

· 论著 ·

胸腔镜下双钢板与单钢板 Nuss 手术治疗 13 至 18 岁漏斗胸患者的疗效对比研究



全文二维码

辛鹏鸽¹ 牟亚汝² 丁奕名¹ 牛泽永¹ 周玉¹ 宋国鑫³ 李爱武¹ 王健¹¹ 山东大学齐鲁医院小儿外科, 济南 250012; ² 山东第一医科大学附属省立医院心内科, 济南 250021; ³ 山东大学附属威海市立医院小儿外科, 威海 264211

通信作者: 王健, Email: wjdoctor2021@126.com

【摘要】 目的 总结胸腔镜下双钢板 Nuss 手术治疗 13 至 18 岁漏斗胸患者的可行性与手术经验, 并比较其与单钢板 Nuss 手术的疗效差异。 **方法** 回顾性分析山东大学齐鲁医院小儿外科 2019 年 1 月至 2023 年 9 月行胸腔镜下双钢板 Nuss 手术矫形的 66 例 13 至 18 岁漏斗胸患者临床资料(为双钢板组), 并与本院 2014 年 1 月至 2018 年 12 月期间行单钢板 Nuss 手术的 62 例 13 至 18 岁漏斗胸患者(为单钢板组)进行对比, 统计两组患者手术时间、术中出血量、术后疼痛时间、住院时间、治疗效果、钢板移位发生率以及并发症情况, 分析两种术式的疗效差异。 **结果** 两组 128 例患者均顺利完成手术。与单钢板组相比, 双钢板组手术时间延长[(105.68 ± 17.47) min 比 (87.42 ± 15.83) min, $t = 6.184$], 术后疼痛时间缩短[(3.21 ± 1.00) d 比 (4.97 ± 1.40) d, $t = -8.193$], 钢板移位发生率降低[0 比 8.06% (5/62), $\chi^2 = 4.713$], 疗效优秀率更高[93.94% (62/66) 比 82.26% (51/62), $\chi^2 = 4.217$], 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 两组术中出血量[(7.52 ± 3.19) mL 比 (7.05 ± 3.17) mL, $t = 0.830$]、术后住院时间[(7.89 ± 1.52) d 比 (8.31 ± 1.46) d, $t = 1.561$]、术后发热时间[(1.41 ± 1.25) d 比 (1.71 ± 1.15) d, $t = -1.411$] 及总体并发症发生率[24.24% (16/66) 比 25.80% (16/62), $\chi^2 = 0.042$] 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。 **结论** 胸腔镜下双钢板 Nuss 手术治疗 13 至 18 岁漏斗胸患者安全、有效, 较单钢板 Nuss 手术, 有术后疼痛时间短、钢板移位发生率低、疗效更好等优势, 值得在临床推广。

【关键词】 漏斗胸; 青少年; 外科手术; Nuss 手术, 方法; 电视胸腔镜外科手术; 治疗结果; 对比研究

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410053-010

Efficacy of double-bar versus single-bar Nuss surgery for pectus excavatum in children aged 13 – 18: a comparative study

Xin Pengge¹, Mou Yaru², Ding Yiming¹, Niu Zeyong¹, Zhou Yu¹, Song Guoxin³, Li Aiwei¹, Wang Jian¹¹ Department of Pediatric Surgery, Qilu Hospital, Shandong University, Jinan 250012, China; ² Department of Cardiology, Provincial Hospital of Shandong First Medical University, Jinan 250021, China; ³ Department of Pediatric Surgery, Affiliated Municipal Hospital, Shandong University, Weihai 264211, China

Corresponding author: Wang Jian, Email: wjdoctor2021@126.com

【Abstract】 Objective To summarize the feasibility and surgical experience of double-bar Nuss surgery for pectus excavatum (PE) in elder children aged 13 – 18 years and compare the differential efficacy with single-bar Nuss surgery. **Methods** The relevant clinical data were retrospectively reviewed for 66 PE children undergoing double-bar Nuss surgery from January 2019 to September 2023 and 62 elder PE children undergoing single-bar Nuss surgery from January 2014 to December 2018. The perioperative and follow-up data of two groups were statistically analyzed, and the differences in the efficacy of the two types of surgery were summarized and analyzed. **Results** All operations were completed successfully. As compared with single-bar group, operative duration became prolonged in double-bar group[(105.68 ± 17.47) vs. (87.42 ± 15.83) min, $P < 0.01$], postoperative pain time was shortened[(3.21 ± 1.00) vs. (4.97 ± 1.40) day, $P < 0.01$], the incidence of bar displacement declined [0/66(0%) vs. 5/62(8.06%) , $P < 0.05$] and excellent rate of postoperative efficacy evaluation improved[62/66(93.94%) vs. 51/62(82.26%) , $P < 0.05$]. No significant inter-

group differences existed in intraoperative volume of blood loss, postoperative hospital stay, postoperative fever time or overall complication rate. **Conclusions** As compared with single-bar counter-part, double-bar method offers the advantages of shorter postoperative pain time, lower plate displacement rate and better postoperative efficacy evaluation. It is worthy of wider clinical promotion.

【Key words】 Funnel Chest; Adolescent; Surgical Procedures, Operative; Nuss surgery, Methods; Video-assisted Thoracic Surgery; Treatment Outcome; Comparative Study

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410053-010

漏斗胸是儿童常见先天性胸壁畸形,其凹陷的外观可引起患者心理障碍,严重畸形还会影响心肺功能^[1]。Nuss 手术以微创优势成为漏斗胸的首选矫治方式^[2]。但 13 至 18 岁漏斗胸患者普遍存在胸壁凹陷广、骨质僵硬、患者疼痛耐受性差等问题,导致常规单根钢板矫形难度增大,患者术后疼痛时间长,钢板滑脱移位发生率高,并发症较适龄儿童增多^[3-4]。基于此,我们设计了双钢板 Nuss 手术矫正 13 至 18 岁漏斗胸患者,即在胸腔镜辅助下,于同一侧胸壁取纵切口经部分胸膜外入路置入 2 根钢板,放置双侧固定片,用钢丝将固定片与钢板固定,并将同侧固定片相邻片孔以钢丝加固。该方法以 2 根钢板形成双板桥状连接,矫形面积增大,稳定性更高。本研究旨在总结胸腔镜下双钢板法 Nuss 手术治疗 13 至 18 岁漏斗胸患者的疗效与经验,并与单钢板 Nuss 手术进行对比,为 13 至 18 岁漏斗胸患者的手术决策提供参考。

资料与方法

一、一般资料

本研究为回顾性队列研究,暴露因素为钢板数量。收集山东大学齐鲁医院小儿外科自 2014 年 1 月至 2023 年 9 月期间接受 Nuss 手术治疗的 13 至 18 岁漏斗胸患者临床资料,按照术中置入钢板数量分为双钢板组、单钢板组。本研究经山东大学齐鲁医院科研伦理委员会审查批准(KYLL-2024-01-042)。

病例纳入标准:年龄 13 至 18 岁,胸壁凹陷范围超过 3 个肋间,临床资料完整,接受随访且具备下述一项或多项特征:①CT 显示 Haller 指数 >3.25 ;②心电图、超声心动图检查提示不完全性右束支传导阻滞、二尖瓣脱垂等异常;③胸壁畸形进展合并明显症状;④外观畸形使患者难以忍受。排除标准:①漏斗胸复发;②合并鸡胸或其他胸廓畸形;③既往有胸廓及心脏手术史;④心肺功能差,不能耐受

手术。

本研究共纳入接受 Nuss 手术治疗的 13 至 18 岁漏斗胸病例 128 例,其中双钢板组 66 例、单钢板组 62 例。双钢板组中,男 63 例(95.45%),女 3 例(4.55%);年龄 13 至 18 岁,年龄 (15.26 ± 1.55) 岁;Haller 指数 $3.84 \sim 7.74$,Haller 指数 5.39 ± 0.88 ;根据 Park 分型^[5]:对称性漏斗胸 41 例(62.12%),非对称性漏斗胸 25 例(37.88%);存在活动后胸闷、气促症状 21 例(31.81%);存在心电图改变 55 例(83.33%);存在超声心动图改变 59 例(89.39%)。

单钢板组中,男 58 例(93.55%),女 4 例(6.45%);年龄 13 至 18 岁,年龄 (14.90 ± 1.34) 岁;Haller 指数 $3.73 \sim 7.51$,Haller 指数 5.21 ± 0.87 ;根据 Park 分型:对称性漏斗胸 46 例(74.19%),非对称性漏斗胸 16 例(25.81%);存在活动后胸闷、气促症状 23 例(37.10%);存在心电图改变 48 例(77.42%);存在超声心动图改变 55 例(88.71%)。

两组上述一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。

二、手术方法

(一) 双钢板组

①患者麻醉成功后,取仰卧位,常规消毒、铺巾。②根据胸廓外形,测量并按照胸骨凹陷程度预弯钢板,使 Nuss 棒能够紧贴胸廓。根据患者胸壁凹陷情况将钢板置入合适肋间。③取相应肋间两侧腋中线纵切口,长 $3 \sim 4$ cm,依次切开皮肤、皮下组织直至肋骨表面。向两侧游离皮瓣、肌瓣,显露上下两肋骨表面及肋间隙,潜行钝性游离至两侧肋骨最高点。自右侧置入 5 mm 戳卡,置入胸腔镜。在胸腔镜监视下,用电凝钩打开纵隔胸膜,自肋间隙置入跟随器,于肋骨最高点穿入胸腔,自电凝钩开口处经胸膜外入路小心沿肋骨和胸骨后向左侧潜行游离。游离至心包前时,将胸腔镜换至左侧,待镜头内找到跟随器后,继续向左游离,至对侧切口处穿出。于跟随器末端套入牵引管路,回拔跟随器,将牵引管路带出,套入钢板一端,小心牵引通过

表 1 两组漏斗胸患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline profiles between two groups of PE children

组别	例数	性别 ^a [例(%)]		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	Haller 指数 ($\bar{x} \pm s$)	胸廓 不对称 [例(%)]	活动后 胸闷气促 [例(%)]	心电图 改变 ^b [例(%)]	超声心动图 改变 ^c [例(%)]
		男	女						
双钢板组	66	63 (95.45)	3 (4.55)	15.26 \pm 1.55	5.39 \pm 0.88	25(37.88)	21(31.81)	55(83.33)	59(89.39)
单钢板组	62	58 (93.55)	4 (6.45)	14.90 \pm 1.34	5.21 \pm 0.87	16(25.81)	23(37.10)	48(77.42)	55(88.71)
t/χ^2 值		-		$t=1.379$	$t=1.100$	$\chi^2=2.140$	$\chi^2=0.395$	$\chi^2=0.711$	$\chi^2=0.015$
P 值		0.712		0.170	0.274	0.150	0.530	0.399	0.901

注 ^a采用 Fisher 精确概率法; ^b包括窦性心律不齐、电轴右偏、不完全性或完全性右束支传导阻滞、T 波改变、异常 Q 波、ST 段改变等; ^c包括瓣膜反流、心包积液、左室假腱索等

胸骨。同上法,经下一肋间置入第 2 根钢板。用翻转器将钢板沿腹侧翻转,将胸骨顶起。④见矫形满意后,将 4 枚固定片分别置入钢板两侧,用单股钢丝将固定片与钢板交叉点于肋骨表面固定,用双股钢丝将同侧固定片相邻片孔固定,使 2 根钢板成为一个矩形整体,与胸廓稳固贴合,见图 1。⑤观察胸腔有无出血及副损伤。缝合伤口前膨胀肺,尽可能排尽胸腔内积气。⑥依次缝合各层,弹力绷带加压包扎,无需留置胸腔引流或切口引流。



图 1 1 例漏斗胸 Nuss 手术患者固定片外观

Fig. 1 External appearance of fixation bar in a child of pectus excavatum after Nuss surgery

(二)单钢板组

于合适肋间置入单根 Nuss 棒,双侧放置固定片,其余步骤同双钢板组。

三、收集评价指标^[6]

(一)围手术期评价

包括手术时间、术中出血量、术后住院时间、术后疼痛时间、术后发热时间及并发症(气胸、胸腔积液、肺炎/胸膜炎、切口愈合不良、钢板移位、心包损伤、心脏大血管损伤等)发生率。术后发热时间是指术后腋下温度超过 37.3℃ 的天数。

(二)术后效果评价

①术后胸部 X 线片显示胸骨无凹陷;②胸廓外观平坦对称;③患者及家属均满意;④胸廓弹性和伸展性良好。符合上述 4 条为疗效优,3 条为疗效良,2 条为疗效中,0~1 条为疗效差。

(三)术后疼痛评价

采用数字评定量表(numerical rating scale, NRS)进行术后疼痛时间的评定,无疼痛:0 分,轻度疼痛:1~3 分,中度疼痛:4~6 分,重度疼痛:7~10 分。NRS 评分 ≥ 4 的天数为术后疼痛持续时间^[7]。

四、统计学处理

采用 SPSS 27.0 进行数据录入与统计分析。计量资料采用 Shapiro-Wilk 检验数据的正态性,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;不服从正态分布的计量资料采用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料采用百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

两组均顺利完成手术,无一例发生心脏、大血管严重并发症或死亡。

双钢板组手术时间(105.10 \pm 17.47)min;术中出血量(7.52 \pm 3.19)mL;术后住院时间(7.91 \pm 1.52)d;术后伤口疼痛时间(3.21 \pm 1.00)d;术后发热时间(1.41 \pm 1.25)d。发生并发症 16 例(24.24%),其中闭合性气胸 4 例(6.06%),肺炎/胸膜炎 6 例(9.09%),胸腔积液 2 例(3.03%),皮下气肿 1 例(1.52%),切口愈合不良 3 例(4.55%),无一例钢板移位发生。疗效评价优 62 例,良 4 例,无一例疗效为中或差,疗效优秀率为 93.94%。

单钢板组 62 例,手术时间(87.42 \pm 15.83)min;术中出血量(7.05 \pm 3.17)mL;术后住院时间(8.31 \pm 1.46)d;术后伤口疼痛时间(4.97 \pm 1.40)d;术后发热时间(1.71 \pm 1.15)d;发生并发症 16 例(25.80%),

其中闭合性气胸 3 例(4.84%),肺炎/胸膜炎 4 例(6.45%),胸腔积液 2 例(3.23%),皮下气肿 1 例(1.61%),切口愈合不良 1 例(1.61%),钢板移位 5 例(占 8.06%,其中术中钢板滑脱撕裂肋间 1 例,术后随访钢板移位 4 例)。疗效评价为优 51 例,良 10 例,中 1 例,无一例疗效差,优秀率为 82.23%。

两组对比显示,双钢板组手术时间延长,术后疼痛时间缩短,钢板移位发生率降低,术后疗效评价优秀率提高,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组术中出血量、术后住院时间、发热时间及总体并发症发生率差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2 至表 4。典型病例照片见图 1 至图 3。

表 2 两组漏斗胸患者围手术期资料比较

Table 2 Comparison of perioperative characteristics between two groups of PE children

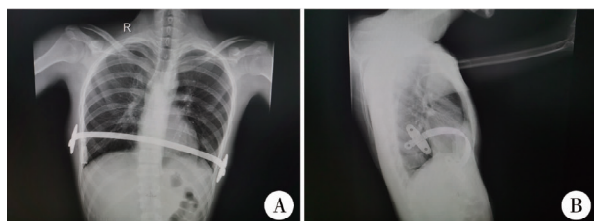
组别	例数	手术时间 ($\bar{x} \pm s, \text{min}$)	术中出血量 ($\bar{x} \pm s, \text{mL}$)	术后住院时间 ($\bar{x} \pm s, \text{d}$)	术后疼痛时间 ($\bar{x} \pm s, \text{d}$)	术后发热时间 ($\bar{x} \pm s, \text{d}$)	并发症 [$n(\%)$]
双钢板组	66	105.10 \pm 17.47	7.52 \pm 3.19	7.91 \pm 1.52	3.21 \pm 1.00	1.41 \pm 1.25	16(24.24)
单钢板组	62	87.42 \pm 15.83	7.05 \pm 3.17	8.31 \pm 1.46	4.97 \pm 1.40	1.71 \pm 1.15	16(25.80)
t/χ^2 值		$t = 6.184$	$t = 0.830$	$t = -1.561$	$t = -8.193$	$t = -1.411$	$\chi^2 = 0.042$
P 值		< 0.001	0.408	0.121	< 0.001	0.161	0.838

表 3 两组漏斗胸患者并发症对比[$n(\%)$]

Table 3 Comparison of Complications between two groups of PE children[$n(\%)$]

组别	例数	气胸 ^a	肺炎/胸膜炎 ^b	胸腔积液 ^a	皮下气肿 ^a	切口愈合不良 ^a	钢板移位 ^a	总计
双钢板组	66	4(6.06)	6(9.09)	2(3.03)	1(1.52)	3(4.55)	0	16(24.24)
单钢板组	62	3(4.84)	4(6.45)	2(3.23)	1(1.61)	1(1.61)	5(8.06)	16(25.80)
χ^2 值		—	0.051	—	—	—	4.713	0.042
P 值		1.00	0.821	1.00	1.00	0.620	0.024	0.838

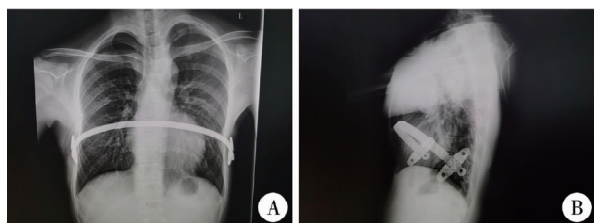
注 ^a采用 Fisher 精确概率法; ^b采用校正卡方检验



注 患者经单钢板 Nuss 手术后 20 余天出现钢板移位,经再次手术调整钢板位置,术中钢丝加固钢板与固定片,后随访恢复可,现已取出钢板。A:正位片;B:侧位片

图 2 1 例 17 岁男性漏斗胸患者 Nuss 手术后
钢板移位正侧位 X 线片

Fig.2 Frontal and lateral radiographs of a 17-year-old boy of pectus excavatum with bar displacement after Nuss surgery



注 该例患者于单钢板 Nuss 手术后 1 年 5 个月余出现钢板旋转移位,经家属商议后决定提前取出钢板。A:正位片;B:侧位片

图 3 1 例 14 岁男性漏斗胸患者 Nuss 手术后
钢板移位正侧位 X 线片

Fig.3 Frontal and lateral radiographs of a 14-year-old boy of pectus excavatum with bar displacement after Nuss surgery

表 4 两组漏斗胸患者疗效评价对比[$n(\%)$]

Table 4 Comparison of therapeutic efficacy between two groups of PE children[$n(\%)$]

组别	例数	优	良	中
双钢板组	66	62(93.94)	4(6.06)	0
单钢板组	62	51(82.23)	10(13.11)	1(1.65)
χ^2 值		4.217		
P 值		0.04		

讨论

年龄是儿童漏斗胸矫正治疗的重要影响因素之一^[8]。通常建议手术矫正年龄为 3 至 12 岁^[9]。但在实际临床工作中,13 至 18 岁漏斗胸患者并不少见。此类患者及家属往往对漏斗胸了解不足,认为只是单纯胸壁凹陷,不影响脏器功能,因而不重视,甚至认为漏斗胸可能随着时间的推移而自愈,以致延误最佳手术时间,这提示我们漏斗胸相关医学知识的宣传教育尤为重要。

自 1988 年 Nuss 等报道漏斗胸微创手术后, Nuss 手术以其创伤小、术后恢复快等优势得到广泛应用^[10]。但对于 13 至 18 岁漏斗胸患者而言,单钢

板 Nuss 手术存在一定的局限性: ①单钢板矫形面积小, 有时很难将大面积凹陷的胸廓全部顶起; ②13 至 18 岁患者骨骼趋于成人, 胸廓硬度大, 单钢板矫形时胸廓与钢板接触面积小, 局部压力大, 患者疼痛感强; ③胸廓矫形的下沉应力长时间集中于单根钢板, 容易导致钢板滑脱移位。

根据我们前期的临床实践, 年龄大(13 至 18 岁)、凹陷范围广(超过 3 个肋间)的漏斗胸患者, 单钢板 Nuss 手术后钢板移位的发生率偏高, 部分患者需再次行钢板固定手术。文献报道钢板移位是 Nuss 手术后常见且严重的并发症, 直接影响手术矫形效果^[11]。为改善上述情况, 我们后续对此类患者采用双钢板 Nuss 手术。本回顾性研究结果显示, 单钢板组 62 例中 5 例出现钢板移位, 其中术中钢板滑脱撕裂肋间肌 1 例; 随访发现钢板移位 4 例, 1 例为术后 20 余天钢板移位, 予再次手术调整钢板位置, 术中用钢丝加固钢板与固定片; 1 例为术后 1 年 5 个月余出现钢板移位, 与家属商议后提前取出钢板; 2 例为轻度移位, 嘱限制剧烈活动, 未予特殊处理, 见图 2、图 3。而双钢板组无一例发生钢板移位, 两组差异有统计学意义($P < 0.05$)。分析原因得益于双钢板矫形时, 胸廓的下沉应力分散, 单根钢板受力减少, 且双板桥状连接使两根钢板一体化, 位置相对固定, 钢板整体稳定性明显提高。

既往国内文献报道了多种新式矫形方法, 如卞军、施伟栋^[12]采用斜行放置单根钢板的方法, 阳广贤等^[13]采用双钢板矫形方法, 曾琪等^[14]提出两次多点固定、双弧形支架和双支撑架等改良方法。本研究所用方法的特点是: ①取双侧腋中线纵切口, 长 3~4 cm, 无需额外的切口; ②手术全程在胸腔镜监视下完成, 穿通器通过心包前时将胸腔镜转换至左侧; ③先于凹陷最低点上 1~2 肋间置入钢板, 缓解部分压力, 再于凹陷最低点处插入另一钢板; ④用 4 枚固定片分别置于钢板两侧, 单股钢丝绕固定片与钢板捆绑, 双股钢丝绕相邻孔捆绑, 双钢板形成桥状连接。

由于第 2 根钢板的置入, 双钢板组手术时间增加, 这是可以预料的。但两组术中出血量、术后住院时间、术后发热时间及总体并发症发生率均无明显差异。腋中线纵切口满足了双钢板置入所需操作空间, 因此第 2 根钢板置入无需新切口。双钢板均经电钩打开的胸膜外隧道插入, 手术操作难度与单钢板手术相差不大, 可行性强。在置入钢板时, 我们选择先置入上板后置入下板, 其原因在于: 13

至 18 岁儿童胸骨僵硬, 直接于凹陷最低点插入钢板时胸廓下沉应力大, 翻转钢板更费力; 先于凹陷最低点上 1~2 肋间置入钢板, 可缓解部分压力, 再置入下板时更加轻松; 且放置上板后, 凹陷最低处也随之上抬, 心包前胸腔间隙增大, 置入下板时更加安全。

双钢板组术后疼痛时间较单钢板组缩短, 这得益于双钢板增加了胸廓与钢板的接触面积, 胸骨及肋骨局部压力减轻, 从而使患者疼痛感减轻^[15]。疼痛是 Nuss 手术后常见情况, 过度的疼痛会限制患者呼吸运动, 增加患者痛苦, 容易导致肺炎、胸膜炎等呼吸系统感染^[16]。双钢板法可缓解患者术后疼痛, 这对于患者术后主观体验和恢复极有意义。对比术后疗效, 双钢板组优秀率较单钢板组增加, 双钢板矫形范围大, 可将 13 至 18 岁儿童凹陷的胸廓全部顶起, 患者及家属满意度更高。对比其他一般并发症, 两组均为散发, 闭合性气胸、皮下气肿及胸腔积液均为少量, 可自行吸收, 无需特殊处理^[17]; 肺炎、胸膜炎给予抗生素及对症治疗; 切口愈合不良给予换药及抗炎处理, 患者均康复, 出院时均无特殊不适。

综上所述, 胸腔镜下双钢板 Nuss 手术治疗 13 至 18 岁漏斗胸患者安全有效, 相较于单钢板手术, 缩短了术后疼痛时间, 减少了钢板移位的发生, 术后疗效更优, 值得临床推广。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 丁奕名、牛泽永负责文献检索, 牟亚汝负责论文设计, 周玉负责数据收集, 宋国鑫负责研究结果分析与讨论, 辛鹏鸽负责论文撰写; 李爱武、王健负责全文知识性内容的审读与修正

参 考 文 献

- [1] Torre M, Guerriero V, Wong MCY, et al. Complications and trends in minimally invasive repair of pectus excavatum: a large volume, single institution experience [J]. J Pediatr Surg, 2021, 56(10):1846-1851. DOI:10.1016/j.jpedsurg.2020.11.027.
- [2] Haecker FM, Hebra A, Ferro MM. Pectus bar removal-why, when, where and how [J]. J Pediatr Surg, 2021, 56(3):540-544. DOI:10.1016/j.jpedsurg.2020.11.001.
- [3] Kim DH, Hwang JJ, Lee MK, et al. Analysis of the Nuss procedure for pectus excavatum in different age groups [J]. Ann Thorac Surg, 2005, 80(3):1073-1077. DOI:10.1016/j.athoracsurg.2005.03.070.
- [4] Yu SP, Lai PS, Pan CT, et al. Comparison of several alternatives for the management of severe pectus excavatum in the Nuss procedure [J]. Asian J Surg, 2021, 44(5):738-741. DOI:10.1016/j.asjsurg.2020.12.039.
- [5] Liu SM, Wang L, Zhang HK, et al. Modified Nuss procedure with a novel steel bar in patients with pectus excavatum post-congenital heart surgery [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2022, 34

- (3):424-430. DOI:10.1093/icvts/ivah284.
- [6] Han JC, Mou YR, Wang DM, et al. Modified bar bending method of thoracoscopic Nuss procedure on pectus excavatum: a retrospective single-center study [J]. BMC Pediatr, 2023, 23 (1): 109. DOI:10.1186/s12887-023-03909-2.
- [7] 万丽, 赵晴, 陈军, 等. 疼痛评估量表应用的中国专家共识 (2020 版) [J]. 中华疼痛学杂志, 2020, 16 (3): 177-187. DOI:10.3760/cma.j.cn101379-20190915-00075.
- Wan L, Zhao Q, Chen J, et al. Expert consensus on the application of pain evaluation questionnaires in China (2020) [J]. Chin J Painol, 2020, 16 (3): 177-187. DOI:10.3760/cma.j.cn101379-20190915-00075.
- [8] Kloth K, Klohs S, Bhullar J, et al. The epidemiology behind pectus excavatum: clinical study and review of the literature [J]. Eur J Pediatr Surg, 2022, 32 (4): 316-320. DOI:10.1055/s-0041-1729898.
- [9] 中华医学会小儿外科学分会心胸外科学组, 广东省医师协会胸外科分会. 漏斗胸外科治疗中国专家共识 [J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41 (1): 7-12. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2020.01.002.
- Team of Cardiothoracic Surgery, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association; Branch of Thoracic Surgery, Guangdong Provincial Physician Association. National consensus on surgery for pectus excavatum in china [J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41 (1): 7-12. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2020.01.002.
- [10] Yoo G, Jeong JY. Nuss procedure for combined pectus excavatum and carinatum in a patient with a history of congenital esophageal atresia repair surgery [J]. J Cardiothorac Surg, 2022, 17 (1): 4. DOI:10.1186/s13019-022-01759-0.
- [11] 严冬, 曾骐, 陈诚豪, 等. 桥式连接技术在漏斗胸手术中的应用 [J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22 (8): 747-750. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202303003-009.
- Yan D, Zeng Q, Chen CH, et al. Application of bridge technique for pectus excavatum bar fixation during Nuss procedure [J]. J Clin Pediatr Surg, 2023, 22 (8): 747-750. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202303003-009.
- [12] 卞军, 施伟栋. NUSS 术中斜行放置钢板矫治大龄儿童漏斗胸 23 例 [J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41 (9): 784-787. DOI:10.3760/cma.j.cn421158-20191015-00591.
- Bian J, Shi WD. Feasibility of Nuss procedure for correcting pectus excavatum by oblique placement in elder children: a report of 23 cases [J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41 (9): 784-787. DOI:10.3760/cma.j.cn421158-20191015-00591.
- [13] 阳广贤, 易立文, 王敬华, 等. 双钢板 NUSS 手术矫治大龄儿童极重度漏斗胸 [J]. 临床小儿外科杂志, 2017, 16 (3): 242-246. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2017.03.010.
- Yang GX, Yi LW, Wang JH, et al. Nuss procedure for correcting extremely severe pectus excavatum by double braces in elder children [J]. J Clin Pediatr Surg, 2017, 16 (3): 242-246. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2017.03.010.
- [14] 曾骐, 段贤伦, 张娜, 等. 大龄组漏斗胸的微创 Nuss 手术 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2007, 23 (3): 193-195. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2007.03.019.
- Zeng Q, Duan XL, Zhang N, et al. Nuss procedure for the correction of pectus excavatum in elder group [J]. Chin J Thorac Cardiovasc Surg, 2007, 23 (3): 193-195. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2007.03.019.
- [15] 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. E2. DOI:10.1016/j.jtcvs.2009.12.027.
- [16] Nissen AP, Kilbourne MJ, Jeschke R, et al. Delayed presentation of cardiac perforation after modified Ravitch pectus excavatum repair [J]. Ann Thorac Surg, 2020, 109 (1): e29-e31. DOI:10.1016/j.athoracsur.2019.04.103.
- [17] Jawitz OK, Raman V, Thibault D, et al. Complications after Ravitch versus Nuss repair of pectus excavatum: a Society of Thoracic Surgeons (STS) General Thoracic Surgery Database analysis [J]. Surgery, 2021, 169 (6): 1493-1499. DOI:10.1016/j.surg.2020.12.023.

(收稿日期: 2024-10-23)

本文引用格式: 辛鹏鸽, 牟亚汝, 丁奕名, 等. 胸腔镜下双钢板与单钢板 Nuss 手术治疗 13 至 18 岁漏斗胸患者的疗效对比研究 [J]. 临床小儿外科杂志, 2025, 24 (4): 356-361. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410053-010.

Citing this article as: Xin PG, Mou YR, Ding YM, et al. Efficacy of double-bar versus single-bar Nuss surgery for pectus excavatum in children aged 13-18: a comparative study [J]. J Clin Pediatr Surg, 2025, 24 (4): 356-361. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410053-010.

· 编者 · 作者 · 读者 ·

本刊常年办理征订

本刊邮发代号 42-261, 欢迎广大读者通过全国各地邮局、编辑部或微信公众号“菁医汇”(微信号 cmayouth)、中华医学网(<http://medline.org.cn/>)、中华医学期刊网(<http://medjournals.cn/>)订阅。另外, 本刊编辑部常年办理破季、破月征订及补订手续。编辑部联系地址: 410007, 长沙市梓园路 86 号(湖南省儿童医院内), 临床小儿外科杂志编辑部, 联系人: 贾佩君, E-mail: china_jcps@sina.com