

· 论 著 ·



全文二维码

Nuss 手术矫治极重度漏斗胸 93 例临床分析

徐慧姣¹ 赖冠宇¹ 蒋琴¹ 马俊梅¹ 侯昉¹ 刘文英² 徐冰¹¹ 电子科技大学附属医院·四川省人民医院小儿外科,成都 610072; ² 四川大学华西第二医院小儿外科,成都 610041

通信作者:徐冰,Email:yourxubing@126.com

【摘要】 目的 探讨 Nuss 手术治疗极重度漏斗胸患者中的手术策略、安全性及近中期疗效。

方法 回顾性分析 2010 年 6 月至 2023 年 1 月四川省人民医院小儿外科收治的 93 例极重度漏斗胸患儿的临床资料,均采用 Nuss 手术矫治。根据畸形特征采用不同手术方式,包括钢板植入数量、钢丝固定、剑突下辅助切口或肋弓切断等技术。 **结果** 93 例均顺利完成手术,无一例术中严重并发症。手术耗时(75.3±8.3)min,出血量(30.0±5.2)mL,住院时间(7.1±1.1)d。双钢板植入 75 例(80.6%),单钢板 18 例(19.4%);65 例(69.9%)加用钢丝固定,5 例(5.4%)行肋弓切断。术后并发症发生率 29.0%。随访 14~48 个月,已拆除钢板 66 例。手术效果评估优 90 例(96.8%),良 3 例(3.2%),无一例中及差者。 **结论** Nuss 手术治疗极重度漏斗胸安全可行,近中期疗效满意,但远期效果仍需进一步随访。

【关键词】 漏斗胸; Nuss 手术; 并发症

基金项目: 四川省天府万人计划天府名医资助项目(TF005);四川省科技厅重点资助项目(2021YFS0381);四川省医学科学院·四川省人民医院专项基金资助项目(2021ZX03)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202509020

Clinical analysis of Nuss procedure for extremely severe pectus excavatum: a report of 93 cases

Xu Huijiao¹, Lai Guanyu¹, Jiang Qin¹, Ma Junmei¹, Hou Fang¹, Liu Wenyong², Xu Bing¹

¹ Department of Pediatric Surgery, Sichuan Provincial People's Hospital, Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China; ² Department of Pediatric Surgery, West China Second Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Xu Bing, Email: yourxubing@126.com

【Abstract】 Objective To explore the surgical strategies, safety and short/middle-term efficacy of Nuss procedure for extremely severe pectus excavatum. **Methods** A retrospective analysis was performed for the relevant clinical data of 93 children with extremely severe pectus excavatum admitted into Department of Pediatric Surgery at Sichuan Provincial People's Hospital from June 2010 to January 2023. All cases underwent Nuss surgery for correction. Different surgical approaches were adopted according to the characteristics of deformities, including number of steel plate implants, wire fixation, subxiphoid auxiliary incisions or costal arch division techniques. All procedures were successfully completed without any serious intraoperative complications. **Results** Operative duration was (75.3±8.3) minutes, volume of blood loss (30.0±5.2) mL and a hospitalization stay of (7.1±1.1) day. Double plate implantation (n=75, 80.6%) and single plate implantation (n=18, 19.4%) were performed. And 65 cases (69.9%) were fixed with steel wire and 5 cases (5.4%) underwent rib arch cutting. The incidence of postoperative complications was 29.0%. During a follow-up period of 14 to 48 months, 66 cases of steel plates have been removed. 90 cases (96.8%) had excellent surgical outcomes, 3 cases (3.2%) had good outcomes and there were no cases of moderate or poor outcomes. **Conclusion** For extremely severe pectus excavatum, Nuss procedure is both safe and feasible with satisfactory short/mid-term efficacy. However, further follow-ups are required for evaluating the long-term outcomes.

【Key words】 Pectus Excavatum; Nuss Procedure; Complications**Fund program:** Tianfu Ten Thousand Talents Plan Tianfu Famous Doctor Grant in Sichuan Province

(TF005); Key Grant of Sichuan Provincial Department of Science and Technology (2021YFS0381); Special Grant of Sichuan Academy of Medical Sciences and Sichuan Provincial People's Hospital (2021ZX03)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202509020

漏斗胸(pectus excavatum, PE)是儿童一种常见的胸廓畸形,以胸骨及肋骨向内、向后凹陷为主要临床特征^[1]。临床上,胸部 CT 可测量胸腔最大横径与胸骨最低点至脊柱前缘的最小前后径之比,称为 Haller 指数(Haller index, HI),可用于评估畸形严重程度:轻度<3.2,中度:3.2~3.5,重度:3.5~6.0,极重度>6.0^[2]。Nuss 手术作为微创胸廓矫形术,具有手术切口小、恢复快、矫形效果好等优势,已成为中重度漏斗胸首选手术。然而,极重度漏斗胸患者常因胸骨凹陷过深、胸骨后间隙狭小而出现钢板支撑不足、操作困难及心肺等重要脏器损伤风险增加等问题。因此,如何在极重度漏斗胸中安全有效地应用 Nuss 手术,并根据畸形特点选择合适的矫治方式,是当前临床亟需解决的难题。本研究旨在总结 Nuss 手术治疗极重度漏斗胸的手术经验,并评估其安全性及近中期疗效,为极重度漏斗胸的手术治疗提供参考。

资料与方法

一、临床资料

本研究为回顾性病例系列研究。病例纳入标准:①一般查体、胸部 X 线检查及胸部 CT 确诊漏斗胸, Haller 指数>6.0 或胸骨凹陷至脊柱旁无法测量;②心电图或超声心动图检查提示心肺受压、电轴偏移、心律不齐、二尖瓣脱垂、不完全性右束支传导阻滞等心功能损害;③肺功能检查提示限制性或阻塞性通气功能障碍;④患儿因胸壁畸形感自卑、抑郁、焦虑等心理障碍;⑤家属同意手术并签署手术知情同意书者。符合①⑤且符合②~④中任意一条,即具有手术指征。排除标准:①合并无法耐受全身麻醉或对矫形手术构成禁忌的全身性疾病或严重多系统先天性畸形(如复杂先天性心脏病、严重胸廓发育不良、重度脊柱畸形等);②合并需长期全身治疗且影响本次手术评估的重大系统性疾病。共纳入 93 例,男 80 例、女 13 例,年龄(14.8±5.8)岁。可测量 Haller 指数 88 例, Haller 指数为 12.3±2.7;5 例胸骨凹陷至脊柱旁,无法测量 Haller 指数。根据 Park 分型:对称型 16 例,非对称型 77 例。合并症情况如下:胸壁神经纤维瘤 1 例,胸壁皮

肤黑色素瘤 1 例,先天性肺气道畸形(囊腺瘤型)3 例,马凡综合征 5 例。患儿均存在运动耐力低下及胸壁凹陷进行性加重,其中 24 例伴反复呼吸道感染或运动后气促。上述合并症均为局部或可在同次手术中安全处理的伴发病变,经术前评估不影响麻醉耐受及围手术期安全性,故纳入本研究分析。术前检查包括:全血细胞计数、肝肾功能、凝血功能及感染指标检测;胸部正侧位 X 片及 CT、心脏超声及肺功能评估。本研究经四川省人民医院伦理委员会审批通过(伦审(研)2023 年第 446 号)。

二、手术方法

患儿均在静吸复合全身麻醉下行手术,取仰卧位,双上肢外展 90°,术前行医用记号笔标记胸骨凹陷最低点及钢板进出口位置,置入食管超声探头以实时监测心脏、大血管及纵膈情况。常规消毒铺巾后,于凹陷最低平面两侧胸壁各做约 2 cm 横向切口,依次切开浅筋膜、深筋膜及胸壁肌层。术中根据胸骨后间隙的宽窄及穿引安全性决定是否使用胸腔镜探查。当胸骨后间隙极狭窄、心脏明显贴附胸骨后方、胸廓极度不对称或术者在指诊下无法准确判断穿引路径时,使用胸腔镜辅助探查;其余病例在食道超声监测下可安全完成穿引。胸腔镜多采取右侧单侧探查,仅在胸腔旋转明显或穿引路径不清晰时考虑双侧探查。在胸骨凹陷最低处,于左侧肋间隙用手指钝性分离肋骨浅面肌肉并分开肋间肌后,使 Nuss 导引器紧贴肋骨前行,经胸骨后至对侧胸腔,穿引过程中注意避开心脏、大血管及重要脏器。术前塑形好的 Nuss 钢板系于导引器头端,自右向左回抽导引器,使钢板顺利通过胸骨后间隙至左侧胸壁,随后使用翻转器将钢板旋转 180°支撑胸壁,两端用固定片及 2-0 可吸收线缝合固定于邻近肋骨骨膜和肌肉组织,固定片包埋于肌肉下,切口逐层缝合,术后局部弹力加压包扎 2~3 天,以减少残腔、积液及皮下气肿形成。

根据患者胸壁畸形及合并症的特点,术中合理选择钢板数量、安置方式及辅助操作。对于对称型或 Haller 指数相对较小的患者,采用单钢板矫形;而非对称型、凹陷范围广或胸骨凹陷严重的患者则优先选择双钢板。对于钢板易活动或存在旋转风险的情况,术中增加钢丝固定以增强稳定性。胸骨后

粘连严重或翻板困难时,可在剑突下增设辅助切口以便顺利操作;对于胸骨凹陷至脊柱旁、抬举困难的患者,则行肋弓切断以改善胸壁抬举效果。对于合并胸壁肿瘤或肺气道畸形的患者,手术先处理病变,再行漏斗胸矫形,以保证手术安全并优化矫形效果。

三、术后处理及效果评价

术后处理:术后 72 h 内应用镇痛泵止痛,必要时可使用布洛芬、曲马多等止痛药对症处理;术后 1~2 天常规复查胸部 X 线片,排除术后严重血胸及气胸,以便及时处理;术后 2~3 天内常规运用抗生素预防感染;术后 4~5 天复查全血细胞计数等检验,若辅助检查无特殊,患者一般情况恢复良好,可于术后 6~7 天出院。术后鼓励咳嗽及早期下床活动,术后 3 月内避免剧烈运动,术后 2~4 年拆除钢板。

手术疗效评价:①目测胸廓外形正常,胸廓对称,无胸骨凹陷等畸形;②查体检测胸廓饱满,伸展性和弹性正常;③胸部 X 线片或 CT 等辅助检查提示无胸骨凹陷,钢板无旋转及移位;④患者及家属对手术治疗效果满意。满足以上 4 项为优;3 项为良;2 项为中;0~1 项为差^[3]。

术后 3 个月、6 个月、1 年、2 年、3 年及 4 年于我院门诊定期进行随访,随访重点包括钢板位置、胸廓形态、术后并发症及运动耐力恢复情况,以全面评估手术近中期疗效。

结 果

本组 93 例极重度漏斗胸患者均在食管超声监测下顺利完成手术,其中 13 例行胸腔镜辅助操作,80 例采用非胸腔镜下 Nuss 手术。术中未发生严重并发症,无死亡病例。手术耗时(75.3 ± 8.3) min,出血量(30.0 ± 5.2) mL,总住院时间(7.1 ± 1.1) d。

根据患者胸壁畸形及手术个体化方案,75 例(80.6%)患者安置双钢板,18 例(19.4%)安置单钢板。65 例(69.9%)在术中加用钢丝固定,11 例(11.8%)采用剑突下辅助切口游离胸骨后,5 例

(5.4%)胸骨凹陷至脊柱旁者行肋弓切断。合并胸壁神经纤维瘤或皮肤黑色素瘤各 1 例,同时行病变切除手术;合并肺气道畸形 3 例,先行胸腔镜下肺段切除术,再调整体位实施漏斗胸矫形;合并马凡综合征 5 例仅行漏斗胸矫形。为展示典型病例,本研究选取 1 例具有代表性的术前与术后外观及影像学资料,见图 1。

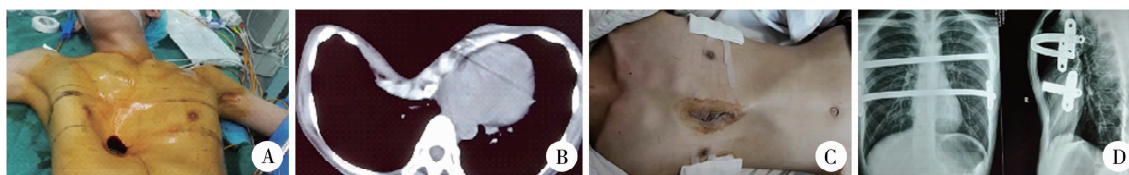
术后并发症发生率为 29.0%,15 例(16.1%)出现气胸,其中 8 例需安置闭式引流;6 例(6.5%)发生肋间肌撕裂,5 例已行钢丝固定,仅 1 例未特殊处理;3 例(3.2%)出现钢板排异反应,予以切口清创;3 例(3.2%)钢板移位,其中 2 例行复位固定。

所有患者均参与门诊随访,随访时间中位数为 34.6 个月(14~48 个月),其中 66 例患者已于术后 2~4 年拆除钢板。手术效果评估为优 90 例(96.8%),良 3 例(3.2%),无一例中及差者。考虑未成年患者由于生长发育等因素,远期效果有待进一步随访。

讨 论

漏斗胸是最常见的胸壁畸形,严重者可因胸骨明显凹陷导致心肺受压,并影响患者外观及心理健康^[4-5]。Nuss 手术因创伤小、恢复快及矫形效果满意,已成为漏斗胸矫治的主要术式^[6-7]。但极重度漏斗胸患者常伴胸骨凹陷深、胸廓明显不对称及胸骨后间隙狭窄,手术存在心脏及大血管损伤风险,因此如何提高极重度漏斗胸 Nuss 手术的安全性具有重要意义。

为进一步保障手术安全,本研究在 93 例患者手术中均采用术中食道超声监测,以实时评估心脏及纵隔大血管状态^[8]。对于凹陷极深或胸廓明显不对称的患者,结合胸腔镜辅助操作,其中 11 例加用剑突下辅助小切口,通过建立胸骨后引导通路以降低穿引风险。本组无严重术中并发症发生,提示上述措施有助于提高极重度漏斗胸 Nuss 手术的安全性。



注 A:术前胸廓外观;B:术前胸部 CT;C:术后胸廓外观;D:术后胸部 X 线片,提示胸骨抬举满意,钢板位置固定良好

图 1 极不对称型极重度漏斗胸患儿手术前后胸廓外观及影像学表现

Fig. 1 Preoperative and postoperative thoracic appearance and imaging findings in a child with extremely severe asymmetric pectus excavatum

针对极重度漏斗胸患者的不同畸形特点,本组根据 Haller 指数、胸壁柔韧度及胸廓解剖情况选择钢板数量及安置方式,必要时结合钢丝固定及肋弓部分切断,以提高胸壁支撑稳定性。

关于极重度漏斗胸的钢板植入数量,笔者总结了以下经验:关于极重度漏斗胸的钢板植入数量,对于胸廓相对对称、凹陷范围较窄且 Haller 指数相对较低的患者,可选择单钢板安置。对于一侧凹陷更明显的非对称型漏斗胸,单钢板斜行安置可通过调整角度集中矫正力量,在减少创伤的同时改善胸廓对称性。对于 Haller 指数极高、凹陷范围广及胸廓明显不对称者,单钢板往往难以提供足够支撑,因此多采用双钢板安置。双钢板可提供更稳定的支撑,有助于维持术后胸廓形态稳定。本研究 93 例极重度漏斗胸患者中,16 例为对称型,77 例为非对称型。75 例(80.6%)采用双钢板安置,18 例(19.4%)采用单钢板安置,术后矫治效果均满意。对于双钢板患者,通常先于凹陷最低点上方 2~4 cm 放置第一根钢板,以分散部分压力并扩大操作空间,再于最低点放置第二根钢板,形成双重支撑结构。这与国内大多数双钢板安置顺序的观点一致^[9-10]。

极重度漏斗胸行 Nuss 手术矫治中,对于部分凹陷程度极重且胸廓极不对称的患者,钢板所需的矫正力量较大,传统的丝线固定钢板及固定片的方式可能无法有效抵御胸廓的反作用力。若术中发现钢板固定后仍有活动或旋转迹象,可加用钢丝固定以增强稳定性和支撑力,进一步巩固钢板的固定效果。具体采用三点固定法:将固定片与钢板末端嵌合后,采用带针钢丝经固定片两端小孔包绕固定于邻近肋骨,同时于钢板穿出胸壁处以钢丝固定钢板及相邻肋骨,从而增加矫形钢板稳定性,减少钢板移位、脱位及翻转风险。本研究中,65 例(69.9%)患者在术中使用了钢丝固定,术后胸廓塑形效果良好,且均未出现严重的钢板移位情况,提示钢丝固定有助于提高极重度漏斗胸矫形稳定性。

对于凹陷极为严重,胸骨后缘位于脊柱前缘后方的患者,其凹陷往往明显偏向一侧,多表现为右侧偏移。此类患者在钢板穿引和翻转过程中胸骨抬举阻力极大,若强行抬举易导致胸骨骨质撕裂或肋间肌损伤。针对这类胸骨后缘贴近脊柱或紧邻脊柱前缘的病例,通过截断偏移侧肋弓以释放胸骨后方张力,可有效扩大胸骨后间隙并降低穿引风险。本研究中有 5 例(5.4%)患者因胸骨最低点贴近脊柱或位置明显偏移,于术中行右侧肋弓部分切

断,均顺利完成胸骨抬举,提示肋弓减张在复杂凹陷中的重要作用。

对于合并其他胸部疾病的极重度漏斗胸患者,手术方案需根据伴发病变范围及术中操作安全性综合评估。若病变局限且未明显影响胸骨后结构,可同期完成病变处理及漏斗胸矫形。本研究中合并胸壁神经纤维瘤 1 例(1.1%)、皮肤黑色素瘤 1 例(1.1%)及先天性肺气肿畸形(囊腺瘤型)3 例(3.2%)的患者,均在完成病变切除后顺利实施 Nuss 矫形,未增加术中操作或翻板风险,提示局限性胸部病变同期处理具有安全性及可行性。对于病变范围广泛、胸腔粘连严重、需要或合并复杂心脏畸形的患者,胸骨后方结构通常受病变影响较大,应充分评估后优先处理高风险病变或选择分期手术,以降低严重并发症风险。本研究未出现需分期处理的病例,主要因所合并病变均较局限,术前评估证实其不会明显增加术中操作风险。此外,本组 5 例(5.4%)合并马凡综合征患儿均顺利完成 Nuss 矫形,提示在严格评估基础上,马凡综合征患儿行单期矫形具有可行性。

本研究术后并发症以气胸、钢板移位及肋间肌撕裂为主^[11-15]。术后气胸 15 例(16.1%),其中 8 例行胸腔闭式引流,均恢复良好。极重度漏斗胸患者胸骨凹陷深、胸腔空间狭小,钢板置入及胸骨抬举过程中易造成胸膜刺激或微小损伤,可能是气胸发生的主要原因。钢板移位是影响 Nuss 手术矫形效果的重要因素,本组仅 3 例(3.2%)发生钢板移位,其中 2 例再次手术复位固定;结合 65 例(69.9%)加用钢丝固定且未出现严重钢板移位的结果,提示对于凹陷严重或胸廓明显不对称者,钢丝固定有助于提高钢板稳定性^[16]。此外,本组 6 例(6.5%)发生肋间肌撕裂,3 例(3.2%)出现钢板排异反应,经相应处理后均未影响最终矫形效果。本研究无心脏贯通伤、心包损伤、严重血胸及膈肌损伤等严重术中并发症,提示在充分评估和合理辅助固定基础上,Nuss 手术治疗极重度漏斗胸具有较好的安全性。

对于轻中度漏斗胸患者,钢板通常在术后 2~3 年即可拆除;但极重度漏斗胸因胸骨凹陷深、胸廓弹性差、抬举幅度大,其胸廓重建与稳定需要更长时间。本组 66 例已拆除钢板的患者钢板留置时间主要集中在术后 3 年左右,较轻中度病例明显延长。拆除钢板后胸廓形态均保持稳定,随访中位数达 34.6 个月(14~48 个月),未见明显复发,提示适当

延长钢板留置时间对于极重度漏斗胸胸廓重建和维持矫形稳定性具有重要意义。

综上,Nuss 手术治疗极重度漏斗胸安全可行。合理选择钢板数量、安置方式及辅助操作,有助于提高矫形效果及手术安全性。本研究 93 例患者的近中期随访结果显示手术疗效满意,但远期疗效仍需进一步随访观察。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 徐冰、刘文英负责研究设计与指导、论文审阅及修改;徐慧姣负责研究实施、数据收集与分析及论文撰写;赖冠宇负责病例资料收集与数据分析;蒋琴、马俊梅负责病例资料整理及论文审阅;侯昉负责研究设计及论文审阅

参 考 文 献

- [1] Zeineddine RM, Botros M, Shawwaf KA, et al. Does a high Haller index influence outcomes in pectus excavatum repair? [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2024, 168 (5): 1395-1402. DOI: 10.1016/j.jtcvs. 2024. 04. 005.
- [2] Zhang DK, Tang JM, Ben XS, et al. Surgical correction of 639 pectus excavatum cases via the Nuss procedure [J]. J Thorac Dis, 2015, 7 (9): 1595-1605. DOI: 10.3978/j. issn. 2072-1439. 2015. 09. 30.
- [3] 王磊, 胡丰庆, 王明松, 等. 漏斗胸的手术设计与新型改良 Nuss 手术[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27 (8): 900-906. DOI: 10.7507/1007-4848. 201906025.
Wang L, Hu FQ, Wang MS, et al. Surgical design and novel modified Nuss procedure for pectus excavatum [J]. Chin J Clin Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 27 (8): 900-906. DOI: 10.7507/1007-4848. 201906025.
- [4] Aly MR, Farina JM, Botros MM, et al. Minimally invasive repair of pectus excavatum in adults: a review article of presentation, workup, and surgical treatment [J]. J Thorac Dis, 2023, 15 (9): 5150-5173. DOI: 10.21037/jtd-23-87.
- [5] Walsh J, Walsh R, Redmond K. Systematic review of physiological and psychological outcomes of surgery for pectus excavatum supporting commissioning of service in the UK [J]. BMJ Open Respir Res, 2023, 10 (1): e001665. DOI: 10.1136/bmjresp-2023-001665.
- [6] Sun HP, Huang YC, Han YY, et al. Perioperative outcomes of thoracoscopic versus non-thoracoscopic minimally invasive repair of pectus excavatum: a systematic review and meta-analysis [J]. J Cardiothorac Surg, 2024, 19 (1): 603. DOI: 10.1186/s13019-024-03016-y.
- [7] 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.asjsur. 2020. 12. 039.
- [8] 徐冰, 牟玲, 李文华, 等. 食管超声监测下非胸腔镜辅助 Nuss 手术 85 例分析 [J]. 中华小儿外科杂志, 2016, 37 (5): 361-365. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2016. 05. 009.
Xu B, Mou L, Li WH, et al. Non-thoracoscopic Nuss procedure for correcting pectus excavatum with trans-esophageal echocardiography monitoring [J]. Chin J Pediatr Surg, 2016, 37 (5): 361-365. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2016. 05. 009.
- [9] 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 bar fixation during Nuss procedure [J]. J Clin Pediatr Surg, 2023, 22 (8): 747-750. DOI: 10.3760/cma. j. cn101785-202303003-009.
- [10] 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.
- [11] Media AS, Christensen TD, Katballe N, et al. Complication rates rise with age and Haller index in minimally invasive correction of pectus excavatum: a high-volume, single-center retrospective cohort study [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2024, 168 (3): 699-711. DOI: 10.1016/j.jtcvs. 2024. 01. 047.
- [12] Chiu MZ, Li R, Koka A, et al. Pain management after pediatric minimally invasive repair of pectus excavatum: a narrative review [J]. Transl Pediatr, 2024, 13 (12): 2267-2281. DOI: 10.21037/tp-24-339.
- [13] Linton SC, Ghomrawi HMK, Tian Y, et al. Association of operative volume and odds of surgical complication for patients undergoing repair of pectus excavatum at children's hospitals [J]. J Pediatr, 2022, 244: 154-160. e3. DOI: 10.1016/j.jpeds. 2021. 12. 053.
- [14] De Loos ER, Pennings AJ, Van Roozendaal LM, et al. Nuss procedure for pectus excavatum: a comparison of complications between young and adult patients [J]. Ann Thorac Surg, 2021, 112 (3): 905-911. DOI: 10.1016/j.athoracsur. 2020. 10. 017.
- [15] Roostaei G, Amini H, Abtahi H, et al. Post-operative arrest following pectus excavatum repair: a case report with a systematic review of the published case reports [J]. Clin Case Rep, 2024, 12 (3): e8650. DOI: 10.1002/ccr3. 8650.
- [16] 曹辛, 吴骏, 陈健, 等. 单侧固定片附加钢丝固定改良方法在儿童 Nuss 手术中应用的临床研究 [J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41 (7): 662-667. DOI: 10.3760/cma. j. cn421158-20190520-00362.
Cao X, Wu J, Chen J, et al. Clinical application of modified method of additional steel wire for fixing unilateral flap during Nuss procedure in children [J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41 (7): 662-667. DOI: 10.3760/cma. j. cn421158-20190520-00362.

(收稿日期: 2025-09-10)

本文引用格式: 徐慧姣, 赖冠宇, 蒋琴, 等. Nuss 手术矫治极重度漏斗胸 93 例临床分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2026, 25 (9): 847-851. DOI: 10.3760/cma. j. cn101785-202509020.

Citing this article as: Xu HJ, Lai GY, Jiang Q, et al. Clinical analysis of Nuss procedure for extremely severe pectus excavatum: a report of 93 cases [J]. J Clin Pediatr Surg, 2026, 25 (9): 847-851. DOI: 10.3760/cma. j. cn101785-202509020.