

超声二维斑点追踪成像评估糖尿病患者左心功能和心肌缺血的临床研究

吐尔洪江·努尔拉, 白合提尼沙·阿克阿吉, 阿思亚·阿布来提
(喀什地区第一人民医院超声医学科, 新疆 喀什 844000)

[摘要] 目的:探究超声二维斑点追踪成像(2D-STI)评估糖尿病患者左心功能和心肌缺血的临床应用价值。方法:选择 2021 年 10 月—2023 年 4 月我院内分泌科和心内科收治的进行冠状动脉造影(CAG)检查的 T2DM 患者 180 例。依据 CAG 诊断心肌缺血的标准,纳入研究的 180 例患者中合并心肌缺血的患者 87 例,定义为 T2DM+心肌缺血组,其余患者 93 例定义为 T2DM 组。所有患者均进行常规超声和 2D-STI 检查,收集患者的检查资料,单因素、多因素分析筛选影响 T2DM 患者心肌缺血的独立危险因素,并构建独立危险因素的受试者工作特征(ROC)曲线,并将多因素分析中 2D-STI 的独立影响因子构建列线图。结果:年龄、病程、PLR、LVEF、Rs、Cs、Ls 是影响 T2DM 患者心肌缺血的独立危险因素,差异有统计学意义($P<0.05$),且对 T2DM 患者心肌缺血的发生的影响从大到小依次是:LVEF($OR=4.299$)、病程($OR=3.101$)、Cs($OR=2.948$)、Rs($OR=2.491$)、Ls($OR=1.721$)和年龄($OR=1.312$);LVEF、Rs、Cs、Ls 预测 T2DM 患者心肌缺血的 AUC 分别为 0.636、0.672、0.628、0.678,最佳诊断点分别为 51.24%、16.83%、18.17%、17.24%,LVEF、Rs、Cs、Ls 预测 T2DM 患者心肌缺血的 AUC 分别为 0.636、0.672、0.628、0.678,最佳诊断点分别为 51.24%、16.83%、18.17%、17.24%,差异有统计学意义($P<0.05$);2D-STI 的独立影响因子构建的 T2DM 患者心肌缺血的预测列线图,经一致性检验,这一列线图的 C-index 为 0.81。结论:2D-STI 技术具有早期预测 T2DM 患者心肌缺血的能力,并且联合应用不同指标可以提高预测准确性和可靠性,有利于心血管科医生提供更为准确和精准的诊断和治疗建议。

[关键词] 糖尿病;心室功能;左;心肌缺血;超声心动描记术;多普勒

[中图分类号] R587.1;R542.2;R540.45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-1062(2024)10-0706-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.10.005

Clinical study on evaluating left ventricular function and myocardial ischemia in patients with diabetes mellitus using ultrasound 2D speckle tracking imaging

TURHONGJIANG·Nurla, BAIHETINISHA·Akaji, ASYA·Abulaiti

(Department of Ultrasound Medicine, the First People's Hospital of Kashgar, Kashgar Xinjiang 844000, China)

Abstract: Objective: To explore the clinical application value of two-dimensional speckle tracking imaging(2D-STI) using ultrasound for assessing left ventricular function and myocardial ischemia in diabetic patients. **Methods:** A total of 180 T2DM patients who underwent CAG examination in our endocrinology and cardiology departments from October 2021 to April 2023 were included in the study. Based on the diagnostic criteria for myocardial ischemia by CAG, 87 patients with T2DM and myocardial ischemia were included in the T2DM+myocardial ischemia group, while the remaining 93 patients were included in the T2DM group. All patients underwent routine ultrasound and 2D-STI examinations, and their examination data was collected. Univariate and multivariate analysis were used to screen for independent risk factors for myocardial ischemia in T2DM patients, and ROC curves were constructed for the independent risk factors. A nomogram was constructed for the independent influencing factor of 2D-STI in the multivariate analysis. **Results:** Age, duration of illness, PLR, LVEF, Rs, Cs, and Ls were identified as independent risk factors for myocardial ischemia in T2DM patients, and their differences were statistically significant ($P<0.05$). Furthermore, the degree of influence of these risk factors on the occurrence of myocardial ischemia in T2DM patients was from large to small, starting with LVEF($OR=4.299$), followed by duration of illness($OR=3.101$), Cs($OR=2.948$), Rs($OR=2.491$), Ls($OR=1.721$), and age($OR=1.312$). The AUC values for LVEF, Rs, Cs, and Ls in predicting myocardial ischemia in T2DM patients were 0.636, 0.672, 0.628, and 0.678, respectively, with the best diagnostic cutoff points being 51.24%, 16.83%, 18.17%, and 17.24%, respectively. Notably, the differences between the AUC values were statistically significant ($P<0.05$). The predictive nomogram for myocardial ischemia in T2DM patients was constructed by independent influencing factors of 2D-STI. After consistency test, the C-index of this nomogram was 0.81. **Conclusion:** The 2D-STI technique has the ability to predict myocardial ischemia in T2DM patients at an early stage, and the joint application of different indicators can improve the accuracy and reliability of the prediction. This is beneficial for cardiovascular physicians

[收稿日期] 2023-12-19

[作者简介] 吐尔洪江·努尔拉(1986-),男,新疆人,主治医师。E-mail:tolok515@163.com

[通信作者] 阿思亚·阿布来提,喀什地区第一人民医院超声医学科,844000。E-mail:503367097@qq.com

[基金项目] 省部共建中亚高发成因与防治国家重点实验室开放课题基金(批准号:SKL-HIDCA-2021-KS5)。

to provide more accurate and precise diagnosis and treatment recommendations.

Key words: Diabetes Mellitus; Ventricular Function, Left; Myocardial Ischemia; Ultrasonography

2 型糖尿病(T2DM)已成为威胁全球人类健康的“第三杀手”,糖尿病心血管并发症是其主要死因^[1-2]。糖尿病心血管并发症的弥漫性损伤会导致糖尿病心肌缺血。目前针对心肌缺血诊断最准确的方法是冠状动脉造影(CAG)^[3],CAG可以明确冠状动脉的异常解剖和狭窄程度,为临床提供重要的诊断和治疗依据,但其创伤性较高,风险大,且费用昂贵,临床应用受限。相比之下,冠状动脉CT成像虽然成像速度快但亦会受辐射影响;常规二维心脏超声虽然具有操作简单、费用低廉、可重复等优点,但其精确度较低,对微小病变会有局限性。超声二维斑点追踪(2D-STI)技术可以对心肌组织进行非侵入性的、高精度的定量评估,它可以发现那些其他常规检查无法发现的心肌功能变化,特别是对于那些没有明显临床症状的患者更具有优势^[4]。对于糖尿病患者而言,这种技术可以用来评估心肌的微小变化,从而预测糖尿病心肌缺血的发生。同时,这种技术操作简单,不会给患者带来任何不适,患者普遍接受度较高。2D-STI已在国内外多种疾病的研究上得到应用,如缺血性心肌病、高血压病、肥厚型心肌病、尿毒症性心肌病等,针对上述疾病的评估均取得了较好的疗效^[5-6]。另外该技术可以对患者的室壁运动进行准确的分析,并能明确地观察到缺血心肌范围,从而识别心肌缺血的区域。因此本研究旨在利用2D-STI技术早期评估T2DM的左心功能和心肌缺血的发生情况,为临床糖尿病心肌损伤的诊断与疗效评价提供重要的依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择2021年10月—2023年4月我院内分泌科和心内科收治的进行CAG检查的T2DM患者180例。纳入标准:①年龄20~75岁;②诊断符合中国2型糖尿病防治临床指南(2022年版)^[7];③有CAG指征^[8],并进行CAG检查。排除标准:①既往有心脏病史的患者;②冠脉支架植入术后患者;③合并心衰的患者;④合并精神疾患等不能配合检查的患者。依据CAG诊断心肌缺血的标准,纳入研究的180例患者中合并心肌缺血的患者87例,定义为T2DM+心肌缺血组,其余患者93例定义为T2DM组,所有患者及家属均签署知情同意书,该研究获喀什地区第一人民医院伦理委员会批准,批准号为[2023]第(18)号。

1.2 研究方法

详细记录患者入院时的基本资料,记录所有研究患者的完整病案资料,记录纳入研究患者的年龄、性别、身高、体质量、个人史、家族史、病程、血常规、肝功能、肾功能等化验和影像学检查资料。

1.2.1 常规超声检查

使用飞利浦EPIQ7C彩色多普勒超声诊断仪,5s-1探头,在胸骨旁左室长轴切面、大动脉短轴切面、心尖四腔心、五腔心、三腔心切面全面观察心脏结构及心肌运动情况,在心尖四腔心切面用Simpson法测量左室舒张末容积(LVESD)、左室舒张末期前径(LVEDD),计算左室射血分数(LVEF)并记录。

1.2.2 2D-STI检查

启动斑点追踪技术模式,使用飞利浦EPIQ7C彩色多普勒超声诊断仪,5s-1探头。受检者常规取左侧卧位,平静呼吸,同步记录心电图,应用二维谐波技术获得心尖四腔心、三腔心、二腔心切面左室短轴图像,帧频范围为75~128帧/s,平均(90±3)帧/s。选取心底图像时尽量保证在靠近心底的情况下避开二尖瓣瓣口,心尖图像应尽量靠近心尖避开低位乳头肌,但在心室舒缩的过程中不能切到心腔之外;在录取图像时均应嘱受检者深呼吸后屏气,并选取心率稳定的4个心动周期的原始图像存储然后导出至EchoPAC工作站脱机分析。经内膜自动跟踪技术处理,若跟踪不满意可局部手动微调后获得斑点追踪数据:包括左心室总体径向应变(Rs)、环向应变(Cs)、纵向应变(Ls)、达峰时间等相关数据(图1)。

1.2.3 CAG检查

以CAG作为金标准,采用血管狭窄程度判断心肌缺血情况,有一支及以上的冠脉管腔狭窄≥50%,则判定为心肌缺血^[9]。

1.3 统计学分析

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析,年龄、BMI、病程、静息心率、收缩压、舒张压、中性粒细胞与淋巴细胞计数比值(NLR)、血小板与淋巴细胞比值(PLR)、糖化血红蛋白(HbA1c)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、尿酸、肌酐(Cr)、超敏C反应蛋白(hs-CRP)、白细胞介素-6(IL-6)、LVEDD、LVESD、LVEF、Rs、Cs、Ls等采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,性别、吸烟史、饮酒史,两组计量资料采用 t 检验或 χ^2 检验进行单因素分析。采用Logistic

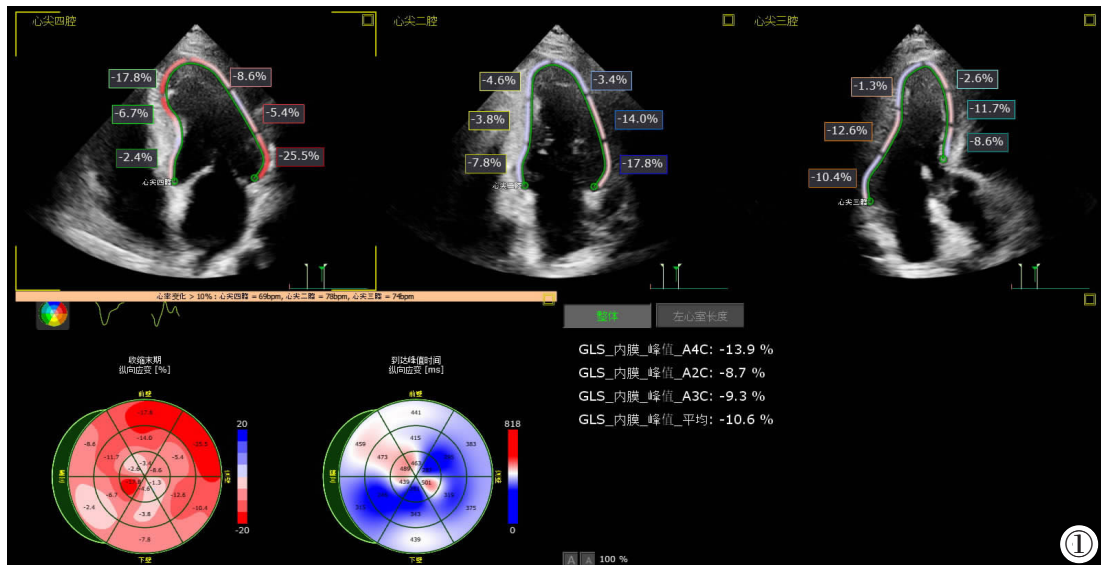


图 1 2D-STI 技术对 T2DM 患者进行检查的“牛眼图”及各指标的测量。

Figure 1. “Bull’s eye plot” and measurement of each index in patients with T2DM examined by 2D-STI technique.

回归对有差异的因素进行多因素分析, 筛选出潜在的独立影响因素。受试者工作特征(ROC)曲线, 通过比较曲线下面积(AUC)分析各潜在指标和联合诊断在 T2DM 患者心肌缺血中的预测价值, 采用 R 语言构建 2D-STI 中的独立影响指标的预测列线图。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影响 T2DM 患者心肌缺血的单因素分析

T2DM 患者心肌缺血的单因素分析发现: BMI、饮酒史、静息心率、舒张压、HbA1c、TG、尿酸等对 T2DM 患者心肌缺血无明显影响, 差异无统计学意义 (P>0.05); T2DM+心肌缺血组的年龄、女性患者数、病程、吸烟史患者数、收缩压、NLR、PLR、HbA1c、TC、HDL -C、LDL -C、Cr、hs -CRP、IL -6、LVEDD、LVESD、Cs、Ls 等显著高于 T2DM 组, T2DM+心肌缺血组的 LVEF 和 Rs 显著低于 T2DM 组, 差异有统计学意义 (P<0.05)。

2.2 影响 T2DM 患者心肌缺血多因素分析

对单因素分析存在统计学意义的因素进一步行多因素分析, Logistic 回归分析结果显示: 性别、吸烟史、收缩压、NLR、HbA1c、TC、HDL-C、Cr、hs-CRP、IL-6、LVEDD、LVESD 对 T2DM 患者心肌缺血的发生无明显影响, 差异无统计学意义 (P>0.05); 而年龄、病程、PLR、LVEF、Rs、Cs、Ls 对 T2DM 患者心肌缺血的发生存在显著影响, 差异有统计学意义 (P<0.05); 进一步分析可发现, 根据 OR 值, 对 T2DM 患者心肌缺血发生的影响从大到小依次是: LVEF (OR=4.299)、病程 (OR=3.101)、Cs (OR=2.948)、Rs (OR=2.491)、Ls (OR=1.721) 和年龄 (OR=1.312) (表

1 和图 2)。

2.3 各独立危险因素预测 T2DM 患者心肌缺血的预测效能分析

LVEF、Rs、Cs、Ls 预测 T2DM 患者心肌缺血的 AUC 分别为 0.636、0.672、0.628、0.678, 最佳诊断点分别为 51.24%、16.83%、18.17%、17.24%, 2D-STI 测量的指标 Rs、Cs 和 Ls 联合预测 T2DM 患者心肌缺血的 AUC 最高为 0.824, 显著高于各指标单独预测的 AUC, 差异有统计学意义 (P<0.05) (表 2 和图 3)。

2.4 基于 2D-STI 结果构建的列线图

本研究将多因素分析中 2D-STI 的独立影响因子构建了列线图 (图 4), 每个独立因素映射到列线图上对应一个数值, 依据 2D-STI 的检查结果, 可以计算出 T2DM 患者心肌缺血的概率。经一致性检验, 这一列线图的 C-index 为 0.81 (95%CI: 0.71~0.79)。

3 讨论

目前 2D-STI 在临床心血管病学中已得到广泛应用。国内外对其应用的研究已经颇为深入。自 1990 年代开始, 美国和欧洲的研究者就开始研究 2D-STI 技术, 并且通过大量临床试验证明了该技术的可靠性和有效性^[10]。目前, 该技术已经在美国、欧洲、亚洲等许多国家和地区得到了广泛的应用^[11]。该技术自 2004 年进入中国以来, 国内的研究人员进行了相关研究, 取得了一定进展^[12]。目前, 该技术已经在国内多个医院和心血管科研机构得到了应用和推广, 且相关研究不断涌现。比如在高血压病方面: 将 2D-STI 技术用于老年高血压性心脏病患者心功能评估, 不同心功能级别具体影像学参数表现各异, 用于心功能评估有较高价值^[13]。Zhang 等^[14]通过 2D-

表 1 T2DM 患者心肌缺血的多因素 Logistic 回归分析

影响因素	B	SE	Wald 值	P 值	OR	95%CI
年龄(岁)	0.272	0.127	4.041	0.032	1.312	1.023~1.683
性别(男=1,女=0)	0.330	1.083	2.425	0.072	0.719	0.086~6.006
病程(年)	1.132	0.082	8.039	0.000	3.101	2.641~3.642
吸烟史(有=1,无=0)	0.399	2.071	1.029	0.184	0.671	0.012~38.868
收缩压(mmHg)	0.546	0.893	0.273	0.178	1.726	0.300~9.935
NLR	0.393	0.283	2.083	0.072	1.482	0.851~2.581
PLR	0.284	0.073	1.948	0.018	1.328	1.151~1.532
HbA1c(%)	1.041	0.706	1.374	0.066	2.831	0.710~11.295
TC(mmol/L)	0.944	0.581	0.482	0.072	0.389	0.125~1.215
HDL-C(mmol/L)	0.738	0.479	0.691	0.319	2.091	0.818~5.347
LDL-C(mmol/L)	1.011	0.084	5.293	0.018	2.748	2.331~3.240
Cr(μ mol/L)	1.366	0.502	1.93	0.491	3.921	1.466~10.488
hs-CRP(mg/L)	1.068	0.611	0.894	0.119	2.91	0.879~9.638
IL-6(ng/L)	0.633	0.529	1.006	0.219	1.883	0.668~5.311
LVEDD(mm)	0.188	0.477	2.045	0.193	0.829	0.325~2.111
LVESD(mm)	1.693	1.93	1.739	0.381	0.184	0.004~8.085
LVEF(%)	1.458	0.227	5.729	0.013	4.299	2.755~6.708
Rs(%)	0.913	0.118	4.283	0.032	2.491	1.977~3.139
Cs(%)	1.081	0.099	8.002	0.004	2.948	2.428~3.579
Ls(%)	0.543	0.184	8.283	0.000	1.721	1.200~2.468

表 2 各独立危险因素预测 T2DM 患者心肌缺血的预测效能

影响因素	AUC	标准误	显著性	最佳诊断点	敏感度	特异度	约登指数	95%CI
LVEF(%)	0.636	0.017	0.000	51.24	0.688	0.605	0.501	0.374~0.617
Rs(%)	0.672	0.012	0.001	16.83	0.702	0.668	0.691	0.481~0.772
Cs(%)	0.628	0.092	0.004	18.17	0.628	0.763	0.582	0.282~0.772
Ls(%)	0.678	0.004	0.000	17.24	0.736	0.682	0.481	0.518~0.911
联合	0.824	0.041	0.000	183.84	0.931	0.829	0.726	0.374~0.834

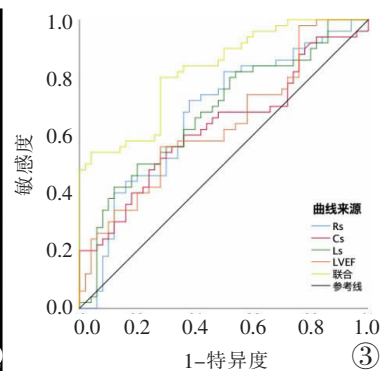
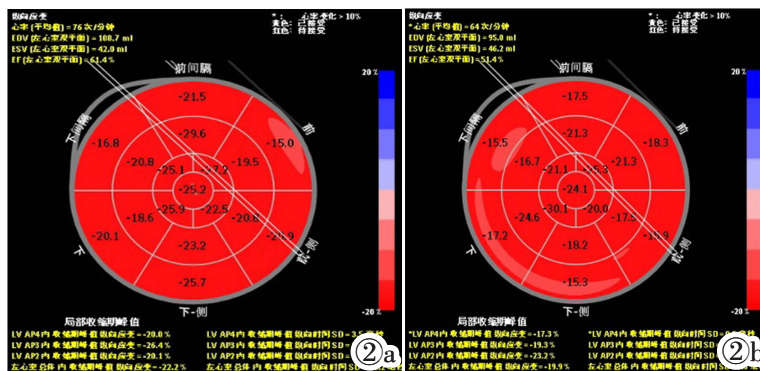


图 2 T2DM 与 T2DM 并发心肌缺血患者的纵向应变及整体收缩期峰值存在差异。图 3 LVEF、Rs、Cs、Ls 以及三者联合预测 T2DM 患者心肌缺血的 ROC 曲线。

Figure 2. Differences in longitudinal strain and global peak systolic values between T2DM and T2DM complicated with myocardial ischemia. Figure 3. ROC curves of LVEF, Rs, Cs, Ls, and their combination for predicting myocardial ischemia in patients with T2DM.

STI 和右心室功能参数评价冠心病和房颤患者心功能中的变化的研究中发现，冠心病合并房颤患者右心室收缩功能及心肌纵向应变能力下降，且右心室功能下降与不良终点事件的发生密切相关。目前，在国内尤其是新疆地区还没有糖尿病心肌缺血的早期诊断与早期干预相关超声研究。本研究拟利用 STI 在 2D-STI 中早期预测 T2DM 的心肌缺血的发生

率，有望在未来结合到三维斑点追踪技术更多的优点，为临床心脏疾病的诊断与疗效评价提供重要的依据。

T2DM 患者心肌缺血的常见原因包括高血糖、高胆固醇血症、高血压、肥胖以及不健康的生活方式^[5]。其中，高血糖、高胆固醇血症和高血压都会导致心血管系统的受损和血管供血不足，加重了心肌

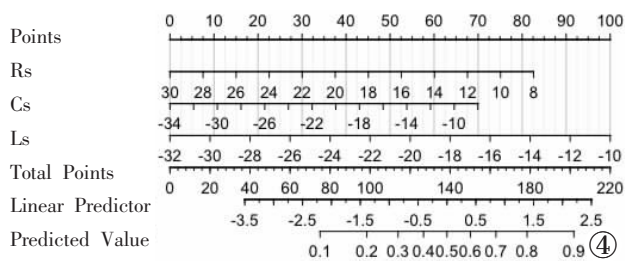


图 4 列线图对 T2DM 患者心肌缺血的预测结果。

Figure 4. Predictive results of the nomogram for myocardial ischemia in patients with T2DM.

缺血的可能性；而肥胖和不健康的生活方式则会使糖尿病患者代谢紊乱、胰岛素抵抗等问题更加严重，同时也对心血管健康造成负面影响^[16]。基于以上因素，本研究将可能影响 T2DM 患者心肌缺血的因素纳入单因素分析，结果发现年龄、性别、病程、吸烟史、收缩压、NLR、PLR、HbA1c、TC、HDL-C、LDL-C、Cr、hs-CRP、IL-6、LVEDD、LVESD、LVEF、Rs、Cs、Ls 是影响 T2DM 患者心肌缺血的危险因素，进一步将上述因素纳入多因素 Logistics 回归分析中发现，年龄、病程、PLR、LVEF、Rs、Cs、Ls 是影响 T2DM 患者心肌缺血的独立危险因素，其中年龄和病程是不可逆的因素，年龄的增加和病程的延长会导致心血管系统逐渐老化和衰弱，增加心肌缺血的风险。既往研究发现 PLR 具有一定的预测心血管疾病的能力^[17]，PLR 的升高提示了炎症的加重和免疫系统的异常，加剧了心肌缺血的可能性。Budzianowski 等^[18]的研究发现 PLR-NLR 组合在 AMI 预后分析中具有重要作用，这一结果与本研究的结果相一致。LVEF 的降低会导致心肌收缩力量和灌注性降低，亦会增加心肌缺血的发生率，Rs、Cs 和 Ls 是心脏结构和形态的指标，代表左心室的各项功能，随着糖尿病的进展和心血管系统的受损而发生变化，也是影响 T2DM 患者心肌缺血的重要独立危险因素。Liu 等^[19]的研究也证实了 LVEF 升高与 2D-STI 中左室 Ls 受损独立相关。

基于上述结果，本研究进一步对上述影响 T2DM 患者心肌缺血的独立危险因素构建了 ROC 曲线，结果显示 LVEF、Rs、Cs、Ls 预测 T2DM 患者心肌缺血的 AUC 分别为 0.636、0.672、0.628、0.678，2D-STI 测量的指标 Rs、Cs 和 Ls 联合预测 T2DM 患者心肌缺血的 AUC 最高为 0.824，显著高于各指标单独预测的 AUC，这表明 Rs、Cs 和 Ls 的联合应用对预测 T2DM 患者心肌缺血具有更好的准确性、可靠性和重要性，这一发现可以为心血管科医生提供更为准确和精准的诊断和治疗建议，帮助预防和减少 T2DM 患者心肌缺血的发生。同时本研究还将 2D-STI 检查中的独立影响因子构建了列线图，以便更好的应用于临床，并且经一致性检验，这

一系列线图的 C-index 为 0.81，说明本研究构建的列线图具有较高的实用价值，可为临床诊断和治疗提供有效的参考依据。

总体来说，本研究对于 T2DM 患者心肌缺血的预测和干预提供了一定的参考价值。但是，研究样本较小并且覆盖的地区相对较少，可能导致研究结论的局限性。此外，虽然本研究使用了 2D-STI 技术来评估心脏功能，但这一技术仍存在一些局限性，未来可以尝试结合其他先进的诊断技术，如三维斑点追踪技术等，以提高预测 T2DM 患者心肌缺血的准确性和精准性。最后，本研究也为未来探索基础疾病与心血管系统的关系提供了借鉴，未来在该领域的研究中需要深入开展多中心大样本、随机对照试验研究。

本研究结果表明，2D-STI 技术具有早期预测 T2DM 患者心肌缺血的能力，并且联合应用不同指标可以提高预测准确性和可靠性，有利于心血管科医生提供更为准确和精准的诊断和治疗建议，帮助预防和减少 T2DM 患者心肌缺血的发生。

[参考文献]

[1]Tomic D, Shaw JE, Magliano DJ. The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus[J]. Nat Rev Endocrinol, 2022, 18(9): 525-539.

[2]Cole JB, Florez JC. Genetics of diabetes mellitus and diabetes complications[J]. Nat Rev Nephrol, 2020, 16(7): 377-390.

[3]Darmoch F, Alraies MC, Al-Khadra Y, et al. Intravascular Ultrasound Imaging -Guided Versus Coronary Angiography -Guided Percutaneous Coronary Intervention: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. J Am Heart Assoc, 2020, 9(5): e013678.

[4]Li R, Wang H, Ma F, et al. Widespread myocardial dysfunction in COVID-19 patients detected by myocardial strain imaging using 2-D speckle-tracking echocardiography [J]. Acta Pharmacol Sin, 2021, 42(10): 1567-1574.

[5]van Oostrum NHM, Derks K, van der Woude DAA, et al. Two-dimensional Speckle tracking echocardiography in Fetal Growth Restriction: a systematic review [J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2020, 254: 87-94.

[6]Xing X, Li D, Chen S, et al. Evaluation of left ventricular systolic function in patients with different types of ischemic heart disease by two-dimensional speckle tracking imaging[J]. J Cardiothorac Surg, 2020, 15(1): 1-11.

[7]《中国老年 2 型糖尿病防治临床指南》编写组. 中国老年 2 型糖尿病防治临床指南 (2022 年版)[J]. 中国糖尿病杂志, 2022, 30(1): 2-51.

[8]Gray AJ, Roobottom C, Smith JE, et al. Early computed tomography coronary angiography in patients with suspected acute coronary syndrome: randomised controlled trial [J]. BMJ, 2021, 374: n2106.

[9]Pagliaro BR, Cannata F, Stefanini GG, et al. Myocardial ischemia and coronary disease in heart failure [J]. Heart Fail Rev, 2020, 25(1): 53-65.