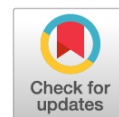


КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS654520>

EDN: BXDWFN



Хирургическое лечение воронкообразной деформации грудной клетки крайне тяжелой степени у пациента подросткового возраста (клиническое наблюдение)

Д.В. Рыжиков¹, Б.Х. Долгиев¹, С.В. Виссарионов¹, Ю.О. Жукова¹, И.А. Борозняк²¹ Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия;² Курская областная детская клиническая больница, Курск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Воронкообразная деформация грудной клетки — это мальформация, проявляющаяся деформациями хрящевых участков ребер и грудины различной степени выраженности и, согласно литературным данным, составляет от 75 до 91% общего числа деформаций грудной клетки. Оперативное лечение детей с воронкообразной деформацией грудной клетки на данный момент — актуальная проблема, требующая решения, несмотря на значимое количество способов хирургической коррекции. Существующие методики не универсальны, особенно в отношении асимметричных, ригидных форм данного порока развития, и поэтому их непрерывно модифицируют и совершенствуют.

Клиническое наблюдение. Пациенту 17 лет проведено хирургическое вмешательство в связи с крайне тяжелой степенью воронкообразной деформации грудной клетки, отягощенной ранее проведенным кардиохирургическим лечением порока сердца с использованием продольной стернотомии и протезом митрального клапана. Оперативное лечение включало релиз магистральных, жизненно важных анатомических образований, использование аппарата внешней фиксации с высоким корригирующим моментом в ходе операции, постепенную интраоперационную коррекцию под мониторингом функции сердца.

Обсуждение. Коррекция воронкообразной деформации грудной клетки тяжелой степени на фоне ранее проведенной продольной стернотомии — операция повышенного риска осложнений, в числе которых фатальные (асистолия, массивное кровотечение). Авторы данного наблюдения считают уместной следующую хирургическую технику для данных клинических случаев: малоинвазивную торакопластику с дополнительным субмечевидным доступом и элевацией грудины с применением аппарата внешней фиксации. Как считают авторы, в данном случае нецелесообразно применять стандартные методы элевации грудины (штопор, шовный материал, зажимы), которые могут привести к повреждению тела грудины при выраженной ригидной деформации, не рекомендовано использовать изолированную торакоскопию стандартной MIRPE, не гарантиющую сохранения целостности органов грудной клетки, неуместен традиционный переворот пластины для одномоментного (форсированного) достижения коррекции воронкообразной деформации грудной клетки.

Заключение. Пациенты с воронкообразной деформацией грудной клетки, значительно превосходящей показатели тяжелой степени, а также с последствиями ранее проведенных кардиохирургических вмешательств нуждаются в объеме лечения, который отличается от стандартной торакопластики при воронкообразной деформации грудной клетки. Рассмотренный вариант лечения, включающий релиз магистральных, жизненно важных анатомических образований, использование аппарата внешней фиксации для постепенной интраоперационной коррекции под мониторингом функции сердца, может быть рекомендован в сложных клинических ситуациях.

Ключевые слова: воронкообразная деформация; торакопластика малоинвазивная; стернотомия продольная; порок сердца; дети; гранд-каньон.

Как цитировать

Рыжиков Д.В., Долгиев Б.Х., Виссарионов С.В., Жукова Ю.О., Борозняк И.А. Хирургическое лечение воронкообразной деформации грудной клетки крайне тяжелой степени у пациента подросткового возраста (клиническое наблюдение) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2025. Т. 13. № 1. С. 77–85. DOI: 10.17816/PTORS654520 EDN: BXDWFN

CASE REPORT

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS654520>

EDN: BXDWFN

Surgical Treatment of Severe *Pectus Excavatum* in an Adolescent: A Case Report

Dmitry V. Ryzhikov¹, Bahauddin H. Dolgiev¹, Sergei V. Vissarionov¹,
Julia O. Zhukova¹, Irina A. Boroznyak²

¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;

² Kursk Regional Children's Clinical Hospital, Kursk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: *Pectus excavatum* is a malformation characterized by deformities of the cartilaginous parts of the ribs and sternum of varying severity and accounts for 75%–91% of all chest wall deformities. Surgical treatment of *pectus excavatum* in children remains an urgent issue, despite the considerable number of existing surgical correction techniques. These techniques are not universally applicable, especially for asymmetric and rigid forms, requiring ongoing modification and improvement.

CASE DESCRIPTION: A 17-year-old patient underwent surgical correction of a severe *pectus excavatum* complicated by a history of cardiac surgery, namely, median sternotomy and mitral valve prosthesis placement. The surgical procedure involved the release of major vital anatomical structures, the use of an external fixation device providing high corrective force during surgery, and gradual intraoperative correction under cardiac function monitoring.

DISCUSSION: Correction of severe *pectus excavatum* following prior median sternotomy is associated with a high risk of complications, including fatal events such as asystole or massive hemorrhage. In such cases, a minimally invasive thoracoplasty with an additional subxiphoid approach and sternal elevation using an external fixation device is recommended. Conventional sternal elevation techniques (e.g., bone hooks, sutures, and clamps) have been found to be not advisable for pronounced rigid deformities owing to the risk of sternal injury. Moreover, isolated thoracoscopy using the standard MIRPE technique does not ensure the integrity of intrathoracic structures, and traditional bar-flipping maneuver for immediate and forced correction of *pectus excavatum* is inappropriate.

CONCLUSION: Patients with *pectus excavatum* exceeding the threshold for severe deformity, particularly those with previous cardiac surgery, require a treatment different from standard thoracoplasty. The presented approach, involving the release of major vital anatomical structures and gradual intraoperative correction under cardiac monitoring with an external fixation device, is recommended for managing such complex clinical cases.

Keywords: *pectus excavatum*; minimally invasive thoracoplasty; median sternotomy; congenital heart defect; children; Grand Canyon deformity.

To cite this article

Ryzhikov DV, Dolgiev BH, Vissarionov SV, Zhukova JO, Boroznyak IA. Surgical Treatment of Severe *Pectus Excavatum* in an Adolescent: A Case Report. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2025;13(1):77–85. DOI: 10.17816/PTORS654520 EDN: BXDWFN

一名重度漏斗胸青少年患者的外科治疗(临床观察)

Dmitry V. Ryzhikov¹, Bahauddin H. Dolgiev¹, Sergei V. Vissarionov¹,
Julia O. Zhukova¹, Irina A. Boroznyak²

¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;

² Kursk Regional Children's Clinical Hospital, Kursk, Russia

简评

论证。漏斗胸是一种胸部畸形，它是以肋骨和胸骨软骨区不同程度变形为表现的畸形，据文献报道，占胸部畸形总数的75%~91%。尽管有大量的手术矫正方法，但漏斗胸儿童的手术治疗目前仍是一个迫切需要解决的问题。现有的方法并不通用，尤其是对于不对称、僵硬的畸形，因此，这些方法正在不断的改进和完善。

临床观察。一名17岁的患者，因心脏缺陷曾接受过心脏手术治疗，导致极度严重的漏斗胸畸形，因此，接受了纵向胸骨切开术和二尖瓣成形术。手术治疗包括松解主要、重要解剖结构，术中使用高矫正力矩外固定器，在心功能监测下逐步进行术中矫正。

讨论。在之前进行过纵向胸骨切开术的基础上，对严重的漏斗状胸部畸形进行矫正，是一项并发症风险较高的手术，包括致命的并发症（心搏停止、大出血）。本观察的作者认为以下手术技术适用于这些临床病例：微创胸廓成形术，附加亚剑突下入路，并使用外固定器抬高胸骨。作者认为，在这种情况下，不适合使用标准的胸骨抬高方法（开瓶器、缝合材料、夹钳），因为在硬性畸形明显的情况下，这种方法可能会导致胸骨体受损，不建议使用标准 MIRPE的孤立胸腔镜，因为这种方法不能保证胸腔器官的完整性，也不适合使用传统的胸板翻转方法，以实现漏斗状胸部畸形的一次性（强制）矫正。

结论。漏斗胸患者明显超过严重程度，且曾接受过心脏手术，需要采用不同于漏斗胸畸形标准胸廓成形术的治疗方法。在复杂的临床情况下，可能会推荐所考虑的治疗方案，包括释放主要的生命解剖结构，在心功能监测下使用外固定装置进行渐进的术中矫正。

关键词：漏斗形变形；微创胸廓成形术；纵向胸廓切开术；心脏缺陷；儿童；大峡谷。

引用本文

Ryzhikov DV, Dolgiev BH, Vissarionov SV, Zhukova JO, Boroznyak IA. 一名重度漏斗胸青少年患者的外科治疗(临床观察). *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2025;13(1):77–85. DOI: 10.17816/PTORS654520 EDN: BXDWFN

论证

漏斗胸是一种常见的儿童骨科疾病,伴有外观缺陷,在严重弯曲时,还会导致呼吸和心脏功能障碍[1]。

前纵隔容积的明显缩小为心脏向左侧移位和右侧负荷过重的形成创造条件。胸腔容积减少会损害呼吸功能,降低儿童的运动能力。这种疾病的表现通常出现在情绪紧张的时候[2]。

在过去的四分之一世纪里,漏斗胸的矫正朝着两个方向发展。第一个是前胸壁非严重和活动畸形儿童的保守治疗。第二个是手术方向,重点开发利用微创技术矫正中重度弯曲V漏斗胸的新方法。目前,这组手术干预的定义为缩写MIRPE(漏斗胸微创修复)[3]。

近年来,对典型局部形式的中重度对称性漏斗胸患儿进行手术治疗是一项成熟的技术,已在临床实践中得到广泛应用。同时,有必要强调的是,鉴于严格适应症并遵守技术的情况下进行的所使用的手术干预,在极其严重的弯曲形式和某些解剖变体的情况下,仍然存在可能出现并发症的风险[4, 5]。

增加该组患者手术治疗风险的加重因素:畸形的严重程度和延伸方式[6],以及胸壁弯曲的不对称和显著的僵硬程度[7]。此外,以前对胸肋复合体进行的手术也严重影响着胸部畸形患者不良治疗结果产生的前提条件[8]。

文献中提出的漏斗胸病理分类,没有描述比严重程度高出许多倍(例如,4-5倍)的畸形程度。同时,外科医生在对类似病人进行手术干预时,也会遇到这类病人。这类患者在术前规划阶段始终需要密切关注,并采取特殊的治疗方法,术后早期需要正确的手术干预结合动态监测和积极的康复治疗[9]。由于必须对解剖重建区进行更复杂的创伤性修复,胸部畸形僵硬的不对称会使治疗过程复杂化。

就先前因并发症而对胸肋复合体进行的手术而言,最常见的患者是那些在童年时期因心脏手术重建而进行纵向胸骨切开术的患者,其结果是前纵隔区出现瘢痕变化,从而产生出血并发症风险,以及因心脏损伤而导致的心律紊乱。

胸部严重变形的一个重点是心脏的位置:例如,在旨在恢复胸骨后间隙的手术过程中,心脏明显向左移位(后备空间),除了标准的并

发症风险外,还有心脏因旋转和心律紊乱而返回到靠近中心位置的危险。这种情况可能是由于主血管在移位和变形(心肌缺血、交感神经支配紊乱)的背景下通畅性受损造成的[10]。然而,在临床情况下,由于心脏手术后胸骨后间隙疤痕组织的形成,固定的心包使心脏保持在中心位置,而进行性漏斗胸导致心源性综合征的形成。在这种情况下,分离心包是必要的,但在MIRPE的胸腔镜阶段并不总是可行,因为会增加心脏损伤的风险。一些学者认为,对于这类患者,有必要做好大出血的准备,并在心脏损伤时由心脏外科医生进行心脏重建[11]。

所列因素与背景疾病(例如,遗传病理、伴随的慢性疾病)相结合,可能会导致VHD患者出现非典型的复杂临床情况,在制定个体化手术计划时需要注意,并以预防措施的形式彻底和一丝不苟地实施,以防止并发症的发生。

鉴于上述情况,所提供的临床观察是一种复杂、罕见和非典型的临床情况,意味着需要个体化治疗方法,并需要明确实施手术干预计划。

临床观察

2024年,在图尔内尔儿童创伤学与矫形外科国立医学中心,17岁的患者B.主诉胸部畸形、明显的外观缺陷、轻微体力劳动时呼吸困难、头晕、心悸和罕见的晕厥前症状。

从病史中可以得知,男孩自出生以来就因右侧肾积水和慢性肾盂肾炎而接受过肾脏科医生观察,并在3个月大时进行了手术。患者在出生后第一年被诊断为漏斗胸和轻度脊柱畸形,并患有良性颅内高压症,在最初的3年中一直接受观察和保守治疗。1岁时,孩子被诊断为二尖瓣脱垂伴黏液瘤样瓣膜变性II级,慢性心力衰竭I级,建议心脏病专家进行观察,并在心电图和超声心动图范围内进行动态检查。12岁时,经过基因检查,发现患者的FBN1基因第45号外显子中存在一个核苷酸置换 NM-000138.4:c.5470T,且为杂合状态,该置换具有致病性。确诊为马凡氏综合征,常染色体显性遗传类型,并登记为残疾。关于III级二尖瓣关闭不全,主动脉根部扩张至Valsalva窦水平,13岁时,在瓣膜脱垂恶化的背景下,接受了胸骨纵切心脏外科手术,包括后瓣

四边形切除的多成分二尖瓣成形术、前瓣裂隙缝合术、支撑半环瓣膜成形术。

在接下来的2年中,在生长高峰期,骨骼生长更加明显,漏斗胸和脊柱侧弯不断加剧,心脏功能障碍增加,包括手术二尖瓣的负荷增加。此后,由儿科医生、胃肠科医生、心脏病专家、骨科医生、眼科医生(中度混合散光,典型的主要综合征)进行了动态观察和保守治疗。

在接下来的4年里,尽管进行了保守治疗,但胸部和脊柱畸形明显逐渐加剧,健康状况恶化,体力活动减少。心血管外科医生多次建议患者前往专业医疗机构矫正胸廓畸形。然而,由于手术风险高,可能会出现不可逆转和危及生命的并发症,该儿童被拒绝接受手术治疗。

2024年,在与作者机构的专家会诊后,根据患者失代偿性漏斗胸的确认,被转诊为胸部畸形的有计划手术治疗。

物理数据

在图尔内尔儿童创伤学与矫形外科国立医学中心接受住院治疗时,患者进行了全面检查,目的是确定进行有计划手术矫形治疗的可能性。

患者身材匀称,虚弱型,身高193.5cm,上肢跨度与身高相符,体重49.9kg。孩子能够正确理解时间与空间,愿意接触外界,但对自身状况与治疗必要性持有消极态度。初步调查(由图尔内尔儿童创伤学与矫形外科国立医学中心的调查问卷,用于评估治疗开始时的状态和最终阶段的治疗满意度)显示出明显的心理情绪紧张和心肺综合征。无流行病学史,4岁曾患水痘。皮肤干净、苍白、颜色正常。患者能独立行走,无需额外支撑,无跛行。头部相对于身体轴线位于中心,处于中间位置。颈部活动充分,无痛。在明显的左侧腰弓、扭转分量和胸部右侧补偿弓的背景下,上臂不对称(达20mm),肩胛骨下角站立高度不同(达20mm),腰部三角形不对称,躯干位置失代偿,向左偏移达15mm。牵引试验显示脊柱畸形的活动度低。

胸部严重变形(见附录,DOI: 10.17816/PTORS654520-4252264),右侧漏斗状畸形,畸形

区僵硬,凹陷深度达92mm(站立时,吸气时,畸形顶点水平),前胸壁横截面300mm,畸形扩展型,不对称且偏心,畸形顶点较低,即在第五肋间隙水平,漏斗胸的颅缘包括第I肋骨。左侧的强烈心脏冲击在视觉上可以明显识别,患者在心脏三角区域的胸部检查中感觉到疼痛,但疼痛的定位并不清晰。在胸骨的投影中,从把手边缘和剑突底部外侧到约14厘米长的术后疤痕,皮肤被缝合到相应的组织中,疤痕固定不动,且没有炎症的迹象。

检查上肢和下肢时发现其绝对和相对长度在两侧是对称的。上肢关节的运动幅度,无明显的功能限制。在肢体远端节段水平,未发现神经和血流动力学异常。

诊断研究

超声心动图:左室舒张期尺寸43mm,收缩期尺寸28mm,射血分数63%,收缩率34%,室间隔厚度(舒张期)7mm,左室后壁厚度(舒张期)7mm,左室壁相对厚度0.33%,舒张末期尺寸指数25.29。左心房指数19.41。右心房指数17.65。二尖瓣返流,瓣膜密封良好,血流速度1.3m/s,舒张功能E/A 1.2。主动脉:Valsalva窦,直径35mm,升段28mm。主动脉瓣有轻微反流,最大血流速度为1m/s。三尖瓣轻度反流,三尖瓣反流梯度为25mmHg。肺动脉:主干22mm,瓣膜无异常,最大速度可达0.8m/s。心包无积液。结论:二尖瓣成形术后状态,二尖瓣关闭不全及纤维化,主动脉根部扩张。

心电图:心脏电轴的位置急剧偏左,每分钟心跳次数为71次, α 角为77°,希氏束右束支部分阻滞。紧急心电图的概率。

外部呼吸功能:明显表现为限制型肺通气障碍。

腹腔脏器超声波检查:回声显示胆囊形状异常,右侧肾脏的肾盂肾盂系统扩张。

稳定测定法 — 确定为整体身体重心向左偏移,并向后偏移,是静态动力学系统III级失能的明确表现,伴有其亚补偿的特征。

胸部计算机断层扫描结果显示:胸部畸形呈漏斗状,不对称,Galler指数为15.170/压缩指数为0.154/右侧胸肋复合角为34°。在使用金属线环状缝线的6个水平进行的合并胸骨切开术,

胸骨的远端边缘接近脊椎的前表面和主要血管（主动脉、下腔静脉）。确定了心脏的支撑半环（二尖瓣成形术）。

胸廓X射线检查：与计算机断层扫描数据相比，未发现异常，脊柱畸形确定为左侧腰椎拱起，顶点位于II椎，高达 78°，站立位时胸廓右侧反曲高达34°（图 1）。

额外的专家检查：

- 眼科医生 — 中度混合散光；
- 内分泌科医生 — 蛋白质能量缺乏症，体格高大；
- 心脏病专家 — 马凡综合征，III级二尖瓣脱垂伴粘液瘤变性；II-III级二尖瓣关闭不全；主动脉根部在Valsalva根部水平扩张；带支撑半环的多组分二尖瓣成形术。

根据专业科室的检查结果，决定进行计划性的外科治疗，即恢复腹膜后间隙，旨在纠正极度严重的漏斗胸，这会导致心脏右部的过载，包括已经手术过的二尖瓣功能不全。治疗旨在减轻主要疾病背景下的心脏-呼吸系统综合症状的严重程度，防止畸形进一步恶化。

治疗

在气管内麻醉下进行标准术前准备后，在区域性长时间椎旁阻滞的条件下，仰卧位上肢外展至90°，肘关节屈曲至45°，进行了手术治疗。手术范围包括微创胸部成形术，额外的亚剑突下入路和使用图尔内尔儿童创伤学与矫形外科国立医学中心开发的固定系统对胸肋骨复合体进行接骨术（专利 RU No.2828751C1. RU No.RZN 2024/22790 “用于手术矫正胸部



图1. 患者站立位脊柱正位X光片：腰椎左侧脊柱侧弯，胸椎反弯延长；胸骨纵切术后胸骨环状金属丝缝合，二尖瓣支撑半环。

不对称变形的胸肋骨复合体固定系统”，喀山市，“Anatomika”创新实施中心生产）。

手术治疗从三个入路进行，其中两个长40mm，位于V肋水平的左右腋前线，一个是亚剑突，长可达65mm。从亚剑突入路，考虑到这一区域中肋弓近乎完全融合，进行了第VII根肋骨的解

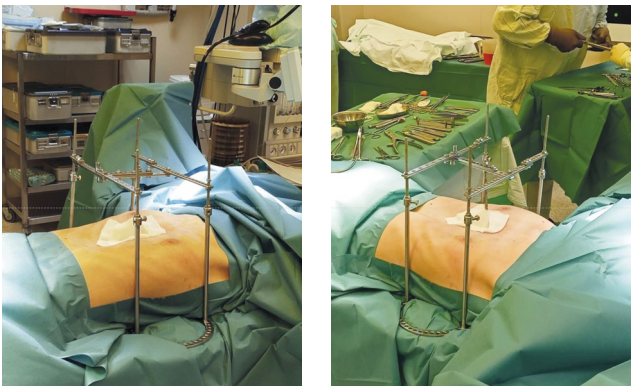


图2. 后载荷释放阶段和使用外固定器提升胸骨。释放主动脉、心包和下腔静脉。术中用40分钟置入外固定器。

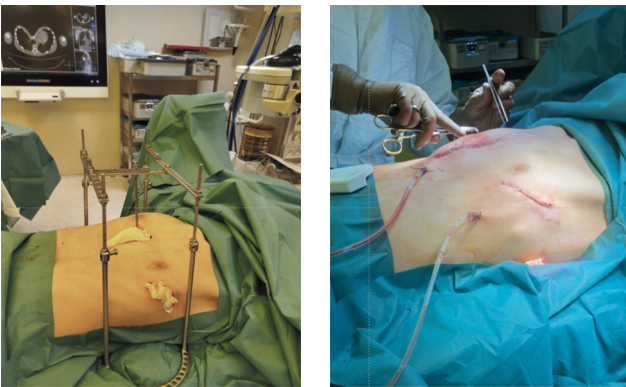


图3. 从外固定器抬高胸肋复合体到双钢板接骨术的过渡阶段。

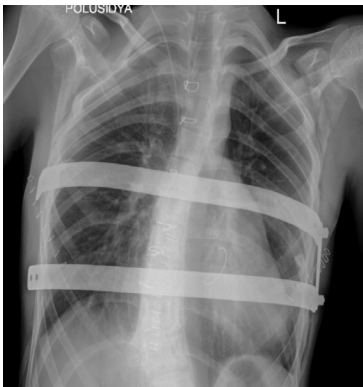


图4. 治疗后两天进行的胸部正位X光透视检查。

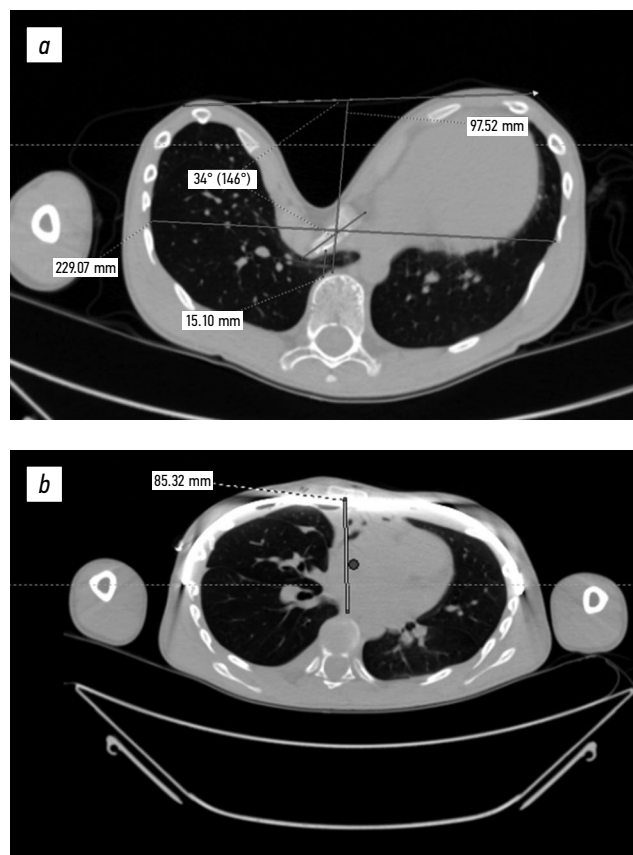


图5. 矫正前后的计算机断层扫描图: *a*— 手术前胸骨后间隙的初始大小; *b*— 手术后第5天的对照研究。

剖切除术, 位于左侧肋弓, 切除长度为40mm。此外, 右侧IV肋骨的肋软骨部分也从同一入路切除。通过形成于切除肋软骨的水平上的方法, 创建了通往后胸腔的通道, 该通道填充了疤痕改变的组织, 这些组织固定了心脏右侧部分、主动脉和下腔静脉到胸骨的背侧表面。此后, 将外固定装置安装在手术台上, 螺钉支架上有

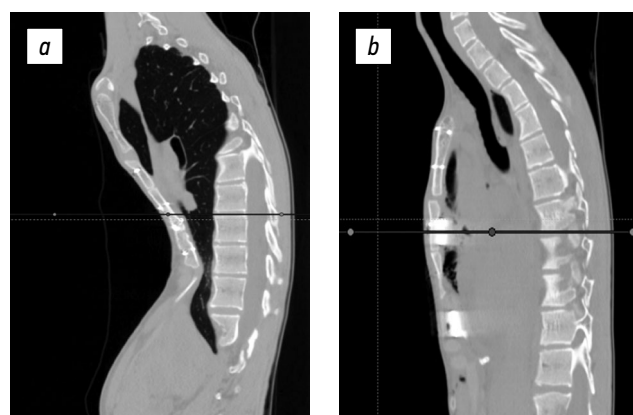


图6. 矫正前后的计算机断层扫描图: *a*— 手术前; *b*— 手术后第5天。

支撑板, 可以在牵引螺钉装置上逐渐抬高胸骨(图2)。使用安装好的仪器, 在分离出足以放置支撑板的胸骨后间隙后, 在可视控制下使用普通手术器械逐步松开胸骨背侧直至第二肋间隙水平(图2)。

在40分钟内逐渐抬高胸骨, 同时, 在出现心动过缓时定期停止操作, 并在胸骨后间隙疤痕改变组织的张力区域进行额外的释放(图3)。

在通过先前形成的侧入路实现胸肋骨复合体的最佳矫正后, 在目视控制下从左到右进行预置入术。然后将两块钢板插入胸骨后间隙区域, 以固定所获得的矫正结果。置入板由左侧稳定器和两个带锁的M5螺栓连接固定。胸肋复合体固定系统接骨术是稳定的。用于抬高胸骨的外固定器被拆除。对于右侧和左侧胸膜腔、胸骨后间隙沿腹面进行了引流(图4)。

手术持续时间为170分钟, 术中失血120毫升。

手术治疗后, 患者以仰卧位转入重症监护室。手术后的第二天, 开始让病人在坐姿下进行活动。术后采用多模式镇痛, 采用先前进行的区域镇痛和芬太尼微喷射给药。从手术后第二天开始, 在患者持续激活的背景下, 治疗辅以非甾体抗炎药两天, 逐渐减少和停用阿片类镇痛药。患者在手术后第三天实现垂直。

常规检查包括术后1天, 以及术后第5天和第10天的前后位胸片检查, 术后3天的胸部计算机断层扫描。胸部CT扫描和垂直化后, 两个引流管被移除, 右侧胸膜引流管在进行额外的X光检查后第五天被移除(图5, 6)。

在手术后的十天内, 继续对孩子进行逐步的活动恢复, 直到恢复正常的生活负担能力, 之后患者出院, 并进行了家庭监测。手术后半年多, 身体活动(不包括体力活动和运动)已完全恢复, 疼痛综合征已得到缓解, 总体健康状况良好。

讨论

重度漏斗胸矫正是在之前进行过纵向胸骨切开术的基础上进行的手术, 这是一种高度复杂的手术。此类手术伴随着严重并发症的风险, 其中包括致命的并发症(心脏停跳、大量出血)。

目前尚未就此类患者的治疗策略达成共识。根据文献数据,有几种方法可以解决这个非同寻常的问题。第一种是进行胸骨再切开术,随后释放胸骨后间隙,并创造出在矫正位置进行胸骨接骨手术的条件。从切除胸腔器官的疤痕变化组织的角度来看,这种类型的手术相对安全,但是,要求将胸骨接骨导入到纠正位置,而这种位置在手术时常常正处于接骨的条件。此外,这样的治疗方法可能导致愈合延迟和胸肋复合体不愈合的风险。

第二方法涉及所谓的极端胸廓成形术,该手术包括切除与畸形相关的肋软骨部分,目的是实现胸骨的灵活性,然后,通过释放后胸腔空间固定到矫正位置。同时,在未切除的完整软骨膜组织上,随后恢复肋骨骨架的稳定性。这种干预方案会造成相当大的创伤,使用频率低于其他干预方法。

由于上述原因,在这种临床情况下没有考虑标准的微创MIRPE胸部成形术,其危险和致命并发症的可能性很小,但就其严重程度而言,不能忽视。一项针对这组患者的中心间研究显示,在其他并发症中,意外心脏创伤的发生率高达7% [12]。

本文介绍的针对此类患者所采用的手术技术方案,包括微创胸腔镜手术与额外的亚剑突下入路相结合的方式。考虑到先前进行的的心脏手术治疗,这种手术干预方法可以确保创伤最小,并保持胸肋复合体的稳定性。同时,这种方法还可以进入畸形顶端的疤痕区域,并在操作器械期间控制胸骨后空间,以及在接骨过程中安装植入物。同时,需要强调的是,在这种治疗方式下,亟需解决两个任务:一是实现对后胸腔空间的最佳可视化(包括视觉和触觉),二是胸骨的矫正,因为在进行切胸手术后,严重偏离中心的畸形使得胸骨变得相对僵硬。

考虑到手术过程中要解决的问题,在本次临床观察中,作者通过使用外固定器非常缓慢和渐进的牵引,成功地实现了胸骨后间隙的完全矫正,而没有严重的心律紊乱,同时从两个区域提供了足够的视觉和手动控制,即胸骨后间隙的亚剑状入口区和右侧切除的肋软骨床。从作者的角度来看,在这类临床情境中,采用

标准传统的肋骨提升方法,比如使用开孔器、缝合材料或钳子,是非常不合理的。这是因为这些方法在明显僵硬变形的背景下,会导致肋骨结构的损伤。此外,为了实现漏斗胸的单阶段(强制)校正,使用标准MIRPE的孤立胸腔镜和传统的平板翻转都是不恰当的,因为标准MIRPE无法排除器官损伤。需要指出的是,通过对胸廓变形进行时间分段的适时纠正,为在实施矫形手术时避免心率紊乱创造了有利条件。作者认为,有可能推荐一种拟议的方案,用来纠正心脏手术后重度指标高出许多倍的不对称漏斗胸。

结论

严重程度明显优于既往心脏手术后遗症的VDHA患者需要不同于标准VDHA胸部成形术的治疗范围。在复杂的临床情况下,可以推荐所考虑的治疗方案,包括释放主要的生命重要的解剖结构,在手术中使用具有高矫正力矩的外固定装置,在心功能监测下进行渐进的术中矫正。

附加信息

作者的贡献。*D.V. Ryzhikov* — 科学工作的概念、文献数据分析、文章写作; *B.H. Dolgiev* — 收集文献数据,撰写文章文本; *S.V. Vissarionov* — 研究设计、编辑文章文本; *J.O. Zhukova, I.A. Boroznyak* — 收集文献数据,编辑文章文本。手稿经作者们(发表版本)的核准,并且同意承担所有工作方面的责任,并同意对工作的所有方面负责,确保与工作任何部分的准确性和完整性有关的问题得到妥善处理 and 解决。

同意出版。作者们收到了患者及其法定代理人的书面知情自愿同意,允许在科学杂志及其电子版本(签署日期2024年11月28日)上发表个人数据,包括照片(面部遮挡)。公布的数据量由患者及其法定代表人商定。

资金来源。在国家任务框架内发表,研究课题“先天性胸部、脊柱畸形和胸肋复合体不稳定儿童的综合治疗”(注册号:124020400007-0)。

利益披露。作者声明,在过去三年内,与可能会受到文章内容影响的第三方(商业和非商业)之间不存在关系、活动或利益方面的关联。

原创性。在创作这部作品时,作者没有使用以前发表的信息(文本、插图、数据)。

数据访问。本研究中获得的所有数据均可在文章及其附录中找到。

生成式人工智能。本文创作时,未使用生成式人工智能技术。

审查和评阅。本文是主动向杂志提交的,并按照正常程序进行了审查。在审稿中,参与的有外部和内部审稿人。

附件。患者的外观(视频)。
DOI: 10.17816/PTORS654520-4252264



REFERENCES

1. Suehs CM, Molinari N, Bourdin A, et al. Change in cardiorespiratory parameters following surgical correction of pectus excavatum: protocol for the historical-prospective HeartSoar cohort. *BMJ Open*. 2023;13(6):e070891. EDN: ZIOZHW doi: 10.1136/bmjopen-2022-070891
2. Ciriaco P. Surgical treatment of pectus excavatum: the boundary between pathologic and aesthetic need. *J Clin Med*. 2025;14(1):231. doi: 10.3390/jcm14010231
3. Higaze M, Haj Khalaf MA, Parjia C, et al. Minimally invasive repair of pectus excavatum: a lifeline to quality of life. *J Clin Med*. 2024; 13(22):68–88. EDN: ECFUFD doi: 10.3390/jcm13226888
4. Hebra A, Kelly RE, Ferro MM, et al. Life-threatening complications and mortality of minimally invasive pectus surgery. *J Pediatr Surg*. 2018;53(4):728–732. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.07.020
5. Beati F, Frediani S, Pardi V, et al. Case report-Every thoracic surgeon's nightmare: cardiac and lung perforation during placement of Nuss bar for pectus excavatum. *Front Pediatr*. 2023;11:1241–1273. EDN: TXMZVF doi: 10.3389/fped.2023.1241273
6. 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 Thorac Cardiovasc Surg*. 2024;168(3):699–711. EDN: YPCYWG doi: 10.1016/j.jtcvs.2024.01.047
7. Dolgiev BH, Ryzhikov DV, Vissarionov SV. Surgical treatment of children with asymmetric pectus excavatum: literature review. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2022;10(4):471–479. EDN: VCVCLZ doi: 10.17816/PTORS112043
8. 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 Pediatr Surg*. 2021;56(10):1846–1851. EDN: WZSVSN doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.11.027
9. Park HJ, Lee IS, Kim KT. Extreme eccentric canal type pectus excavatum: morphological study and repair techniques. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34(1):150–154. doi: 10.1016/j.ejcts.2008.03.044
10. Cuijño-Álvarez IF, Torres-Salazar D, Velásquez-Galvis M. Cardiorespiratory arrest during and after nuss procedure: case report. *J Cardiothorac Surg*. 2023;18(1):166. EDN: DZEOTZ doi: 10.1186/s13019-023-02262-w
11. Kenney LM, Obermeyer RJ. Pectus repair after prior sternotomy: clinical practice review and practice recommendations based on a 2,200-patient database. *J Thorac Dis*. 2023;15(7):4114–4119. EDN: PKJTVC doi: 10.21037/jtd-22-1567
12. Jaroszewski DE, Gustin PJ, Haecker FM, et al. Pectus excavatum repair after sternotomy: the Chest Wall International Group experience with substernal Nuss bars. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017;52(4):710–717. doi: 10.1093/ejcts/ezx221

AUTHORS INFO

* **Dmitry V. Ryzhikov**, MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 64–68 Parkovaya st., Pushkin,
Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: 0000-0002-7824-7412;
eLibrary SPIN: 7983-4270;
e-mail: dryjikov@yahoo.com

Bahauddin H. Dolgiev, MD;
ORCID: 0000-0003-2184-5304;
eLibrary SPIN: 2348-4418;
e-mail: dr-b@bk.ru

ОБ АВТОРАХ

* **Рыжиков Дмитрий Владимирович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург,
Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: 0000-0002-7824-7412;
eLibrary SPIN: 7983-4270;
e-mail: dryjikov@yahoo.com

Долгиев Багауддин Хавашевич;
ORCID: 0000-0003-2184-5304;
eLibrary SPIN: 2348-4418;
e-mail: dr-b@bk.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

Sergei V. Vissarionov, MD, PhD, Dr. Sci. (Medicine),
Professor, Corresponding Member of RAS;
ORCID: 0000-0003-4235-5048;
eLibrary SPIN: 7125-4930;
e-mail: vissarionovs@gmail.com

Julia O. Zhukova, MD;
ORCID: 0009-0009-8862-1330;
e-mail: julsapzhuk@yandex.ru

Irina A. Boroznyak, MD;
ORCID: 0009-0002-8074-7798;
e-mail: irishka25121998@mail.ru

Виссарионов Сергей Валентинович, д-р мед. наук,
профессор, чл.-корр. РАН;
ORCID: 0000-0003-4235-5048;
eLibrary SPIN: 7125-4930;
e-mail: vissarionovs@gmail.com

Жукова Юлия Олеговна;
ORCID: 0009-0009-8862-1330;
e-mail: julsapzhuk@yandex.ru

Борозняк Ирина Александровна;
ORCID: 0009-0002-8074-7798;
e-mail: irishka25121998@mail.ru