

探讨 AFI 应变超声心动图评分对冠状动脉重度狭窄的预测价值

王泽野, 曾媛媛

中国人民解放军联勤保障部队第九六六医院超声诊断科, 辽宁 丹东 118000

摘要 : 目的: 探讨基于二维斑点追踪技术 (2D-STI) 的自动功能成像 (AFI) 多参数评分系统对冠状动脉重度狭窄 ($\geq 70\%$) 的预测价值。方法: 纳入 2019 年 3 月至 2023 年 12 月期间接受超声心动图检查并 24 小时内行冠状动脉造影的 115 例患者 (排除射血分数 $\leq 50\%$ 、陈旧性心梗等), 分为阳性组 (65 例, 冠脉狭窄 $\geq 70\%$) 和阴性组 (49 例)。采用 GE Vivid E9 超声仪采集心尖三切面图像, 通过 AFI 软件分析局部节段应变 (LS)、收缩后再收缩、单一切面应变及整体纵向应变 (GLPS), 构建包含 4 项现象的评分系统 (每现象记 1 分)。以冠脉造影为金标准, 通过 ROC 曲线评估评分效能。结果: 评分 ≥ 3 分时, 预测冠脉重度狭窄的灵敏度为 90%, 特异度为 93%, 曲线下面积 (AUC) 显著优于单一参数模型。阳性组中 89% 患者评分 ≥ 3 分, 而阴性组仅 2% 达此阈值。组间基线参数 (年龄、性别、血压等) 无统计学差异 ($P>0.05$)。结论: AFI 多参数评分系统通过整合局部与整体应变异常、收缩后再收缩等指标, 显著提升了对冠脉重度狭窄的无创筛查效能, 具有高灵敏度和临床可操作性。未来需扩大样本量并探索其在合并症患者及动态负荷下的应用价值。

关键词 : AFI; 超声心动图; 冠状动脉; 预测价值

To Investigate the Predictive Value of Afi Strain Echocardiography Score in Severe Coronary Artery Stenosis

Wang Zeye, Zeng Yuanyuan

Department of Ultrasound Diagnosis, 966 Hospital, Joint Logistic Support Force, Chinese People's Liberation Army, Dandong, Liaoning 118000

Abstract : Objective: To investigate the predictive value of automatic functional imaging (AFI) multi-parameter scoring system based on two-dimensional spot tracking technique (2D-STI) in severe coronary artery stenosis ($\geq 70\%$). Methods: A total of 115 patients (excluding ejection fraction $\leq 50\%$, old MI, etc.) who received echocardiography and underwent coronary angiography within 24 hours from March 2019 to December 2023 were included and divided into a positive group (65 cases, coronary stenosis $\geq 70\%$) and a negative group (49 cases). Three-section images of the apex were collected using GE Vivid E9 ultrasound instrument. AFI software was used to analyze local segment strain (LS), recontraction after contraction, single section strain and global longitudinal strain (GLPS), and a score system was constructed including 4 phenomena (1 point for each phenomenon). With coronary angiography as the gold standard, the efficacy of the score was evaluated by ROC curve. Results: When the score was ≥ 3 , the sensitivity and specificity of predicting severe coronary stenosis were 90% and 93%, and the area under the curve (AUC) was significantly better than that of the single parameter model. 89% of patients in the positive group scored ≥ 3 , while only 2% of patients in the negative group reached this threshold. There were no significant differences in baseline parameters (age, gender, blood pressure, etc.) between groups ($P>0.05$). Conclusion: AFI multi-parameter scoring system can significantly improve the non-invasive screening efficiency of severe coronary artery stenosis by integrating local and global strain abnormalities and recontraction after contraction, and has high sensitivity and clinical operability. In the future, we need to expand the sample size and explore its application value in patients with comorbidities and under dynamic load.

Keywords : AFI; echocardiography; coronary artery; predictive value

引言

冠心病是一种常见的临床疾病。在冠状动脉出现中至重度狭窄时，患者往往缺乏明显的临床表现，常规超声心动图和心电图也无法提供可靠的定量指标。由于中至重度狭窄患者心梗的发病率较高，一旦发病，往往具有时间紧迫、治疗困难和预后不良的特点。因此，早期筛查和预测冠脉狭窄程度具有重要意义。近年来，二维斑点追踪显像（2D-STI）技术的发展，通过评估心肌形变的大小，能够量化分析节段室壁运动，从而客观评价心肌的整体及局部功能。这一技术有助于早期发现心肌缺血并判断其程度^[1]。已有多项研究证实，自动功能成像（AFI）在预测冠状动脉重度狭窄方面具有重要价值^[2-3]。本研究旨在探讨临床实践中，AFI自动功能成像（基于2D-STI）技术中多种现象评分在预测冠状动脉狭窄中的价值。

一、资料与方法

选取对象：本研究纳入了2019年3月至2023年12月期间，在门诊接受超声心动图检查并随后24小时内进行冠状动脉造影的167名患者，排除标准：(1)射血分数≤50%、(2)常规超声心动图已观察到陈旧性心梗、(3)两名超声医生均认定心肌明显运动异常、(4)房颤及明显心律失常患者、(5)图像显示欠清晰患者，排除后剩余数115例，根据冠状动脉造影结果，只要三大主要冠状动脉血管一条及以上存在狭窄≥70%，即为阳性，而后分为阳性组（A）组：65例，其中，男41例，女24例，年龄37-84岁，平均（61±10）岁，阴性组（B）组49例，其中男27例，女22例，年龄40-81岁，平均（62.3±10）岁。

仪器与方法：
仪器：采用GE公司生产的Vivid E9超声心动图仪，配备M5s探头（频率1.7~3.3 MHz），并使用内置的AFI二维应变图像分析软件。

图像采集：受检者采取左侧卧位，同步连接心电图后储心尖四腔、两腔及心尖左心室长轴切面连续3个心动周期的二维动态图像，同时采集心尖左心室长轴切面主动脉瓣血流频谱的静态图像，以确定主动脉瓣关闭时间。打开AFI菜单，在截取的图像中选择心内膜清晰的图像，依次选择心尖左心室长轴切面、心尖四腔切面和心尖两腔切面。各切面均取两侧瓣环和心尖三点，软件自动生成感兴趣区（ROI），并调整ROI的宽度和位置。软件自动追踪ROI内的心肌运动，并手动校准追踪的心内膜感兴趣区。系统自动生成17节段牛眼图、心肌运动峰值应变曲线、各节段峰值应变值等数据。上述操作均由两名经验丰富医生操作完成，根据评分系统，分别取得各参数的平均数值。

1. 评分标准：
- 现象1：局部节段应变（LS）绝对值≤12。
 - 现象2：单一节段峰值应变曲线出现收缩后再收缩。
 - 现象3：单一切面应变绝对值<18。
 - 现象4：整体平均应变（GLPS）绝对值<18。
- 每存在一种现象记1分，不满足以上现象记为0分。
2. 冠状动脉造影：
- 阳性标准：根据冠状动脉造影结果，只要三大主要冠状动脉血管一条及以上存在狭窄≥70%，即为阳性。
- 根据造影结果：分为阳性组（A）65人、阴性组，（B）49人
统计学分析采用SPSS 27.0统计分析软件。符合正态分布的

计量资料以均数±标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，计数资料以百分比表示，计数资料比较采用卡方检验（ χ^2 检验）。以冠状动脉造影（CAG）为金标准，绘制各评分预测冠脉严重狭窄的ROC曲线，确定曲线下面积（area under the curve, AUC）及最佳截断点。可重复性比较采用Bland-Altman检验法。以P<0.05为差异有统计学意义。

二、结果

在A组和B组之间，年龄、性别分布、心率、血压等常规参数见表1，均未显示出统计学上的显著差异。A、B两组在应变系统评分见表2

项目	A组（n=65）	B组（n=49）	P值
性别【男，例（%）】	41	27	0.139
年龄（岁）	54.5±10.62	57.8±10.88	0.164
心率（次/min）	75.6±10.8	72.1±13.44	0.313
收缩压（mmHg）	129±16.41	131.88±20.11	0.355
舒张压（mmHg）	79.05±8.84	76.62±14.58	0.976
身高（m）	1.67±0.06	1.66±0.07	0.983
体重（KG）	69.57±10.11	70.23±9.66	0.697
体表面积（m ² ）	1.74±0.16	1.73±0.18	0.782
高血压【例（%）】	34(53.3)	30(62.5)	0.411
糖尿病【例（%）】	10(15.3)	9(18.3)	0.133
高脂血症【例（%）】	24(36.9)	16(35.5)	0.854

注：A组为阳性组，B组为阴性组

评分 分组	0	1	2	3	4	合计
阳性（A）	0	1	6	48	10	65
阴性（B）	33	10	5	1	0	49

表2：为A\B两组评分

三、讨论

在冠心病患者中，冠状动脉三大主要分支的狭窄是心肌梗死的显著诱因。因此，早期发现或评估冠脉狭窄程度对冠心病的治疗和预后具有重要意义。冠状动脉造影是诊断冠状动脉狭窄程度

的金标准，但由于其有创性和费用高等特点，不宜作为常规检查。当冠脉发生重度狭窄时，心肌表现为缺血状态，心肌缺血在常规超声心动图中表现为心肌运动异常。多位学者的研究表明，许多患者在冠脉重度狭窄时，目测很难观察到心肌运动异常，且这种观察具有主观性^[4]。因此，常规超声心动图对冠脉重度狭窄的预测准确性较低。

近年来，随着超声斑点追踪技术的发展，许多学者已证明通过对心肌整体应变的评价可以预测冠脉狭窄程度，尤其是AFI技术在评价整体纵向应变方面更具价值^[5-6]。AFI成像基于二维斑点追踪技术，显示心肌纵向峰值应变值，提供心肌参数。近年来，多名专家学者证实，左室整体平均纵向应变的改变可以预测冠脉狭窄^[7-8]。也有专家学者研究证实，冠状动脉的严重狭窄引起单一节段心肌的纵向应变减低以及达峰延迟的情况^[9-10]。亦有多位学者对于二维斑点追踪技术对于冠状动脉狭窄的预测进行了研究，对于冠状动脉重度狭窄的预测，不同的学者给出了不同的数值，许多研究中普遍反映出单一因素预测冠状动脉重度狭窄均表现出较低的特异度，并且，笔者在实践工作中发现，对于AFI应变超声心动图成像的三个切面而言，单一切面的应变值降低、局部心肌应变值降低以及心肌运动曲线异常等综合分析，对于冠状动脉重度狭窄的预测很有价值，因此，此研究通过实践积累经验，制定评分系统，旨在为更精确预测冠脉狭窄提供一个新的方式。

本研究的评分系统结合了AFI技术下的多种现象（局部节段应变异常、收缩后再收缩、单一切面及整体应变降低），相较于既往单一应变参数的预测模型，其优势在于通过多维度指标的综合评估，显著提升了诊断效能。例如，Biering-Sørensen等学者提出左室整体纵向应变（GLS）绝对值<18%可作为冠脉狭窄的预测阈值，但其特异度仅为65%^[9]；而本研究中，当评分≥3分时，特异度提升至93%，且灵敏度高达90%。这一差异可能源于多参数联合分析能够更全面地反映心肌缺血的复杂病理生理变化：局部应变异常（现象1）提示节段性收缩功能受损，收缩后再收缩（现象2）可能反映心肌电-机械不同步，而单一切面或整体应变降低（现象3、4）则与多支血管病变或广泛缺血相关^[9]。此外，Mahjoob等研究指出，单纯静息状态下的应变分析虽敏感性高，但特异性不足，而本评分系统通过现象组合，有效平衡了二者的矛盾，与Hubbard等提出的“多参数整合可优化无创筛查效能”的观点一致。

本研究结果亦提示未来研究方向。首先，需扩大样本量并纳入多中心数据，以验证评分系统的普适性。其次，当前排除了射血分数≤50%的患者，可能低估了评分在心力衰竭合并冠心病人群中的价值，后续研究可放宽纳入标准。此外，动态负荷下的AFI评分（如多巴酚丁胺负荷超声）可能进一步揭示隐匿性缺血，增强诊断准确性^[9]。长期随访研究亦有必要，以明确评分系统对心血管事件（如心梗、血运重建）的预测价值。最后，结合人工智能算法自动优化评分权重，或整合临床参数（如年龄、糖尿病史）构建机器学习模型，可能是提升预测效能的重要路径。

局限性：除样本量限制外，本研究未详细探讨高血压、糖尿病等合并症对心肌应变的独立影响。例如，糖尿病患者常存在弥漫性心肌纤维化，可能导致整体应变值降低而与缺血无关^[10]。未来需通过亚组分析或多因素回归模型校正此类混杂因素。此外，评分系统对单支与多支病变的鉴别能力尚未明确，需进一步分层研究。

四、总结

本研究通过多参数整合的创新评分系统，为无创筛查冠状动脉重度狭窄提供了新思路。其高灵敏度与可操作性使其具备临床转化潜力，但需通过更大规模研究及技术优化进一步提升其在复杂临床场景中的应用价值。

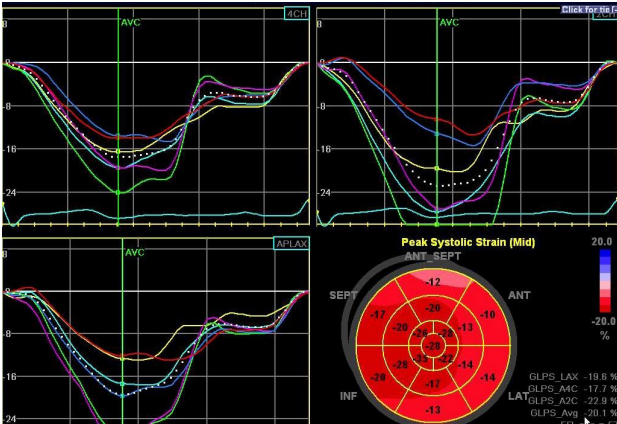
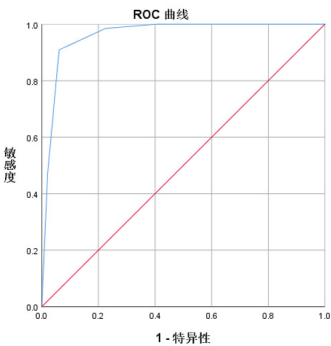


图1：应变评分3分，造影提示冠脉重度狭窄。



以评分为3分，roc曲线。

参考文献

- [1] 谭团团, 周青, 宋宏宇, 等. 纵向舒张期应变指数检测并定位冠状动脉重度狭窄[J]. 中华超声影像学杂志, 2014, 23(9): 751-756.
- [2] 陈银花, 陈勇, 马勇, 等. 自动功能成像预测冠状动脉左前降支严重狭窄[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(10): 1501-1505. DOI:10.13929/j.1003-3289.201703093.
- [3] 邓倾, 周青, 黄佳, 等. 二维斑点追踪技术评价心肌缺血患者左室心肌纵向应变[J]. 中华超声影像学杂志, 2011, 20(8): 648-651. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2011.08.002.
- [4] 吴龙燕, 黄志平, 郭朝清. 超声二维斑点追踪在疑似冠心病患者中的诊断价值[J]. 中国当代医药, 2023, 30(26): 138-141.
- [5] 储彦芬, 唐海沁, 汪太平, 等. 二维斑点追踪技术评价冠心病患者左室整体收缩功能及其与冠状动脉病变程度的关系[J]. 安徽医科大学学报, 2015, 50(1): 83-86.
- [6] 袁维子; 汪君; 尹巧珍. 医护一体化模式护理在心脏瓣膜置换术患者围术期中的应用[J]. 微创医学, 2024(03).
- [7] 王娟. 叙事护理联合激励式心理干预在女性心脏瓣膜置换术患者中的应用[J]. 妇儿健康导刊, 2024(16).
- [8] 廖子南; 宁燕. 心脏瓣膜置换术后急性呼吸窘迫综合征发生危险因素分析及护理对策[J]. 中华养生保健, 2024(17).
- [9] 耿小想; 王玉伟; 刘晓林. 以家庭为中心的延续性护理对老年心脏瓣膜置换术患者预后的影响[J]. 临床医学工程, 2024(09).
- [10] 刘立娟, 林云. 心脏瓣膜置换术后患者实施专科规范化护理的效果观察[J]. 心血管病防治知识, 2024, 14(11): 136-138.