

斑点追踪技术评估先天性心脏病心功能的应用进展

阳 姿(综述) 欧阳征仁(审校)

摘 要 斑点追踪技术因其不受声束方向与室壁运动方向间夹角的影响,无角度依赖性,能更准确、全面地评价心肌运动,在心功能评价方面得到广泛应用,在临床诊断和预后评估方面也有较高的应用价值。本文就斑点追踪技术在法洛四联症、胎儿主动脉缩窄、动脉导管未闭及房间隔缺损等先天性心脏病中的应用进展进行综述。

关键词 斑点追踪成像;先天性心脏病;心功能

[中图法分类号]R714.5;R540.45

[文献标识码] A

Progresses of speckle tracking technique in evaluating cardiac function in congenital heart disease

YANG Zi, OUYANG Zhengren

Department of Ultrasound Medicine, the Second Affiliated Hospital of University of South China, Hu'nan 421001, China

ABSTRACT Speckle tracking as an emerging technique in echocardiography, by virtue of no angle dependence, its beam direction and the direction of the wall movement between the angle of the angle, evaluating the myocardial exercise more accurately and comprehensively, which has been widely used in heart function evaluation for clinical diagnosis and prognosis, providing more accurate information and reflecting higher application value. This paper through summarizing of speckle tracking technique in tetralogy of Fallot, fetal aortic coarctation, patent ductus arteriosus and atrial septal defect of congenital heart disease.

KEY WORDS Speckle tracking imaging; Congenital heart disease; Cardiac function

超声心动图是最常见的评估心脏功能的方法,对心血管疾病的诊断和预后评估方面均有重要临床意义。斑点追踪成像(speckle tracking imaging, STI)是测量心肌运动变形的新技术,其不受声束方向与室壁运动方向间夹角的影响,无角度依赖性,能更准确、全面地评价心肌运动,在评价心功能方面有较高的临床应用价值。本文就 STI 技术在法洛四联症(tetralogy of Fallot, TOF)、胎儿主动脉缩窄、动脉导管未闭(patent ductus arteriosus, PDA)及房间隔缺损(atrial septal defect, ASD)等先天性心脏病中的应用进展进行综述。

一、STI 技术的基本原理

STI 技术基于追踪心肌组织的运动位移轨迹,通过心肌应变和应变率等定量参数量化心肌组织在心动周期中的相对形变和变形率,能够反映心肌局部或整体的收缩和舒张功能,以及心肌运动的速度和速度差异。STI 包括二维 STI 技术和三维 STI 技术,其中二维 STI 技术是以识别二维图像中心肌组织的回声斑点来追踪心肌的位移;三维 STI 技术通过测量三维空间上心室壁的运动,可同时相、多平面对心脏扭转进行测量,其可靠性和可行性高于二维 STI 技术。STI 测量参数包括:纵向应变、径向应变、圆周应变及相应的应变率,以及旋转角度和面积应变。有研

究^[1-3]显示,应用 STI 技术可评价心肌组织在纵轴、径向、圆周的形变及旋转,能更加真实、全面地了解心肌功能。

二、STI 技术在先天性心脏病中的应用

1. 在 TOF 中的应用:TOF 是常见的青紫型先天性心脏缺陷,TOF 患者由于受到低氧血症和压力负荷过重的影响,对右室舒缩功能产生的不利影响最大。Bernard 等^[4]研究表明,STI 技术是一种很好的估测 TOF 手术患者右室收缩功能的方法,对于早期纠正右室和左室功能障碍至关重要。Li 等^[5]研究发现,与对照组比较,TOF 患者右室整体纵向应变和应变率均显著减低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),提示 TOF 患者右室收缩功能减低,STI 可准确、客观地评价右室纵向收缩功能。STI 衍生的参数应变和应变率已被证实在探测早期心功能变化上较传统超声参数更敏感,STI 已广泛应用于评估各种心血管疾病的左室和右室功能^[6]。TOF 患者术后右室收缩功能障碍会影响其术后长期生存,是远期临床心功能低下的独立危险因素,因此术后长期监测 TOF 患者右室功能十分重要。Li 等^[7]应用 STI 技术对 56 例术后无症状的保留双心室功能的 TOF 患儿及 35 例正常儿童的心功能进行研究,发现 STI 可以识别 TOF 患儿术后在射血功能正常情况下已存在的右室早期收缩功能异常,可以为临床医师对

作者单位:421001 湖南省衡阳市,南华大学附属第二医院超声医学科
通信作者:欧阳征仁, Email: yzouyang@126.com

TOF 患儿术后早、中期进行心脏收缩支持治疗提供指导。Li 等^[8]应用 STI 技术对 67 例行手术治疗的 TOF 患者(其中 41 例为小于 365 d 的低龄组, 26 例为大于 365 d 的大龄组)和 35 例与其年龄性别相匹配的正常人进行对比研究, 发现 TOF 患者术前左室径向应变、右室纵向应变及应变率均较正常对照组降低, 且大龄组术后右室整体应变和应变率较低龄组更低(均 $P < 0.05$)。另有研究^[7,9-10]显示 TOF 患者术后左室和右室功能改善存在不同, 短期内右室功能在低龄组有所改善, 左室功能在所有患者中均无明显改善, 提示患者预后与年龄有关, 可见尽早进行修复手术能获得更好的临床预后。

2. 在胎儿主动脉缩窄中的应用: 主动脉缩窄是指主动脉局限狭窄, 管腔缩小, 造成血流量减少。超声心动图对主动脉缩窄的诊断有较好的敏感性, 可显示主动脉弓长轴的全貌, 判断主动脉缩窄的部位和长度。由于胎儿时期动脉导管尚未闭合, 使其有独特的并行的胎儿血液循环, 故胎儿时期诊断主动脉缩窄具有一定困难。研究^[11]显示, 目前诊断主动脉缩窄主要是通过测量左右心结构大小及主动脉内径进行估测。Miranda 等^[12]回顾性分析 12 例主动脉缩窄胎儿及 12 例与其孕周匹配的正常胎儿, 应用 STI 测得主动脉缩窄胎儿左室收缩期纵向应变、收缩期应变率及舒张期应变率均低于正常胎儿(均 $P < 0.05$), 提示 STI 可以发现胎儿心功能的异常变化, 为诊断主动脉缩窄及分析心功能提供了一种新的方法。

3. 在 PDA 中的应用: 动脉导管是胎儿主动脉连接到主肺动脉之间的血管结构, 出生之后很快闭合。出生后的 PDA 伴随显著的血流动力学变化, 前负荷会显著增加, 从而影响心功能。经皮导管封堵术是目前较成熟的手术方式, 导管封堵术后前负荷降低, 后负荷升高, 相应血流动力学的改变可通过经胸超声心动图显示, 前负荷降低导致舒张末期内径和收缩末期内径降低, 且舒张末期内径降低更显著^[13-16]。Spalla 等^[17]应用 STI 和传统超声心动图对犬 PDA 术前、术后的心功能进行评估, 并与正常对照组比较, 发现术前传统超声标准参数(舒张、收缩末期容积等)较术后显著增加, STI 的参数(纵向应变和应变率等)有绝对增加, 两种方法测定的心功能变化在两组间比较差异无统计学意义, 说明 STI 能识别心脏收缩功能的细微变化; 而术后 24 h 二维超声和 M 型超声获得的传统参数均较术前显著降低(均 $P < 0.05$), STI 获得的参数整体径向应变、整体圆周应变及其对应的应变率均较术前显著降低(均 $P < 0.05$), 但整体纵向应变和应变率无明显差异, 说明 STI 可为评估犬 PDA 术后心功能的变化能提供更深入的分析, 为临床诊治 PDA 提供研究思路。

4. 在 ASD 中的应用: ASD 是最常见的先天性心脏病变之一, ASD 患者因为左向右分流, 导致右心容积超负荷, 右心容积超负荷及舒张末期内径增大可以代偿数年, 最终导致右心功能减低、运动功能减退, 从而增加心脏衰竭的发生率。姜小杰等^[18]应用 STI 技术比较 ASD 患者与正常人室间隔曲率半径在整个心动周期中的变化, 结果显示 ASD 患者舒张期室间隔曲率半径大于收缩期, 通过观察全心动周期室间隔曲率半径的变化可以评价 ASD 患者左、右室之间的压力变化, 为手术提供指导。梁红玲

等^[19]选择拟行介入封堵术的 ASD 患者 30 例(ASD 组), 获得封堵术前、术后 2 d 及术后 180 d 左室节段室壁最大旋转角度和左室整体最大扭转角度, 并与同期入选性别年龄与其相匹配的 30 例正常人(对照组)进行比较分析, 结果显示 ASD 组左室后壁旋转角度峰值术前高于对照组($P < 0.05$), 其余各节段均低于对照组(均 $P < 0.05$), ASD 组术前左室心尖水平各节段的旋转角度峰值均高于对照组(均 $P < 0.05$), 直至术后 180 d 减低并接近于对照组($P < 0.05$), ASD 组术前左室整体最大扭转角度小于对照组($P < 0.05$), 术后 2 d 即增高并接近于对照组($P < 0.05$), 该研究表明 STI 可以早期定量评价 ASD 患者介入封堵术前、术后左室扭转运动的变化。早期研究^[20]表明, 部分 ASD 患者术前右室收缩期峰值纵向应变增加, 术后降低, 术前右室整体纵向应变较正常对照组增加(均 $P < 0.05$), 这一增长由容积负荷超载引起, 经过缺损修补术后很长一段时间内, 其对右室形变仍有影响。Menting 等^[21]应用 STI 评估 102 例 ASD 患者右室及左室形变与传统诊断参数的关系, 其中 51 例行 ASD 修补术, 另 51 例为年龄、性别与其相匹配的正常对照组, 结果显示 ASD 组右室侧壁整体纵向应变(20.4%+2.7%)低于正常对照组(26.8%+4.2%), 差异有统计学意义($P < 0.01$), 尤其心尖部应变降低显著, 说明 ASD 患者即使早期行外科手术, 右室重构发生已导致右室侧壁的压力下降, 但不排除手术过程本身也可能是导致右心形变减低的原因。

三、小结

目前 STI 技术已广泛用以评估各类心脏疾病的整体或局部心功能, 可诊断先天性心脏病及监测患者心功能的变化, 为疾病的定位、治疗效果评估及预后判断提供可靠的信息和依据。但不管是二维还是三维 STI 技术, 仍不能完全消除各种原因导致的噪声影响, 且后期处理均是半自动, 有一定的主观性, 对操作者的经验也存在一定依赖。相信今后随着技术的进步及发展, 以上不足会得到解决。

参考文献

- [1] Biswas M, Sudhakar S, Nanda NC, et al. Two- and three-dimensional speckle tracking echocardiography: clinical applications and future directions[J]. *Echocardiography*, 2013, 30(1): 88-105.
- [2] Seo Y, Ishizu T, Enomoto Y, et al. Endocardial surface area tracking for assessment of regional LV wall deformation with 3D speckle tracking imaging[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2011, 4(4): 358-365.
- [3] Seo Y, Ishizu T, Aonuma K. Current status of 3-dimensional speckle tracking echocardiography: a review from our experiences[J]. *J Cardiovasc Ultrasound*, 2014, 22(2): 49-57.
- [4] Bernard Y, Morel M, Descotes-Genon V, et al. Value of speckle tracking for the assessment of right ventricular function in patients operated on for tetralogy of fallot. Comparison with magnetic resonance imaging[J]. *Echocardiography*, 2014, 31(4): 474-482.
- [5] Li Y, Xie M, Wang X, et al. Evaluation of right ventricular global longitudinal function in patients with tetralogy of fallot by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging[J]. *J Huazhong Univ*

Sci Technol Med Sci, 2010, 30(1): 126-131.

[6] Tanboga IH, Kurt M, Bilen E, et al. Assessment of right ventricular mechanics in patients with mitral stenosis by two-dimensional deformation imaging [J]. Echocardiography, 2012, 29(8): 956-961.

[7] 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.

[8] Li Y, Wang X, Lv Q, et al. Impact of surgical correction of tetralogy of fallot on short-term right and left ventricular function as determined by 2-dimensional speckle tracking echocardiography [J]. Medicine, 2016, 95(31): 4426.

[9] Yu HK, Li SJ, Ip JJ, et al. Right ventricular mechanics in adults after surgical repair of tetralogy of fallot: insights from three-dimensional speckle-tracking echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(4): 423-429.

[10] Roche SL, Grosse-Wortmann L, Friedberg MK, et al. Exercise echocardiography demonstrates biventricular systolic dysfunction and reveals decreased left ventricular contractile reserve in children after tetralogy of Fallot repair [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2015, 28(3): 294-301.

[11] Porayette P, Madathil S, Sun L, et al. MRI reveals hemodynamic changes with acute maternal hyperoxygenation in human fetuses with and without congenital heart disease [J]. Prenat Diagn, 2016, 36(3): 274-281.

[12] Miranda JO, Hunter L, Tibby S, et al. Myocardial deformation in fetuses with coarctation of the aorta: a case-control study [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2017, 49(5): 623-629.

[13] Stauthammer CD, Tobias AH, Leeder DB, et al. Structural and functional cardiovascular changes and their consequences following interventional patent ductus arteriosus occlusion in dogs: 24 cases (2000-2006) [J]. J Am Vet Med Assoc, 2013, 242(12): 1722-1726.

[14] Saunders AB, Gordon SG, Boggess MM, et al. Long-term outcome in dogs with patent ductus arteriosus: 520 cases (1994-2009) [J]. J Vet Intern Med, 2014, 28(2): 401-410.

[15] Amoogzar H, Shakiba AM, Derakhshan D, et al. Evaluation of left ventricular function by tissue Doppler and speckle-derived strain rate echocardiography after percutaneous ductus closure [J]. Pediatr Cardiol, 2015, 36(1): 219-225.

[16] El-Khuffash AF, Jain A, Dragulescu A, et al. Acute changes in myocardial systolic function in preterm infants undergoing patent ductus arteriosus ligation: a tissue Doppler and myocardial deformation study [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2012, 25(10): 1058-1067.

[17] Spalla I, Locatelli C, Zanaboni AM, et al. Speckle-tracking echocardiography in dogs with patent ductus arteriosus: effect of percutaneous closure on cardiac mechanics [J]. J Vet Intern Med, 2016, 30(3): 714-721.

[18] 姜小杰, 任卫东, 姜滨, 等. 应用斑点追踪技术观察房间隔缺损患者室间隔曲率半径的变化 [J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(11): 1003-3289.

[19] 梁红玲, 段艳, 张军, 等. 二维斑点追踪技术对房间隔缺损患者封堵术前后左心室扭转运动的定量评价 [J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(7): 605-607.

[20] Bussadori C, Oliveira P, Arcidiacono C, et al. Right and left ventricular strain rate in young adults before and after percutaneous atrial septal defect closure [J]. Echocardiography, 2011, 28(7): 730-737.

[21] Menting ME, van den Bosch AE, McGhie JS, et al. Ventricular myocardial deformation in adults after early surgical repair of atrial septal defect [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2015, 16(5): 549-557.

(收稿日期: 2017-02-02)

2018 海峡两岸医药卫生交流与合作会 第十届海峡两岸超声医学高端论坛 征文通知

经海峡两岸医药卫生交流协会批准,由海峡两岸医药卫生交流协会超声医学专家委员会、厦门大学附属中山医院共同主办的“2018 海峡两岸医药卫生交流与合作会议暨第十届海峡两岸超声医学高端论坛及十周年庆典”拟于 2018 年 5 月 3-6 日在厦门召开。大会将邀请海峡两岸著名专家就超声医学各领域基础与临床研究的最新进展和热点进行深入交流与讨论。届时还将在会前举办为期一天的继续教育学习班。征文要求:未公开发表论文的结构式摘要 1 份,限 800 字,请写明目的、方法、结果、结论。投稿须递交电子版 Word 文本(发送 Email 至:ultrahyh@163.com)。请在电子邮件主题注明“2018 海医会超声会议征文”。征文截止日期:2018 年 2 月 28 日,会议具体安排详见第二轮通知。联系人:西安市空军军医大学唐都医院超声科李军;邮编 710038;电话:(029)-84778374(办)。

海峡两岸医药卫生交流协会
超声医学专家委员会
2017-11-06