

超声引导下双侧竖脊肌平面阻滞联合自控镇痛泵用于儿童漏斗胸 Nuss 术的效果

马阳巍 滑 蕾 任 艺 郑铁华 许增华 高 佳 张富洲 张建敏

摘 要 **目的** 探讨超声引导下双侧竖脊肌平面阻滞(erector spinae plane block, ESPB)联合自控镇痛泵应用于儿童漏斗胸 Nuss 术的效果。**方法** 纳入择期行漏斗胸 Nuss 手术的患儿 70 例,患儿年龄 4~18 岁,ASA 分级 I~II 级。采用随机数字表法分为竖脊肌平面阻滞+全麻组(E 组)和单纯全麻组(G 组),每组 35 例。两组患儿均采用相同的麻醉诱导方案,E 组麻醉诱导后在超声引导下行双侧 ESPB,术后均应用自控镇痛(patient-controlled analgesia, PCA)泵。记录患儿术后 1、12、24 及 48h 的疼痛评分,术中丙泊酚及瑞芬太尼用药情况,手术开始时血流动力学变化情况、术后镇痛情况(患儿 PCA 泵按压次数、镇痛泵总用量)以及术后恶心、呕吐等不良反应发生情况。**结果** 与 G 组比较,E 组术中瑞芬太尼用量减少,术后 12h 内疼痛评分降低,术后 1~12h 及 12~24h 内 PCA 泵按压次数及自控静脉镇痛泵总用量减少($P<0.05$),术中丙泊酚用量、血流动力学变化情况、恶心及呕吐发生率等比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 超声引导双侧竖脊肌平面阻滞联合自控镇痛泵应用于儿童 Nuss 术具有良好镇痛效果,可以减少全身麻醉静脉药物用量和术后镇痛药物用量。

关键词 漏斗胸 Nuss 手术 竖脊肌平面阻滞 自控镇痛泵

中图分类号 R614

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.05.023

Efficacy of Ultrasound-guided Bilateral Erector Spinal Plane Block Combined with Patient-controlled Analgesia Pump for Pediatric Patients Undergoing Nuss Procedure. MA Yangwei, HUA Lei, REN Yi, et al. Department of Anesthesiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Children's Medical Center, Beijing 100045, China

Abstract **Objective** To investigate the effect of ultrasound-guided bilateral erector spinal plane block (ESPB) in combination with patient-controlled analgesia pump for pediatric patients undergoing Nuss procedure. **Methods** Seventy ASA grade I-II patients, aged 4-18 years, undergoing Nuss procedure with general anesthesia, were divided into two groups ($n=35$) by the random number table: erector spinal plane block with general anesthesia group (group E) and general anesthesia group (group G). Both groups received the same anesthesia induction program. Group E received bilateral ESPB after anesthesia induction, and patient-controlled analgesia pump was applied after surgery. Pain scores at 1, 12, 24 and 48h after surgery, intraoperative use of propofol and remifentanyl, hemodynamic changes at the beginning of surgery, postoperative analgesia [number of patient-controlled analgesia (PCA) pump compressions, total analgesic pump dosing], postoperative nausea and vomiting, and other adverse reactions were recorded. **Results** Compared with group G, group E showed a decrease in intraoperative remifentanyl dosage, pain scores within 12h postoperatively, the number of PCA pump compressions between 1-12h and 12-24h postoperatively, and the total dosage of analgesic pumps ($P<0.05$); while no significant differences were observed in intraoperative propofol dosage, hemodynamic changes, and the incidence of nausea and vomiting ($P>0.05$). **Conclusion** The combination of ultrasound-guided bilateral ESPB and patient-controlled analgesia pump has good analgesic effect in pediatric Nuss procedure, and can reduce the dosage of general anesthetic intravenous drugs and postoperative analgesic drugs.

Key words Funnel chest; Nuss procedure; Erector spinal plane block; Patient-controlled analgesia pump

漏斗胸是胸骨、肋软骨及一部分肋骨向脊柱呈漏斗状凹陷的一种畸形,也是儿童和青少年最常见的先天性胸壁畸形,该病造成胸廓容积缩小,影响呼吸功

能和肺的正常发育,手术是该病的唯一治疗方法^[1,2]。微创漏斗胸矫正术(Nuss 手术)可快速改善胸廓外观和心肺功能,但术后疼痛较为剧烈,影响患儿术后呼吸及早期活动能力,术后应用恒速静脉机械镇痛泵镇痛难以达到满意效果,另一方面大剂量阿片类药物的应用则会导致恶心、呕吐甚至呼吸抑制等不良反应。伴随超声技术的发展,区域神经阻滞技术已逐步广泛应用于术后镇痛。现已有针对成人胸科手术的研究表

基金项目:吴阶平医学基金会临床科研专项基金资助项目(320.6750.19089-102)

作者单位:100045 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

通信作者:张建敏,电子信箱:zjm428@sina.com

明,竖脊肌平面阻滞(erector spinae plane block, ESPB)可减少胸外科手术中阿片类药物用量、缩短麻醉恢复时间、改善术后镇痛效果、减少肺不张发生、促进术后呼吸功能恢复及缩短住院时间等优势,且已有研究证实,该技术可应用于儿童 Nuss 手术^[3-7]。本研究旨在进一步评价超声引导下双侧竖脊肌平面阻滞联合自控镇痛泵应用于儿童漏斗胸 Nuss 术的效果。

对象与方法

1. 研究对象:本研究已获得首都医科大学附属北京儿童医院医学伦理学委员会批准(伦理学审批号:2019-51),并与患儿监护人签署知情同意书。选择全身麻醉下择期行 Nuss 术的漏斗胸患儿,纳入标准:年龄 4~18 岁,ASA 分级 I~II 级。排除标准:①拟穿刺部位感染;②严重心脏、肺疾病;③精神疾病;④肝肾功能不全;⑤局部麻醉药物过敏;⑥术前上呼吸道感染。采用随机数字表法将患儿分为竖脊肌平面阻滞+全身麻醉组(E 组)和单纯全身麻醉组(G 组)。本研究首要观察指标为术后 12h 疼痛评分,预实验测得两组间患儿术后 12h 疼痛评分差别为 2,合并标准差为 1.6,设定 $\alpha=0.05$,检验效能 0.8,计算样本量每组至少纳入 35 例。

2. 麻醉方法:术前常规禁食禁饮,入室后即监测患儿心电图(electrocardiograph, ECG)、无创血压(non-invasive blood pressure, NIBP)、脉搏血氧饱和度(saturation of pulse oxygen, SpO₂)及脑电双频指数(bispectral index, BIS)。两组患儿均行静脉麻醉诱导,给予丙泊酚 2~3mg/kg,舒芬太尼 0.3~0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$,待患儿意识消失后给予顺式阿曲库铵 0.1mg/kg,2min 后行气管插管术。气管插管后行机械通气,采用容量控制通气模式,VT 为 6~10ml/kg,RR 为 14~20 次/分,吸呼比为 1:2,FiO₂ 为 60%~100%,维持 P_{ET}CO₂ 为 35~45mmHg。麻醉维持采用全凭静脉麻醉,丙泊酚 6~10mg/(kg·min),维持 BIS 值在 40~60;瑞芬太尼 0.2~0.5 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$,根据血流动力学情况调整用量,维持血压和心率波动范围不超过基础值的 20%。于缝合皮肤时停止泵入静脉药物,待患儿呼吸频率及潮气量达到相应年龄正常值, P_{ET}CO₂ < 45mmHg 且患儿能够对声音指令做出反应时拔出气管导管。拔管后转入麻醉后恢复室,待患儿清醒后送返病房,对患儿生命体征进行监测,给予 2L/min 鼻导管吸氧。

E 组行气管插管后,行超声引导双侧 ESPB:患儿右侧卧位,用高频线阵超声探头于脊柱旁正中矢状切面定位 T₅ 横突,由头侧向尾侧方向平面内进针。当

针尖碰到横突后,注射 0.5~2.0ml 0.9% 氯化钠溶液确认药液在竖脊肌与横突间平面扩散后,注射 0.3% 罗哌卡因 0.5ml/kg(每侧),单侧最大剂量不超过 20ml。双侧阻滞完成后将患儿转为仰卧位。

两组患儿术后均予以自控镇痛泵:舒芬太尼 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ + 托烷司琼 0.2mg/kg,0.9% 氯化钠溶液稀释至 100ml;采用自控+持续给药模式,背景剂量 0.5ml/h,PCIA 剂量 1 毫升/次,锁定时间 15min,即背景剂量 0.02 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,PCIA 剂量每次 0.04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。返回病房后由一名经培训的家长进行自控静脉镇痛。术后 4~7 岁患儿采用疼痛相关行为学评分法(face, legs, activity, cry, and consolability, FLACC)进行评分,即从面部表情、腿部活动、体位、哭闹情况以及可安慰程度 5 个方面分别评分,每项得分 0~2 分,完全无痛为 0 分,最剧烈疼痛为 10 分;大于 7 岁患儿采用数字疼痛评分法(numerical rating scale, NRS)进行评分,完全无痛为 0 分,1~3 分为轻度疼痛,4~6 分为中度疼痛,7~10 分为重度疼痛。

3. 观察指标:记录患儿术后 1、12、24 及 48h 的疼痛评分,术中丙泊酚及瑞芬太尼用药情况,手术开始时血流动力学变化情况,术后 PCA 泵按压次数、镇痛泵总用药量等情况,以及术后恶心、呕吐等不良反应发生情况,记录 E 组穿刺部位感染、血肿及皮下气肿等发生情况。

4. 统计学方法:应用 SPSS 23.0 统计学软件对数据进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患儿临床资料及手术、麻醉时间比较:两组患儿性别比例、年龄、BMI、Haller 指数、钢板数量、手术时间及麻醉时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),详见表 1。

表 1 两组患儿临床资料及手术、麻醉时间比较[$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

项目	E 组($n=35$)	G 组($n=35$)
男性	29(82.86)	28(80.00)
年龄(岁)	12.14 $\pm$ 2.32	11.36 $\pm$ 3.96
BMI(kg/m ²)	16.82 $\pm$ 2.87	16.82 $\pm$ 2.71
Haller 指数	3.64 $\pm$ 1.09	4.21 $\pm$ 1.45
钢板数量(1/2 个)	25/10	27/8
手术时间(min)	58.05 $\pm$ 29.62	62.43 $\pm$ 25.42
麻醉时间(min)	85.32 $\pm$ 35.10	83.14 $\pm$ 27.37

2. 两组患儿术中情况比较:与 G 组比较,E 组术中瑞芬太尼用量减小,丙泊酚用量及手术开始时血压波动情况比较,差异无统计学意义,详见表 2。

表 2 两组患儿术中情况比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	丙泊酚 [mg/(kg·h)]	瑞芬太尼 [μ g/(kg·min)]	手术开始时 血压波动(%)
E 组	6.88±4.73	0.18±0.13*	14.90±9.63
G 组	6.98±3.46	0.26±0.94	19.25±10.99

与 G 组比较,* $P<0.05$

3. 两组患儿术后疼痛相关情况比较:E 组术后

表 4 两组患儿术后各时间段 PCA 泵按压次数及 PCA 总用量比较($n=35, \bar{x} \pm s$)					
组别	术后 0~1h(次)	术后 1~12h(次)	术后 12~24h(次)	术后 24~48h(次)	总用量(ml)
E 组	1.00±1.07	3.13±2.73*	2.41±3.25*	4.91±5.62	35.79±9.86*
G 组	1.67±1.46	9.33±7.84	7.71±8.31	9.05±8.38	55.02±20.74

与 G 组比较,* $P<0.05$

4. 两组患儿术后其他情况比较:两组术后恶心、呕吐发生率比较,差异无统计学意义,详见表 5。E 组均未出现穿刺部位感染、血肿、皮下气肿、气胸等并发症。

表 5 两组患儿不良反应例数比较[$n=35, n(\%)$]		
组别	恶心	呕吐
E 组	6(17)	4(11)
G 组	10(29)	7(20)

讨 论

Nuss 手术术后疼痛剧烈,与手术操作对肋间肌肉的牵拉、剥离以及置入钢板后对胸廓结构造成变化有关^[8]。有研究表明,使用两根钢板可减轻钢板对胸骨的压力,使得疼痛程度低于使用单根钢板者^[9]。而对于漏斗胸严重程度与术后疼痛水平的研究方面,不同研究得出了相反的结论,有研究表明,随漏斗胸严重程度增加,术后阿片类药物消耗增多^[10]。而 Ghionzoli 等^[11]研究表明,漏斗胸严重程度并不影响疼痛水平。本研究中,两组患儿在 Haller 指数以及钢板数量上差异无统计学意义,矫正了上述因素对于术后疼痛评分可能带来的影响。

在 Nuss 术后目前常用的镇痛方法包括阿片类药物为主的静脉镇痛、非甾体抗炎药物、胸段硬膜外阻滞、区域神经阻滞以及催眠疗法等,均可取得一定效果,但目前对于最佳镇痛方法尚无定论^[12]。

12h 内疼痛评分均低于 G 组,术后 1~12h 及 12~24h 内 PCA 泵按压次数及自控静脉镇痛泵总用量均低于 G 组($P<0.05$),术后 24h 及 48h 疼痛评分、24~48h PCA 泵按压次数比较,差异无统计学意义,详见表 3、表 4。

表 3 两组患儿术后各时间点疼痛评分比较(分, $n=35, \bar{x} \pm s$)				
组别	术后 1h	术后 12h	术后 24h	术后 48h
E 组	2.95±1.98*	2.82±1.30*	2.82±1.18	2.82±1.22
G 组	4.91±2.54	3.95±1.46	3.64±2.06	3.32±1.81

与 G 组比较,* $P<0.05$

Forero 等^[13]提出 ESPB,他们在超声引导下行 ESPB 对急慢性疼痛患者进行治疗取得了满意效果,ESPB 能同时阻断体表躯体痛与内脏痛,使得该方法在围术期镇痛中展现了广阔的应用前景。近年来,有研究者进行尸体解剖研究为 ESPB 提供了解剖学支持,结合近年来的临床治疗效果研究以及应用 MRI 对行 ESPB 后局部麻醉药物的扩散情况进行研究分析,使得人们对 ESPB 作用机制有了更多的了解,上述研究表明,ESPB 通过阻滞胸椎脊神经背侧支和腹侧支以及交感神经链,同时可扩散至椎旁间隙来发挥作用^[14,15]。

ESPB 注药点较为表浅,且于超声引导下进行操作,操作过程中发生气胸、血肿等并发症的概率较低,目前可检索到的相关文献为 1 例 ESPB 后气胸及 1 例阻滞后下肢暂时性运动障碍,且气胸患者经治疗后未留下后遗症,出现下肢暂时性运动障碍的患者也于阻滞 16h 自行恢复^[16,17]。在本研究中所有 E 组患儿均未出现穿刺部位感染、血肿、皮下气肿或气胸等并发症,也再次证实了 ESPB 的安全性。

许增华等^[7]研究证实,在对行 Nuss 术的漏斗胸患儿行双侧 ESPB 时,采用每侧 0.3% 罗哌卡因 0.5ml/kg 的剂量,单侧最大剂量 20ml 是可安全可行的,因此本研究采用了上述浓度与剂量进行,研究结果表明 E 组术中瑞芬太尼用量减少,术后 1h 及 12h 的疼痛评分降低,术后 PCA 泵用量、24h 内 PCA 泵按

压次数均低于 G 组,表明双侧 ESPB 可以减少全身麻醉静脉药物用量以及术后镇痛药物用量。

本研究中患儿术后 24h 及 48h 的疼痛评分 E 组与 G 组比较,差异无统计学意义,表明此时阻滞效果已减退,在成人漏斗胸手术方面有研究表明,行 ESPB 后置管并连接镇痛泵,可以满足长时间术后镇痛的需要,但对于在儿童中的应用尚鲜见报道^[3]。在今后可以进一步研究提高罗哌卡因浓度或注射剂量是否可以延长单次 ESPB 患儿术后镇痛时间,对于竖脊肌平面置管技术在儿童中的应用也有待于进一步探讨。

本研究中两组患儿均配置了自控镇痛泵,在术后对患儿陪护家长进行详细培训,交代镇痛泵应用方法及注意事项。本研究应用的自控镇痛泵舒芬太尼背景剂量为 $0.02\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,PCIA 剂量每次 $0.04\mu\text{g}/\text{kg}$ 。电子自控镇痛泵的应用提高了患儿及陪护家长对术后疼痛管理的参与度,更加合理且按需使用镇痛泵,避免了镇痛不足或过度镇痛,同时也减少了术后补救镇痛时额外输液的情况,且恶心、呕吐发生率比较,差异无统计学意义,更有利于患儿术后早期活动,提高了患儿及陪护家长的满意度。

综上所述,超声引导双侧竖脊肌平面阻滞联合自控镇痛泵应用于儿童 Nuss 术具有良好镇痛效果,可以减少全身麻醉静脉药物用量和术后镇痛药物用量,表明多模式镇痛具有很好的临床效果。

参考文献

- 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
- Haecker FM, Krebs T, Kocher GJ, *et al*. Sternal elevation techniques during the minimally invasive repair of pectus excavatum[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2019, 29(4): 497 – 502
- Lowery DR, Raymond DP, Wyler DJ, *et al*. Continuous erector spinae plane blocks for adult pectus excavatum repair[J]. *The Annals of Thoracic Surgery*, 2019, 108(1): e19 – e20
- Redheuil A, Blanchard A, Pereira H, *et al*. Aldosterone – related myocardial extracellular matrix expansion in hypertension in humans: a proof – of – concept study by cardiac magnetic resonance[J]. *Jacc Cardiovasc imaging*, 2020, 13(10): 2149 – 2159
- Lü QG, Dong YJ, Wan H, *et al*. Consideration of the diagnosis of hypertension accompanied with hypokalaemia: monism or dualism[J]. *J Int Med Res*, 2018, 46(7): 2944 – 2953
- Pagnin E, Ravarotto V, Maiolino G, *et al*. $G\alpha q/p63RhoGEF$ interaction in RhoA/Rho kinase signaling: investigation in gitelman's syndrome and implications with hypertension[J]. *J Endocrinol Invest*, 2018, 41(3): 351 – 356
- Acharya R, Upadhyay K. Unmasking of gitelman syndrome during pregnancy in an adolescent with thyrotoxic crisis[J]. *Pediatr Rep*,

- Adhikary SD, Liu WM, Fuller E, *et al*. The effect of erector spinae plane block on respiratory and analgesic outcomes in multiple rib fractures: a retrospective cohort study[J]. *Anaesthesia*, 2019, 74(5): 585 – 593
- 王强, 郑晖, 张国华, 等. 胸腔镜肺癌根治术麻醉的优化策略: 竖脊肌平面阻滞联合全身麻醉[J]. *中华麻醉学杂志*, 2018, 38(11): 1325 – 1327
- 马丹旭, 任惠龙, 芮燕, 等. 超声引导下单次竖脊肌平面阻滞对胸腔镜下肺叶切除患者静脉自控镇痛效果的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(10): 965 – 967
- 许增华, 张建敏, 郑超, 等. 超声引导双侧竖脊肌平面阻滞用于全麻 Nuss 术患儿的效果[J]. *中华麻醉学杂志*, 2020, 40(2): 186 – 189
- Mavi J, Moore DL. Anesthesia and analgesia for pectus excavatum surgery[J]. *Anesthesiol Clin*, 2014, 32(1): 175 – 184
- Nagaso T, Miyamoto J, Kokaji K, *et al*. Double – bar application decreases postoperative pain after the Nuss procedure[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 140(1): 39 – 44, 44. e1 – 2
- Grosen K, Pfeiffer – Jensen M, Pilegaard HK. Postoperative consumption of opioid analgesics following correction of pectus excavatum is influenced by pectus severity: a single – centre study of 236 patients undergoing minimally invasive correction of pectus excavatum[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 37(4): 833 – 839
- Ghionzoli M, Brandigi E, Messineo A, *et al*. Pain and anxiety management in minimally invasive repair of pectus excavatum[J]. *Korean J Pain*, 2012, 25(4): 267 – 271
- 冯湘云, 叶茂. 不同镇痛方法在儿童漏斗胸 Nuss 手术术后的应用[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2017, 38(4): 364 – 368
- Forero M, Adhikary SD, Lopez H, *et al*. The erector spinae plane block: a novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2016, 41(5): 621 – 627
- Bonvicini D, Boscolo – Berto R, De Cassai A, *et al*. Anatomical basis of erector spinae plane block: a dissection and histotopographic pilot study[J]. *Journal of Anesthesia*, 2020, 35(1): 102 – 111
- Schwartzmann A, Peng P, Maciel MA, *et al*. Mechanism of the erector spinae plane block: insights from a magnetic resonance imaging study[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(10): 1165 – 1166
- Hamilton DL. Pneumothorax following erector spinae plane block[J]. *J Clin Anesth*, 2019, 52: 17
- Selvi O, Tulgar S. Ultrasound guided erector spinae plane block as a cause of unintended motor block[J]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed)*, 2018, 65(10): 589 – 592
- (收稿日期: 2022 – 04 – 22)
- (修回日期: 2022 – 05 – 23)
- 2021, 13(4): 632 – 638
- Yu SF, Wang CX. Genetic Analysis of gitelman syndrome: co – existence with hyperthyroidism in a two – year – old boy[J]. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*, 2021, 21(8): 1524 – 1530
- Oba T, Kobayashi S, Nakamura Y, *et al*. A case of gitelman syndrome that was difficult to distinguish from hypokalemic periodic paralysis caused by graves' disease[J]. *J Nippon Med Sch*, 2019, 86(5): 301 – 306
- Liu S, Ke J, Zhang BY, *et al*. A novel compound heterozygous variant of SLC12A3 gene in a pedigree with gitelman syndrome co – existent with thyroid dysfunction[J]. *Endocr Pract*, 2018, 24(10): 889 – 893
- (收稿日期: 2022 – 05 – 20)
- (修回日期: 2022 – 06 – 03)

(接第 179 页)