

螺旋 CT 在先天性漏斗胸中的应用价值

徐龙春, 赵雷

【摘要】 目的:利用螺旋 CT 研究 Haller 指数、胸骨凹陷深度和心脏旋转角在漏斗胸诊治中的价值。**方法:**70 例漏斗胸患儿手术前后均行螺旋 CT 检查。Haller 指数测定法:胸部最大内横径与同层面最小前后内径的比值。心脏旋转角:椎体前缘矢状线及其与心尖连线的夹角。在横轴面 CT 图像上测量胸骨凹陷深度(d)。测量患者组和正常对照组手术前后 Haller 指数、心脏旋转角及胸骨凹陷深度,并进行统计学分析。**结果:**70 例患者均显示有不同程度的胸骨凹陷。手术前测量的 Haller 指数为 5.37 ± 1.91 , 手术后为 3.41 ± 1.62 , 两者间差异有极显著性意义($t=6.32, P<0.01$)。手术前心脏旋转角为 $65.7^\circ \pm 9.81^\circ$, 手术后为 $61.4^\circ \pm 8.67^\circ$, 两者间差异有显著性意义($t=2.57, P<0.05$)。随着 Haller 指数增大, 心脏旋转角也逐渐增大, 两者间呈正相关($r=0.87, P<0.01$)。手术前测量的胸骨凹陷深度为 (19.2 ± 7.2) mm, 手术后为 (9.1 ± 4.1) mm, 两者间差异有极显著性意义($P<0.01$)。**结论:**Haller 指数、胸骨凹陷深度和心脏旋转角是评价漏斗胸病情的重要 CT 指标。

【关键词】 胸部; 漏斗胸; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.42; R725.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)11-1173-03

Spiral CT in congenital pectus excavatum XU Long-chun, ZHAO Lei. Imaging Center, the Affiliated Hospital of Taishan Medical University, Shandong 271000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the value of Haller index, the sternal depression, and the cardiac rotation angle in pectus excavatum on the basis of the pre-and postoperative spiral CT features. **Methods:** Chest CT images in 70 cases of pectus excavatum performed from 2003-01 to 2010-07 were retrospectively analyzed. The Haller index was the ratio of the maximal internal transverse diameter of the chest and the minimal anteroposterior diameter of the chest at the same level. The depth of sternal depression was measured on axial CT images of the chest. The cardiac rotation angle was defined as the angle between the longitudinal prevertebral line and the line from the cardiac apex to the prevertebral line. Comparative analysis was carried out for the pre-and postoperative Haller index, cardiac rotation angles, and sternal depression with those of control group. AP value less than 0.05 indicated statistical significance. **Results:** Seventy cases with pectus excavatum all presented with the variable depressed sternums. The Haller index was 5.37 ± 1.91 (preoperation) and 3.41 ± 1.62 (postoperation) ($t=6.32, P<0.01$). Cardiac rotation angles were $65.7^\circ \pm 9.81^\circ$ (preoperation) and $61.4^\circ \pm 8.67^\circ$ (postoperation) ($t=2.57, P<0.05$). The cardiac rotation angle was correlated with Haller index in pectus excavatum ($r=0.87, P<0.01$). The preoperative and postoperative depth of sternal depression were (19.2 ± 7.2) mm and (9.1 ± 4.1) mm ($P<0.01$), respectively. **Conclusion:** Haller index, the sternal depression, and the cardiac rotation angle are important CT manifestations for diagnosing pectus excavatum.

【Key words】 Chest; Pectus excavatum; Tomography, X-ray computed

漏斗胸(pectus excavatum, PE)是指形成前胸壁的胸骨、部分肋骨及肋软骨向脊柱方向呈漏斗状或舟状凹陷,是儿童前胸壁最常见的先天性畸形。1998 年首创的漏斗胸微创矫治法即 Nuss 手术^[1],具有微创、手术时间短、出血少和恢复快等优点,为国内外医学界所推崇,是目前流行的手术方式。笔者对 70 例经手术治疗的漏斗胸患儿于手术前、后行螺旋 CT 检查,测量 Haller 指数、胸骨凹陷深度及心脏旋转角,旨在评估术前胸骨凹陷程度及心脏受压情况和评价 NUSS 手术的效果。

资料与方法

搜集 2003 年 1 月~2010 年 7 月行 Nuss 手术矫正的 70 例漏斗胸患者的病例资料,其中男 58 例,女 12 例,年龄 3 个月~17 岁,平均 3.5 岁。术前 41 例无明显临床症状,29 例有运动后气短、易患呼吸道感染等症状。29 例心电图检查有异常改变。

所有病例均行 CT 平扫,采用 GE LightSpeed Plus 多层螺旋 CT 机。扫描范围自胸廓入口至第十肋最下缘平面。手术前后 CT 检查间隔时间平均为 30 天。CT 扫描参数:0.8 s/r,螺距 0.75,进床 7.5 mm/r,100~120 kV,60~90 mA,层厚 5 mm。扫描完成后采用层厚 2.5 mm 进行薄层标准重建,根据原始图像调

作者单位:271000 山东,泰山医学院附属医院影像中心

作者简介:徐龙春(1971-),男,山东郓城人,主管技师,主要从事 CT 和 MRI 技术工作。

整适合的视野。

本组病例均由 1 位副教授和 1 位主治医师阅片。在纵隔窗图像上测定 Haller 指数、胸骨凹陷深度及心脏旋转角度。①Haller 指数:胸部最大内横径与同层面最小前后深度之比^[2];②心脏旋转角:于左心尖平面,椎体前缘矢状线及其与心尖连线的夹角;③胸骨凹陷深度:在胸骨最凹平面,前胸壁最凸点与胸骨最凹点的垂直距离^[3](图 1~3)。

使用 SPSS 13.0 软件,采用 Levene 检验法进行方差分析、两样本 *t* 检验和 *t'* 检验,并进行相关性分析。比较手术前后及与对照组间 Haller 指数和心脏旋转角的差异,并分析 Haller 指数和心脏旋转角间的相关性。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

PE 组和对照组 Haller 指数和心脏旋转角的测量结果及比较见表 1、2。

表 1 70 例漏斗胸术前、术后 Haller 指数及心脏旋转角

组别	Haller 指数	心脏旋转角度(°)
对照组	2.51±0.32	47.7±1.97
PE 组		
术前	5.37±1.91	65.7±9.81
术后	3.41±1.62	61.4±8.67

表 2 各组之间统计学分析

组别	Haller 指数		心脏旋转角度	
	<i>t'</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t'</i> 值	<i>P</i> 值
术前组与正常组	12.04	<0.05	8.97	<0.01
术前组与术后组	6.32	<0.01	2.57	<0.01
术后组与正常组	4.413	<0.05	8.31	<0.01

70 例漏斗胸术前与术后的 Haller 指数差异有极显著性意义($P<0.01$)。术前组与术后组心脏旋转角

的差异有极显著性意义($P<0.01$)。Haller 指数与心脏旋转角之间的相关系数 $r=0.87(P<0.01)$,两者间呈正相关。

手术前后胸骨凹陷深度分别为(19.2±7.2) mm 和(9.4±4.1) mm,两者间差异有极显著性意义($P<0.01$)。胸部 VR 重组图像(图 4)可以直观显示手术前后胸廓的变化。

讨 论

1. 漏斗胸的临床表现与分类

漏斗胸是最常见的胸壁畸形,发生率约为1/300~1/800,男、女之比约为 4 : 1^[4]。可分为先天性漏斗胸和获得性漏斗胸。病因及发病机理各论不一:认为与家族性遗传有关联;由于下胸部肋软骨及肋骨过度发育,胸骨代偿性的向后移位而形成本病;胸骨下韧带挛缩;膈肌胸骨部发育过短,胸骨下部向内牵拉所致等等^[5]。获得性漏斗胸可由胸壁疾病、心脏手术、胸部创伤等引起。根据畸形外观可分为对称型和非对称型。多数漏斗胸患者无症状,部分患儿表现为劳力性气促,畸形严重者可压迫心肺而影响其功能,对患儿发育造成影响。漏斗胸自愈的可能性很小,而且年龄越大,心肺功能的损害就越重,术后恢复也越慢,大龄患儿和成人患者还存在自卑和不同程度的心理障碍^[6]。目前,小儿外科的发展方向正趋向于“微创化”和主动修复,胎儿外科、新生儿外科则追求更早的发现和矫治畸形,使之尽快符合人体的解剖机能和达到生理平衡,故畸形矫正愈早愈好^[5]。1998 年,Nuss 首先报道采用微创手术修复漏斗胸(minimally invasive repair of pectus excavatum,MIRPE)取得成功,并具有良好的中、远期效果。本组 70 例均采用改良 Nuss 手术(剑突下

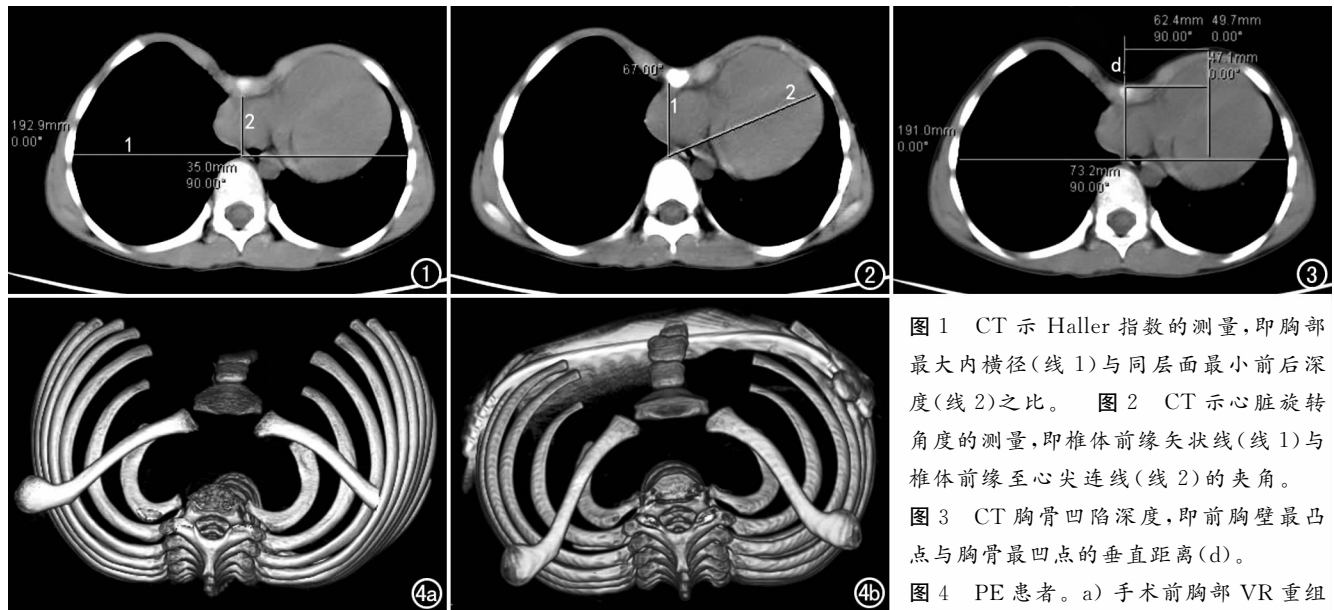


图 1 CT 示 Haller 指数的测量,即胸部最大内横径(线 1)与同层面最小前后深度(线 2)之比。图 2 CT 示心脏旋转角度的测量,即椎体前缘矢状线(线 1)与椎体前缘至心尖连线(线 2)的夹角。图 3 CT 胸骨凹陷深度,即前胸壁最凸点与胸骨最凹点的垂直距离(d)。图 4 PE 患者。a) 手术前胸部 VR 重组

图像,示胸骨向后凹陷,患儿胸廓较小;b) 术后 VR 图像示胸骨无明显凹陷,胸廓形态基本正常。

小切口分离胸骨后、克氏针固定胸骨抬高法)矫治,手术年龄从传统 NUSS 手术的 3~6 岁扩展为 3 月~17 岁,手术前后应用螺旋 CT 评价 Haller 指数、胸骨凹陷深度及心脏旋转角均存在明显差异,矫治效果满意。

2. 漏斗胸畸形常用指数

胸廓扁平程度指数(haller index, HI)即 Haller 指数,是目前国际上普遍采用的判断漏斗胸的畸形指数,借助计算机水平断层扫描同一层面纵隔窗测得。不对称的漏斗胸,凹陷最低点不在脊柱前方,则在脊柱前方和凹陷最低点画两条水平线,按两线间的距离计算修正的 CT 指数^[7]。正常人平均指数为 2.52, >3.20 可诊断为漏斗胸,轻度为 <3.25,中度为 3.25~3.50,重度为 >3.50。

漏斗指数(funnel chest index, FI)是国内学者提出的一种评估漏斗胸畸形程度的方法。轻度为 FI < 0.2,中度为 0.3 ≥ FI ≥ 0.2,重度为 FI > 0.3。FI 按公式(1)计算:

$$FI = \frac{a \times b \times c}{A \times B \times C} \quad (1)$$

a 为漏斗胸凹陷纵径, b 为漏斗胸凹陷横径, c 为漏斗胸凹陷深度, A 为胸骨长度, B 为胸廓横径, C 为胸骨角到椎体前缘最短距离。

胸脊间距指数(lower vertebral index, LVI)通过患者的胸部侧位 X 线片测量 LVI, 根据 Rebeis 等的统计, 正常人 LVI 均值为 0.21, 漏斗胸患者 LVI > 0.22, 最大可达 0.54, 数值越大畸形越重。

$$LVI = \frac{BC}{AC} \quad (2)$$

AC 胸骨前缘至胸椎后缘的矢状线长度, BC 相应椎骨矢状径长度。

人体测量指数(anthropometric index, AI)测量操作较为简易, 仅通过体表测量即可获得。AI 的数值范围在 0~1, AI ≥ 0.12 可判断为漏斗胸, 数值越大畸形程度越重。

$$AI = \frac{B}{A} \quad (3)$$

A 为胸骨下 1/3 平面深吸气时胸廓横径, B 为上述同一平面胸骨凹陷深度。

3. 漏斗胸的螺旋 CT 评价

目前最为简单且常用的方法是采用 Haller 指数, 即胸腔内最大横径除以胸骨和脊柱间最短距离。本组 70 例患者胸廓凹陷部位在胸骨下部及剑突, 术前 Haller 指数为 5.37 ± 1.91, 术后为 3.41 ± 1.62, 手术后胸骨凹陷明显减轻 (P < 0.01)。

CT 对心脏受压的评价: 本组 70 例漏斗胸均有不

同程度的心脏受压改变, 主要表现为心脏前缘变平及心脏旋转角增大。由于右心室直接与胸骨相邻, 所以右心室最易受压移位, 其次为右心房。心脏转位可能伴随大血管扭曲成角, 这很可能与右心受压有关。测量数据表明, Haller 指数与心脏旋转角呈正相关性, 胸骨越凹陷, Haller 指数越大, 心脏受压移位或旋转就越明显, 结合患者的临床表现分析发现, 术前 Haller 指数超过 7 的患者运动后均有气短、胸痛和心悸等症状。本组病例术后心脏旋转角较术前有显著改善 (P < 0.05)。术后 6 个月随访, 术前 Haller 指数超过 7 的患者术后运动后气短、胸痛和心悸症状明显减轻或消失。

胸骨凹陷深度测量: 是反映胸骨凹陷程度的一个客观指标, 本组病例中胸骨凹陷深度为 (19.2 ± 7.2) mm, 手术前后此项指标之间差异有显著性意义, 间接证明 NUSS 手术效果的可靠性, 同时体现出螺旋 CT 可以评价漏斗胸的严重程度。

对螺旋 CT 横轴面图像进行三维重组, 可以得到胸廓的三维立体图像, 从而直观地观察胸骨的凹陷程度及手术前后的变化。三维立体图像同角度头足观显示同一患者手术前后胸骨下份及剑突抬起、前凸, 改变了心脏受压状况。但为了保证重组图像的质量, 需要较小的扫描层厚和螺距, 在一定程度上会增加患儿的辐射剂量。本研究中根据患儿胸廓形态、大小, 对婴幼儿在常规扫描参数的基础上降低电压和电流, 对扫描范围外的部位使用铅衣环体包绕防护。在今后的研究中会进一步探讨低剂量 CT 扫描及三维重组的方法。

参考文献:

- [1] Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, et al. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum[J]. J Pediatr Surg, 1998, 33(4): 545-552.
- [2] Daunt SW, Cohen JH, Miller SF. Age-related normal ranges for the Haller index in children[J]. Pediatr Radiol, 2004, 34(1): 326-330.
- [3] 孙泓泓, 赵暹, 白芝兰, 等. 螺旋 CT 在漏斗胸中的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2007, 23(9): 1183-1185.
- [4] Fonkalsrud EW. Open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection[J]. Ann Surg, 2004, 240(2): 231-235.
- [5] 吕方启, 吴茂军, 田茂良. 胸外悬吊固定治疗新生儿漏斗胸 3 例报告[J]. 中国实用医药, 2008, 21(3): 160.
- [6] Krasopoulos G, Dusmet M, Ladas G, et al. Nuss procedure improves the quality of life in young male adults with pectus excavatum deformity[J]. Cardio Thoracic Surg, 2006, 29(1): 1-5.
- [7] 俞松, 胡月光, 方勇, 等. 漏斗胸手术方式的选择[J]. 中华小儿外科杂志, 2005, 26(5): 404-406.

(收稿日期: 2010-08-30)