

皮肤炎左心室损伤的超声心动图评价与临床应用进展

朱慧琴¹, 游宇光^{2*}

¹赣南医科大学第一临床医学院, 江西 赣州

²赣南医科大学第一附属医院超声医学科, 江西 赣州

收稿日期: 2026年5月23日; 录用日期: 2026年6月17日; 发布日期: 2026年6月24日

摘要

皮肤炎(DM)是一种以横纹肌非化脓性炎症、特征性皮肤损害为核心表现的系统性自身免疫病,心脏是其重要的沉默受累器官,左心室损伤是DM心脏损害的主要类型,也是影响患者预后的关键因素。超声心动图凭借无创、可重复、实时成像的优势,成为DM左心室损伤筛查、评估与随访的关键手段。本文系统梳理DM心脏损害的类型与病理机制,阐述常规超声心动图(经胸超声、M型/二维超声、组织多普勒成像)对DM左心室结构与功能的评估价值,重点分析斑点追踪成像、无创心肌做功等超声新技术在DM亚临床左心室损伤、心肌力学及做功效率评价中的应用进展,对比不同技术的优势与局限,展望超声心动图在DM左心室损伤精准评估中的发展方向,为临床早期识别、分层管理DM心脏受累提供参考。

关键词

皮肤炎, 超声心动图, 左心室功能, 斑点追踪, 心肌应变

Progress on Assessment and Clinical Application of Left Ventricular Injury in Dermatomyositis by Echocardiography

Huiqin Zhu¹, Yuguang You^{2*}

¹First Clinical Medical College, Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

²Department of Ultrasound Medicine, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: May 23, 2026; accepted: June 17, 2026; published: June 24, 2026

*通讯作者。

文章引用: 朱慧琴, 游宇光. 皮肤炎左心室损伤的超声心动图评价与临床应用进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(6): 1694-1702. DOI: 10.12677/acm.2026.1662385

Abstract

Dermatomyositis (DM) is a systemic autoimmune disease characterized by non-suppurative inflammation of striated muscles and characteristic skin lesions. The heart is an important silent target organ of DM, and left ventricular injury is the main type of cardiac damage in DM, which is also a key factor affecting the prognosis of patients. Echocardiography has become the core method for screening, evaluation and follow-up of left ventricular injury in DM due to its advantages of non-invasiveness, repeatability and real-time imaging. This paper systematically sorts out the types and pathological mechanisms of cardiac damage in DM, expounds the evaluation value of conventional echocardiography (transthoracic echocardiography, M-mode/two-dimensional echocardiography, tissue Doppler imaging) on the structure and function of left ventricle in DM, focuses on analyzing the application progress of new ultrasound technologies such as speckle tracking imaging and non-invasive myocardial work in the evaluation of subclinical left ventricular injury, myocardial mechanics and work efficiency in DM, compares the advantages and limitations of different technologies, and looks forward to the development direction of echocardiography in the accurate evaluation of left ventricular injury in DM, so as to provide a reference for clinical early identification and stratified management of cardiac involvement in DM.

Keywords

Dermatomyositis, Echocardiography, Left Ventricular Function, Spot Tracking, Myocardial Strain

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

皮肤炎(Dermatomyositis, DM)是属于自身免疫性炎性疾病,以皮肤特征性损害伴多系统受累为典型临床表现,其病理进程可累及骨骼肌系统、关节结构及多脏器功能单位[1]。在特发性炎性肌病(Idiopathic inflammatory myopathy, IIM)的亚型中,DM不仅是最常见的类型,同时也是心血管不良事件风险显著升高的群体[2]。DM的流行病学数据显示,其患病率在不同人群中存在显著差异,范围通常介于2至22例/10万人口之间[3]-[6]。DM的年龄分布为双峰,影响人群年龄在5~15岁和45~60岁之间[7](多发性肌炎和皮肌炎的心脏受累)。目前,皮肤炎的病因和发病机制尚未完全明确。研究[8]表明,其发生发展涉及易感基因、环境应激源、免疫与非免疫诱发机制以及干扰素通路信号转导异常等多种因素。据报道,DM心脏受累的发生率约为9%~72% [7] [9]。心脏损伤是导致患者死亡的主要原因,但容易被忽略,心脏受累可能导致心肌炎、心包炎、心脏瓣膜病变等,严重影响患者预后[10][11]。心血管死亡最常发生在主要病程平均5年后(多发性肌炎和皮肌炎的心脏受累)。早期DM累及心脏时,出现心脏相关症状表现并不明显,因此,早期筛查和预防DM的心血管危险因素至关重要。超声心动图可多视角实现心脏定性成像,提供包括心脏腔室、瓣叶、心内膜及大血管在内的独特结构信息。以上信息是发现早期心脏改变的可靠依据,该技术已成为评估DM显著心功能异常的常用手段。本文就超声心动图评估DM患者左心室功能损伤进展进行综述。

2. 皮肤炎心脏损害的类型及病理机制

1) DM心脏受累的主要类型

DM 心脏受累具有隐匿性、多样性特征,可累及心脏各个结构,其中左心室损伤是最核心、最常见的类型,也是导致患者心力衰竭、心源性死亡的主要原因[12]。临床与病理研究显示,DM 心脏损害主要分为四类,心肌病变是基础,包括心肌炎、心肌病及心肌纤维化,急性期以心肌细胞水肿、炎性细胞浸润为主[13]。DM 慢性期进展为心肌纤维化与心室重构,约 30%~50%患者存在亚临床心肌损伤,仅不足 10% 出现明显心衰症状[14]。DM 心包受累以少量、无症状心包积液为主,超声表现为心室壁外周无回声区,多数无需干预;少数大量积液可致心包填塞,超声提示右心房/右心室舒张期塌陷、下腔静脉扩张。慢性心包粘连表现为心室壁运动受限、室间隔抖动,需与心肌病变鉴别[15]。DM 瓣膜受累少见,以二尖瓣脱垂、轻度反流最常见,因心肌炎症导致乳头肌水肿、功能失调所致。重度瓣膜病变罕见,多合并其他自身免疫病。超声评估瓣膜形态、反流程度,轻度反流定期随访,中重度反流需联合心内科干预。

2) DM 心脏损害核心机制

DM 左心室损伤的病理机制是自身免疫介导的炎症反应、自身抗体交叉攻击与心肌纤维化重构共同作用的结果,与骨骼肌损伤机制高度同源[16][17]。首先,系统性炎症是核心驱动因素,T 淋巴细胞、巨噬细胞等免疫细胞浸润心肌组织,分泌 IL-1、IL-6、TNF- α 等促炎因子,直接损伤心肌细胞,引发水肿、坏死,同时激活心脏成纤维细胞促进胶原沉积,导致心肌僵硬升高、舒张顺应性下降,为超声检出舒张功能障碍的主要病理原因[18]。其次,DM 患者体内的抗 Jo-1 抗体、抗 Mi-2 抗体等自身抗体,可与心肌细胞表面同源抗原交叉结合,启动补体激活途径,诱导心肌细胞凋亡[19],造成心肌节段性收缩力下降,对应超声可检出局部心肌运动异常。研究显示,特发性炎症性肌病患者左心室舒张功能不全发生率为 76.81%,抗 Jo-1 抗体阳性率为 18.84%。同时抗 Jo-1 抗体阳性患者二尖瓣舒张早期峰值速度值/二尖瓣瓣环舒张早期峰值速度比值较大($P = 0.001$) [20]。多因素分析显示抗 Jo-1 抗体与左心室舒张功能密切相关。此外,免疫复合物沉积于心肌微血管内皮,导致内皮功能障碍、微循环缺血,进一步降低心肌收缩与能量代谢效率,表现为超声检出亚临床收缩功能异常的病理基础。

3. 常规超声心动图评估 DM 左心室结构与功能

3.1. 常规经胸超声心动图(TTE)

常规经胸超声心动图(Transthoracic echocardiography, TTE)凭借其多切面成像能力,能提供高分辨率的左心室结构图像,以此精确量化心腔大小与功能,从而实现定性诊断并排除潜在的左心室病变[21]。用于在常规临床实践中检测多发性肌炎/皮肌炎(PM/DM)患者的心脏功能和结构异常,最常见的发现是舒张功能障碍。由于心肌的持续纤维化转化,舒张功能障碍可能会在病程中恶化,最终导致临床症状性心力衰竭[22]。另外两种常见的超声异常是左心室高动力收缩和二尖瓣脱垂。传统的超声指数很难将心脏受累的 PM/DM 患者与健康对照区分开来,但左心室舒张功能障碍在 DM 患者中较为常见,且与患者年龄和病程相关[23]。Wang 等[24]研究纳入 51 例无临床明显心血管疾病的糖尿病患者和 51 名年龄和性别匹配的健康对照人群,评估无临床明显心血管疾病的 DM 患者的左心室(Left ventricle, LV)舒张功能,并评估 DM 持续时间与左心室舒张功能障碍(Left ventricular diastolic dysfunction, LVDD)之间是否存在关联。对所有患者和对照组进行超声心动图和多普勒研究,以舒张早期血流速度/二尖瓣环舒张早期速度(E/Em)作为舒张功能障碍的标志。结果显示,研究组患者 E/Em 升高比例显著高于对照组(76.5% vs 52.9%; $P < 0.05$),且舒张末期流速(A)、E/A 比值、Em、二尖瓣环舒张末期流速(Em/Am)比值、E/Em 比值和减速时间(DT)均优于对照组(均 $P < 0.05$)。在 A ($r = 0.373, P = 0.007$)、E/A 比值($r = 0.467, P = 0.001$)、Em ($r = 0.474, P < 0.001$)、Em/Am 比值($r = 0.474, P < 0.001$)、E/Em 比值($r = 0.320, P = 0.022$)和 DT ($r = 0.474, P < 0.001$)之间,与疾病持续时间的相关性较弱。在控制年龄、性别和其他因素后,病程与 E/Em 相关($P < 0.05$)。提示在没有明显心血管疾病的糖尿病患者中 LVDD 的发生率较高,跨二尖瓣血流改变与病程相关,反映心肌

纤维化持续进展导致舒张功能进行性下降。

3.2. M型与二维超声

M型超声心动图采用单声束扫描生成心脏结构的一维运动曲线,其评估左心室收缩功能快捷,通常通过测量室间隔与左心室后壁的距离,并代入Teichholtz公式估算左心室射血分数(Left ventricular ejection fraction, LVEF),评估左心室的收缩功能,该方法凭借其极高的时间分辨率,成为常规筛查中的常用手段[25]。二维超声心动图(Two-dimensional echocardiography, 2DE)则采用Simpson法进行测量,其通过计算左心室在舒张末期与收缩末期的容积变化来直接获得LVEF,提供更直接的容积评估[26]。因DM早期心肌损伤以炎性水肿、舒张功能异常为主,心肌整体收缩单位未大量破坏,故无既往心脏病的PM/DM患者左心室收缩功能障碍较少见。Trybuch等[7]的研究提出,不同诊断方法下的PM/DM组和对对照组的LVEF没有差异。再者,LVEF测量值受负荷、心率及主观因素的影响,且仅反映左心室容积变化,无法识别局部心肌收缩力异常,对DM亚临床收缩损伤敏感度不足,且对瓣膜病变评估不够完善。

3.3. 组织多普勒成像(TDI)

组织多普勒成像(Tissue doppler imaging, TDI)通过捕捉低频、高振幅的心肌运动信号,以高空间与时间分辨率直接测量心肌的运动速度与应变率[27]。TDI常规于心尖四腔心切面的二尖瓣瓣环处,获取三个核心指标:收缩期峰值速度(Sm)、舒张早期峰值速度(Em)和舒张晚期峰值速度(Am)。因TDI直接反映心肌本身运动,不受心室容积负荷干扰,可精准捕捉心肌炎性损伤导致的运动速度下降,其中Em/Am受负荷影响小,是评估左心室舒张功能(LVDF)的核心指标,评估效能优于2DE,可独立预测晚期舒张功能不全。此外,TDI在收缩功能评估方面同样重要,Sm值与2DE测得的LVEF具有良好的相关性,使其能够敏感地检测亚临床左心室收缩功能异常[28],为临床提供重要的预后信息。在DM患者心脏受累中应用较少,其中Péter等[29]的研究纳入28例无心血管症状的IIM患者,单独研究具有单相(无复发)/多相(反复发作)疾病模式的患者,并与年龄匹配的健康个体进行比较。诊断后2年,TDI测量证实多相患者存在亚临床RV收缩功能障碍,在单相疾病模式的患者中可以检测到类似但不显著的趋势[FAC: (45.6 ± 1.8)% vs (32.7 ± 1.4)%; TAPSE: (22.7 ± 0.5) mm vs (18.1 ± 0.3) mm; P < 0.05]。与单相患者相比,多相患者在EF [(51.7 ± 0.7)% vs (58.1 ± 0.6)%]、侧s' [(6.4 ± 0.4) cm/s vs (8.6 ± 0.4) cm/s]、左心房[(37.8 ± 0.6) mm vs (33.3 ± 0.8) mm]、FAC [(32.7 ± 1.4)% vs (41.0 ± 1.6)%]和TAPSE [(18.1 ± 0.3) mm vs 26%]方面的结果明显较差(P < 0.05)。提示多相病程的IIM患者在诊断后2年可检测到显著的亚临床心功能不全,可将其识别为高危人群,TDI是检测IIM超声心动图异常的有用方法,是常规超声心动图的补充,并能识别高心脏风险。Lu等[30]的研究表明,与对照组相比,PM/DM患者的Em/Am显著降低,舒张早期峰值传输流速与Em的比率更高,女性、迟发和病程长是预测PM/DM患者左心室舒张功能障碍的3个独立危险因素。此外,特定的超声心动图数据表明舒张功能障碍结果凸显TDI测量在识别PM/DM心脏受累早期迹象方面的重要性,PM/DM是这些疾病的关键预后因素。TDI可弥补常规超声对亚临床损伤评估不足的缺陷,但仅能测量与声束平行的心肌运动,存在角度依赖性,受邻近心肌牵拉干扰且操作耗时。

4. 超声心动图新技术评估DM左心室损伤

4.1. 斑点追踪成像(STI)

4.1.1. 二维斑点追踪(2D-STI)

斑点追踪成像技术(Speckle tracking imaging, STI)是一项通过逐帧追踪心肌声学斑点位移来定量分析心肌运动的技术,无角度依赖性,可量化纵向、径向、圆周应变及心脏同步性,能够克服TDI角度局限

[31]。与 TDI 不同, STI 不受声束角度及心脏整体运动伪影的限制, 因此对早期、细微的心肌功能改变(包括射血分数保留阶段)具有卓越的识别能力[32]。此外, 在 LVEF 的测定上, STI 的准确性可与心脏磁共振这一金标准相媲美。

4.1.2. 三维斑点追踪(3D-STI)

二维斑点追踪成像技术(Two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)通过分析二维平面上的斑点运动, 斑点追踪成像能够实现对亚临床期整体及局部心肌功能障碍的更敏感监测, 其效能优于传统超声技术。Liu 等[13]提出应变分析(尤其是整体纵向应变, Global longitudinal strain, GLS)能够更敏感地检测亚临床心肌功能障碍, 通过区域应变模式可识别基底段心肌相对无力, 通过牛眼图直观显示心肌力学异常。综上所述, 2D-STI 所获得的应变参数不仅是早期识别心功能变化的敏感指标, 也与 DM 患者的预后相关。然而, 该技术存在固有局限性, 首先, 在图像采集时难以同时兼顾高帧率与高分辨率。其次, 2D-STI 基于单平面的分析模式无法捕捉心肌的“平面外”运动, 可能导致对左心室真实结构的扭曲[33]。为克服以上不足, 三维斑点追踪成像作为衍生技术被开发并应用于研究及临床领域。

4.1.3. 两类技术的优势与局限

三维斑点追踪成像技术(Three-dimensional speckle tracking imaging, 3D-STI)是一种基于全容积三维数据的先进超声技术。该技术通过单次心动周期即可实现对左心室各心肌节段运动的全面量化分析, 其核心优势在于从根本上克服 2D-STI 因心脏复杂空间运动所导致的“平面外斑点”丢失现象[34], 从而能够更真实、准确地评估心肌功能。DM 右心室受累与左心室损伤机制同源, 超声指标包括右心室面积变化率(FAC)、右心室游离壁纵向应变(RVFWLS)等。Zhong 等[35]对 60 例左室射血分数正常的 PM/DM 患者和 30 例匹配的健康对照者进行常规超声心动图、三维斑点追踪超声心动图(3D-STI)双心室应变分析和心电图检查。结果显示, 与对照组相比, PM/DM 患者的左心室整体纵向收缩应变和右心室纵向收缩应变显著降低[LVGLS, $(20.3 \pm 2.5)\%$ vs $(23.4 \pm 1.7)\%$; RVLS, $(19.4 \pm 4.2)\%$ vs $(24.8 \pm 2.0)\%$; $P < 0.001$]和更长的 QTc 间期[(421.0 ± 38.4) ms vs (400.6 ± 14.5) ms, $P = 0.001$]。多元回归分析显示, 在病程超过 1 年的 PM/DM 患者中, 肌炎损害指数(MDI)与 LVGLS ($R^2 = 0.44$, $P = 0.002$)和 RVLS ($R^2 = 0.56$, $P < 0.001$)独立相关。在所有 PM/DM 患者汇总数据的多变量分析中, 当 MDI 因遗漏观察而被排除时, 疾病持续时间与更差的 LVGLS 相关($R^2 = 0.24$, $P = 0.002$), 而伴随的间质性肺病与更差的 RVLS 相关($R^2 = 0.30$, $P < 0.001$)。疾病活动评分(肌炎意向治疗活动指数)与 QTc 间期呈弱正相关($r = 0.31$, $P = 0.02$)。且这种力学改变程度与病程持续时间呈显著负相关, 为早期识别亚临床心肌损伤提供客观影像学依据。尽管 3D-STI 融合实时三维超声心动图的优势, 有望为 DM 患者左心室心肌受累的早期临床诊断提供客观的影像学依据, 然而该技术目前存在若干局限性[36]。其主要限制包括对图像帧率与质量要求较高, 在后处理过程中需操作者手动优化感兴趣区轮廓。此外, 该技术目前主要提供峰值应变参数, 其测量结果仍易受心脏负荷状态变化的影响。

4.2. 无创心肌做功(MW)

4.2.1. 压力 - 应变环(PSL)原理与参数

压力 - 应变环(Pressure-strain loop, PSL)是无创心肌做功(Myocardial work, MW)技术的主要原理, 其以左心室收缩压为纵轴、心肌应变为横轴, 通过结合左心室压力与心肌应变数据, 构建心肌收缩过程中的压力 - 应变曲线, 曲线下面积即为心肌做功量, 可直观反映心肌收缩做功的全过程[37]。PSL 的核心评估参数主要包括四类, 各有明确的临床意义。整体心肌做功指数(Global work index, GWI), 反映左心室整体心肌收缩做功总量, 体现心肌收缩的整体能力, 整体有用功(Global constructive work, GCW), 即心肌收缩期的有效做功, 是评估心肌收缩效率的核心指标, 整体无效功(Global wasted work, GWW), 即心肌收缩

期的无效做功, 与心肌缺血、收缩不同步密切相关, 整体做功效率(Global work efficiency, GWE), 计算方式为整体有用功与总做功(有用功 + 无效功)的比值, 直接反映心肌能量利用效率, 是评估心肌功能的关键参数。

4.2.2. 评估心肌做功效率, 校正负荷影响

DM 患者常合并高血压、肺动脉高压等并发症, 前、后负荷的变化会掩盖心肌本身的功能异常, 导致常规超声与 STI 技术评估结果出现偏差, 而 MW 技术可有效校正负荷影响, 精准评估心肌本身的做功能力。MW 通过结合肱动脉血压估算左心室压力, 消除前、后负荷变化对心肌应变的干扰, 能够清晰区分“负荷依赖性”与“心肌本身性”功能异常, 避免将负荷异常导致的功能改变误判为心肌本身损伤[38]。同时, DM 心肌炎症、纤维化会导致心肌能量代谢障碍, 表现为心肌做功效率下降, MW 技术可通过检测整体有用功、整体无效功及整体做功效率, 精准评估心肌能量利用情况, 即使 LVEF 正常, 也可早期识别心肌功能损伤, 为 DM 亚临床心脏受累的诊断提供更可靠的依据。

4.2.3. 临床应用发现与技术局限

MW 技术在 DM 左心室损伤评估中的临床应用虽处于初步阶段, 但已有研究证实其显著价值。Kadoglou 等[39]提到, DM 患者的 GCW、GWE 显著低于健康人群, GWW 显著升高, 且上述参数与患者肌钙蛋白 I、NT-proBNP 水平呈正相关, 可作为评估 DM 心肌损伤严重程度的敏感指标。同时, MW 技术可用于监测 DM 治疗效果, 经免疫抑制治疗后, 患者 GCW、GWE 可逐渐恢复, 提示心肌做功效率改善, 为治疗方案调整提供参考[40]。但该技术仍存在一定局限, 左心室压力估算依赖肱动脉血压, 存在一定误差, 影响评估准确性, 需结合 STI 技术获取心肌应变数据。目前临床研究样本量较小, 缺乏 DM 特异性的参考值范围, 限制其临床普及与应用。

5. DM 患者心脏受累阶梯式超声评估策略

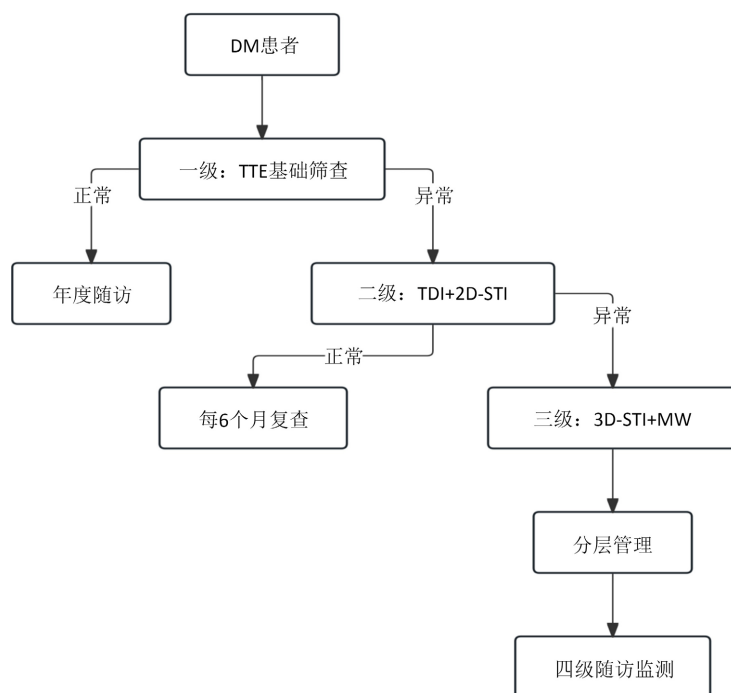


Figure 1. Stepwise assessment flowchart for DM patients

图 1. DM 患者阶梯式评估流程图

为规范 DM 心脏受累的临床筛查与精准评估, 建立从基础到精准的四阶梯超声评估流程(见图 1), 适配临床不同场景, 兼顾实用性与敏感性。

6. 超声心动图与 CMR 等多模态影像对比及临床定位

CMR 为评估心肌水肿、纤维化、炎症负荷的金标准, 可定量 T1/T2 值、细胞外容积(ECV), 识别心肌活动性炎症与陈旧性纤维化。但有禁忌证(起搏器、金属植入物、肾功能不全), 价格高、可重复性差, 不适用于床旁与频繁随访。超声检出异常但病因不明、评估心肌活动性炎症、预后分层。超声心动图具有无创、便携、可重复、床旁可行、价格低, 动态评估心功能、力学、做功效率, 但对心肌组织特征评估有限。可作为 DM 心脏受累首选筛查、全程随访、治疗监测、阶梯式评估手段。临床应用, 超声心动图可适用于全人群筛查、随访、动态监测等场景。CMR 可作为超声异常、评估心肌组织特征、鉴别诊断的补充手段。

7. 小结与展望

DM 左心室损伤具有隐匿性、进展性特点, 早期识别与精准评估是改善患者预后的关键, 超声心动图各类技术在 DM 左心室损伤评估中发挥着不同作用, 相互补充、协同增效。常规超声心动图(TTE、M 型/二维超声)是基础筛查手段, 可评估左心室结构与整体舒缩功能, 但对亚临床损伤敏感度不足。组织多普勒成像(TDI)可早期检测左心室舒张功能异常, 弥补常规超声的部分不足, 但存在角度依赖局限。斑点追踪成像(2D/3D-STI)通过定量心肌应变, 实现亚临床心肌力学损伤的精准评估, 其中 GLS 是关键敏感指标。无创心肌做功(MW)则可校正负荷影响, 评估心肌做功效率, 可为 DM 心肌功能评估提供新维度。未来, 超声心动图的发展将聚焦于多模态融合、人工智能应用、纵向随访研究及精准治疗指导, 不断提升 DM 左心室损伤评估的精准度与效率, 推动 DM 心脏受累临床诊疗水平的进一步提升。

参考文献

- [1] Opinc, A.H., Makowski, M.A., Łukasik, Z.M. and Makowska, J.S. (2021) Cardiovascular Complications in Patients with Idiopathic Inflammatory Myopathies: Does Heart Matter in Idiopathic Inflammatory Myopathies? *Heart Failure Reviews*, **26**, 111-125. <https://doi.org/10.1007/s10741-019-09909-8>
- [2] Yu, L., Sun, J., Sun, J., Li, J., Dong, Y., Zhou, X., *et al.* (2018) Early Detection of Myocardial Involvement by T1 Mapping of Cardiac MRI in Idiopathic Inflammatory Myopathy. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **48**, 415-422. <https://doi.org/10.1002/jmri.25945>
- [3] Marie, I., Hatron, P.Y., Levesque, H., Hachulla, E., Hellot, M., Michon-Pasturel, U., *et al.* (1999) Influence of Age on Characteristics of Polymyositis and Dermatomyositis in Adults. *Medicine*, **78**, 139-147. <https://doi.org/10.1097/00005792-199905000-00001>
- [4] Furst, D.E., Amato, A.A., Iorga, Ş.R., Gajria, K. and Fernandes, A.W. (2012) Epidemiology of Adult Idiopathic Inflammatory Myopathies in a U.S. Managed Care Plan. *Muscle & Nerve*, **45**, 676-683. <https://doi.org/10.1002/mus.23302>
- [5] Ohta, A., Nagai, M., Nishina, M., Tomimitsu, H. and Kohsaka, H. (2014) Prevalence and Incidence of Polymyositis and Dermatomyositis in Japan. *Modern Rheumatology*, **24**, 477-480. <https://doi.org/10.3109/14397595.2013.844308>
- [6] Dobloug, C., Garen, T., Bitter, H., Stjärne, J., Stenseth, G., Grøvle, L., *et al.* (2015) Prevalence and Clinical Characteristics of Adult Polymyositis and Dermatomyositis; Data from a Large and Unselected Norwegian Cohort. *Annals of the Rheumatic Diseases*, **74**, 1551-1556. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-205127>
- [7] Trybuch, A. and Tarnacka, B. (2023) Cardiac Involvement in Polymyositis and Dermatomyositis: Diagnostic Approaches. *Rheumatology*, **61**, 202-212. <https://doi.org/10.5114/reum/168362>
- [8] 张雅静, 岳伟. 皮肌炎诊断与治疗进展[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2022, 22(6): 533-541.
- [9] Zhou, S., Lai, J., Wu, C., Liu, Y., Liu, Y., Zhao, J., *et al.* (2022) Myocardial Involvement Is Not Rare in Anti-Melanoma Differentiation-Associated Gene 5 Antibody-Positive Dermatomyositis/clinically Amyopathic Dermatomyositis: A Retrospective Study. *Frontiers in Immunology*, **13**, Article 928861. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.928861>
- [10] Huang, Y., Liu, H., Wu, C., Fang, L., Fang, Q., Wang, Q., *et al.* (2020) Ventricular Arrhythmia Predicts Poor Outcome

- in Polymyositis/Dermatomyositis with Myocardial Involvement. *Rheumatology*, **60**, 3809-3816. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keaa872>
- [11] Witczak, B.N., Schwartz, T., Barth, Z., Taraldsrud, E., Lund, M.B., Aaløkken, T.M., *et al.* (2022) Associations between Cardiac and Pulmonary Involvement in Patients with Juvenile Dermatomyositis—A Cross-Sectional Study. *Rheumatology International*, **42**, 1213-1220. <https://doi.org/10.1007/s00296-021-05071-3>
- [12] Cheston, H.J., Akhoun, C., Dutta Roy, S. and Reynolds, P. (2022) Managing Myocarditis in a Patient with Newly Diagnosed Dermatomyositis. *BMJ Case Reports*, **15**, e246989. <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-246989>
- [13] Liu, X.H., Feng, X.J., Shi, J.Y., Jia, F., Liu, Y., Zhu, Y., *et al.* (2020) The Quest for Diagnostic Approaches of Cardiac Involvement in Polymyositis and Dermatomyositis. *Annals of Palliative Medicine*, **9**, 2256-2270. <https://doi.org/10.21037/apm-19-650>
- [14] 郭芮冰, 孙建红, 谢其冰. 结缔组织病心肌炎和心肌纤维化的发病机制与临床研究进展[J]. 中国心血管杂志, 2025, 30(6): 660-663.
- [15] 林懋贤. 多发性肌炎和皮肌炎诊治指南(草案)[J]. 中华风湿病学杂志, 2004(5): 317-319.
- [16] Lasica, R., Djukanovic, L., Savic, L., Krljanac, G., Zdravkovic, M., Ristic, M., *et al.* (2023) Update on Myocarditis: From Etiology and Clinical Picture to Modern Diagnostics and Methods of Treatment. *Diagnostics*, **13**, Article 3073. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13193073>
- [17] Gu, X., Lv, H., Wei, M., Yeerken, M. and Lu, Y. (2025) Autoimmune Antibodies in Arrhythmia: A Narrative Review of Potential Therapeutic Targets to Prevent Overtreatment. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, **15**, 898-914. <https://doi.org/10.21037/cdt-2025-173>
- [18] Martins, E.F., Cappello, C.H., Shinjo, S.K., Appenzeller, S. and de Souza, J.M. (2025) Idiopathic Inflammatory Myopathies: Recent Evidence Linking Pathogenesis and Clinical Features. *International Journal of Molecular Sciences*, **26**, Article 3302. <https://doi.org/10.3390/ijms26073302>
- [19] Ogawa-Momohara, M. and Muro, Y. (2025) Myositis-Specific and Myositis-Associated Autoantibodies: Their Clinical Characteristics and Potential Pathogenic Roles. *Immunological Medicine*, **48**, 104-116. <https://doi.org/10.1080/25785826.2024.2413604>
- [20] 汪汉, 彭方琴, 巫文丽, 等. 抗Jo-1抗体与成人特发性炎症性肌病左心室功能的关联性研究[J]. 中国分子心脏病学杂志, 2017, 17(5): 2218-2220.
- [21] O'Donnell, C., Sanchez, P.A., Celestin, B., McConnell, M.V. and Haddad, F. (2023) The Echocardiographic Evaluation of the Right Heart: Current and Future Advances. *Current Cardiology Reports*, **25**, 1883-1896. <https://doi.org/10.1007/s11886-023-02001-6>
- [22] Bianco, C.M., Farjo, P.D., Ghaffar, Y.A. and Sengupta, P.P. (2020) Myocardial Mechanics in Patients with Normal LVEF and Diastolic Dysfunction. *JACC: Cardiovascular Imaging*, **13**, 258-271. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.12.035>
- [23] Akgün, G., Sözeri, B., Başar, E.Z., Şahin, N., Bayrak, Y.E., Ulu, K., *et al.* (2025) Cardiac Evaluation of Patients with Juvenile Dermatomyositis. *Pediatric Research*, **97**, 333-340. <https://doi.org/10.1038/s41390-024-03336-8>
- [24] Wang, H., Liu, H., Wang, Y., Yu, X., Chen, X. and Cai, L. (2014) Left Ventricular Diastolic Dysfunction in Patients with Dermatomyositis without Clinically Evident Cardiovascular Disease. *The Journal of Rheumatology*, **41**, 495-500. <https://doi.org/10.3899/jrheum.130346>
- [25] Eidem, B.W. (2021) Functional Evaluation of the Heart. In: Wong, P.C. and Miller-Hance, W.C. Eds., *Transesophageal Echocardiography for Pediatric and Congenital Heart Disease*, Springer International Publishing, 137-166. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57193-1_5
- [26] Naser, N., Stankovic, I. and Neskovic, A. (2022) The Reliability of Automated Three-Dimensional Echocardiography-HeartModel^{A.I.} versus 2D Echocardiography Simpson Methods in Evaluation of Left Ventricle Volumes and Ejection Fraction in Patients with Left Ventricular Dysfunction. *Medical Archives*, **76**, Article 259. <https://doi.org/10.5455/medarh.2022.76.259-266>
- [27] Levy, P.T. and de Waal, K. (2023) Advanced Cardiac Imaging in the Newborn: Tissue Doppler Imaging and Speckle Tracking Echocardiography. In: Polin, R.A., Ed., *Neonatology Questions and Controversies: Neonatal Hemodynamics-E-Book*, Elsevier, 189.
- [28] Tamanna, R.J., Rahman, A. and Hoque, S.J. (2024) Tissue Doppler Right Ventricle Myocardial Performance Index (TDI RV-MPI) versus Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) in Evaluation of RV Dysfunction in Patients with or without LV Dysfunction. *Bangladesh Critical Care Journal*, **12**, 105-112. <https://doi.org/10.3329/bccj.v12i2.76446>
- [29] Péter, A., Balogh, Á., Csanádi, Z., Dankó, K. and Griger, Z. (2022) Subclinical Systolic and Diastolic Myocardial Dysfunction in Polyphasic Polymyositis/dermatomyositis: A 2-Year Longitudinal Study. *Arthritis Research & Therapy*, **24**, Article No. 219. <https://doi.org/10.1186/s13075-022-02906-7>
- [30] Lu, Z., Wei, Q., Ning, Z., *et al.* (2013) Left Ventricular Diastolic Dysfunction—Early Cardiac Impairment in Patients with

- Polymyositis/Dermatomyositis: A Tissue Doppler Imaging Study. *The Journal of Rheumatology*, **40**, 1572-1577. <https://doi.org/10.3899/jrheum.130044>
- [31] Morariu, V.I., Arnautu, D.A., Morariu, S.I., *et al.* (2022) 2D Speckle Tracking: A Diagnostic and Prognostic Tool of Paramount Importance. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, **26**, 3903-3910.
- [32] 陈琳, 申凯凯, 张喜君, 等. 超声心肌应变评价心肌炎左心心肌损伤的研究进展[J]. 中华医学超声杂志电子版, 2024, 21(12): 1154-1157.
- [33] Mihos, C.G., Liu, J.E., Anderson, K.M., Pernetz, M.A., O'Driscoll, J.M., Aurigemma, G.P., *et al.* (2025) Speckle-Tracking Strain Echocardiography for the Assessment of Left Ventricular Structure and Function: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, **152**, e96-e109. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001354>
- [34] Fang, Z., Song, J., Sun, L., Shi, H., Wang, Z., Shen, Q., *et al.* (2025) Three-Dimensional Speckle Tracking Imaging to Assess Myocardial Ischemia and Left Ventricular Function after Coronary Artery Bypass Grafting in Coronary Heart Disease Patients. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, **18**, Article 101642. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2025.101642>
- [35] Zhong, Y., Bai, W., Xie, Q., Sun, J., Tang, H. and Rao, L. (2018) Cardiac Function in Patients with Polymyositis or Dermatomyositis: A Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography Study. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, **34**, 683-693. <https://doi.org/10.1007/s10554-017-1278-9>
- [36] 陈璐, 陈红敏, 张秉宜. 三维斑点追踪技术评价动静脉内瘘对尿毒症患者左心室收缩功能的影响[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2024, 33(6): 535-540.
- [37] 黄子为, 冉红. 无创心肌做功技术评价结构性心脏病心肌功能特性的临床应用[J]. 中华解剖与临床杂志, 2026, 31(1): 58-64.
- [38] Mega, S., Fossati, C., Segreti, A., Cricco, R., Lazarevic, Z., Carpenito, M., *et al.* (2025) The Use of Myocardial Work in Athletes: A Novel Approach to Assess Cardiac Adaptations and Differentiate Physiological Remodeling from Pathology. *Applied Sciences*, **15**, Article 12490. <https://doi.org/10.3390/app152312490>
- [39] Kadoglou, N.P.E., Dimopoulou, A., Korakianitis, I. and Parperis, K. (2024) Advanced Parameters of Myocardial Strain and Cardiac Biomarkers Indicate Subclinical Systolic Myocardial Dysfunction in Patients with Systemic Lupus Erythematosus. *Biomedicines*, **12**, Article 2638. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12112638>
- [40] Yang, C., Guo, Y., Wang, X., Zhang, R., Wang, F. and Zhu, H. (2022) The Value of Myocardial Work in Assessment of Ventricular Function in Patients with Non-Obstructive Hypertrophic Cardiomyopathy. *BMC Cardiovascular Disorders*, **22**, Article No. 305. <https://doi.org/10.1186/s12872-022-02740-4>