❖述评

Research status and progresses of ultrasonic observation of cardiac function changes after percutaneous coronary intervention

*MU Yuming**，*LU Hanbing*
(*Department of Echocardiography*，*the First Affiliated Hospital*，*Xinjiang Medical University*，*Urumqi* 830011，*China*)

[**Abstract**] With the aging of social structure，the incidence of cardiovascular disease is increasing. Timely percutaneous coronary intervention (PCI) is an important method to treat acute coronary syndrome (ACS) and improve prognosis. Echocardiography has a prominent advantage in evaluating the ischemic myocardium and cardiac function in patients with ACS，therefore is of great significance in judging the development and prognosis. The applications of echocardiography in evaluating cardiac function changes after PCI were reviewed in this article.

[**Keywords**] coronary diseases；percutaneous coronary intervention；ultrasonography
DOI：10.13929/j.issn.1003-3289.2020.01.001

对经皮冠状动脉介入术后超声观察心功能变化研究现状与进展

穆玉明*，卢寒冰
(新疆医科大学第一附属医院心脏超声诊断科，新疆 乌鲁木齐　830011)

[**摘　要**] 随着社会结构向老龄化转变，心血管疾病发病率逐渐攀升。及时采用经皮冠状动脉介入(PCI)是治疗急性冠脉综合征(ACS)和改善预后的重要手段。超声成像技术对评价 ACS 患者缺血心肌及心功能改变情况具有突出优势，对判断病情发展与预后有重要意义。本文对超声技术评估 PCI 术后心功能变化研究现状及进展进行综述。

[**关键词**] 冠状动脉疾病；经皮冠状动脉介入治疗；超声检查
[**中图分类号**] R54；R445.1　[**文献标识码**] A　[**文章编号**] 1003-3289(2020)01-0002-04

经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention，PCI)是目前治疗急性冠脉综合征(acute coronary syndrome，ACS)的重要手段，可明显改善缺血节段心肌血液灌注，恢复心肌运动与功能[1]；由于可能存在缺血再灌注损伤，术后定期评估缺血心肌恢复情况十分必要[2]。超声心动图无创、简便、可重复性强，在诊断冠心病及 PCI 术后患者心功能评估中具有重要作用。本文对超声评估 PCI 术后心功能变化研究现状及进展进行综述。

1　实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography，RT-3DE)

RT-3DE 可在二维超声心动图基础上，通过获取心脏多个角度的二维平面图后进行三维重建，并由此测量多种心功能参数[3]如心室整体容积、各节段容积和射血分数等，更加准确地分析 PCI 术前及术后心脏的形态及功能学状态。既往研究[4]证实 RT-3DE 测

[**第一作者**] 穆玉明(1963—)，男(回族)，新疆奇台人，博士，主任医师、教授。研究方向：心血管超声。
[**通信作者**] 穆玉明，新疆医科大学第一附属医院心脏超声诊断科，830011。E-mail：mym1234@126.com
[**收稿日期**] 2019-09-08　[**修回日期**] 2019-12-23

值更接近金标准 MRI，提示相较于常规二维超声心动图，RT-3DE 评价心脏结构更加准确；其所测量的三维球形指数可准确反映 ACS 患者术前左心室形态，对急性心肌梗死（acute myocardial infarction，AMI）后左心室重构程度具有较高预测价值，可作为判断 PCI 疗效的有力指标。在评价 PCI 术前及术后左心室心肌整体及局部功能方面，RT-3DE 可以通过分析容积-时间曲线、射血分数、重构指数、整体峰值射血率及充盈率等指标反映心肌收缩功能及心脏重构程度[5]，为临床了解病变区域的心肌病理生理变化提供多层次信息，在判断 PCI 疗效及术后预后方面发挥着难以替代的作用。

应用 RT-3DE 技术评估 PCI 术后患者心肌情况也存在一些局限性，如使用条件限制较多、探测视野比较局限易造成漏诊等。但随着超声技术和计算机处理能力的进一步发展，以及其在图像分辨力、图像处理和重建时间方面的继续优化，RT-3DE 对于评价 PCI 术后患者心脏结构及功能方面的作用不容小觑。

2　斑点追踪成像（speckle tracking imaging，STI）

STI 技术包括二维及三维 STI，2D-STI 是从室壁二维图像中选择感兴趣区，根据心动周期及组织灰阶，对心肌回声斑点的运动轨迹自动逐帧进行追踪，3D-STI 在 2D-STI 的基础上，结合三维超声心动图技术的优势，克服了二维平面上应用 STI 技术的局限，以三维空间为切入点逐帧追踪声学斑点，可从力学角度更准确地评价心肌情况。通过分析节段性室壁运动、心室旋转角度和速度等参数，STI 技术可以定性、定量评估心肌运动及功能改变[6]。2D-STI 可通过测量心肌整体纵向、径向、圆周应变能力等判断心肌运动情况，反映冠心病患者 PCI 术后左心室收缩功能改善，预测 AMI 后左心室重构程度[7]。薛莉等[8]采用 STI 对比冠心病患者 PCI 术前、术后心功能，发现术前患者左心室运动常呈不同程度减退，PCI 术后 1 周左心室收缩期峰值应变及应变率均较术前改善，术后 3 个月随访显示绝大多数缺血心肌节段的局部收缩与舒张功能均得到显著改善，提示 STI 可准确反映各缺血节段心肌改善情况。3D-STI 在 2D-STI 基础上增加了面积应变这一新参数，结合了纵向和轴向变形信息，主要反映心内膜表面在左心室进行舒张及收缩运动时产生的形变，对心内膜改变及心肌缺血十分敏感，在判断 PCI 治疗前后梗死心肌的运动及功能变化方面具明显优势[9]。此外，3D-STI 在反映心肌微血管阻塞程度方面也具有一定优势。AKINORI 等[10]的研究结果表明，以 3D-STI 测得的三维轴向应变和面积应变率与心脏 MRI 测定的微血管阻塞程度存在显著相关，提示 3D-STI 可为心肌梗死透壁程度与微血管阻塞程度提供有效信息。

应用 STI 技术评价 PCI 术后心功能变化具有以下优势：①可实时、直观反映室壁运动，通过定量分析心肌应变，为评价 PCI 治疗冠心病疗效及患者预后提供有价值信息；②操作无创，患者接受度及配合度较好。局限性：STI 对患者自身条件及数据采集的要求较高，采像扇角偏小，需要提高时间帧频，对时间及空间的分辨率要求较高等，仍需进一步完善技术，并对操作手法加以规范化。

3　速度向量成像（velocity vector imaging，VVI）

VVI 技术是将斑点追踪和心内膜边界描记相结合的新技术[11]，以向量方式显示活动方向、速度、距离以及时相等心肌组织结构的多种参数，在多个平面量化分析心肌组织的结构和力学特征，可为临床判断 PCI 术后心肌组织改善情况提供有力参考依据。研究[12]证实，VVI 技术可通过定量分析多个力学参数，如心肌形变能力及形变速率等，全面评价左心室局部与整体心肌力学改变。VVI 测得的心室收缩期纵向峰值速度可用于术前评估冠状动脉狭窄或堵塞所致室壁节段收缩功能改变[13]，与 PCI 术后心室收缩期纵向峰值速度进行比较后，可评价介入治疗对解除冠状动脉狭窄、恢复心肌血液灌注及改善心功能的效果。但 AMI 患者心肌变形实际为三维复杂空间的形态改变，VVI 技术在测量过程中可能无法追踪运动至观察平面之外的心肌斑点，造成不可控的测量误差，对评判疗效产生一些影响。

4　血流向量成像（vector flow mapping，VFM）

VFM 技术不仅可直观清晰显示心腔血流场动态变化，还能定量、实时、较准确地测量血流状态，为评价心腔内血流状态复杂的动力学改变提供新的诊断视角。研究[14]发现，VFM 可显示 AMI 患者术前各时相左心腔内涡流的多种特征发生不同程度改变，以及与局部心肌梗死区域相关的血液动力学紊乱和心室排血时间延长。PCI 术后，VFM 可通过分析血流速度信息、涡流相关参数、左心室舒张期容积及腔内各个节段的舒张期反向对流量等指标变化，从侧面反映 PCI 术后冠状动脉再通、心肌血液灌注恢复及心肌运动改善等情况。

然而 VFM 同样存在无法回避的局限。运动中的心脏房、室腔存在高速血流信号，可能出现混合重叠现

象，导致血流速度信息的丢失，而部分低速血流信号又很难清晰地显示，导致 VFM 技术评估心腔内复杂流体力学改变存在一定误差，如高速分流、低速血流。

5　组织多普勒显像（tissue Doppler imaging，TDI）

TDI 技术的基本原理是将彩色多普勒血流用于心肌显像，可观察低速运动的心肌组织，通过测定心动周期中的心肌运动速度来判断心功能水平。TDI 技术通过获得运动心肌组织多普勒信号，反映多个关于心肌运动的信息，如速度、方向、位移等，定性、定量分析节段性室壁运动情况等。此外，TDI 还具有受肺气干扰小的优势，对室壁节段运动显示更加清晰，已成为研究冠心病节段性室壁运动减低及障碍的常用方法，如通过定量分析心肌运动情况，可评价 PCI 术后心脏整体舒张及收缩功能、节段性室壁运动情况、检测存活心肌，以评价 PCI 术后梗死心肌预后[15]。相较于常规超声心动图，TDI 对存活心肌的敏感性更加优越。研究[16]表明，将 TDI 技术与多巴酚丁胺负荷试验相结合，通过 TDI 测定心内、外膜心肌的跨壁速度梯度，可定量评价心肌缺血和存活情况，预测可逆性心功能不全，并从坏死节段中区别出存活心肌，定量评估 PCI 术前情况与术后疗效。

但其局限性与彩色多普勒技术相似，因超声束与心肌运动方向之间的夹角对 TDI 技术的影响也十分显著，故对心肌侧壁显像有一定误差，可在一定程度上影响其评价效果。

6　解剖 M 型超声心动图（anatomic M-mode echocardiography，AMME）

AMME 是基于 M 型超声心动图的对室壁运动进行实时超声成像分析的新方法，相对于传统心脏 M 型超声，具有准确性高、取样灵活、实时追踪更新、可重复性好等优势，既能对所有心室节段心肌完成测量，还可对室壁收缩运动进行密切观察，可同时测量 3 条取样线，能高效准确评价室壁运动节段性运动异常，对发现心肌间运动的差异有一定帮助，可在判断冠心病患者的节段性心肌缺血或梗死程度上发挥积极作用，也对 PCI 术后患者心肌形态及运动功能恢复的判断具有重要价值。研究[17]发现，AMME 技术可测量室壁搏幅及室壁增厚率，可作为判断室壁运动异常的一个量化评判指标。

但 AMI 患者常伴左心室形态改变，在异常左心室形态基础上的 AMME 测值可能存在误差，需要联合应用多种超声心动图测量技术，以提高比较心肌梗死患者 PCI 术前术后各项指标的准确性。

7　心肌声学造影（myocardial contrast echocardiography，MCE）

MCE 是将超声造影剂（ultrasound contrast agent，UCA）通过静脉团注入血液，以显示微循环的心肌灌注情况。UCA 在经过目标成像部位时，声波作用于 UCA，由于气-液相界面散射能力很强，接收回波信号成像，可极大地增强信噪比，提高目标区域的图像对比度[18]。MCE 技术在诊断冠心病、识别早期心梗、评价冠脉侧支循环、评估 AMI 相关并发症方面均有一定优势，评价 AMI 患者 PCI 术后心肌血流再灌注疗效也有突出表现[19]。研究[20]显示，AMI 患者 PCI 术前因冠脉急性闭塞，导致微循环水平心肌灌注（myocardial perfusion，MP）急剧减少而相继出现各种临床指标异常，故通过 MCE 技术评估 MP 水平，有可能在极早期对 AMI 患者病情程度进行判断。MCE 可有效反映 AMI 患者梗死范围及程度[21]，其结果与心脏 MR 及 SPECT 结果有较高的一致性，可对 PCI 术后 AMI 患者的血运重建程度、心肌再灌注情况及患者预后等不同方面进行有效评估。

目前对于 PCI 术后 ACS 患者使用 MCE 技术判断心功能尚面临较多局限性，如造影剂代谢速度过快，显影时间不足，以及采用声学造影剂虽可使局部心肌回声增强，但同时会产生明显的后方声影，以掩盖部分结构的显示，易导致误判结果；降低造影剂用量虽然可以在一定程度上减少后方声影对图像显示的影响，但心肌对比显示效果也将被明显减弱。

综上所述，各项超声技术均有其优势，也存在其局限性。临床应用中，超声医师可将多种超声技术充分结合，以完全发挥和利用每种技术的优势，从而为临床决策提供更加全面、准确、详实的信息。在改善测量误差及优化自身诊断技术的同时，结合多种超声技术可增加对正常及异常心脏形态、功能和血流动力学的理解，为心血管疾病的诊断、治疗及预后判断提供更可靠的证据。

［参考文献］

［1］ PAGE B J，BANAS M D，SUZUKI G，et al. Revascularization of chronic hibernating myocardium stimulates myocyte proliferation and partially reverses chronic adaptations to ischemia［J］. J Am Coll Cardiol，2015，65(7)：684-697.

［2］ GRINES C L，HARJAI K J，SCHREIBER T L. Percutaneous coronary intervention：2015 in review［J］. J Intervent Cardiol，2016，29(1)：11-26.

[3] ORVALHO J S. Real-time three-dimensional echocardiography: From diagnosis to intervention[J]. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 2017,47(5):1005-1019.

[4] AURICH M, ANDRÉ F, FLORIAN M, et al. Assessment of left ventricular volumes with echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging: Real-life evaluation of standard versus new semiautomatic methods[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014,27(10):1017-1024.

[5] 黄佳,唐惠芳,李柳军,等.RT-3DE 定量评价心梗患者 PCI 术前后左室功能的变化[J].中南医学科学杂志,2019,47(1):15-19.

[6] MELE D, TREVISAN F, D'ANDREA A, et al. Speckle tracking echocardiography in non-ST-segment elevation acute coronary syndromes[J]. Curr Probl Cardiol, 2019, pii: S0146-2806(19)30038-6.

[7] AWADALLA H, SALEH M A, ABDEL KADER M, et al. Left ventricular torsion assessed by two-dimensional echocardiography speckle tracking as a predictor of left ventricular remodeling and short - term outcome following primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction: A single-center experience[J]. Echocardiography, 2017,34(8):1159-1169.

[8] 薛莉,王翠翠,杨先,等.超声斑点追踪成像技术评价冠心病患者 PCI 术前后左室心肌力学改变的临床研究[C].北京:中华医学会.中华医学会第十五次全国超声医学学术会议论文集,2015:1097-1097.

[9] 马云霞,穆玉明.超声、磁共振及核素显像评估心肌再灌注后不同时期心功能的研究进展[J].中国医药导报,2017,14(36):47-51.

[10] AKINORI S, YOSHIHIRO S, TOMOKO I, et al. Value of 3-dimensional speckle tracking echocardiography in the prediction of microvascular obstruction and left ventricular remodeling in patients with st-elevation myocardial infarction[J]. Circ J, 2017,81(3):353-360.

[12] 周红,王吴刚,王志斌.超声心动图评价左心房容积与功能研究进展[J].中国医学影像技术,2019,35(9):1418-1421.

[12] 杨祖荣,周启昌,方臻飞,等.前壁急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗术后左心室整体应变演变的临床价值[J].中南大学学报(医学版),2017,42(1):41-48.

[13] 张慷,谢君.速度向量成像定量评价单支血管病变冠心病患者左室收缩功能的价值探讨[J].临床超声医学杂志,2018,20(5):24-27.

[14] 杨艳.血流向量成像技术评价心肌病及冠心病左室功能的临床研究[D].西安:第四军医大学,2017:48-55.

[15] 刘丽丽.组织多普勒超声显像评价室壁运动与心功能的新进展[J].医学信息,2017,30(15):27-29.

[16] 毛萍,周李涛,徐晨凯,等.药物负荷超声心动图组织多普勒评价心肌缺血研究[J].心电与循环,2018,37(2):90-95.

[17] 陈薇,林萃灵,段玲.解剖 M 型超声心动图在冠心病节段性室壁运动异常检测中的应用[J].齐齐哈尔医学院学报,2016,37(23):2901-2902.

[18] KAROGIANNIS N, SENIOR R. Contrast echocardiography for detection of myocardial perfusion abnormalities[J]. Herz, 2017, 42(3):1-8.

[19] YANG L, XIA C, MU Y, et al. Prognostic value of real time myocardial contrast echocardiography after percutaneous coronary intervention[J]. Echocardiography, 2016, 33(3):421-430.

[20] SUN L, WANG Z, XU T, et al. The value of real-time myocardial contrast echocardiography for detecting coronary microcirculation function in coronary artery disease patients[J]. Anatol J Cardiol, 2018,19(1):27-33.

[21] PATHAN F, MARWICK T H. Myocardial perfusion imaging using contrast echocardiography[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2015, 57(6):632-649.

2019 版中国科技期刊引证报告相关数据
——《中国医学影像技术》

由中国科学技术信息研究所主持的“2018 中国科技论文统计结果发布会”于 2019 年 11 月 19 日在北京国际会议中心举行。《中国医学影像技术》杂志在《2019 版中国科技期刊引证报告》(核心版)的相关数据为:

1　文献来源量:404 篇;

2　基金论文比:0.47;

3　核心总被引频次:3265;

4　核心影响因子:1.058;

5　学科扩散指标:18.95;

6　学科影响指标:1.00;

7　综合评价总分:69.4。