

• 慢病专题:心脑血管疾病 •

动态心电图 Lorenz 散点图与冠状动脉慢性完全闭塞病变预后的相关性分析

林婉文,何丽美,刘 丹

(中山大学附属第三医院心电图室,广东 广州 522000)

[摘要] 目的 探讨冠状动脉慢性完全闭塞病变(CTO)患者发生心力衰竭、恶性心律失常等预后与其动态心电图 Lorenz 散点图特点的相关性。方法 选取 2018 年 12 月至 2020 年 12 月该院 100 例经冠状动脉造影确诊为 CTO 的患者。入院后行冠状动脉造影、经皮冠状动脉介入治疗(PCI 术)植入支架与常规药物治疗,术前查动态心电图。术后随访 1 年,分预后良好、不佳组,比较 2 组平均心率(HR)、心率变异性(HRV)、房性早搏、室性早搏、房室传导阻滞、心房纤颤、室性心动过速及 Lorenz 散点图形态特征,采用 ROC 曲线评估 Lorenz 散点图与心率变异性 SDNN 对 CTO 患者预后的诊断价值。结果 100 例患者中,根据随访结果显示,58 例预后良好,42 例预后不佳。预后良好组的心房颤动发生率为 6.90%(4/58),24 h 动态心电图检查中发生室性早搏、室性心动过速及房室传导阻滞的次数分别为(364.81±195.03)、(0.21±0.11)、(1.63±1.18)次。而预后不良组的心房颤动发生率为 19.05%(8/42),24 h 动态心电图检查中发生室性早搏、室性心动过速及房室传导阻滞发生次数分别为(2 093.86±1 732.20)、(0.82±0.14)、(3.21±1.83)次。2 组心房颤动发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。而预后良好组室性早搏、室性心动过速及房室传导阻滞显著低于预后不佳组,差异有统计学意义($P<0.001$)。研究 Lorenz 散点图形态发现,预后良好组呈彗星状比例达 86.2%(50/58),远高于预后不佳组的 31.0%(13/42),差异有统计学意义($P<0.001$),且该组四分布形、不规则形发生率[分别为 3.5%(2/58)、1.7%(1/58)]低于预后不佳组[分别为 19.0%(8/42)、23.8%(10/42)],差异有统计学意义($P<0.05$)。此外,Lozens 散点图形态为分级变量,其曲线下面积为 0.795($P=0.050$,95%CI 0.698~0.893),SDNN 为连续变量,其曲线下方面积为 0.747($P=0.054$,95%CI 0.641~0.852),Lozens 散点图形态及心率变异性 SDNN 曲线下面积均大于 0.5。结论 动态心电图 Lorenz 散点图的分布特点与慢性完全闭塞病变预后有关,可作为预后判断的评估手段之一。

[关键词] 动态心电图; 慢性完全闭塞病变; Lorenz 散点图; 心律失常; 心力衰竭

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2026.01.013

中图法分类号:R542.2;R540.4+;R444

文章编号:1009-5519(2026)01-0071-04

文献标识码:A

Association between dynamic electrocardiogram Lorenz scatter plot and the prognosis in chronic total occlusion of coronary artery

LIN Wanwen, HE Limei, LIU Dan

(Department of Cardiology, The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 522000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the prognostic significance of dynamic electrocardiogram (DCG) Lorenz scatter plot in patients with coronary artery chronic total occlusion(CTO). **Methods** A total of 100 patients diagnosed with CTO via coronary angiography were selected from the hospital from December 2018 to December 2020. All patients underwent coronary angiography, percutaneous coronary intervention (PCI), and stent implantation upon admission, followed by routine pharmacological therapy. Holter monitoring was conducted prior to PCI. Patients were followed up for one year and categorized into good prognosis and poor prognosis groups based on the occurrence of cardiovascular adverse events. The study compared parameters including mean heart rate (HR), heart rate variability (HRV), atrial premature beats, ventricular premature beats, atrioventricular block, atrial fibrillation, ventricular tachycardia, and Lorenz scatter plots between the two groups. The diagnostic value of the Lorenz scatter plot and HRV Standard Deviation of Normal-to-Normal Intervals(SDNN) in predicting the prognosis of CTO patients was evaluated using receiver operating characteristic(ROC) curve analysis. **Results** Among the 100 patients, 58 exhibited a favorable prognosis while 42 had an unfavorable prognosis. In the favorable prognosis group, the incidence of atrial fibrillation was 15.51%,

作者简介:林婉文(1989—),硕士研究生,住院医师,主要从事心血管内科临床研究工作。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20251217.1311.010\(2025-12-18\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20251217.1311.010(2025-12-18))

with (364.81±195.03) ventricular premature beats, (0.21±0.11) episodes of ventricular tachycardia, and (1.63±1.18) episodes of atrioventricular block per 24 hours. In contrast, in the poor prognosis group, the incidence of atrial fibrillation was 19.05%, with (2 093.86±1 732.20) ventricular premature beats, (0.82±0.14) episodes of ventricular tachycardia, and (3.21±1.83) episodes of atrioventricular block per 24 hours. There was no statistically significant difference in the incidence of atrial fibrillation between the two groups ($P>0.05$). However, the frequencies of ventricular premature beats, ventricular tachycardia, and atrioventricular block were significantly lower in the favorable prognosis group compared to the poor prognosis group. The Lorenz plot analysis revealed that 86.2% of patients in the favorable prognosis group exhibited a comet shape, which was significantly higher than the 31.0% observed in the poor prognosis group ($P<0.001$). Additionally, the incidences of four-distribution and irregular distribution in the favorable prognosis group (3.5% and 1.7%, respectively) were lower than those in the poor prognosis group (19.0% and 23.8%, respectively), with statistically significant differences ($P<0.05$). These findings suggested that scatter plot distribution could serve as a valuable reference for predicting patient prognosis. Furthermore, the morphology of the Lorenz scatter plot was identified as a graded variable with an area under the curve(AUC) of 0.795 ($P=0.050$, 95%CI 0.698–0.893), while SDNN, a continuous variable, had an AUC of 0.747 ($P=0.054$, 95%CI 0.641–0.852). Both the Lorenz scatter plot morphology and the SDNN-derived heart rate variability AUC exceeded 0.5, indicating their potential diagnostic value in prognostic prediction. **Conclusion** The distribution characteristics of the Lorenz scatter plot derived from Holter monitoring are associated with the prognosis of CTO, and can serve as a valuable tool for evaluating CTO prognosis.

[Key words] Dynamic electrocardiogram; Chronic total occlusion; Lorenz scatter plot; Arrhythmia; Heart failure

冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)是威胁人类健康的几大严重疾病之一,主要由冠状动脉发生粥样硬化导致动脉管腔狭窄或闭塞,进而引起心肌慢性缺血、缺氧或坏死^[1]。冠状动脉慢性完全闭塞病变(CTO)是指冠状动脉的慢性病变,其狭窄程度达到或接近 100%,心肌梗死溶栓试验血流分级(TIMI)为 0 级,病程通常持续至少 3 个月^[2]。临床上 CTO 患者常表现为胸闷、胸痛、呼吸困难等症状,75%以上的患者伴有心律失常,其中以室性心律失常最为常见,尤其是频发室早、成对室早或短阵室速。此外,20%~48%的患者会出现慢性心力衰竭,主要表现为气促、活动后呼吸困难和水肿等症状,这是由于心脏舒缩功能显著减弱或不协调所致。心力衰竭及恶性心律失常均是影响冠心病长期预后的关键因素。目前,临床上对 CTO 患者的动态心电图检查主要用于观察 ST-T 改变及心律失常的发生率。动态心电图 Lorenz-RR 散点图(简称 Lorenz 散点图)是在二维坐标系上,以每个心搏相邻的 2 个 RR 间期分别作为横坐标与纵坐标绘制的散点图^[3]。国内对于 Lorenz 散点图分布形态异常及其与 CTO 患者心力衰竭及心律失常等预后之间的关系研究尚处于起步阶段^[4]。因此,本研究旨在探讨 CTO 患者 Lorenz 散点图形态与其发生心力衰竭、恶性心律失常等预后之间的相关性,以期对 CTO 的预后评估及临床干预提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取 2018 年 12 月至 2020 年 12 月在本院住院行冠状动脉造影确诊为 CTO 并进

一步成功行经皮冠状动脉介入治疗(PCI 术)的患者 100 例作为研究对象。本研究获本院医学伦理委员会审批(批号:中大附三医伦[2022] 02-121-01)。

1.1.2 纳入标准 (1)符合 CTO 诊断标准^[5];(2)首次对罪犯血管进行 PCI 治疗;(3)有动态心电图、心脏彩色多普勒超声、实验室指标等检查数据,临床资料完整;(4)坚持随访,有完整随访记录。

1.1.3 排除标准 (1)伴严重肺部、肝脏、CKD 3 期以上疾病;(2)伴恶性肿瘤;(3)伴精神疾病、严重脑血管后遗症;(4)伴扩张性心肌病、心脏瓣膜病、风湿性心脏病等其他类型心脏疾病或外科心脏手术史。(5)伴自身免疫性疾病;(6)随访期间因其他疾病或意外死亡。

1.2 方法

1.2.1 资料搜集 记录每例入选病例的性别、年龄、身高、高血压病史、糖尿病病史。入院后术前完善前体氨基末端 B 型利钠肽前体(NT-proBNP)、肌钙蛋白、肌酐、血钾、心脏彩色多普勒超声测定射血分数(EF 值)、24 h 动态心电图检查,检查仪器为 DMS2000 动态心电图分析系统,记录 24 h 平均心率、最快心率、最慢心率,分析心律失常发生情况(房性早搏、室性早搏、心房纤颤、室性心动过速、房室传导阻滞)发生情况。将所得数据传输至计算机,由计算机自动测量出 RR 间期,并分析计算其 24 h 内全部窦性 RR 间期的标准差,即心率变异性指标 SDNN。软件绘制 Lorenz 散点图^[6],再结合传统模块由经验丰富的心电图医生进行精细校正及逆向追踪。

1.2.2 随访与判断 所有患者进行冠状动脉造影术

证实为 CTO,并成功进行介入治疗植入支架,随后进行 1 年的门诊跟踪随访,每月 1 次,如随访 1 年内未发生心血管不良事件(心力衰竭、急性心肌梗死、心源性猝死)则定义为 A 组(预后良好组),如发生至少 1 项上述心血管不良事件,则定义为 B 组(预后不良组)。

1.3 统计学处理 应用 SPSS19.0 统计软件进行数据分析。计量资料符合正态分布的以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *t* 检验。计数资料以例数(*n*)和百分比(%)表示,采用 χ^2 检验。采用百分率描述了各散点图图形所占比例,诊断试验采用描绘受试者工作特征(ROC)曲线并确定曲线下面积(AUC)。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基本资料 本研究共纳入 100 例患者,其中男 75 例(75%),女 25 例(25%)。年龄 27~91 岁,平均(58.28±14.06)岁。见表 1。A 组患者动态心电图检

查结果中检出房性早搏、室性早搏、室性心动过速及房室传导阻滞发生率均低于 B 组,差异均有统计学意义(*P* < 0.05)。A 组 NT-proBNP 及评分、心率变异性 SDNN 均低于 B 组,差异均有统计学意义(*P* < 0.05)。见表 1。

2.2 2 组患者 Lozens 散点图分布情况比较 A 组患者动态心电图 Lorenz 散点图呈彗星状分布的发生率高于 B 组,差异有统计学意义(*P* < 0.01);A 组 Lorenz 散点图呈四分布形、不规则形发生率均低于 B 组,差异均有统计学意义(*P* < 0.05)。见表 2。

2.3 不同指标与 CTO 患者发生心力衰竭、心律失常等不良预后的关系 采用 ROC 曲线研究了心脏彩色多普勒超声的心功能主要指标 EF 值、NT-proBNP 及动态心电图的 Lozens 散点图及心率变异性 SDNN 等不同指标与冠心病 CTO 患者发生心力衰竭、心律失常等不良预后的关系。见图 1。各个指标的 AUC 及约登指数见表 3。

表 1 基线资料情况

基线变量	所有患者(<i>n</i> =100)	A 组(<i>n</i> =58)	B 组(<i>n</i> =42)	<i>P</i>
男性[<i>n</i> (%)]	75(75.00)	47(81.03)	28(66.67)	0.101
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	58.28±14.06	57.64±14.17	59.16±13.95	0.593
糖尿病[<i>n</i> (%)]	24(24.00)	10(17.24)	14(33.33)	0.067
血压($\bar{x} \pm s$,mm Hg)	135.00±25.68	128.00±16.95	138.00±35.78	0.047
肌酐($\bar{x} \pm s$,umol/L)	83.43±32.64	79.35±19.49	88.84±44.19	0.637
血钾($\bar{x} \pm s$,umol/L)	3.96±1.10	3.94±0.48	3.99±1.65	0.655
低密度脂蛋白胆固醇($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	3.28±0.34	3.20±0.45	3.35±0.52	0.123
甘油三酯($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	1.72±0.62	1.69±0.51	1.75±0.47	0.540
左室射血分数($\bar{x} \pm s$,%)	55.03±10.22	62.34±14.03	44.93±5.54	<0.001
左室短轴缩短率($\bar{x} \pm s$,%)	35.00±9.77	42.00±3.56	26.00±2.68	0.001
左心室舒张末内径($\bar{x} \pm s$,mm)	50.00±5.25	48.00±3.68	55.00±4.22	0.001
NT-pro BNP($\bar{x} \pm s$,ng/mL)	1 662.77±1 068.26	1 185.04±854.52	2 298.68±994.97	0.001
室性早搏($\bar{x} \pm s$,次/d)	1 466.88±1 108.30	364.81±195.03	2 093.86±1 732.20	<0.001
房性早搏($\bar{x} \pm s$,次/d)	831.7±735.75	321.82±256.55	1 284.44±900.72	<0.001
心房颤动[<i>n</i> (%)]	13(13.00)	9(15.51)	8(19.05)	0.643
室性心动过速($\bar{x} \pm s$,次/d)	0.39±0.18	0.21±0.11	0.82±0.14	<0.001
房室传导阻滞($\bar{x} \pm s$,次/d)	2.31±1.96	1.63±1.18	3.21±1.83	<0.001
SDNN	84.48±26.95	75.84±27.27	96.40±21.64	<0.001

表 2 2 组各种 Lorenz 散点图分布情况比较[*n*(%)]

分组	<i>n</i>	彗星状	三分布	四分布	不规则	扇形	棒状
A 组	58	50(86.2)	4(6.9)	2(3.5)	1(1.7)	1(1.7)	0
B 组	42	13(31.0)	7(16.7)	8(19.0)	10(23.8)	3(7.1)	1(2.4)
χ^2	—	31.91	2.375	6.584	12.14	1.863	1.395
<i>P</i>	—	0.001	0.123	0.010	0.001	0.172	0.238

注:—表示无此项。

表 3 心脏彩色多普勒超声 EF 值、NT-proBNP 及 SDNN、Lozens 散点图与 CTO 患者发生心力衰竭、心律失常等不良预后的关系

指标	最佳截断值	约登指数	AUC(95%CI)	灵敏度	特异度	<i>P</i>
EF(%)	58.5	0.598	0.859(0.795~0.933)	0.791	0.807	<0.000 1
NT-proBNP(ng/mL)	1 917.0	0.574	0.861(0.791~0.929)	0.767	0.807	<0.000 1
SDNN	82.5	0.562	0.769(0.671~0.868)	0.860	0.701	<0.000 1
Lorenz	0.5	0.579	0.790(0.699~0.880)	0.930	0.649	<0.000 1

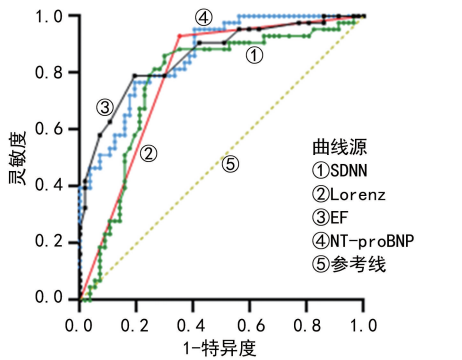


图1 CTO患者动态心电图参数的ROC曲线

3 讨 论

冠心病是常见的心血管疾病,严重威胁公众健康。其中CTO致死致残率较高,治疗难度大,严重威胁人类的生命健康,并给社会带来沉重负担^[9]。近年来,随着胸痛中心建立、胸痛知识的宣教普及、介入材料的进步、手术医师技术的提升,CTO患者的介入治疗成功率显著提高^[10]。然而,术后仍存在恶性心律失常和心力衰竭等不良预后,严重影响患者的生活质量^[11]。

动态心电图是心脏检查的重要手段之一,对于检测心律失常、评估心肌缺血变化及预测心脏预后具有重要意义^[12-13]。该技术能够连续24~72 h不间断监测患者的心率、心律、ST段抬高或压低的变化,并自动生成散点图。在动态心电图检查中,除了常规关注的心率、心律、各类心律失常事件及ST-T改变等重要参数外,近年来,心率变异性及Lorenz散点图逐渐成为研究热点^[14-15]。已有大量研究表明,心率变异性可作为冠心病患者预后的评估指标,但关于Lorenz散点图与CTO患者预后关系的研究相对较少。Lorenz散点图可体现患者24 h内心律失常频度,其形态可大致反映出心律失常的性质^[7,16]。正常窦性心律的Lorenz散点图主要表现为围绕坐标45°分布的彗星状。偶发房性早搏及偶发室性早搏可呈三分布形。频发房性早搏及频发室性早搏则呈四分布形。二、三度房室传导阻滞、频发多源早搏均呈不规则形。心房颤动为扇形。阵发性室性心动过速或显著窦性心动过速多呈短棒状形分布^[7-8]。因此,其不同形态可便于临床医生直观迅速地了解患者心率波动和心律失常的大致情况^[17]。尽管散点图理论已较为成熟,但其与各种疾病及病理现象的关系仍在研究中,图形变化与疾病生理、病理之间的关联尚需进一步探讨。

本研究进一步统计、分析了心功能与Lorenz散点图形态的相关性,发现心功能较好的CTO患者动态心电图Lorenz散点图多呈彗星状,心功能受损的患者呈扇形、四分布形、不规则形。说明Lorenz散点图的分布形态与CTO患者发生心律失常、心力衰竭等不良预后事件具有一定联系。由于人体生物钟、应

激反应、血流动力学、植物神经及激素水平等多种因素的综合作用,人类心率呈现出相对随机且无序的变化特征,即表现出混沌现象和非线性系统特性。Lorenz散点图作为一种经典的研究方法,能够通过独特的图形表现方式揭示自主神经系统对心脏节律的调控机制^[6]。该方法可以将不同时刻的心率数据集中在一个图形中,通过分布形态、面积及在象限中的位置直观地展示心脏节律的变化特征^[14]。

本研究结果显示,心脏彩色多普勒超声LVEF值、NT-proBNP及SDNN、Lozens散点图诊断CTO患者发生心力衰竭、心律失常等不良预后的AUC分别为0.859、0.861、0.769、0.790。进一步表明与心脏不良预后密切相关。分析其原因可能是冠状动脉闭塞后心肌细胞发生电基质改变及微观电重构,且为适应心排血量的需求,电功能会在心肌缺血早期就发生适应性改变,使受损心功能维持代偿^[18]。另外,自主神经功能受损也往往是心律失常、心力衰竭等预后不佳的原因之一。因冠状动脉闭塞、心肌缺血后,交感神经张力增加、迷走神经张力降低,对窦房结调控发生改变,引起窦性间歇改变,此改变可由心率变异性进行量化^[14]。此心脏自主功能的异常导致发生恶性心律失常风险增加,增加心源性猝死风险^[19-21]。本研究尚存在以下不足之处:本研究为回顾性分析且样本量较小,缺乏介入治疗与否的对照分析,这些将在后期研究中进一步完善及补充。

总之,动态心电图Lorenz散点图不仅可敏感且准确地反映心律失常的情况,还对心力衰竭具有一定预测价值。因此,其可作为反映CTO介入治疗后预后的有效评估指标之一。该方法直观性强、信息丰富,可为临床治疗决策提供重要帮助。

参考文献

[1] ELIAS J. Long-term impact of chronic total occlusion re-canalisation in patients with ST-elevation myocardial in-farction[J]. Heart, 2018, 104(17): 1432-1438.

[2] 中华医学会心血管病学分会与中华心血管病杂志编辑委员会. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(10): 766-783.

[3] 王慧,初而复,王新,等. 心电散点图在动态心电图中心律失常的诊断价值[J]. 中国医药指南, 2024, 22(16): 10-12.

[4] 林敏,刘耿星,林艺媛,等. 基于Lorenz-RR散点图的心率变异性新指标评估急性心肌梗死患者冠状动脉病变程度[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2022, 36(3): 214-217.

[5] LEE W S. Randomized trial evaluating percutaneous coro-nary intervention for the treatment of chronic total occlu-sion[J]. Circulation, 2019, 139(14): 1674-1683.

[6] 李方洁. 心电散点图的重要概念、名词术语及其内涵[J]. 实用心电学杂志, 2015, 24(3): 153-157. (下转第80页)

survey[J]. PLoS One, 2018, 13(7):e0199865.

[50] BORGHI C, AGNOLETTI D, CICERO A F G, et al. Uric acid and hypertension; a review of evidence and future perspectives for the management of cardiovascular risk [J]. Hypertension, 2022, 79(9):1927-1936.

[51] DA CUNHA AGOSTINI L, COTA E SOUZA L A, SILVA N N T, et al. Assessing levels of uric acid and other cardiovascular markers in prehypertensive and hypertensive adults[J]. Hipertens Riesgo Vasc, 2024, 41(3):154-161.

[52] ROSSIER B C, BOCHUD M, DEVUYST O. The hypertension pandemic: an evolutionary perspective[J]. Physiology (Bethesda), 2017, 32(2):112-125.

[53] HUANG Y, JING H, WANG Z P, et al. Does serum uric acid mediate relation between healthy lifestyle and components of metabolic syndrome? [J]. Nutrients, 2024, 16(13):2137.

[54] SHEN L H, YANG Y, ZHANG J L, et al. Diacylated anthocyanins from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) attenuate hyperglycemia and hyperuricemia in mice induced by a high-fructose/high-fat diet[J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2023, 24(7):587-601.

[55] WU J, ZHANG Y P, QU Y, et al. Efficacy of uric acid-lowering therapy on hypercholesterolemia and hypertriglyceridemia in gouty patients[J]. Int J Rheum Dis, 2019, 22(8):1445-1451.

[56] ZONG Q C, MA G Y, WANG T. Uric acid lowering improves insulin sensitivity and lowers blood pressure; a meta-analysis of randomized parallel-controlled clinical trials[J]. Afr Health Sci, 2021, 21(1):82-95.

[57] JOHNSON R J, BAKRIS G L, BORGHI C, et al. Hyperuricemia, acute and chronic kidney disease, hypertension, and cardiovascular disease: report of a scientific workshop organized by the national kidney foundation [J]. Am J Kidney Dis, 2018, 71(6):851-865.

[58] GREGORIO F, MANFRINI S, TESTA I, et al. Metformin treatment in elderly type II diabetic patients[J]. Arch Gerontol Geriatr, 1996, 22 Suppl 1:S261-S270.

[59] SAITO Y, TANAKA A, IMAI T, et al. Factors associated with the uric acid-lowering effects of sodium-glucose cotransporter-2 inhibition in patients with type 2 diabetes: insights from the randomized PROTECT trial[J]. Diabetes Obes Metab, 2024, 26(3):1110-1113.

[60] STACK A G, HAN D, GOLDWATER R, et al. Dapagliflozin added to verinurad plus febuxostat further reduces serum uric acid in hyperuricemia: the QUARTZ study [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2021, 106(5):e2347-e2356.

(收稿日期:2025-06-11 修回日期:2025-09-26)

(上接第 74 页)

[7] 田晋帆,邢浩然,张丽君,等.经皮冠状动脉介入治疗冠状动脉慢性完全闭塞病变面临的思考与挑战[J].中国循环杂志, 2023, 38(10):1093-1097.

[8] 曾秋棠,彭昱东.冠状动脉慢性完全闭塞病变介入治疗的进展[J].临床心血管病杂志, 2024, 40(5):351-354.

[9] 孙刚,张学芳,莫兹清,等.单支冠状动脉慢性完全闭塞性病变血运重建后对心脏功能和预后的影响[J].中国心血管病研究, 2024, 22(10):878-883.

[10] 陈泽锋,税星,汤磊乐,等.合并和合并冠心病的非阵发性 AF 患者动态心电图平均心室率与全因死亡的关系[J].新医学, 2020, 51(10):752-758.

[11] 张叶杭,牛向东,刘晓玲.心电散点图配合动态心电图诊断冠心病患者心律失常的临床研究[J].实用医学影像杂志, 2023, 24(6):421-424.

[12] ESPERER H D E, COHEN R J. Cardiac arrhythmias imprint specific signatures on Lorenz plots[J]. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2008, 13(1):44-60.

[13] BORRACCI R A, MONTOYA PULVET J D, INGINO C A, et al. Geometric patterns of time-delay plots from different cardiac rhythms and arrhythmias using short-term EKG signals[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2018, 38(5):856-863.

[14] 宋碧青.心电散点图联合心电图检查诊断心律失常的临床价值分析[J].现代诊断与治疗, 2023, 34(17):2636-2638.

[15] 钱华,谭茗月,陈姝萍,等. RR 散点图低密度分布区占比 Hcy FAR 对心肌梗死患者病情及预后的评估价值[J].河北医学, 2024, 30(6):1026-1031.

[16] 刘婷婷,马兰,章富君,等.二维和三维心电散点图在 HRV 分析中的价值[J].临床心电学杂志, 2022, 31(2):92-97.

[17] 王红宇.心脏猝死高危患者窦性心律的心电散点图特征[J].心电与循环, 2014, 33(2):102-105.

[18] HU M, HAN W, LIU J, et al. Extraction and quantification clusters of three-dimensional Lorenz plots[J]. Stud Health Technol Inform, 2017, 245:118-121.

[19] KLEIGER R E. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction[J]. Am J Cardiol, 1987, 59(4):256-262.

[20] CYGANKIEWICZ I Z A B, DE LUNA. Prognostic value of Holter monitoring in congestive heart failure[J]. Cardiol J, 2008, 15(4):313-323.

[21] PATEL N V. Association of Holter-Derived heart rate variability parameters with the development of congestive heart failure in the cardiovascular health study[J]. JACC Heart Fail, 2017, 5(6):423-431.

(收稿日期:2025-04-26 修回日期:2025-08-23)