

二维斑点追踪成像技术定量评价儿童心肌功能的研究进展

钟 英(综述) 王 冬(审校)

摘 要 二维斑点追踪成像技术是一种无声束角度依赖的超声心动图技术,通过测量动态二维图像的应变可以定量评价整体和局部心肌功能。近年来该技术已较多应用于临床,能准确敏感地评估成人左、右心室功能,但在儿童心肌功能检测的应用相对较少。本文就二维斑点追踪成像技术定量评价儿童心肌功能的研究进展进行综述。

关键词 斑点追踪成像,二维;应变;心肌;儿童

[中图法分类号]R540.45

[文献标识码]A

Advances of the quantitative assessment of myocardial function by two-dimensional speckle tracking imaging in children

ZHONG Ying, WANG Dong

Department of Ultrasound, Chengdu Women & Children's Central Hospital, Chengdu 610091, China

ABSTRACT Two-dimensional speckle tracking imaging can quantitatively evaluate global and regional myocardial function by strain which is measured by dynamic two-dimensional image, and it has advantage on independent of insonation angle. In recent years, the technology has been more used in clinical, accurate and sensitive assessment of adult left and right ventricular function, but in children with myocardial function testing is relatively less. The aim of this review is to introduce the principle and advances of the quantitative estimate of myocardial function by two-dimensional speckle tracking imaging in children.

KEY WORDS Speckle tracking imaging, two-dimension; Strain; Myocardium; Children

二维斑点追踪成像(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)技术是一项检测心肌功能的超声心动图技术^[1],又称二维应变超声心动图,其具有无声束角度依赖的优点,通过测量标准动态二维图像的应变来定量评价整体和局部心肌功能^[2],从心肌形变的角度提供了一种定量评价心室收缩和舒张功能的新手段。近年来,2D-STI技术已成为研究热点,并较多应用于成人,能准确敏感地评估左、右心室功能,但在儿童的心肌功能检测应用相对较少,本文就2D-STI技术定量评价儿童心肌功能的研究进展进行综述。

一、2D-STI技术的成像原理

2D-STI技术是一种对心肌运动进行二维图像应变分析的超声心动图技术。心肌组织中独特的“回声斑点”是由二维灰阶图像中小于入射超声波长的细小结构所产生反射、散射现象而形成^[3]。二维灰阶图像中包含许多代表不同像素心肌组织的声学斑点。2D-STI技术是建立于二维灰阶成像的基础上,在心肌组织中选择一定范围的感兴趣区,分析软件随着心动周期根据组织灰阶自动逐帧追踪上述感兴趣区内声学斑点的位置和运

动,并根据这些斑点的运动轨迹,获取心肌组织运动的速度、位移、应变、应变率及旋转角度等多个心肌力学参数,不受声束方向与室壁运动夹角和心脏整体运动的影响,能敏感地识别异常心肌节段的运动情况,为心肌功能的评价提供了更客观的方法,更准确地反映心室的收缩和舒张功能^[2]。

心肌的收缩和舒张运动是由不同构造和具有复杂走行方向的心肌纤维引起的,包括纵向、径向、圆周及旋转运动4个基本部分。心肌的运动可用应变及应变率来描述,心肌应变是心肌在心动周期中发生的形变,应变率是心肌发生形变的速率,均是反映心肌功能的特征性参数,既可用于评价心室的收缩与舒张功能,也可评价心肌活力等。心肌的整体形变可通过测量室壁纵向、径向、圆周应变及心肌的旋转角度来评价。2D-STI技术在定量评价心肌的瞬时运动与形变及心脏扭转与旋转功能已得到验证并达成一定共识^[4]。

二、2D-STI技术在健康儿童心脏中的研究应用

小儿心脏从出生至成年的发育是一个动态、连续的过程,随着心脏的形态、结构逐步发育完善,其整体和局部心肌功能会随

着生长发育的需要而有所变化,故小儿心肌力学的变化与成人不同。2D-STI 技术定量评价不同年龄阶段健康儿童心肌局部和整体应变及应变率,为临床检测儿童先天性心脏病、肿瘤化疗后、心肌病等早期心肌功能的改变提供参考依据,以达到早期干预的目的,具有重要的临床意义。姜岚等^[5]认为应用 2D-STI 技术评价正常儿童左室纵向应变率时需考虑年龄及心率等影响因素。Levy 等^[6]通过应用 2D-STI 技术测量健康儿童左室应变范围的 Meta 分析显示,纵向应变范围为-19.5%~-20.8%,均值为-20.2%;圆周应变范围为-19.9%~-24.6%,均值为-22.3%;径向应变范围为 38.3%~51.7%,均值为 45.2%,研究得出的左室正常应变范围与 Jashari 等^[7]研究结果相一致,且后者研究表明纵向应变的正常范围主要取决于应用的仪器设备、年龄及左室舒张末期横径。也有研究^[8]表明,由于不同方法的测量、样本量的大小及研究方法的限制,无法实现有效的 Meta 分析,指出目前儿童左室收缩期应变及应变率尚无全面的形变指数,且年龄和心率对形变指数的影响还需进一步研究。Levy 等^[9]对基于 2D-STI 技术的健康儿童右室应变行 Meta 分析结果显示,正常整体应变范围为-26.54%~-31.52%,其均值为-29.03%。Kutty 等^[10]应用 2D-STI 技术探讨了正常婴儿、儿童、青少年的左、右心房的应变及应变率,结果显示左房整体正向与负向应变分别为(28±9)%、-(16±6)%;右房整体正向与负向应变分别为(23±9)%、-(15±6)%。

三、2D-STI 技术在儿童心血管疾病中的研究应用

超声心动图因其无创性常规用于儿童心血管疾病,但常规超声心动图常难以准确评价早期心肌功能的改变。2D-STI 技术已逐步应用到小儿心脏疾病检查中,但因缺乏统一的超声设备,以及不同年龄阶段的参考数值,减慢了在儿童心血管疾病中的应用。

1. 对儿童先天性心脏病的定量评价

先天性心脏病患儿的心脏解剖结构存在变异,常规超声心动图常难以评估早期心肌功能的改变,2D-STI 技术对检测早期心肌功能受损具有重要的应用价值,并可定量评价先天性心脏病儿童左、右心室的心肌功能^[11]。张立敏等^[12]应用 2D-STI 技术对 53 例不同程度室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)患儿的左房功能进行检测,结果表明,中、重度 VSD 患儿的应变及应变率减低,且重度 VSD 患儿减低尤为明显,说明 2D-STI 技术对评价 VSD 患儿左房功能具有重要的应用价值。研究^[13]表明,射血分数正常的先天性左室流出道梗阻患儿左室收缩期应变减低,说明射血分数不是心室功能精确的指标,而基于 2D-STI 技术的应变可对产生微小改变的纵向形变起到重要的识别作用,为治疗早期心力衰竭的患儿创造时机。Xie 等^[14]使用 2D-STI 技术对 30 例法洛四联症修补术后患儿的右室功能进行分组研究,结果发现,>1 岁患儿术前右室心肌重构影响术后右室功能,而<1 岁者无明显影响,提示法洛四联症修补术时患儿的年龄是影响术后右室功能的独立因素。也有研究^[15]报道,基于 2D-STI 技术的应变及应变率可认为是评价法洛四联症患儿术后早期双心室收缩功能障碍的有效指标。

2. 对儿童肿瘤化疗后心肌功能损害的定量评价

蒽环类抗肿瘤药是儿童肿瘤化疗最重要的一类药物,引起心脏毒性作用已被公认,常用的包括柔红霉素、米托蒽醌、吡柔比星、去甲氧柔红霉素及阿霉素等。该类药物可引起迟发性心

肌损害,常规超声心动图很难监测到其早期心肌功能的改变。白血病属于小儿血液系统常见的恶性肿瘤,白血病患者是化疗后发生心脏毒性的高危人群。2D-STI 技术逐步应用于监测肿瘤化疗后早期左室心肌功能的变化,对临床治疗和早期干预有重要指导意义。侯翠等^[16]应用 2D-STI 技术评价 25 例急性淋巴细胞白血病患者柔红霉素化疗后的左室收缩功能变化,结果显示化疗后其左室各切面室壁收缩期总体纵向峰值应变明显减低,表明基于 2D-STI 技术的应变能早期发现左室收缩功能的损害。Cheng 等^[17]对白血病患者化疗后左室扭转及解扭运动进行研究,发现左室扭转峰值、收缩期扭转速度、舒张期解扭速度均显著降低,左室收缩期扭转及扭转速度与舒张期解扭及解扭速度密切相关,表明化疗后的白血病患者早期可出现明显的左室扭转及解扭运动损害。Yu 等^[18]研究证实,对使用蒽环霉素化疗的恶性肿瘤患儿,最先受损的是心内膜下圆周形变和心尖部旋转运动,并伴随透壁圆周应变和旋转角度的减低。

3. 对儿童肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy, HCM)的定量评价

儿童肥厚型心肌病的特点是心肌细胞肥大,心肌纤维排列紊乱导致左室收缩和舒张功能不全,一般通过传统超声心动图检测早期 HCM 左室射血分数的结果属于正常范围,但实际上其早期左室局部收缩功能已出现异常。Forsey 等^[19]应用 2D-STI 技术评估对无肥厚性改变的 HCM 患儿早期心尖旋转改变,发现基底部、心尖部旋转及左室扭转角度明显增大,心尖部增大尤为明显,提示 HCM 患儿旋转及扭转角度增大,心尖部旋转角度对 HCM 患儿具有较高的敏感性和特异性,可作为临床早期提示 HCM 的有效参数。研究^[20]也证实,儿童 HCM 主要特点是基底部收缩期顺时针旋转角度增大。

4. 其他儿童心血管疾病的定量评价

Xu 等^[21]应用 2D-STI 技术评估川崎病患儿的左室功能,结果表明川崎病患者急性期左室收缩期纵向应变明显降低,静脉注射免疫球蛋白 6~8 周后,左室应变恢复正常,且左室收缩期应变与冠状动脉的扩张及川崎病的分期无关。也有研究^[22]显示,有川崎病病史的亚临床动脉硬化患儿的收缩期峰值应变及应变率明显减低,提示川崎病患者在发病后不久可出现轻度动脉硬化改变。Sehgal 等^[23]对 15 例儿童心脏移植术后应用 2D-STI 技术评估急性同种异体移植排斥反应期的左室功能,发现急性排斥期收缩期峰值径向、纵向及圆周应变均明显减低。Friedberg 等^[24]应用 2D-STI 技术评价 24 个特发性扩张型心肌病患者左室径向功能,结果显示径向应变明显减低。

四、2D-STI 技术在定量评估儿童心肌功能的局限性

尽管 2D-STI 技术评价心肌应变的准确性和可靠性已得到证实并达成一定共识,但在儿科的应用仍存在一定的局限性:①对二维图像质量要求较高,需要图像显示清晰的心内膜才能保证追踪测量的准确性;②进行分析时对帧频要求较高,使得检查方法难度增加;③斑点追踪始终在二维平面上,且不能反映心脏的立体运动,可出现斑点脱失而影响测量的准确性;④对检查者要求为窦性心率,且心率基本保持一致,若心率相差过大,分析结果的可靠性减低;⑤由于儿童很难实现心血管造影检查,故该技术缺乏对照的金标准。

综上所述,2D-STI 技术是近年来在超声领域中研究心肌运动及功能的准确可靠、敏感、无创的新技术,提供了更客观的心肌力学与心肌形变参数来定量评价局部和整体心肌功能。随着科学技术的不断发展,2D-STI 技术有望在儿童心血管疾病中得到广泛的临床应用。

参考文献

- [1] Gong L, Li D, Chen J, et al. Assessment of myocardial viability in patients with acute myocardial infarction by two-dimensional speckle tracking echocardiography combined with low-dose dobutamine stress echocardiography [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(5): 1017-1028.
- [2] Yu Y, Villarraga HR, Saleh HK, et al. Can ischemia and dyssynchrony be detected during early stages of dobutamine stress echocardiography by 2-dimensional speckle tracking echocardiography? [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(1): 95-102.
- [3] Uematsu M. Speckle tracking echocardiography—Quo Vadis? [J]. *Circ J*, 2015, 79(4): 735-741.
- [4] Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2011, 12(3): 167-205.
- [5] 姜岚, 谢明星, 王新房, 等. 超声斑点追踪成像技术评价正常儿童左心室局部心肌收缩期纵向应变率研究 [J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2011, 5(23): 6884-6891.
- [6] Levy PT, Machevsky A, Sanchez AA, et al. Reference ranges of left ventricular strain measures by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in children: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2016, 29(3): 209-225.
- [7] Jashari H, Rydberg A, Ibrahim P, et al. Normal ranges of left ventricular strain in children: a meta-analysis [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2015, 13(7): 37.
- [8] Cantinotti M, Kutty S, Giordano R, et al. Review and status report of pediatric left ventricular systolic strain and strain rate nomograms [J]. *Heart Fail Rev*, 2015, 20(5): 601-612.
- [9] Levy PT, Sanchez MAA, Machevsky A, et al. Normal ranges of right ventricular systolic and diastolic strain measures in children: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(5): 549-560.
- [10] Kutty S, Padiyath A, Li L, et al. Functional maturation of left and right atrial systolic and diastolic performance in infants, children, and adolescents [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(4): 398-409.
- [11] Forsey J, Friedberg MK, Mertens L. Speckle tracking echocardiography in pediatric and congenital heart disease [J]. *Echocardiography*, 2013, 30(4): 447-459.
- [12] 张立敏, 王艳秋, 孙云龙, 等. 超声二维斑点追踪技术评价不同程度室间隔缺损患者左心房功能的价值 [J]. *山东医药*, 2016, 56(5): 7-9.
- [13] Van der Ende J, Vázquez Antona CA, Erdmenger Orellana J, et al. Left ventricular longitudinal strain measured by speckle tracking as a predictor of the decrease in left ventricular deformation in children with congenital stenosis of the aorta or coarctation of the aorta [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2013, 39(7): 1207-1214.
- [14] Xie M, Li Y, Cheng TO, et al. The effect of right ventricular myocardial remodeling on ventricular function as assessed by two-dimensional speckle tracking echocardiography in patients with tetralogy of Fallot: a single center experience from China [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 178(15): 300-307.
- [15] Li Y, Xie M, Wang X, et al. Impaired right and left ventricular function in asymptomatic children with repaired tetralogy of Fallot by two-dimensional speckle tracking echocardiography study [J]. *Echocardiography*, 2015, 32(1): 135-143.
- [16] 侯翠, 丁粤粤, 王辉, 等. 二维斑点追踪成像技术评价急性淋巴细胞白血病患儿柔红霉素化疗后左心功能的价值 [J]. *临床超声医学杂志*, 2016, 18(1): 25-28.
- [17] Cheng YF, Li SN, Chan GC, et al. Left ventricular twisting and untwisting motion in childhood cancer survivors [J]. *Echocardiography*, 2011, 28(7): 738-745.
- [18] Yu W, Li SN, Chan GC, et al. Transmural strain and rotation gradient in survivors of childhood cancers [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2013, 14(2): 175-182.
- [19] Forsey J, Benson L, Rozenblyum E, et al. Early changes in apical rotation in genotype positive children with hypertrophic cardiomyopathy mutations without hypertrophic changes on two-dimensional imaging [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(2): 215-221.
- [20] Prinz C, Faber L, Horstkotte D, et al. Evaluation of left ventricular torsion in children with hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Cardiol Young*, 2014, 24(2): 245-252.
- [21] Xu QQ, Ding YY, Lv HT, et al. Evaluation of left ventricular systolic strain in children with Kawasaki disease [J]. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35(7): 1191-1197.
- [22] Oguri M, Nakamura T, Tamanuki K, et al. Subclinical arterial stiffness in young children after Kawasaki disease [J]. *Cardiol Young*, 2014, 24(1): 87-94.
- [23] Sehgal S, Blake JM, Sommerfield J, et al. Strain and strain rate imaging using speckle tracking in acute allograft rejection in children with heart transplantation [J]. *Pediatr Transplant*, 2015, 19(2): 188-195.
- [24] Friedberg MK, Slorach C. Relation between left ventricular regional radial function and radial wall motion abnormalities using two-dimensional speckle tracking in children with idiopathic dilated cardiomyopathy [J]. *Am J Cardiol*, 2008, 102(3): 335-339.

(收稿日期: 2016-11-29)