

Application and Progress of Three-dimensional Echocardiography in the Diagnosis of Coronary Atherosclerotic Heart Disease

Meng Zhang

Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract

In the diagnosis of coronary atherosclerotic heart disease (CAD), common assessment tools include echocardiography, CT, MRI, coronary angiography, and myocardial scintigraphy. Among them, echocardiography with the advantages of non-invasive, non-radioactive, real-time dynamic, economical convenience, etc. is more commonly used, while CT, MRI and coronary angiography have the disadvantages of radioactivity, high price, long examination time, and many contraindications. The application is limited in many ways. Conventional two-dimensional echocardiography (two-dimensional echocardiography, 2-DE) has a high penetration rate in clinical practice, but there are still shortcomings, such as: geometric assumptions, single section, etc. Today, three-dimensional echocardiography (3-DE) continues to develop, and has completed a breakthrough from static to dynamic to real-time. Next, this article will review the application and progress of 3-DE in the diagnosis of CAD.

Keywords

three-dimensional echocardiography; real-time; coronary atherosclerotic heart disease

三维超声心动图诊断冠状动脉粥样硬化性心脏病的应用与进展

张萌

承德医学院附属医院超声科, 中国·河北承德 067000

摘要

在冠状动脉粥样硬化性心脏病 (coronary heart atherosclerotic disease, CAD) 的诊断过程中, 常见评估工具有超声心动图、CT、核磁共振、冠状动脉造影、心肌核素显像等。其中, 具有无创性、无放射性、实时动态、经济便民等优点的超声心动图较为常用, 具有放射性、价格高、检查时间长、禁忌症多等缺点的CT、核磁共振、冠状动脉造影在临床上的应用受多方面限制。常规的二维超声心动图 (two-dimensional echocardiography, 2-DE) 在临床实践中普及率高, 但仍有不足之处, 如几何学假设、切面单一等。如今, 三维超声心动图 (three-dimensional echocardiography, 3-DE) 不断发展, 已经完成由静态向动态再到实时的突破。接下来论文将综述3-DE在诊断CAD上的应用与进展。

关键词

三维超声心动图; 实时; 冠状动脉粥样硬化性心脏病

1 引言

诊断 CAD 的金标准为冠状动脉造影检查, 如果冠状动脉血管狭窄率超过 50%, 就可以确诊为冠心病。然而由于冠状动脉造影是一种侵入性检查且价格较高, 不适合应用于 CAD 特别是慢性冠脉疾病的早期诊断^[1]。近年来, 超声心动图技术不断迅速发展, 在各类缺血性心脏病中的应用价值越来越高。二维超声心动图中的多普勒技术、M型超声技术、斑点追踪技术在 CAD 的诊断中发挥着重要作用。新出现的

三维超声心动图技术能够在不对心腔进行几何假设的基础上显示心脏腔室的立体形态, 不会被心腔的不规则形态所影响, 比二维超声心动图更准确。此外, 它还可以动态、实时、定量地采集患者心脏的结构、功能信息, 可以更好地准确诊断 CAD。论文将三维超声心动图在 CAD 的早期诊断中的应用按照 CAD 的不同亚型依次进行叙述, 以为三维超声心动图的进一步研究提供可靠依据。

2 慢性冠脉疾病

慢性冠脉疾病也叫慢性心肌缺血综合征 (chronic myocardial ischemia syndrome, CIS), 指病情相对稳定的冠心病, 此时虽然心肌已经缺血, 但机体仍然可以代偿, 所以

【作者简介】张萌 (1999-), 女, 中国山东济宁人, 硕士, 从事超声医学在临床诊疗中的创新应用研究。

心绞痛的症状不常显现, 只会在活动或情绪激动的情况下出现。它包括稳定型心绞痛 (stable angina pectoris, SAP)、缺血性心肌病 (ischemic cardiomyopathy, ICM) 和隐匿性冠心病 (latent coronary heart disease, LCHD)。CIS 的症状多表现为易于缓解的心绞痛或无症状, 其超声表现为室壁运动异常、房室大小或形态的改变、心功能减低。

CAD 的“缺血瀑布”反应, 即冠状动脉狭窄引起的一系列级联反应, 证明当冠状动脉有狭窄改变时, 所对应的供血心室壁会出现节段性室壁运动异常 (regional wall motion abnormality, RWMA) 改变、心肌的代谢改变, 且较心电图 ST-T 段改变出现早^[2]。而 RWMA 源于心肌缺血, 故 RWMA 是早期诊断心肌缺血的敏感且特异的指标。Qi 等^[3]利用 Kappa 检验对比冠状动脉造影和超声心动图对疑似 CAD 患者 RWMA 的检出率, 发现二者差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 这说明超声心动图和冠状动脉造影在评估 CAD 患者的 RWMA 上拥有较好的一致性。2-DE 需要检查者肉眼观察左室短轴切面上的室壁运动是否协调一致, 这可能会增加漏诊率, 因为正常心肌牵拉缺血心肌会造成整体运动幅度正常甚至升高, 导致肉眼观察到的室壁运动没有异常改变。2-DE 中的 M 型超声技术通过一条取样线测量左心室容积和左室射血分数, 它的前提是假设左心室为椭圆形且左心室各室壁运动幅度相同。当取样线恰好未经过缺血室壁时, 射血分数会被高估; 当缺血室壁节段较局限时, 射血分数会被低估; 当左心室形状不规则, 测量参数会产生较大误差。而 3-DE 与冠状动脉造影在诊断 CAD 上拥有理想的一致性, 这是因为 3-DE 可以自动合成左室立体结构, 且能够在心脏的不同角度冻结从而抓捕到心脏任意感兴趣部位的图像, 监测心室不同节段在不同时刻的容积变化并绘制出时间-容积曲线, 弥补了 M 型超声的缺陷; 可以清晰地观察具体位置、具体大小的室壁运动异常, 记录任意时间不同节段的室壁运动幅度, 这有利于检测左室各个部位的变化并早期发现左室的具体缺血节段、计算左室容积、左室射血分数等参数, 弥补了 2-DE 需要肉眼观察的缺陷^[4,5]。

慢性心肌缺血导致心肌细胞肥大、间质纤维增生, 从而引起左室壁增厚、左室心肌质量 (Left ventricular myocardial mass, LVM) 增加。心肌细胞功能不良, 进而导致心肌收缩功能降低, 左室前负荷增加、左室扩张, 左室舒张末期容积 (Left ventricular end diastolic volume, LVEDV) 和左室收缩末期容积 (Left ventricular end systolic volume, LVESV) 增加。3-DE 通过勾勒左室内膜, 可全容积采集心脏的三维图像, 其测量的左室重构指数 (Left ventricular remodeling index, LVRI) 可重复性较 2-DE 好, LVRI 将 LVEDV 和 LVM 联合起来, 能反应 CAD 患者冠状动脉的堵塞程度^[6]。此外, 采用三维超声全自动定量技术局部修正模式所测得的左室容积指标如 LVEDV、LVESV 等也可以预测冠状动脉狭窄程度^[7]。

随着冠状动脉堵塞程度加重, 左室射血分数不断减小, 传统三维超声心动图测量左室射血分数需要手动勾勒心内膜, 不仅十分耗时, 且人为干预因素较大^[8]。Wu^[7]利用三维超声全自动定量技术结合手动修正心内膜勾勒不佳区域所测得的左室射血分数与人工三维超声心动图测得结果一致性好, 且具有耗时短、人为干预因素小、更易于年轻医生学习的优势。左室扭转运动是左室发挥收缩泵血功能的主要机械运动, 测量扭转运动的参数敏感于左室射血分数等传统左室功能参数^[9]。心肌缺血大大影响了左室扭转运动, 导致左室整体扭转角度峰值、峰值时间下降明显, 故全容积 3-DE 可通过检测左室整体扭转角度峰值和峰值时间来评估左室收缩功能^[6]。CIS 的症状和超声特征常常需要心脏负荷试验来诱发, 常用运动平板试验, 然而约 20%~30% 的人不能承受运动负荷, 故药物负荷试验出现了, 如多巴酚丁胺负荷试验, 实时 3-DE 联合多巴酚丁胺负荷试验在早期诊断 CIS 方面有光明的应用前景, 实时 3-DE 可同时记录负荷前、负荷中以及负荷后左室三维动态的变化过程, 可以精确检测出心肌是否缺血^[10]。

可以看出, 3-DE 对 CIS 的早期诊断很有优势, 可以在临床医生发现心电图异常之前捕捉到心室缺血, 值得更进一步研究。

3 急性冠状动脉综合征

急性冠状动脉综合征 (acute coronary syndrome, ACS) 是指冠状动脉内不稳定的粥样斑块破裂或糜烂引起血栓形成所导致的心脏急性缺血综合症。ACS 包括 ST 段抬高型心肌梗死 (ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)、非 ST 段抬高型心肌梗死 (non-ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI) 和不稳定型心绞痛 (unstable angina pectoris, UAP)。检查心肌梗死的项目多种多样, 包括心电图、血清心肌梗死标志物、超声心动图、典型症状等等, 其中超声心动图给予了简便、客观且真实的可靠证据, 特别是 3-DE 可以直观、快速地定位梗死节段, 应在临床工作中广泛应用。

实时 3-DE 将左室分为 17 个立体的节段并生成 17 个节段的容积-时间曲线, 同时还自动产生左室各节段或整体的容积、功能参数, 对心肌梗死的准确定位十分重要^[11]。Han 等^[11]利用实时 3-DE 算出心室梗死节段的平均运动幅度 (EA)、舒张末期容积 (sEDV), 并利用它们的 ROC 曲线下面积来预测梗死节段对应冠状动脉分支的狭窄程度。Dinesh 等^[12]利用 3-DE 测得左右室射血分数, 这对 CAD 尤其是发生心肌梗死的患者的治疗和预后来说是关键预测参数。同样的超声心动图参数, 3-DE 较 2-DE 测量更准确, 与心肌受损的真实情况更加接近。近年来, 斑点追踪技术发展迅猛, 它是基于心肌和超声波之间的交互作用, 通过识别心肌的位移来计算应变参数的新技术^[13]。二维斑点追踪技

术可以计算纵向、径向及圆周应变,纵向应变是在心脏长轴方向上观察心肌相对于心尖的纵向位移,径向及圆周应变是在心脏短轴方向上观察,前者是心肌薄厚程度的位移,后者是心肌顺时针或逆时针的位移^[14]。三维斑点追踪技术由三维成像技术和二维斑点追踪技术相结合,它可以在三维立体空间里识别心肌的移动,摆脱了二维斑点追踪技术局限在二维平面内追踪心肌位移的缺点^[15]。此外,三维斑点追踪技术的运行时间较二维更短,所需切面更少,这意味着它能更快速、简洁地识别心肌斑点的运动。既往研究表明,CAD患者与健康人相比,在体重、身高、性别、血压、吸烟史、饮酒史、血脂水平和糖尿病史等常见并发症方面没有显著差异,而在三维斑点追踪技术测量的左心室整体径向应变(GRS)、左心室整体纵向应变(GLS)、左心室整体面积应变(GAS)和左心室整体环向应变(GCS)等参数上有显著差异。3-DE测得的全局峰值纵向应变的绝对值与NSTEMI患者冠状动脉的病变复杂性呈显著相关,是NSTEMI患者的独立危险因素。发生心肌梗死时,研究者们大部分关注的都是左心,然而右心和左心功能在预测疾病发展过程方面有基本一致的敏感性,故右心功能的检测同样很重要。

当下诊断右心室梗死的主要手段为临床症状与心电图,临床症状为心动过缓和低血压,心电图表现为胸导联V3R-V5R的ST段改变,然而这些方法对诊断右室梗死的特异性与敏感性均不强。Zheng等证明实时3-DE特别适用于心室不规则的患者,而右心室结构复杂、肌小梁丰富的特点导致了它的形态不规则,故可以推测出3-DE诊断患者右室梗死或心肌梗死后室壁变薄、膨出或矛盾运动的价值较大。2-DE评估右室功能的常用参数为TAPSE和RVFAC,且需要在右室收缩功能协调的前提下测量,而心肌梗死患者存在室壁收缩运动障碍,故2-DE不能为右室心肌梗死提供准确信息。相比之下,实时3-DE诊断右室心肌梗死的ROC曲线下面积为0.898,特异性为85.0%,敏感性为87.9%,其检测的右室射血分数对评估心肌梗死后的右室功能提供了可靠依据。

综上所述,3-DE在CAD各亚型的诊断上均具有较强优势,超声医师和临床医师应对其予以重视,提高3-DE的利用率。

参考文献

- [1] Nimao Wu, Jianli Ren. Application progress of real-time three-dimensional echocardiography in evaluation of coronary heart atherosclerotic disease[J]. Journal of Clinical Ultrasound Medicine,2021,23(3):216-219.
- [2] Chuangye Lyu. Diagnostic Value of Adenosine Stress Myocardial Contrast Echocardiography in Chronic Coronary Syndrome[D]. Southern Medical University,2020.
- [3] Fengjiao Qi, Hongfong Ma. Value of echocardiography in diagnosis of segmental wall motion abnormalities in coronary heart disease[J]. Medical Journal of Chinese People's Health,2022,34(12):139-141.
- [4] Ming'e Hou. Application of Three-dimensional Echocardiography in the Diagnosis of Coronary Heart Disease[J]. Heilongjiang Medical Journal,2021,45(7):766-767+769.
- [5] 代燕燕,王福华,郭靖涛,等.128层螺旋CT与三维超声心动图诊断冠心病价值比较[J].临床军医杂志,2019,47(3):290-291.
- [6] Shuang Zhang. Evaluation of Left Ventricular Structure and Systolic Function in Patients with Coronary Heart Disease by Full Volume Three-dimensional Echocardiography[J]. Jinzhou Medical University,2020,41(1):83-85.
- [7] Nimao Wu, Clinical Study of Three-Dimensional Echocardiographic Automated Quantitative Technology For Evaluating Left Heart Chamber Volumes and Function in Patients With Coronary Atherosclerotic Heart Disease[D]. Chongqing Medical University,2021.
- [8] Yuancheng Chen. Comparative study of the left ventricular volume by three-dimensional HeartModel full-automatic quantitative with cardiac magnetic resonance[D]. Fujian Medical University,2020.
- [9] Hebin Zhang, Feng Gao, ZheFeng Zheng, et al. Characteristics of left ventricular rotation and twist and their correlation with myocardial perfusion in patients with coronary slow flow[J]. Chin J Med Ultrasound(Electronic Edition),2020,17(4):320-326.
- [10] 朱长玉,张振东,过姿芳,多巴酚丁胺负荷实时三维及二维超声试验对冠心病的诊断价值[J].现代实用医学,2018,30(1):25-27+141.
- [11] 韩立菊,常琳,周长钰.实时三维超声检测心肌节段参数评价冠状动脉狭窄程度[J].临床荟萃,2014,29(12):1326-1329.
- [12] Selvakumar D, Brown P, Geenty P, et al. Comparative Assessments of Left and Right Ventricular Function by Two-Dimensional, Contrast Enhanced and Three-Dimensional Echocardiography with Gated Heart Pool Scans in Patients Following Myocardial Infarction[J]. Am J Cardiol, 2020,1(134):14-23.
- [13] Liu R, Xu L A, Zhao Z, et al. Application of two-dimensional speckle-tracking echocardiography in radiotherapy-related cardiac systolic dysfunction and analysis of its risk factors: a prospective cohort study[J]. BMC cardiovascular disorders,2024(1):328.
- [14] Di Lisi D, Madaudo C, Ortello A, et al. Assessment of cancer therapy-related cardiac dysfunction in breast cancer women using a new speckle tracking echocardiography index: The GAVS[J]. Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.),2021,41(8):e15881.
- [15] MacIver D H, Zhang H, Johnson C, et al. Global longitudinal active strain energy density (GLASED): age and sex differences between young and veteran athletes[J]. Echo research and practice,2011(1):17.