.35
χ^2/t 值	$\chi^2 = 1.386$	$t = 0.345$	$t = 2.404$	$t = 0.503$	$t = 0.122$	$t = 1.158$
P 值	0.239	0.465	0.828	0.729	0.615	0.082

注 E 组:ERAS 组;C 组:对照组;BMI:身体质量指数;Haller 指数:胸廓内缘横径与前后径的比值

表 2 两组漏斗胸 Nuss 手术后患儿各时间点的 VAS 评分及 PCA 总量比较[$M(Q_1, Q_3)$]Table 2 Comparison of VAS score and PCA total at each timepoint between two groups after Nuss surgery[$M(Q_1, Q_3)$]

组别	各时间点 VAS 评分(分)					PCA 使用总量 (mL)
	术后 1 h	术后 6 h	术后 12 h	术后 24 h	术后 48 h	
E 组($n=50$)	3.0(1.8,5.0)	3.5(3.0,5.0)	4.0(3.0,5.3)	4.0(2.8,5.0)	3.0(1.0,4.3)	41.5(30.8,52.3)
C 组($n=49$)	4.0(3.0,5.0)	4.0(3.0,6.0)	4.0(3.0,5.0)	4.0(3.0,5.0)	3.0(3.0,5.0)	57.9(43.0,74.0)
Z 值	2.082	2.326	0.624	0.480	1.189	4.001
P 值	0.037	0.020	0.532	0.631	0.234	<0.001

注 E 组:ERAS 组; C 组:对照组; VAS:视觉模拟评分; PCA:自控镇痛泵;术后各时间点 VAS 采用重复测量方差分析

表 3 两组漏斗胸 Nuss 手术患儿术后下床时间、进食时间及肛门排气时间比较($\bar{x} \pm s, h$)Table 3 Comparison of postoperative ambulatory time, feeding time and exhaust time between two groups of children undergoing Nuss surgery($\bar{x} \pm s, h$)

组别	术后下床时间	术后进食时间	肛门排气时间
E 组($n=50$)	12.69 \pm 4.46	6.26 \pm 1.44	4.84 \pm 0.53
C 组($n=49$)	17.76 \pm 5.54	7.02 \pm 1.31	5.03 \pm 0.54
t 值	5.018	2.775	1.718
P 值	<0.001	0.007	0.089

注 E 组:ERAS 组; C 组:对照组

四、术后相关并发症及住院时间、住院费用情况

两组术后包括便秘、恶心、呕吐在内的镇痛相关不良反应发生率比较, E 组均低于 C 组, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 两组术后需要补救性镇痛措施的例数, 胸片提示包括炎症、气胸、肺不张在内的肺部并发症发生率, 住院时间及住院总费用比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 4。

五、实验室检查结果

两组 CRP、WBC 和 N% 比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 5。

讨 论

漏斗胸对患儿的生理和心理均有明显影响。

表 4 两组漏斗胸 Nuss 手术患儿术后恢复情况比较

Table 4 Comparison of postoperative recovery of children with Nuss surgery between two groups

组别	镇痛并发症发生率 [$n(\%)$]	补救性镇痛率 [$n(\%)$]	肺部并发症发生率 [$n(\%)$]	住院时间 [$M(Q_1, Q_3), d$]	住院费用 [$M(Q_1, Q_3), 万元$]
E 组($n=50$)	8(16.0)	13(26.0)	12(24.0)	6.0(5.0,6.0)	3.23(3.10,4.89)
C 组($n=49$)	17(34.7)	20(40.8)	18(36.7)	5.0(5.0,6.5)	3.18(3.07,4.89)
统计量	$\chi^2 = 4.582$	$\chi^2 = 2.445$	$\chi^2 = 1.900$	$Z = -0.242$	$Z = -0.410$
P 值	0.032	0.118	0.168	0.809	0.682

注 E 组:ERAS 组; C 组:对照组

表 5 两组漏斗胸 Nuss 手术患儿术前和术后实验室检查结果比较

Table 5 Comparison of blood routine before and after Nuss surgery between two groups

指标	组别	例数	术前	术后	术前组内比较		术后组内比较	
					t 值	P 值	t 值	P 值
CRP(mg/L)	E 组	50	1.41 \pm 2.89	12.60 \pm 5.25	0.001	0.969	4.804	0.360
	C 组	49	1.39 \pm 3.36	13.80 \pm 7.51				
WBC($\times 10^9/L$)	E 组	50	6.83 \pm 1.97	11.60 \pm 3.01	0.971	0.389	0.033	0.112
	C 组	49	6.52 \pm 1.54	12.57 \pm 3.04				
N(%)	E 组	50	43.79 \pm 9.76	78.14 \pm 8.44	0.258	0.070	0.018	0.129
	C 组	49	47.53 \pm 10.54	81.17 \pm 11.11				

注 E 组:ERAS 组; C 组:对照组; CRP:C 反应蛋白; WBC:白细胞计数; N%:中性粒细胞占比

胸廓畸形的逐步加重可以影响心肺发育,还可以导致患儿自卑等负面心理,手术是其唯一的根治方法。国外一项回顾性研究中,Nuss 手术中实施 ERAS 可显著减少住院费用、早期疼痛评分和导尿管的使用,而不增加术后急救室就诊及再入院人数^[7]。但 ERAS 涵盖了术前、术中、术后整个围手术期,力求在各阶段优化管理措施,以期改善患儿预后。儿童不是成人的缩小版,具有独特的生理、心理发育特点,疾病谱也不同于成人,因此需要作为独立的对象开展研究,通过外科、麻醉、护理、营养等多学科协同模式,减轻患儿围手术期的身心创伤和应激。2021 年发布的《儿童加速康复外科麻醉中国专家共识》针对儿童群体共提出了 15 条推荐意见,为我国儿童 ERAS 的麻醉管理提供了指导性建议^[8]。本研究中,笔者根据自身临床经验在 ERAS 组采用了其中 9 条,其中包括 5 条高证据等级指导意见:①术前评估并优化气道状态;②术前 2 h 口服含碳水化合物液体;③使用全身麻醉复合区域阻滞麻醉;④超声引导神经阻滞;⑤术后使用多模式镇痛。

国内一项多中心研究表明,麻醉前 2 h 口服 10% 碳水化合物溶液,可预防低血糖发生,降低哭闹发生率,且几乎没有胃残留^[9]。本研究虽然未对两组患儿进行血糖监测对比,但两组在气管插管过程中均未出现反流、误吸现象,且术前缩短禁饮时间减轻了患儿不适和家长焦虑,表明麻醉前 2 h 口服少量碳水化合物饮料是一项便于执行、低成本、高收益的 ERAS 策略。

胸腔镜漏斗胸手术通常疼痛剧烈,并可由此导致呼吸抑制、低氧血症、肺不张、肺部炎症等,甚至导致术后慢性疼痛,实施良好适度的镇痛对于术后恢复至关重要^[10]。多模式镇痛是 ERAS 策略的重要组成部分,术后镇痛管理也从阿片类药物主导型镇痛逐渐转变为阿片类药物节约型镇痛^[11]。既往有研究证实,双侧竖脊肌平面阻滞用于微创漏斗胸修复手术,可明显降低静息和运动状态的 VAS 评分^[12]。也有研究表明,肋间神经冷冻消融联合布比卡因肋间神经阻滞的 ERAS 方案,可使约 92.5% 的患者于 Nuss 术后第 1 天出院,减少了静脉注射阿片类药物的使用,并获得良好的疼痛控制^[13]。本研究采取超声引导下区域阻滞结合非甾体抗炎药,在降低患儿术后 VAS 评分的同时,也减少了术后阿片类药物的用量,从而降低了患儿术后便秘和恶心呕吐的发生率。

一项纳入 1 501 例成人胸科手术患者的回归分析表明,术后疼痛是术后肺部感染的独立影响因素之一^[14]。由于本研究中未放置胸腔引流管,且肺部并发症的记录较为严格(即影像学提示炎症表现、气胸、肺不张等任一项,不论程度与范围,均计为阳性),因此两组肺部并发症的发生率均较高,但差异无统计学意义。有研究表明,胸腔镜术后早期并发症大多为一过性气胸,无需临床处理可自行恢复^[15]。两组术后炎性指标较术前均有所升高,但组间比较差异无统计学意义。以上结果可能与样本量以及其他独立危险因素的影响有关。

对于非消化道手术患儿,麻醉完全清醒后即可逐渐进食,早期进食和活动有利于胃肠道功能恢复,有助于降低恶心呕吐和肺部并发症的发生率。本研究中 E 组患儿术后首次下床活动时间和进食时间较 C 组明显提前,表明 E 组术后恢复速度更快。有研究显示单独使用地塞米松或昂丹司琼可以降低术后 24 h 恶心呕吐的发生率^[16]。本研究中使用丙泊酚、瑞芬太尼全凭静脉麻醉,且 E 组给予了地塞米松,一定程度上减少了术后恶心呕吐的发生,但由于收费限制,研究中未预防性使用 5-羟色胺 3 受体拮抗剂。

既往笔者对漏斗胸手术患儿的随机对照研究表明,采用部分 ERAS 流程可使患儿术后第 2、3 天的恢复质量量表(15-item Quality of Recovery, QoR-15)评分明显高于对照组,表明应用 ERAS 策略可以改善患儿的术后恢复质量^[17]。本研究中笔者不仅对 ERAS 流程进行了增加和优化,并且纳入了多个客观结局评价指标,避免了完全主观评价的偏倚,从另一个角度进一步阐明了加速康复外科在儿童漏斗胸手术中的应用效果。

本研究中,两组患儿住院时间未见明显差异,可能与出入院流程固定、手术日限制、样本量等因素有关,住院时间的差异不能完全代表康复速度的快慢。此外,鉴于手术室利用率和床位周转原因,本研究中部分患儿在手术间内由麻醉医师拔管,部分转运至麻醉恢复室(postanesthesia care unit, PACU)拔管,导致拔管时间存在较大的混杂因素,因此未能完整及准确收集,为本研究局限性之一。另外,本研究存在手术种类单一,ERAS 实施策略有限,缺乏术后恢复质量量表评价等局限性,有待进一步完善,以提供多学科、跨领域、全过程的高质量循证医学研究证据。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 滑蕾、于洁、任艺、马阳巍、张富洲负责文献检索、论文调查设计、数据收集与分析、结果撰写以及讨论分析；张建敏负责对文章知识性内容进行审阅

参 考 文 献

- [1] Rove KO, Edney JC, Brockel MA. Enhanced recovery after surgery in children: promising, evidence-based multidisciplinary care[J]. *Paediatr Anaesth*, 2018, 28 (6): 482-492. DOI: 10.1111/pan.13380.
- [2] Batchelor TJP, Rasburn NJ, Abdelnour-Berchtold E, et al. Guidelines for enhanced recovery after lung surgery: recommendations of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS?) Society and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS) [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 55 (1): 91-115. DOI: 10.1093/ejcts/ezy301.
- [3] Gibb ACN, Crosby MA, McDiarmid C, et al. Creation of an enhanced recovery after surgery (ERAS) guideline for neonatal intestinal surgery patients: a knowledge synthesis and consensus generation approach and protocol study[J]. *BMJ Open*, 2018, 8 (12): e023651. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-023651.
- [4] Nelson G, Fotopoulou C, Taylor J, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS?) society guidelines for gynecologic oncology: addressing implementation challenges-2023 update[J]. *Gynecol Oncol*, 2023, 173: 58-67. DOI: 10.1016/j.ygyno.2023.04.009.
- [5] Irani JL, Hedrick TL, Miller TE, et al. Clinical practice guidelines for enhanced recovery after colon and rectal surgery from the American Society of Colon and Rectal Surgeons and the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons[J]. *Surg Endosc*, 2023, 37 (1): 5-30. DOI: 10.1007/s00464-022-09758-x.
- [6] Frawley G, Frawley J, Cramer J. A review of anesthetic techniques and outcomes following minimally invasive repair of pectus excavatum (Nuss procedure) [J]. *Paediatr Anaesth*, 2016, 26 (11): 1082-1090. DOI: 10.1111/pan.12988.
- [7] Wharton K, Chun Y, Hunsberger J, et al. Successful use of an enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway to improve outcomes following the Nuss procedure for pectus excavatum[J]. *J Pediatr Surg*, 2020, 55 (6): 1065-1071. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2020.02.049.
- [8] 中国心胸血管麻醉学会日间手术麻醉分会, 中华医学会麻醉分会小儿麻醉学组. 儿童加速康复外科麻醉中国专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101 (31): 2425-2432. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20201108-03034.
Branch of Day Surgery Anesthesia, Chinese Society of Cardiothoracic Anesthesia; Group of Pediatric Anesthesiology, Chinese Society of Anesthesiology; Chinese Expert Consensus on Surgical Anesthesia for Accelerated Rehabilitation of Children[J]. *Natl Med J China*, 2021, 101 (31): 2425-2432. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20201108-03034.
- [9] Jiang WW, Liu X, Liu FL, et al. Safety and benefit of pre-operative oral carbohydrate in infants: a multi-center study in China [J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2018, 27 (5): 975-979. DOI: 10.6133/apjcn.052018.08.
- [10] Yoon S, Hong WP, Joo H, et al. Long-term incidence of chronic postsurgical pain after thoracic surgery for lung cancer: a 10-year single-center retrospective study [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2020, 45 (5): 331-336. DOI: 10.1136/rapm-2020-101292.
- [11] 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. DOI: 10.1016/j.jpain.2015.12.008.
- [12] 于双, 付强, 刘硕, 等. 超声引导下双侧竖脊肌平面阻滞联合全麻在微创漏斗胸修复术中的应用[J]. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37 (5): 471-474. DOI: 10.12089/jca.2021.05.005.
Yu S, Fu Q, Liu S, et al. Application of bilateral ultrasound-guided erector spinae plane block plus general anesthesia in patients undergoing mini-invasive repair of pectus excavatum [J]. *J Clin Anesthesiol*, 2021, 37 (5): 471-474. DOI: 10.12089/jca.2021.05.005.
- [13] DiFiore JW, Robertson JO, Chhabada S, et al. Next day discharge after the Nuss procedure using intercostal nerve cryoablation, intercostal nerve blocks, and a perioperative ERAS pain protocol [J]. *J Pediatr Surg*, 2022, 57 (2): 213-218. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2021.10.034.
- [14] Wang JY, Pang QY, Yang YJ, et al. Development and validation of a nomogram for predicting postoperative pulmonary infection in patients undergoing lung surgery [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2022, 36 (12): 4393-4402. DOI: 10.1053/j.jvca.2022.08.013.
- [15] Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience [J]. *Ann Surg*, 2009, 250 (2): 187-196. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2.
- [16] Sridharan K, Sivaramakrishnan G. Drugs for preventing post-operative nausea and vomiting in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: network meta-analysis of randomized clinical trials and trial sequential analysis [J]. *Int J Surg*, 2019, 69: 1-12. DOI: 10.1016/j.ijssu.2019.07.002.
- [17] 滑蕾, 高铮铮, 王小雪, 等. 加速术后康复 (ERAS) 策略在儿童漏斗胸手术中的临床应用 [J]. *基础医学与临床*, 2018, 38 (8): 1131-1134. DOI: 10.3969/j.issn.1001-6325.2018.08.015.
Hua L, Gao ZZ, Wang XX, et al. Clinical application of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol in children undergoing Nuss repair of pectus excavatum [J]. *Basic Clin Med*, 2018, 38 (8): 1131-1134. DOI: 10.3969/j.issn.1001-6325.2018.08.015.

(收稿日期: 2024-01-18)

本文引用格式: 滑蕾, 于洁, 任艺, 等. 加速康复外科策略在儿童漏斗胸手术中的应用 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2024, 23 (11): 1082-1087. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202401041-015.

Citing this article as: Hua L, Yu J, Ren Y, et al. Efficacy of enhanced recovery after surgery on postoperative recovery in funnel chest children undergoing Nuss surgery [J]. *J Clin Ped Sur*, 2024, 23 (11): 1082-1087. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202401041-015.