

斑点追踪技术评价小儿心功能的应用进展

庞虹(综述), 陈智毅(审校) (广州医科大学附属第三医院超声医学科, 广东广州 510150)

提 要: 基础超声技术对评价患儿左室射血分数结果往往不明确, 而斑点追踪技术则可通过检测室壁的运动较好地评价其心肌的形变等指标, 为评价小儿心肌功能提供一种新方法。该文对斑点追踪成像在小儿心室功能评价的应用及其研究进展作了综述。

关键词: 超声心动图; 斑点追踪成像; 小儿; 心室功能

中图分类号: R 445

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610(2020)02-0138-04

Advance of speckle tracking imaging in the evaluation of pediatric cardiac function

PANG Hong, CHEN Zhi-yi (Ultrasonic Department, the Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510150, China)

Abstract: The results of the evaluation of left ventricular ejection fraction of children with basic ultrasonic technique are often unclear. The speckle tracking imaging can better evaluate the myocardial deformation and other indicators by detecting the movement of the ventricular wall, providing a new method for the evaluation of myocardial function in children. This paper reviews the application and advances of speckle tracking imaging in the evaluation of ventricular function in children.

Key words: echocardiography; speckle tracking imaging; children; ventricular function

超声心动图对于成人、儿童乃至新生儿的心脏功能及结构评价均有良好效果^[1], 已成为心脏检查的必要手段。新生儿的循环系统发育还不完善, 是由新生儿循环向成人循环过渡的过程, 具体表现在心率、血压、氧饱和度改变等^[2], 从新生儿出生到成年期间小儿的心功能可能随其生长发育与疾病进展造成不同程度影响, 所以及时有效评价不同时期小儿的心脏功能具有重要的临床意义^[3]。斑点追踪技术也称为组织追踪技术, 是本世纪初出现的一种新兴技术, 能够准确评价心肌功能。由于二维斑点追踪技术对图像质量及帧频要求较高等因素, 其仅被大量应用于成人功能评价, 对儿童、幼儿、婴儿及新生儿的研究相对较少, 但目前已有研究表明斑点追踪技术是可以在小儿左、右室功能评价中进行重复测量^[4], 尤其是对心肌纵向应变—来自心脏三个平面的心肌感兴趣区域的纵向形变评估, 对小儿心功能的评价及预后提供了参考价值。本文就斑点追踪成像在小儿心室功能评价的应用及其研究进

展作一综述。

1 斑点追踪技术概述及其优势

斑点追踪技术的原理是以二维图像为基础, 选定心脏室壁中感兴趣的区域, 再根据分析软件自动跟踪感兴趣区域的心肌组织位移, 对其运动情况进行精确的分析。斑点追踪的参数主要包括应变及应变率的测量。应变是指心肌长度变化与原心肌长度的比值, 即心肌形变的程度; 应变率是指心肌形变的速度; 其参数还包括: 纵向应变、环向应变及径向应变、速度位移、扭曲、扭转及解旋等^[6]。正常心肌由三层肌纤维构成, 每一层的有其各自的排列: 共分为内纵、中环、外斜, 并具有不同的运动方向, 其中研究指出径向应变表现为基底段最大, 其次为中间段, 心尖段最低, 环向及纵向应变表现为心尖段最大, 中间段其次, 基底段最低^[7]。斑点追踪技术的操作方法为动态留取心尖三腔心、心尖四腔心及二腔心连续3个心动周期二维图像, 用于自动软件分析。斑点追踪技术衍生技术包括应变、应变率、二维应变超声心动图、自动功能成像、速度向量成像、三维斑点追踪成像等。斑点追踪技术相对其他超声技术的优势主要表现在没有角度依赖性, 客观地评价心肌的整体、节段以及旋转的形变

基金项目: 广州医科大学开放实验室项目(No.C195015026)

收稿日期: 2019-11-04; 修订日期: 2020-02-24

作者简介: 庞虹(1992-), 女, 学士, 医师

通信作者: 陈智毅(1975-), 男, 博士, 主任医师,

E-mail: zhiyi_chen@gzhmu.edu.cn

及运动情况^[5]。三维斑点追踪成像是在斑点追踪技术基础上,结合三维容积成像,同样可以测量心肌纵向、径向、环向形变,三维斑点追踪还可对心腔变化面积进行测量,它较二维斑点的优点是容积时限短,仅存取一次切面;其不足之处为帧频较少,分辨率较低,从而导致应变值偏低;二维斑点常常由于运动轨迹的偏离,导致追踪过程不连续^[8]。不同斑点追踪衍生技术亦有各自的优势与局限性,因此,斑点追踪技术在评价小儿心功能的临床应用中,需结合各自特点与临床需求,为诊断提供更好、更有价值的参数。

2 斑点追踪技术在早产儿、新生儿及健康儿童中的应用对比

早产儿、新生足月儿及健康儿童在不同时期斑点追踪技术所测得的应变不同。El-Khuffash等^[9]初步总结了不同学者对不同胎龄早产儿和足月的临床应用和心肌应变的可用参考范围,讨论无并发症的早产儿心肌力学成熟模式,在早产儿的过渡期早期,应变与心脏后负荷之间呈负相关,与前负荷量之间呈正相关,并得出早产儿左室心肌应变和应变率较足月儿明显减低的结论。目前的研究对于循环系统的发育具体机制尚未完全清楚,对于早产儿来说,其对氧的敏感性不如足月儿,早产儿卵圆孔与动脉导管闭合缓慢,并且容易合并一些并发症如支气管肺发育不良、缺血缺氧性脑病、肺动脉高压及母亲伴随疾病对胎儿的影响等。Levy等^[10]研究发现新生儿从出生至婴儿期右室的应变比左室相对较高,与左室应变相比呈逐渐增加趋势;动脉导管未闭存在与否在新生儿生命的5~7天使其左室及右室应变较正常新生儿偏高,若引起较大的血流动力学改变或合并其他并发症时需做进一步考虑;无并发症早产儿的左室纵向应变在生命的最初7天逐渐增加,随后在出生后1年内保持稳定,同时该研究再一次体现了斑点追踪技术在小儿应用中的可行性与再现性。

健康儿童生长过程中其左心室纵向应变受性别、身高、身体质量、心率、射血分数因素影响小,可作为临床评估左心室功能的良好可靠指标,研究发现正常儿童左心室纵向收缩功能在青春期呈增强趋势,右心室纵向收缩功能强于左心室^[11]。Levy等^[12]进行了二维斑点追踪超声心动图在儿童左心室应变测量的参考范围的系统回顾和Meta分析,认为左室短轴各节段的应变值受年龄、心率的影响较小,并定义了儿童的应变的相关参考值(健康儿童

的平均左室纵向应变为-20.2%)。关于小儿心肌功能的方面,还需要更加大量的临床研究去证实。

3 斑点追踪技术在小儿心肌功能损害中的临床应用

由于超声心动图应用于小儿的心功能评价方面器械、研究人群年龄等不同,对于各类疾病对小儿心功能的影响评价还处于研究阶段,在取得一致的相关研究成果的前提下同时存在个体差异,因此,斑点追踪技术在小儿心功能评价方面发展较慢。以下为不同学者使用斑点追踪技术对影响小儿心肌功能损害典型疾病中的研究进展。

3.1 斑点追踪技术对肥胖儿童心肌应变的研究

在单纯性肥胖的儿童中心肌功能评价中,斑点追踪亦发挥了一定的优势,邓艺雯等^[13]提出用斑点追踪技术评价单纯性肥胖儿童心肌功能,发现肥胖组心肌的纵向应变较正常组明显减低,径向与周向应变也相对减低,而两组间左室射血分数、收缩末期内径与容量、舒张末期内径与容量无明显差异,这一研究结果与Binnetoğlu等^[14]的研究结果是一致的,研究结果显示虽然肥胖组与正常组儿童之间的左室射血分数没有差异,但是在肥胖组中左室二维斑点追踪纵向应变较低,表明在没有其他合并症的情况下肥胖对左室功能的影响可在早期被发现。而右室应变和应变率在肥胖组中更高,右室E'/A'比值显著降低,可能是心肌舒张功能初期受损的表现,此有待进一步研究。儿童肥胖是重要的公共卫生问题之一,可增加成年患高血压等心脑血管疾病的风险,因此需要早期给予干预。邓艺雯等^[13]研究中还发现,肥胖组的左室壁厚度、左室的质量等均较对照组增加,说明肥胖已经给心脏带来负担,致使体内一些细胞因子诱导心肌发生重构;当心肌发生缺血时,最先累及的便是心内膜,从而造成纵向应变首先减低,而后随着病情的进一步进展,发生心肌各个方向的应变减低,心肌受损严重,所以,需要有相对准确的手段去评价其早期的亚临床改变,斑点追踪技术作为辅助检查的重要手段之一,可为患者的临床诊疗提供指导性建议。

3.2 斑点追踪技术在糖尿病母亲患儿中的应用

糖尿病母亲出生的婴儿往往可以发生数种并发症,其中包括对婴儿心肌的损害,包括结构性和功能性的损害,斑点追踪技术可以评价此类婴儿的心肌功能损害,为临床提供一定参考价值。糖尿病母亲对婴儿心肌的影响还包括:合并先天性心脏畸形概率大,可造成婴儿心肌细胞增生,使心肌组织增厚,使其纤维化、凋亡等。Al-Biltagi等^[15]研究妊娠

期及妊娠前期糖尿病母亲对婴儿心肌的不同影响,并用正常健康母亲婴儿作为对照组,发现研究组比对照组心肌收缩及舒张功能明显下降,具体表现在三尖瓣环E/A值和S波明显降低。二维斑点追踪显示妊娠前后与正常对照组之间患儿心肌应变差异有统计学意义,而且妊娠前期诊断为糖尿病的母亲比妊娠期糖尿病母亲的胎儿更容易发生心肌应变的受损。Zadblah等^[16]对没有心脏结构性改变婴儿的心功能进行评价,提示斑点追踪对心脏功能的亚临床下降,同样具有指导意义。不仅如此,李江涛等^[17]通过斑点追踪技术对妊娠期糖尿病孕妇的不同胎龄的胎儿心功能情况进行评价,发现胎龄越大的患儿,除室壁增厚外,其左室侧壁的收缩和舒张期峰值速度越低,应变和应变率可以保持不变,部分心肌可起到一定代偿作用。糖尿病母亲胎儿与妊娠期糖耐量异常母亲胎儿相比其心肌运动速度差别不明显,而二者同正常对照组相比差异显著,左室扭转角度较正常对照组偏高。不仅仅是左室功能,右心循环在胎儿血液循环中也占有重要地位,斑点追踪技术同样可在右心功能研究中起重要作用。

3.3 斑点追踪技术评价支气管肺发育不良患儿的心肌损害

研究发现斑点追踪技术对评估及预测主要不良心肺事件可能具有更高的预后价值,因此不同学者有针对性的对伴随呼吸系统症状的心功能变化进行研究,为儿科临床过程中心功能的评价带来更为有益的帮助。例如:Czernik等^[18]研究提示斑点追踪显示支气管肺发育不良患儿的左室心肌应变值早期可高于正常婴儿,尤其是第1周内,右室的应变值显著高于正常婴儿;在新生儿出生后的前两周心脏呈迅速发育,而2周后至28 d内斑点追踪参数在统计学上没有显著差异。早产儿会较正常新生儿的左心室纵向应变值低,在新生儿期间有和没有支气管肺发育不良的患儿在常规血流动力学参数(心率除外)和斑点追踪参数间的测值有显著差异;Levy等^[10]报道同样证实了在早产儿中支气管肺发育不良和肺动脉高压时对其右室及室间隔应变所带来的负面影响;Blanca等^[19]也发现与支气管肺发育不良相关的肺动脉高压可能对右室功能产生负面影响。因此,未来斑点追踪技术在患儿心肺发育不良疾病的诊断中将会发挥更大的优势。

3.4 斑点追踪技术在其他小儿心血管疾病中的应用

斑点追踪在小儿临床诊断中的应用还包括很多方面,例如:心肌缺血性疾病-小儿川崎病等,Xu等^[20]评价急性期川崎病患儿较正常儿童左室收缩期

纵向应变明显减低,用药治疗后明显好转;斑点追踪还可评价药物治疗及化疗后心肌功能改变^[21]。高学伟等^[22]以三维斑点追踪成像评价儿童急性病毒性心肌炎的心肌改变,发现使用药物治疗后,患儿左心室整体收缩功能在治疗后纵向、径向及周向应变均高于治疗前;研究证实母亲妊娠期高血压子痫前期的病理生理改变可对胎儿的心功能以及围产儿情况带来一定影响^[23];李玲玲等^[24]用二维斑点追踪技术评价母亲患妊娠高血压综合征对胎儿心肌功能的影响,认为胎儿心肌应变能力照正常母亲胎儿减低;Bretnach等^[25]利用斑点追踪技术发现患有缺血缺氧性脑病的早产儿其心肌的旋转力学减低。同时斑点追踪技术还可应用于其他先天性心脏病、心肌病变、心脏手术治疗前后的心功能评价等^[26-28]。

4 小结

综上所述,斑点追踪技术在儿科临床中的应用,我们可以看到包括以上各个方面,它可以较好地对比心肌的形变进行追踪评价,但也有其不足之处,比如该技术对帧频要求较高^[29],不管是二维还是三维斑点追踪,后期都需要人为去界定心肌心内膜的边界,因此对操作者的经验也是考验之一。斑点追踪的进一步扩大应用的前提是要采用一定的规范性,学者已经为我们提供了大量的临床研究,填补了对小儿心功能评价的不足。斑点追踪技术未来还会被更多应用于右室及心房功能的评价,随着科学技术的发展,其实用性会得到进一步的提高,从而为心血管疾病的预测、诊断、治疗等带来不可替代的价值。

参考文献:

- [1] 樊小虎. 超声心动图评价早产新生儿心脏结构及心功能变化的研究[J]. 中国医药指南, 2018, 16(14): 144-145.
- [2] 唐秋霞, 王来栓. 胎儿-新生儿过渡期生理指标改变及意义[J]. 临床儿科杂志, 2016, 34(3): 223-226.
- [3] 韦馨, 郑红, 康戡. 超声心动图在新生儿心功能检测中的应用进展[J]. 西部医学, 2017, 29(5): 729-732, 736.
- [4] JAMES A, CORCORAN J D, MERTENS L, et al. Left ventricular rotational mechanics in preterm infants less than 29 weeks' gestation over the first week after birth[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2015, 28(7): 808-817.
- [5] 郭春艳, 赵树梅, 陈晖. 二维斑点追踪超声心动图技术的临床应用进展[J]. 医学综述, 2018, 24(13): 2507-2511, 2516.
- [6] CAMELI M, MONDILLO S, GALDERISI M, et al. Speckle tracking echocardiography: a practical guide[J]. G

- Ital Cardiol (Rome), 2017, 18(4): 253-269.
- [7] 王金花, 刘雪玲, 伍业冬, 等. 实时三维斑点追踪成像技术评价正常成人左心室收缩功能的效果[J]. 广西医学, 2015, 37(6): 777-780.
- [8] MURARU D, NIERO A, RODRIGUEZ-ZANELLA H, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2018, 8(1): 101-117.
- [9] EL-KHUFFASH A, SCHUBERT U, LEVY PT, et al. Deformation imaging and rotational mechanics in neonates: a guide to image acquisition, measurement, interpretation, and reference values[J]. Pediatr Res, 2018, 84(S1): 30-45.
- [10] LEVY P T, EL-KHUFFASH A, PATEL M D, et al. Maturation patterns of systolic ventricular deformation mechanics by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in preterm infants over the first year of age[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2017, 30(7): 685-698.
- [11] 李淑娟, 朱玲, 林约瑟, 等. 斑点追踪显像技术定量评价不同年龄段正常儿童左、右心室纵向运动功能[J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(9): 750-756.
- [12] LEVY P T, MACHEFSKY A, SANCHEZ A A, 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.
- [13] 邓艺雯, 章春泉, 许燕, 等. 三维斑点追踪技术评估单纯性肥胖儿童左室心肌应变早期变化[J]. 中国超声医学杂志, 2018, 34(3): 217-220.
- [14] BINNETOĞLU F K, YILDIDIM Ş, TOPALOĞLU N, et al. Early detection of myocardial deformation by 2D speckle tracking echocardiography in normotensive obese children and adolescents[J]. Anatol J Cardiol, 2015, 15(2): 151-157.
- [15] AL-BILTAGI M, TOLBA O A, ROWISHA M A, et al. Speckle tracking and myocardial tissue imaging in infant of diabetic mother with gestational and pregestational diabetes [J]. Pediatric Cardiology, 2015, 36(2): 445-453.
- [16] ZADBLAH J E, GRUBER D, STOFFELS G, et al. Sub-clinical Decrease in myocardial function in asymptomatic infants of diabetic mothers: a tissue doppler study[J]. Pediatric Cardiology, 2017, 38(4): 801-806.
- [17] 李江涛, 姜新魁, 李霞, 等. 超声二维斑点追踪显像技术评价妊娠期糖尿病孕妇的胎儿心室力学及功能变化的研究[J]. 生物医学工程与临床, 2015(2): 126-130.
- [18] CZERNIK C, RHODE S, HELFER S, et al. Development of left ventricular longitudinal speckle tracking echocardiography in very low birth weight infants with and without bronchopulmonary dysplasia during the neonatal period[J]. Plos One, 2014, 9(9): e106504.
- [19] BLANCA A J, DUIJTS L, VAN MASTRIGT E, et al. Right ventricular function in infants with bronchopulmonary dysplasia and pulmonary hypertension: a pilot study[J]. Pulm Circ, 2019, 9(1): 2045894018816063.
- [20] XU Q Q, DING Y Y, LV H T, et al. Evaluation of left ventricular systolic strain in children with Kawasaki disease [J]. Pediatr Cardiol, 2014, 35(7): 1191-1197.
- [21] 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者经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.
- [22] 高学伟, 孙志丹. 三维斑点追踪成像评价儿童急性病毒性心肌炎的左心室整体收缩功能[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(12): 899-901, 906.
- [23] 黄国伟, 丘春英. 孕晚期高血压子痫前期患者血清CysC水平的检测及其对胎儿心功能和围产儿结局的评估价值[J]. 广东医科大学学报, 2019, 37(2): 114-116.
- [24] 李玲玲, 高晓丽, 张桂萍, 等. 妊娠高血压对胎儿出生前后心肌力学影响的二维超声斑点追踪研究[J]. 中国超声医学杂志, 2016, 32(10): 921-924.
- [25] BREATNACH C R, FORMAN E, FORAN A, et al. Left ventricular rotational mechanics in infants with hypoxic ischemic encephalopathy and preterm infants at 36 weeks postmenstrual age: A comparison with healthy term controls[J]. Echocardiography, 2017, 34(2): 232-239.
- [26] 阳姿. 斑点追踪技术评估先天性心脏病心功能的应用进展[J]. 临床超声医学杂志, 2018, 20(1): 38-40.
- [27] 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.
- [28] SEHGAL S, BLAKE J M, 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.
- [29] SANCHEZ A A, LEVY P T, SEKARSKI T J, et al. Effects of frame rate on two-dimensional speckle tracking-derived measurements of myocardial deformation in premature infants[J]. Echocardiography, 2015, 32(5): 839-847.