

❖ 心脏、血管影像学

Left atrium volume tracking technique in assessing changes of left atrium volume and function in patients with constrictive pericarditis

DIAO Haixia¹, DING Kang^{1,2*}, YANG Jingwu¹, LUO Yujun², LIU Qiang², GUO Xiaoyang²

(1. Graduate School, the Second Clinical Medical College of Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 2. Department of Ultrasound, the 305 Hospital of People's Liberation Army, Beijing 100017, China)

[Abstract] **Objective** To explore the clinical value of left atrium volume tracking (LAVT) technique in assessment of left atrium (LA) volume and function changes in patients with constrictive pericarditis (CP). **Methods** Twenty CP patients who underwent pericardiectomy were enrolled. LA volume parameters, including LA maximum volume (LAV_{max}), pre-contraction volume (LAV_{pre}) and minimum volume (LAV_{min}) were obtained in CP patients before (preoperative group) and after pericardiectomy (postoperative group), also in 20 healthy subjects (control group) with LAVT technique. The measured volume parameters were calibrated with body surface area, and then LAVI_{max}, LAVI_{pre}, LAVI_{min} were obtained. Systolic filling rate of LA (dv/dtS), early diastolic emptying rate of LA (dv/dtE) and late diastolic emptying rate of LA (dv/dtA) were measured according to LA volume change velocity curve obtained with LAVT. Then LA total ejection fraction (LATEF), LA passive ejection fraction (LAPEF) and LA active ejection fraction (LAAEF) were also calculated. The parameters were compared among groups. **Results** Obvious differences of LAVI_{min} were found among 3 groups ($P < 0.05$). LAVI_{min} in preoperative group and postoperative group were higher than that in control group (both $P < 0.05$), while in preoperative group was higher than that in postoperative group ($P < 0.05$). There were statistical differences of LATEF, LAPEF, LAAEF, dv/dtS, dv/dtE and dv/dtA among 3 groups (all $P < 0.05$), those in preoperative group and postoperative group were lower than in control group (all $P < 0.05$), in preoperative group were lower than in postoperative group (all $P < 0.05$). **Conclusion** LAVT can be used to accurately assess changes of LA volume and function in CP patients before and after pericardiectomy.

[Keywords] pericarditis, constrictive; atrial function, left; echocardiography

DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289.2020.06.007

左心房容积追踪技术评估缩窄性心包炎患者左心房容积和功能变化

刁海霞¹, 丁康^{1,2*}, 杨敬武¹, 罗玉君², 刘强², 郭晓扬²

(1. 南方医科大学第二临床医学院研究生院, 广东 广州 510515;
2. 中国人民解放军第 305 医院超声科, 北京 100017)

[摘要] **目的** 观察左心房容积追踪技术(LAVT)评估手术治疗前后缩窄性心包炎(CP)患者左心房容积和功能变化的临床价值。**方法** 对 20 例 CP 患者及 20 名健康志愿者(对照组), 于心包切除术治疗 CP 术前(术前组)和术后(术后组)采集

[基金项目] 首都临床特色应用研究(Z181100001718014)。

[第一作者] 刁海霞(1994—), 女, 安徽舒城人, 在读硕士。研究方向: 心血管超声。E-mail: 1203156457@qq.com

[通信作者] 丁康, 南方医科大学第二临床医学院研究生院, 510515; 中国人民解放军第 305 医院超声科, 100017。E-mail: dkang123@sohu.com

[收稿日期] 2019-07-22 **[修回日期]** 2020-04-23

心尖四腔及两腔动态超声图像,以 LAVT 技术获得左心房容积参数,包括最大容积(LAV_{max})、预收缩容积(LAV_{pre})及最小容积(LAV_{min}),经体表面积校正得到容积指数($LAVI_{max}$ 、 $LAVI_{pre}$ 、 $LAVI_{min}$);以 LAVT 技术获得左心房容积变化速率参数,包括收缩期峰值充盈速率(dv/dtS)、舒张早期峰值排空速率(dv/dtE)及舒张晚期峰值排空速率(dv/dtA)。根据所得参数计算左心房总射血分数(LATEF)、被动射血分数(LAPEF)和主动射血分数(LAAEF),并进行分析。**结果** 3 组 LAV_{min} 差异有统计学意义($P < 0.05$),术前组和术后组 LAV_{min} 均大于对照组(P 均 < 0.05),术前组大于术后组($P < 0.05$)。3 组 LATEF、LAPEF、LAAEF、 dv/dtS 、 dv/dtE 和 dv/dtA 差异均有统计学意义(P 均 < 0.05),术前组和术后组均小于对照组(P 均 < 0.05),术前组小于术后组(P 均 < 0.05)。**结论** 利用 LAVT 可评估心包切除术前 CP 患者左心房容积和功能变化。

[关键词] 心包炎, 缩窄性; 心房功能, 左; 超声心动描记术

[中图分类号] R542.11; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2020)06-0834-05

缩窄性心包炎(constrictive pericarditis, CP)指心包腔内渗出物机化和瘢痕形成等造成心包增厚、粘连甚或钙化,进而使心脏舒张严重受限的疾病,常见原因包括结核病、放射治疗、心脏手术及外伤等,目前全球范围内结核病仍然是缩窄性心包炎的主要病因^[1],而心包切除术是治疗 CP 的首选方法^[2]。CP 病程进展会影响左心房容积和功能,而观察左心房容积及功能改变对于评估心脏舒张功能具有重要参考价值^[3]。目前多以二维斑点追踪技术、速度向量成像技术及三维超声心动图观察 CP 对左心房的影响。左心房容积追踪技术(left atrium volume tracking, LAVT)以二维心肌组织自动跟踪技术(two-dimensional tissue tracking, 2DTT)为基础,结合继发性密度梯度,存储二维超声图像进行分析,获取相应的左心房容积-时间曲线和左心房容积变化速率曲线,得到左心房功能相关指标。本研究探讨 LAVT 评估心包切除术前 CP 患者左心房容积和功能变化的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2015 年 1 月—2019 年 5 月在中国人民解放军第 305 医院经超声心动图、增强 CT 等方法诊断且经手术证实的 20 例 CP 患者,男 14 例,女 6 例,15~62 岁,中位年龄 34 岁;以此 20 例心包切除术前为术前组、术后为术后组;排除标准:心律失常,心肌病,左心室收缩功能减退,植入起搏器后,先天性心脏病、冠心病、其他严重疾病,或图像不清晰。收集同期 20 名健康志愿者(对照组),男 11 名,女 9 名,年龄 19~62 岁,中位年龄 28 岁;纳入标准:经心脏超声检查心脏径线、结构及功能均未见明显异常。

1.2 仪器与方法 采用 Hitachi Hi Vision Preirus 彩色多普勒超声诊断仪,EUP S70 探头,频率 2~4 MHz。嘱受试者左侧卧,保持静息状态;连接 ECG 同步检查。收集并存储 3 个心动周期的二维灰阶心尖二腔及四腔动态图像。开启 LAVT,选取显示左心房心内膜较清晰

的图像,手动勾勒左心房心内膜形态,软件自动分析所采集和储存的动态图像,得到左心房容积-时间曲线、容积变化速率曲线。根据左心房容积-时间曲线测量心电图 T 波末对应最大左心房容积(left atrium maximal volume, LAV_{max})、心电图 P 波对应预收缩左心房容积(left atrium presystolic volume, LAV_{pre})及心电图 R 波顶峰对应左心房最小容积(left atrium minimal volume, LAV_{min}),见图 1。以体表面积(body surface area, BSA)校正所有左心房容积测值,左心房容积指数(left atrium volume index, $LAVI$) = LAV/BSA ,得到 $LAVI_{max}$ 、 $LAVI_{pre}$ 、 $LAVI_{min}$ 。计算左心房总排空量(left atrium total emptying volume, $LAV_t = LAVI_{max} - LAVI_{min}$)、被动排空量(left atrium passive emptying volume, $LAV_p = LAVI_{max} - LAVI_{pre}$)及主动排空量(left atrium active emptying rate, $LAV_a = LAVI_{pre} - LAVI_{min}$)。获取左心房总射血分数(left atrium total ejection fraction, $LATEF = LAV_t / LAVI_{max} \times 100\%$)、被动射血分数(left atrium passive ejection fraction, $LAPEF = LAV_p / LAVI_{max} \times 100\%$)及主动射血分数(left atrium active ejection fraction, $LAAEF = LAV_a / LAVI_p \times 100\%$),由容积变化速率曲线分别测出左心房收缩期峰值充盈速率(systolic filling rate of left atrium, dv/dtS)、舒张早期峰值排空速率(early diastolic emptying rate of left atrium, dv/dtE)及舒张晚期峰值排空速率(late diastolic emptying rate of left atrium, dv/dtA),见图 2。所有数据取平均值作为结果。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用单因素方差分析对术前组、术后组及对照组进行 3 组间比较。对方差齐数据采用 SNK-q 检验,方差不齐以 Welch 校正后采用 Dunnett T3 检验;不符合正态分布者组间比较采用 Kruskal-Wallis H 非参数秩和检验。计数资料用中位数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

3 组一般资料差异均无统计学意义(P 均 >0.05),见表 1。

左心房容积参数中, $LAVI_{\max}$ 、 $LAVI_{\text{pre}}$ 在 CP 组与对照组之间差异有统计学意义(P 均 <0.05),而术前组与术后组差异均无统计学意义(P 均 >0.05);3 组间 $LAVI_{\min}$ 差异有统计学意义($P<0.05$),术前组和术后组均大于对照组(P 均 <0.05),而术前组大于术后组($P<0.05$)。3 组左心房功能参数 $LAtEF$ 、 $LApEF$ 、 $LAAEF$ 、 dv/dtS 、 dv/dtE 和 dv/dtA 差异均有统计学意义(P 均 <0.05),术前组和术后组均小于对照组(P 均 <0.05),且术后组大于术前组(P 均 <0.05)。见表 2。

3 讨论

左心房位于肺循环和体循环之间,被认为是一个蓄水池和血

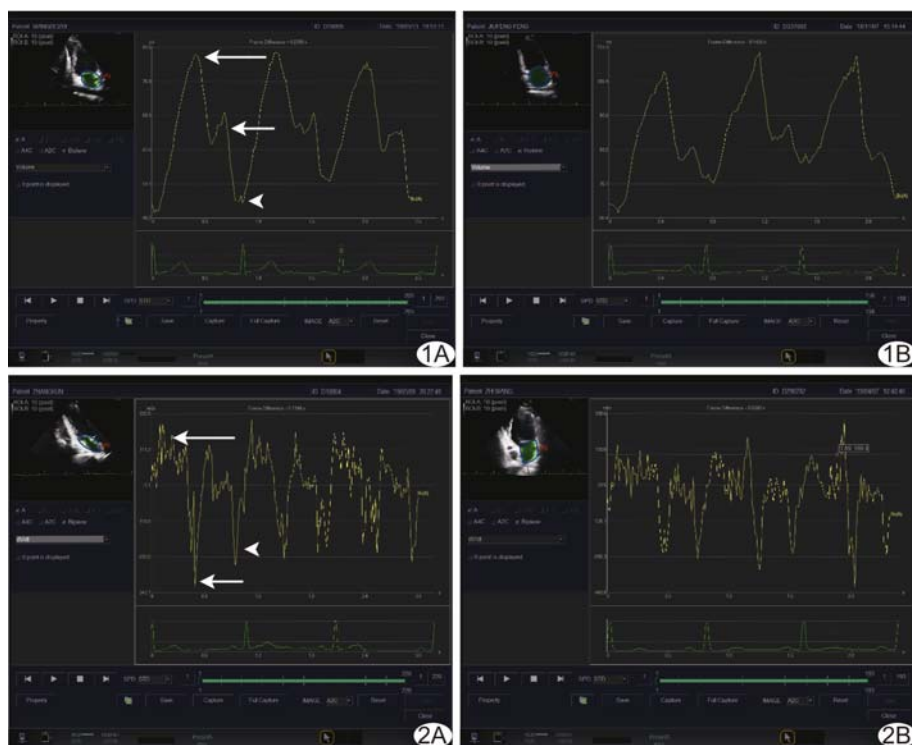


图 1 左心房容积-时间曲线图 A. 对照组,男,29 岁; B. 术前组,男,30 岁(长箭示 $LAV_{\max}$,短箭示 LAV_{pre} ,箭头示 $LAV_{\min}$) 图 2 左心房容积变化速率曲线图 A. 对照组,男,29 岁; B. 术前组,男,30 岁(长箭示 dv/dtS ,短箭示 dv/dtE ,箭头示 dv/dtA)

表 1 3 组一般资料比较

组别	男/女 (例)	中位年龄 (岁)	心率 (次/分)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	BSA (m^2)
术前组	14/6	34	81.15 $\pm$ 6.96	109.65 $\pm$ 8.18	71.45 $\pm$ 8.56	1.67 $\pm$ 0.23
术后组	14/6	34	82.25 $\pm$ 5.84	109.15 $\pm$ 6.30	74.30 $\pm$ 6.30	1.73 $\pm$ 0.17
对照组	11/9	28	79.10 $\pm$ 4.79	108.65 $\pm$ 4.10	76.40 $\pm$ 5.84	1.75 $\pm$ 0.20
$\chi^2/H/F$ 值	1.32	2.57	1.45	0.13	2.29	0.80
P 值	0.52	0.28	0.24	0.89	0.09	0.46

表 2 左心房容积和功能指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	左心房容积参数			左心房功能参数	
	$LAVI_{\min}$ (ml/m^2)	$LAVI_{\max}$ (ml/m^2)	$LAVI_{\text{pre}}$ (ml/m^2)	$LAtEF$ (%)	$LApEF$ (%)
术前组($n=20$)	34.50 $\pm$ 8.57*	46.40 $\pm$ 11.69*	38.85 $\pm$ 9.11*	35.45 $\pm$ 7.32*	19.96 $\pm$ 6.35*
术后组($n=20$)	26.90 $\pm$ 9.58*#	50.36 $\pm$ 10.66*	38.38 $\pm$ 5.79*	51.61 $\pm$ 7.31*#	30.97 $\pm$ 4.54*#
对照组($n=20$)	14.50 $\pm$ 3.66	31.42 $\pm$ 7.09	22.53 $\pm$ 5.52	66.09 $\pm$ 4.23	39.82 $\pm$ 3.12
F 值	53.39	19.92	36.75	112.84	83.95
P 值	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001

组别	左心房功能参数			
	$LAAEF$ (%)	dv/dtS (ml/s)	dv/dtE (ml/s)	dv/dtA (ml/s)
术前组($n=20$)	16.59 $\pm$ 7.55*	132.17 $\pm$ 12.88*	135.88 $\pm$ 12.86*	110.92 $\pm$ 8.80*
术后组($n=20$)	36.08 $\pm$ 4.42*#	161.32 $\pm$ 15.19*#	175.54 $\pm$ 12.64*#	165.67 $\pm$ 9.35*#
对照组($n=20$)	45.45 $\pm$ 4.95	201.71 $\pm$ 18.57	225.48 $\pm$ 24.90	189.43 $\pm$ 15.51
F 值	128.66	98.65	127.97	275.83
P 值	0.001	0.001	<0.001	0.001

注: * : 与对照组比较 $P<0.05$; # : 与术前组比较 $P<0.05$

液管道,确保左心室足够充盈,同时不提高肺静脉压力。在舒张期,二尖瓣打开时左心房与左心室相通,直接承受来源于左心室的压力。因此,左心房容积变化和功能改变可从某些方面反映左心室充盈压力的变化,有学者^[4]尝试通过 LAVI 预测静息状态下左心室充盈压力正常患者负荷超声心动图中左心室充盈压力升高。二维斑点追踪技术通过追踪二维图像上的斑点获得心肌的组织速度、应变及应变率,分析心肌运动功能,但不能从容积变化的角度评价 CP。速度向量成像技术选择性分析心内膜或心外膜扭转,可早期检出心包粘连,但尚不能实现评价心脏容积及功能。经胸超声心动图是评估左心室面积的最常用方法,目前多以 M 型超声和二维灰阶超声评价左心房单一切面内径,虽然可重复性高,但并不能反映左心房容积变化的真实情况。三维超声心动图可对心脏进行实时、立体观测,但操作程序繁杂、耗时,不适用于临床日常工作。LAVT 是一项新技术,可跟踪数个心动周期内左心房容积的动态变化,较准确地评价左心房容积变化。

本研究中术前组 LAVI_{min} 高于对照组,提示术前组左心房容积较对照组增大,可能在一定程度上提示心包增厚、失去弹性、形成瘢痕组织且伴有钙化等,限制了左心室容量的上限,左心室舒张期充盈受限,导致左心室舒张功能障碍。增厚、坚硬的心包阻止吸气相胸廓和心腔压力变化的传递,造成在胸廓内压力下降的同时心腔内压力并不下降,心包内腔静脉压也不下降,不会导致吸气相中体循环静脉回流障碍。术后组 LAV_{min} 小于术前组,反映术后心脏舒张功能显著改善,与临床症状减轻相符合;术后组 LAVI_{min} 仍高于对照组,可能反映手术虽在一定程度上解除了心包的限制作用,但尚有部分受损心肌组织未完全恢复功能。研究^[5-6]指出,长期心包限制可致心肌萎缩,心外膜纤维深入渗透,导致心肌受累。本研究中 CP 患者容积参数 LAVI_{max}、LAVI_{pre} 高于正常人,显示 CP 患者 LAV_{max} 和 LAV_{pre} 较正常人增大,但在术前组与术后组之间并无明显差异,提示 CP 患者的左心房发生了一定程度的重构。

左心房功能主要包括储存器功能^[7]、管道功能及辅泵功能^[3,8]。LATEF 和 dv/dtS 代表左心房的储存器功能,本研究中该术前组 ATEF 和 dv/dtS 小于术后组及对照组,提示 CP 患者左心房储存器功能受损,可能与其左心房弹力心肌纤维受损减少、左心房顺应性降低有关。LAPEF 和 dv/dtE 代表左心房的管道功能,本研究中术前组 LAPEF 和 dv/dtE 小于术后组

及对照组,提示 CP 患者左心房管道功能受损,原因可能在于累积效应^[4],也有可能心包纤维钙化累及房壁,引起房壁变僵、弹力减小有关。研究^[5]发现心包病变组织转分化成为肌成纤维细胞和成骨细胞,肌成纤维细胞在病理纤维化中发挥重要作用,成纤维细胞增多促进心包纤维化,而成骨细胞骨化是引起骨外钙化的关键环节,对于心包钙化,成骨细胞骨化也是重要导火线之一。LAAEF 和 dv/dtA 代表左心房的辅泵功能,本研究中其在术前组小于术后组及对照组,提示 CP 患者左心房辅泵功能受损。依据 Frank-Starling 定律,左心房做功应在一定程度上与左心房主动射血前容积呈正相关^[9-10]。但 CP 患者的左心房在前负荷增加的同时辅泵功能减低,其原因一方面可能是纤维钙化的心包束缚了心室舒张,导致左心室舒张期充盈量减少,引起左心房压力升高,导致左心房功能受到影响;另一方面也可能是心包病变累及房壁,导致左心房收缩功能降低。因心包受限,CP 患者左心室充盈压升高,引起左心房后负荷增加,此为左心房功能障碍的主要潜在机制^[11]。

本研究中术后组 LAtEF、LApEF、LAaEF、dv/dtS、dv/dtE 和 dv/dtA 均小于对照组,可能为受心脏本身解剖位置所限,或为避免损伤膈神经而缩小了心包切除范围的结果,与既往文献^[12-13]报道较为符合。

本研究的不足之处:①样本量相对较小;②LAVT 不适用于心律失常者;③LAVT 对左心房图像要求较高,医师需有良好操作水平,且不适用于过于肥胖或严重肺疾病患者。

总之,心包切除术能有效改善 CP 患者左心房容积及功能;LAVT 可较好地评价 CP 患者手术前后左心房容积及功能变化。

[参考文献]

- [1] MUTYABA A K, BALKARAN S, CLOETE R, et al. Constrictive pericarditis requiring pericardiectomy at Groote Schuur Hospital, Cape Town, South Africa: Causes and perioperative outcomes in the HIV era (1990-2012)[J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 148(6):3058-3065.
- [2] ADLER Y, CHARRON P, IMAZIO M, et al. 2015 ESC Guidelines for the diagnosis and management of pericardial diseases: The task force for the diagnosis and management of pericardial diseases of the European Society of Cardiology (ESC) endorsed by: The European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)[J]. Eur Heart, 2015, 36(42):2921-2964.
- [3] CAMELI M, MANDOLIG E, MONDILLO S. Left atrium: The last bulwark before overt heart failure[J]. Heart Fail Rev, 2017,

- 22(1):123-131.
- [4] HAMMOUDI N, ACHKAR M, LAVEAU F, et al. Left atrial volume predicts abnormal exercise left ventricular filling pressure [J]. *Eur Heart Fail*, 2014, 16(10):1089-1095.
- [5] BOGAERT J, MEYNS B, DYMARKOWSKI S, et al. Calcified constrictive pericarditis: Prevalence, distribution patterns, and relationship to the myocardium [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2016, 9(8):1013-1014.
- [6] HEMMATI P, GREASON K L, SCHAFF H V. Contemporary techniques of pericardiectomy for pericardial disease [J]. *Cardiol Clin*, 2017, 35(4):559-566.
- [7] BAGGE L, BLOMSTROM P, JIDEUS L, et al. Left atrial function after epicardial pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation [J]. *Interv Card Electrophysiol*, 2017, 50(2):195-201.
- [8] 陈晓沛, 姜志荣, 王小凡, 等. 实时三维超声联合二维斑点追踪成像评价原发性高血压患者左心房功能 [J]. *中国医学影像技术*, 2019, 35(6):843-847.
- [9] TRIPOSKIADIS F, PIESKE B, BUTLER J, et al. Global left atrial failure in heart failure [J]. *Eur Heart Fail*, 2016, 18(11):1307-1320.
- [10] 王璆, 丁康, 张立霞, 等. 左心房容积追踪技术评价单支冠状动脉狭窄患者左心房容积和功能变化 [J]. *中国医学影像技术*, 2016, 32(10):1499-1503.
- [11] LIU S, MA C, REN W, et al. Regional left atrial function differentiation in patients with constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy: A study using speckle tracking echocardiography [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2015, 31(8):1529-1536.
- [12] NOZHOOR S, JOHANSSON M, KOUL B, et al. Radical pericardiectomy for chronic constrictive pericarditis [J]. *Card Surg*, 2018, 33(6):301-307.
- [13] WELCH T D. Constrictive pericarditis: Diagnosis, management and clinical outcomes [J]. *Heart*, 2018, 104(9):725-731.

《中国医学影像技术》被数据库收录情况

《中国医学影像技术》杂志是由中国科学院主管, 中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊, 被以下数据库收录:

百种中国杰出学术期刊(2010、2011 年)

中国精品科技期刊

《中文核心期刊要目总览》收录期刊

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

中国科学引文数据库核心期刊

WHO《西太平洋地区医学索引》(WPRIM)来源期刊

荷兰《医学文摘》收录源期刊

英国《科学文摘》收录源期刊

俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊

《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊