

# 斑点追踪成像技术评价移植心脏左室收缩及舒张功能

蔡 迪 马媛媛 郭瑞强

**摘 要** 心脏移植是治疗终末期心脏病首选的治疗方法,而移植术后的并发症将严重影响患者心脏功能。超声心动图能准确评价移植心脏的形态结构和功能,其中斑点追踪成像技术可定量动态监测移植心脏左室收缩及舒张功能,及时发现心肌运动及心功能的微小变化,为临床制定治疗方案提供有价值的信息。本文就斑点追踪成像技术对移植心脏左室功能评价进行综述。

**关键词** 超声心动描记术;移植心脏;心功能,心室,左;应变  
[中图法分类号]R540.45;R617 [文献标识码]A

## Evaluation of left ventricular systolic and diastolic function in transplanted hearts by speckle tracking imaging

CAI Di, MA Yuanyuan, GUO Ruiqiang

Department of Ultrasound, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China

**ABSTRACT** Heart transplantation is the preferred treatment for end-stage heart disease, but the complications after transplantation will seriously affect cardiac function. Echocardiography can effectively evaluate the morphological structure and function of transplanted heart, the speckle tracking technique can be used to monitor the left ventricular systolic and diastolic function of transplanted heart quantitatively and dynamically, and detect minute changes of myocardial movement and cardiac function in a timely manner, which can provide valuable information for guiding clinical treatment plans. This paper reviews the evaluation of left ventricular systolic and diastolic function of transplanted heart by speckle tracking imaging.

**KEY WORDS** Echocardiography; Transplanted heart; Cardiac function, ventricle, left; Strain

目前同种异体原位心脏移植术已用于治疗终末期心脏病中。随着心脏移植技术的提高和相关学科的发展,心脏移植患者术后生存率增长。国际心肺移植学会的最新数据表明,其1年生存率约83%,5年生存率约72%<sup>[1]</sup>。大多数心脏移植长期存活者的左室射血分数(LVEF)保持在正常范围<sup>[2]</sup>。尽管如此,心脏移植术后的多种严重并发症威胁着患者的生命。对其并发症的监测防治,是心脏移植术后工作的重点。心脏移植术后常见的并发症有原发性移植物功能衰竭、移植物血管病变、急性及慢性排异反应、术后感染等。超声心动图因其无创、简便、可重复性强等优点,是临床监测移植心脏功能的首选方法,其中斑点追踪成像(speckle tracking imaging, STI)技术通过追踪和测量心肌组织的位移来反映心肌运动,克服了传统多普勒超声的角度依赖性,可准确测量心肌应变、旋转及扭转角度等参数,从而全面评价心肌应变及心功能。近年发展起来的三维斑点追踪成像(3D-STI)技术较二维斑点追踪成像(2D-STI)技术更具优势,其与2D-STI相结合可在同一心动周期追踪心肌声

学斑点在三维空间内的运动轨迹,多角度、实时动态地显示心脏解剖结构,直接测量心脏局部、整体功能及心室容量,能更客观、真实地反映心脏的变形和运动;并可通过综合纵向应变和圆周应变指标,获得面积应变参数。研究<sup>[3]</sup>证实,与2D-STI比较,3D-STI能更准确、快速地分析心肌应变,并且可以评价左室整体功能。本文就STI技术对移植心脏左室功能的监测进行综述。

### 一、STI技术对移植心脏左室收缩功能的监测

1. STI技术对移植术后排异反应的监测。心内膜活检是目前诊断排斥反应的金标准,但其有创限制了其的临床应用。临床需要一种无创、可反复施行的方法以监测心脏移植后机体对其移植物排斥反应。李政等<sup>[4]</sup>将心脏移植患者根据心内膜心肌活检及长期临床随访结果分为无排异组和排异组,另选同期健康体检者(正常对照组),应用2D-STI技术获取各组左室整体纵向应变(GLS),结果显示三组间GLS值比较差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),由小至大依次为排异组、非排异组、正常对照

组;且GLS与LVEF呈负相关( $r=-0.64$ ),表明GLS可作为移植心脏左室整体功能的评价指标。Lisi等<sup>[5]</sup>对心脏移植患者发生急性排异反应前后测量的超声心动图指标进行比较发现,排异反应发生后LVEF仅有轻微降低,且其数值仍在正常范围内;而2D-STI获取的左室纵向应变(LS)、环向应变(CS)及圆周应变(RS)均明显减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );当患者经过治疗,心内膜活检证实急性排异反应恢复后,LS、CS及RS均恢复至发生排异反应前的状况。有学者<sup>[6]</sup>对心脏移植术后患者1年内行超声心动图随访研究发现,当发生Ⅱ级以上排异反应时,GLS绝对值减低。当GLS绝对值 $<15.5\%$ 时,诊断Ⅱ级以上排异反应的敏感性85.7%,特异性81.4%,阴性预测值98.8%,阳性预测值25.0%,准确率81.7%。有研究<sup>[7]</sup>应用3D-STI技术获取心脏移植患者左室整体峰值纵向应变(GPLS),发现心脏移植术后排异患者GPLS较非排异患者降低,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),GPLS是监测移植术后排异反应的有效指标。以上研究均表明STI技术在不创监测排异反应方面具有较高的临床实用价值。

2.STI技术对移植术后血管病变的监测。移植冠状动脉血管病变(transplant coronary artery vasculopathy, TCAV)是一种免疫介导的内皮损伤过程,呈弥漫性病变,最初表现为内膜增生,最终导致管腔狭窄<sup>[8]</sup>。TCAV依然是心脏移植术后一年以上患者死亡的主要原因。由于原位心脏移植后的心脏失去神经支配,TCAV患者通常无症状,且通常不具有冠状动脉疾病的传统体征。目前诊断TCAV主要依赖冠状动脉造影及血管内超声等侵入性操作,临床亟需非侵入诊断TCAV的方式。有随访研究<sup>[9]</sup>发现,出现TCAV的心脏移植患者LS、CS均较未出现TCAV者低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),且LS减低出现于经冠状动脉造影确诊TCAV之前。LS的变化可作为非侵入性筛查工具用于预测TCAV发展风险增加的患者。STI技术还能早期发现心肌运动功能的变化,评估移植心脏血管病变程度。Gjesdal等<sup>[10]</sup>应用STI技术观察冠状动脉血管狭窄 $>70\%$ 的患者发现,心脏收缩期时,心肌缺血区的LS明显低于正常区域心肌,其特异性和敏感性均为93%。另有研究<sup>[11]</sup>证实,GLS、整体环向应变及整体圆周应变绝对值随冠状动脉病变程度加重逐渐下降( $P<0.05$ ),GLS、整体环向应变、整体圆周应变绝对值与冠状动脉造影后的Gensini评分均呈显著负相关( $r=-0.823$ 、 $-0.775$ 、 $-0.763$ ,均 $P<0.01$ )。因此可用于不创评估冠状动脉病变程度。

3.STI技术对移植术后左室整体收缩功能的监测。左室扭转运动是心脏三维空间形变的一个重要组成部分,是指心尖部相对于基底部的旋转运动,在左室收缩期射血中起重要作用。左室扭转运动能敏感地反映整体的左室功能变化<sup>[12]</sup>。左室扭转运动对交感神经刺激非常敏感,失去神经支配的移植心脏将影响左室扭转。缺血、缺氧及移植手术本身均会对心肌造成不同程度的损伤,损坏左室扭曲和旋转功能。STI技术可以准确反映左室的旋转、扭转运动,用于移植心脏收缩功能的监测。有研究<sup>[13]</sup>应用2D-STI技术测量心脏移植患者左室基底部和心尖部旋转角度、整体扭转角度,并分析其与LVEF之间的关系,

研究发现与正常对照组比较,心脏移植组心尖部峰值旋转角度和峰值扭转角度均小于正常对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );且心脏移植组左室扭转幅度和形式上与正常成人存在不同,表现为心尖水平逆时针旋转减低,左室整体扭转角度也减低,而且形式上较为杂乱,主要表现为心尖部逆时针方向旋转运动的减弱;左室扭转角度与LVEF呈正相关( $r=0.531$ )。Wang等<sup>[14]</sup>应用3D-STI技术获取心脏移植患者左室心尖部旋转角度发现,与正常对照组比较,心脏移植组心尖部旋转角度减低,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。表明左室整体扭转角度能更敏感地反映移植心脏左室的整体收缩功能状态。

## 二、STI技术对移植心脏左室舒张功能的监测

移植心脏冷、热缺血时间,供体与受体大小不匹配及术后排异反应等均会导致心脏移植患者心室僵硬增加。即使LVEF正常,心室僵硬增加也会导致心力衰竭,运动耐量减少,增加心脏移植患者死亡风险<sup>[15]</sup>。因此心脏移植术后应密切关注移植心脏舒张功能变化。超声心动图是唯一可被用于诊断舒张功能障碍的不创性成像技术,其中组织多普勒成像技术可测量心肌应变、应变率,定量评价左室舒张功能<sup>[16]</sup>。但由于受超声入射角的影响,其应用受到一定限制。且心脏移植术后,由于供者心脏与受者心包大小不匹配可引起植入心脏侧向移位,同时由于失去心包的限制,心脏整体运动幅度大,限制了组织多普勒成像在移植心脏中的应用。STI不受声束角度依赖、周围心肌的牵拉和整体运动的干扰,是近年来广泛运用的新技术。

1.STI结合多普勒技术对移植术后左室舒张功能的监测。有研究<sup>[17]</sup>将心脏移植患者通过左心导管测量结果分为心室僵硬组及正常组,利用多普勒技术测定二尖瓣早期充盈波速度(E),二尖瓣环舒张早期速度( $e'$ ),应用2D-STI技术获取左室舒张早期环向应变率(CEDSR),同时3D-STI技术测量左室舒张末容积(end-diastolic volume, EDV),计算 $E:e'/EDV$ 和 $E:CEDSR/EDV$ ,发现心室僵硬组与正常组比较,二尖瓣间隔部及侧壁处的 $E:e'/EDV$ 、 $E:CEDSR/EDV$ 及EDV均减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );而两组常规多普勒参数比较差异均无统计学意义。可见,STI技术结合多普勒技术可不创监测心脏移植患者心室僵硬变化,为临床提供更多有价值信息。

2.STI技术对移植术后左室整体舒张功能的监测。左室心肌是一条心肌带呈共扼互逆螺旋状扭曲盘旋形成,其收缩和松弛造成了左室收缩期扭转和舒张期解旋运动,因此通过分析解旋可用来评价其舒张功能。尤君等<sup>[18]</sup>应用2D-STI技术获取术后3个月临床均无急性或慢性排异反应心脏移植患者各平面旋转角度随心动周期变化的曲线,并计算舒张期左室解旋率。结果显示,与正常对照组比较,心脏移植组在等容舒张期左室解旋率及一系列趋势检验参数(左室舒张期5%、10%、15%、20%、25%、30%处解旋值)均明显减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。研究表明术后3个月移植心脏左室解旋时间延迟,松弛速度减低即左室舒张功能受损。可见,等容舒张期左室解旋率及一系列趋势检验参数可以用于评价移植心脏的左

室舒张功能,并且该参数可能更优于某些常规多普勒参数。

### 三、总结

STI技术能无创监测移植心脏左室收缩和舒张功能改变,评价移植术疗效及患者预后,对临床早期诊断心脏移植术后并发症,提高患者生存率及生活质量有重要的意义。但STI技术监测心脏左室功能也有其局限性:①STI技术图像质量要求较高,需清晰显示心内膜面,才能获得准确的结果,而心脏移植患者通常图像质量欠佳;②STI技术要求研究对象心率正常且规整,而心脏移植患者通常心率会增快。相信随着STI技术的不断完善和发展,其在心脏移植患者心功能评价中的应用将更加广泛,指导临床更及时、精确地诊断移植术后的心功能异常,以防止严重心血管事件的发生。

### 参考文献

- [1] 李雨琪,张海波,孟旭.心脏移植术后并发症及研究现状[J].实用器官移植电子杂志,2017,5(5):389-397.
- [2] Moñivas Palomero V, Mingo Santo S, Goirigolzarri Artaza J, et al. Two-dimensional speckle tracking echocardiography in heart transplant patients: two-year follow-up of right and left ventricular function[J].Echocardiography,2016,33(5):703-713.
- [3] Altman M, Bergertot C, Aussoleil A, et al. Assessment of left ventricular systolic function by deformation imaging derived from speckle tracking: a comparison between 2D and 3D echo modalities[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging,2014,15(3):316-323
- [4] 李政,潘翠珍,舒先红,等.二维斑点追踪及组织多普勒技术评价移植心脏纵向收缩功能的临床研究[J].中华超声影像学杂志,2014,23(4):281-284.
- [5] Lisi M, Cameli M, Tacchini D, et al. Two-dimensional speckle tracking echocardiography of acute cardiac transplant rejection following pregnancy[J].J Clin Ultrasound,2012,40(7):451-454.
- [6] Mingo-Santos S, Moñivas-Palomero V, Garcia-Lunar I, et al. Usefulness of two-dimensional strain parameters to diagnose acute rejection after heart transplantation [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2015,28(10):1149-1156.
- [7] Du GQ, Hsiung MC, Wu Y, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiographic monitoring of acute rejection in heart transplant recipients[J].J Ultrasound Med,2016,35(6):1167-1176.
- [8] Aranda JM Jr, Hill J. Cardiac transplant vasculopathy[J].Chest,2000,118(6):1792-1800.
- [9] Boruta RJ, Miyamoto SD, Younoszai AK, et al. Worsening in longitudinal strain and strain rate anticipates development of pediatric transplant coronary artery vasculopathy as soon as one year following transplant[J].Pediatr Cardiol,2018,39(1):129-139.
- [10] Gjesdal O, Hopp E, Vartdal T, et al. Global longitudinal strain measured by two-dimensional speckle tracking echocardiography is closely related to myocardial infarct size in chronic ischaemic heart disease[J].Clin Sci(Lond),2007,113(6):287-296.
- [11] 阮海东,郑逸,杨晓红,等.二维斑点追踪技术定量评价冠心病冠脉病变程度的价值[J].中国心血管病研究,2017,15(7):602-606.
- [12] 王梦宣,陈国珍.超声评估左室扭转运动研究进展[J].医学影像学杂志,2016,26(6):1111-1114.
- [13] 甘书芬,陈江华,王艳青,等.二维斑点追踪技术评价移植心脏左室扭转[J].中华超声影像学杂志,2010,19(7):561-564.
- [14] Wang D, Zhang L, Zeng Q, et al. Assessment of left ventricular performance in heart transplant recipients by three-dimensional speckle tracking imaging[J].Medicine (Baltimore), 2017,96(41):8129.
- [15] Ambrosi P, Macé L, Habib G. Predictive value of E/A and E/E' Doppler indexes for cardiac events in heart transplant recipients[J]. Clin Transplant,2016,30(8):959-963.
- [16] 曹媛,张薇.左室舒张功能障碍评估[J].心血管病学进展,2017,38(6):692-696.
- [17] Chowdhury SM, Butts RJ, Hlavacek AM, et al. Echocardiographic detection of increased ventricular diastolic stiffness in pediatric heart transplant recipients: a pilot study[J].J Am Soc Echocardiogr, 2018,31(3):342-348.
- [18] 尤君,韩伟,谢明星,等.二维超声斑点追踪成像评价心脏移植术后左室整体扭转及解旋运动的初步研究[J].中华超声影像学杂志,2013,22(12):1017-1021.

(收稿日期:2018-11-02)

## 超声及影像学专业常用术语中英文对照

CDFI (color Doppler flow imaging) —— 彩色多普勒血流成像  
 CT (computed tomography) —— 计算机断层成像  
 CTA —— CT血管造影  
 PET (positron emission tomography) —— 正电子发射计算机断层显像  
 DSA (digital subtraction angiography) —— 数字减影血管造影技术  
 MRI (magnetic resonance imaging) —— 磁共振成像  
 MRA (magnetic resonance angiography) —— 磁共振血管造影

本刊编辑部