

· 论著 · 胸部 ·

动态心电图联合心肌损伤标志物对急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的预测价值分析

白莲香 刘丽丽*

赣州市人民医院(江西 赣州 341000)

【摘要】目的 本研究探讨动态心电图联合心肌损伤标志物对急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的预测价值。**方法** 回顾性选取2020年9月至2023年9月在我院就诊的214例急性心肌梗死患者。患者术后3d内均接受动态心电图及实验室指标检测,比较两组患者动态心电图及各项实验室指标,采用Logistic回归法分析急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的危险因素,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析动态心电图联合心肌损伤标志物对急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的预测价值。**结果** 单因素分析结果显示,有13个因素是急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的影响因素($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示,HDL-C、SDANN、SDNN、PNN50、hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB均是急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的独立影响因素($P<0.05$)。ROC曲线下面积(AUC)为0.866,灵敏度为0.728,特异度为0.829($P<0.05$),预测效果及准确性较高。**结论** 动态心电图与心肌损伤标志物联合预测,可为患者MACE发生提供较高的参考价值,值得推广。

【关键词】 动态心电图; 心肌损伤标志物; 急性心肌梗死; MACE; 预测价值

【中图分类号】 R542.2+2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.11.024

Predictive Value Analysis of Dynamic Electrocardiogram Combined with Myocardial Injury Markers for MACE Occurrence in Patients with Acute Myocardial Infarction after PCI

BAI Lian-xiang, LIU Li-li*

Ganzhou People's Hospital, Ganzhou 341000, Jiangxi Province, China

Abstract: Objective This study aims to explore the predictive value of dynamic electrocardiogram combined with myocardial injury markers for the occurrence of MACE in patients with acute myocardial infarction after PCI. **Methods** A retrospective study was conducted on 214 patients with acute myocardial infarction who visited our hospital from September 2020 to September 2023. Within 3 days after surgery, all patients underwent dynamic electrocardiogram and laboratory indicator testing. The dynamic electrocardiogram and various laboratory indicators of the two groups of patients were compared. Logistic regression was used to analyze the risk factors for MACE occurrence in patients with acute myocardial infarction after PCI. Receiver operating characteristic (ROC) curves were drawn to analyze the predictive value of dynamic electrocardiogram combined with myocardial injury markers for MACE occurrence in patients with acute myocardial infarction after PCI. **Results** Univariate analysis showed that there were 13 factors that influenced the occurrence of MACE in patients with acute myocardial infarction after PCI ($P<0.05$). The results of multiple logistic regression analysis showed that HDL-C, SDANN, SDNN, PNN50, hs cTnI, NT proBNP, and CK-MB were independent influencing factors for the occurrence of MACE in patients with acute myocardial infarction after PCI ($P<0.05$). The area under the ROC curve (AUC) is 0.866, the sensitivity is 0.728, and the specificity is 0.829 ($P<0.05$), indicating high predictive performance and accuracy. **Conclusion** The combined prediction of dynamic electrocardiogram and myocardial injury markers can provide high reference value for the occurrence of MACE in patients and is worth promoting.

Keywords: Dynamic Electrocardiogram; Cardiac Injury Markers; Acute Myocardial Infarction; MACE; Predictive Value

急性心梗(AMI)作为常见急危重症,发病率与死亡率双高,发病形势严峻。经皮冠脉介入(PCI)虽为主要疗法,可改善缺血、延长生命,却仍难降低术后不良心血管事件(MACE)的高发生率^[1]。因此,寻找有效指标预测AMI患者MACE风险对改善预后意义重大。动态心电图是无创、高灵敏度仪器,能记录24小时心电活动,分析心电信号,在相关心脏疾病评估中价值颇高^[2-3]。心肌损伤标志物为蛋白质或酶类,心肌受损时释放入血,与心肌坏死及预后相关^[4]。但临床上,AMI患者的心肌损伤标志物与动态心电图参数的相关性尚无定论。基于此,本研究旨在进一步探讨AMI病人动态心电图与心肌损伤标志物之间的相关性,并探讨两者在急性心肌梗死患者PCI术后

MACE早期预警中的作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2020年9月至2023年9月在我院就诊的214例急性心肌梗死患者。其中,患者年龄44~75岁,平均(57.14±8.36)岁。

纳入标准: 经心电图及临床症状确诊为急性心肌梗死患者;患者接受PCI术;发病时间≤4.5h;临床资料齐全。排除标准:存在急性冠脉综合征史;合并其他恶性肿瘤;合并自身免疫性疾病。

1.2 检查方法

【第一作者】 白莲香,女,住院医师,主要研究方向:临床医学。E-mail: bailian3454x@163.com

【通讯作者】 刘丽丽,女,主治医师,主要研究方向:医学影像。E-mail: 15279762596@163.com

1.2.1 电子病历信息采集 内容包括所有患者临床及病理资料，包括年龄、性别、基础病史、吸烟史。患者术后3d内实验室指标，包括血常规：血红蛋白(Hb)、白细胞计数(WBC)、血小板计数(PLT)、白蛋白(ALB)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C) 等采用全自动生化分析仪(贝克曼AU5800型)检测；高敏心肌钙蛋白(hs-cTnI)、氨基端脑尿钠肽前体(NT-proBNP)及肌酸激酶同工酶(CK-MB)的含量采用化学发光免疫分析法(贝克曼 DXI 800)进行检测。

1.2.2 动态心电图检查 术后3天内，使用深圳博英BI9900型动态心电图仪，在患者胸前贴10个电极片，行24小时动态心电图监测。采集数据经博英分析系统处理，得到HRV参数[每5min正常R-R间期平均值的标准差(SDANN)、正常窦率R-R间期标准差(SDNN)、相邻RR间期差值的均方根(RMSSD)相邻R-R间期差值>50ms者占分析总心搏数量的百分比(PNN50)值等]。

1.2.3 随访 随访AMI患者，每2个月门诊或电话追踪，统计出院前及1年后MACE发生情况，依此将患者分为非MACE组(173例)与MACE组(41例)。

1.3 统计学方法 利用Excel 16.0录入数据，采用SPSS 21.0软件进行统计分析，计量资料以表示，采用独立样本t检验；计数资料以频数、%表示，组间比较采用 χ^2 检验，对于单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素Logistic回归分析，使

用Hosmer-Lemeshow验证模型的拟合度，P值越大($P>0.05$)拟合度越优。以 $P<0.05$ 表示有统计学意义。

2 结 果

2.1 急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的单因素分析 单因素分析结果显示，患者合并糖尿病、3支病变血管、Hb、ALB、TG、HDL-C、SDANN、SDNN、RMSSD、PNN50、hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB均是急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的影响因素($P<0.05$)。其余因素均无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.2 急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的多因素分析 将是否发生MACE设为因变量(“非MACE=0”，“MACE=1”)，将单因素分析中有统计学意义的变量，包括，患者合并糖尿病(否=0；是=1)、3支病变血管(1支=0；2支=1；3支=2)、Hb、ALB、TG、HDL-C、SDANN、SDNN、RMSSD、PNN50、hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB(以上均按原值录入)纳入多因素Logistic回归分析中。结果显示，HDL-C、SDANN、SDNN、PNN50、hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB均是急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的独立影响因素($P<0.05$)。见表2。

2.3 ROC曲线分析 结果显示ROC曲线下面积(AUC)为0.866，灵敏度为0.728，特异度为0.829($P<0.05$)。见图1和表3。

表1 急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的单因素分析

预测变量		例数	非MACE(n=173)	MACE(n=41)	统计值	P
性别	男	138	108	30	1.670	0.196
	女	76	65	11		
年龄			53.25±6.02	55.021±6.98	1.816	0.071
基础疾病	糖尿病	71	51	20	5.569	0.018
	高血压	90	69	21	1.748	0.186
	吸烟史	80	62	18	0.921	0.337
病变血管	1	94	79	15	8.037	0.018
	2	84	71	13		
	3	36	23	13		
Killip心功能分级	I / II	147	124	23	3.740	0.053
	III/IV	67	49	18		
Hb			139.25±18.52	130.21±16.54	2.865	0.005
WBC			7.21±1.14	6.89±1.08	1.632	0.104
PLT			201.87±30.25	211.57±36.36	1.773	0.078
ALB			37.94±3.02	36.80±2.51	2.240	0.026
TG			1.66±0.21	1.57±0.19	2.511	0.013
TC			4.65±1.01	4.91±1.24	1.416	0.158
LDL-C			2.68±0.48	2.81±0.59	1.489	0.138
HDL-C			1.29±0.24	1.21±0.18	2.004	0.046
SDANN			194.57±33.25	151.58±30.21	7.569	<0.001
SDNN			221.05±26.35	174.06±22.01	10.573	<0.001
RMSSD			37.54±5.01	31.58±4.53	6.970	<0.001
PNN50			18.54±3.68	16.25±2.51	3.778	<0.001
hs-cTnI			75.41±11.28	86.29±12.65	5.423	<0.001
NT-proBNP			102.51±10.24	115.08±14.65	6.458	<0.001
CK-MB			10.84±2.01	13.24±3.02	6.180	<0.001

表2 急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的多因素分析

预测变量	B	S.E	Wald	P值	OR值		95% CI
					下限	上限	
糖尿病	2.646	1.784	2.201	0.138	14.095	0.427	464.775
病变血管			4.010	0.135			
病变血管(2支)	1.286	1.688	0.580	0.446	3.617	0.132	98.941
病变血管(3支)	4.435	2.271	3.813	0.051	84.327	0.984	7230.102
Hb	-0.041	0.040	1.065	0.302	0.960	0.888	1.038
ALB	-0.333	0.268	1.540	0.215	0.717	0.424	1.213
TG	-5.857	3.592	2.659	0.103	0.003	0.001	3.265
HDLC	-8.709	4.057	4.608	0.032	0.001	0.001	0.469
SDANN	-0.082	0.033	6.331	0.012	0.921	0.864	0.982
SDNN	-0.074	0.029	6.288	0.012	0.929	0.877	0.984
RMSSD	-0.040	0.122	0.107	0.743	0.961	0.756	1.221
PNN50	-0.717	0.290	6.119	0.013	0.488	0.277	0.862
hscTnI	0.198	0.080	6.059	0.014	1.219	1.041	1.426
proBNP	0.217	0.092	5.549	0.018	1.243	1.037	1.489
CKMB	0.632	0.315	4.022	0.045	1.881	1.014	3.488

表3 动态心电图联合心肌损伤标志物对急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的预测价值

方法	灵敏度	特异度	最佳临界值	曲线下面积	95% CI		P值
					下限	上限	
SDANN	0.717	0.829	0.546	0.830	0.767	0.894	<0.001
SDNN	0.509	0.927	0.436	0.776	0.705	0.847	<0.001
PNN50	0.549	0.829	0.378	0.695	0.620	0.770	<0.001
hs-cTnI	0.890	0.488	0.378	0.739	0.652	0.827	<0.001
NT-proBNP	0.977	0.463	0.440	0.764	0.672	0.855	<0.001
CK- MB	0.850	0.610	0.460	0.756	0.661	0.851	<0.001
联合应用	0.728	0.829	0.866	0.866	0.809	0.923	<0.001

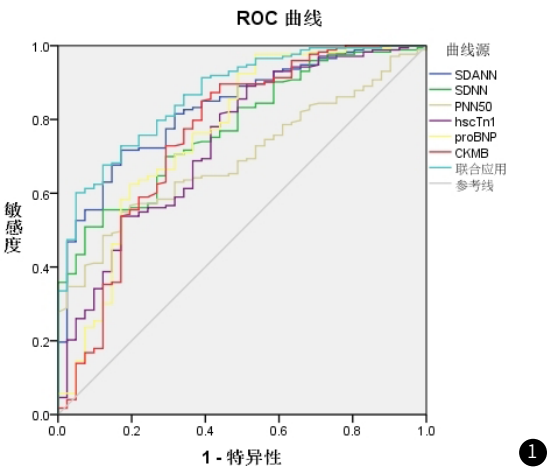


图1 动态心电图联合心肌损伤标志物对急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的预测价值的ROC曲线。

3 讨论

心血管病是全球常见疾病，2018年约2.9亿人患病。急性心肌梗死是其主要表现，死亡率和致残率高，危害较大^[5-6]。急性心肌梗死常因冠脉斑块破裂致闭塞。经皮冠脉介入术虽好，但ST段抬高、手术时机等会引发MACE，加重患者经济负担^[7-8]。因此，分析急性心梗PCI术后MACE风险因素，尽早防治，是临床工作的重要内容。

与常规心电图比较，动态心电图优势明显，其无创易被患者接受，可24小时连续监测，展现心搏周期信息，大幅提升数据量，直观呈现异常心电图，便于分析心脏潜在病变，且其心率变异性可反映心肌梗死后多种情况^[9]。本研究结果显示，SDANN、SDNN、PNN50均是急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的独立影响因素($P<0.05$)。可能是急性心梗患者因心肌缺血及其他损害，致自主神经失衡，增加MACE发病风险。

在评价急性心肌梗死及其预后时，hs-cTnI、NT-proBNP

以及CK-MB是常用心肌损伤标志物^[10-11]。本研究结果显示,hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB均是急性心肌梗死患者PCI术后MACE发生的独立影响因素($P<0.05$)。其原因:心肌酶CK-MB、cTnI在急性心肌梗死时快速上升,心肌受损时水平增高,可判断病情与预后^[12-13]。B型脑钠肽(BNP)是内源性神经递质,在心室负荷异常时含量增高,可评估心功能^[14]。因此,心肌损伤标志物是预测MACE风险的重要手段。

本研究通过分析动态心电图联合心肌损伤标志物ROC曲线,结果显示,SDANN、SDNN、PNN50、hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB联合应用ROC曲线下面积(AUC)为0.866,灵敏度为0.728,特异度为0.829。提示动态心电图与心肌损伤标志物联合预测准确度更高,动态心电图能监测异常,hs-cTnI等标志物可反映损伤,对预测MACE风险意义重大^[15-16]。

综上所述,SDANN、SDNN、PNN50、hs-cTnI、NT-proBNP以及CK-MB联合预测急性心梗患者PCI术后MACE价值高,动态心电图与心肌损伤标志物联用有参考价值,值得推广。

参考文献

- [1] Miao B, Hernandez AV, Alberts MJ, et al. Incidence and predictors of major adverse cardiovascular events in patients with established atherosclerotic disease or multiple risk factors[J]. J Am Heart Assoc, 2020, 9(2): e014402.
- [2] 张卫星, 罗春芬. 多项心电与心脏超声无创指标对急性心肌梗死病人的预后评估[J]. 兵团医学, 2023, 21(2): 28-29.
- [3] 刘娟, 苏兵, 李硕, 等. 2型糖尿病伴慢性心力衰竭患者心电图Q-T间期离散度与心脏不良事件的关系研究[J]. 中国医药导报, 2019, 16(14): 56-59.
- [4] 史丹丹, 王颖颖, 刁启峰. 超声心动图指标联合心肌损伤标志物预测老年心肌梗死病人预后的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(23): 4326-4330.
- [5] 刘雨, 李娜, 张家菁, 等. 患者参与心脏康复的现状及其影响因素[J]. 中国康复, 2020, 35(12): 664-667.
- [6] Samsky MD, Morrow DA, Proudfoot AG, et al. Cardiogenic shock after acute myocardial infarction: a review[J]. JAMA, 2021, 326(18): 1840-1850.
- [7] Choi IJ, Lim S, Choo EH, et al. Impact of intravascular ultrasound on long-term clinical outcomes in patients with acute myocardial infarction[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2021, 14(22): 2431-2443.
- [8] Basir MB, Lemor A, Gorgis S, et al. Vasopressors independently associated with mortality in acute myocardial infarction and cardiogenic shock[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2022, 99(3): 650-657.
- [9] Brinza C, Floria M, Covic A, et al. The usefulness of assessing heart rate variability in patients with acute myocardial infarction (HeaRt-V-AMI) [J]. Sensors (Basel), 2022, 22(9): 3571.
- [10] 焦琼, 温雯, 许笑宜, 等. 急性心肌梗死患者自噬相关基因-7与心电图QRS波时限的相关性分析[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(8): 956-958, 966.
- [11] 吴瑶, 成智东. 动态心电图联合超声心动图检查在急性心肌梗死患者预后评估中的应用价值[J]. 现代医用影像学, 2022, 31(10): 1943-1945, 1956.
- [12] 李书红. 急性上消化道出血患者心肌损伤发生状况及其影响因素[J]. 黑龙江医药科学, 2022, 45(2): 106-107.
- [13] 王雅心, 赵秀娟, 李纾, 等. 全血细胞亚型比值预测脓毒症患者发生心肌损伤的临床价值[J]. 中国急救医学, 2021, 41(5): 369-373.
- [14] 许春江. B型钠尿肽前体检验在急性心肌梗死临床诊断中的价值评价[J]. 哈尔滨医药, 2023, 43(3): 88-90.
- [15] 杨青, 吕树志, 张金华, 等. hs-TnT CK-MB NT-proBNP联合检测诊断急性心肌梗死的临床价值[J]. 临床心身疾病杂志, 2022, 28(6): 122-125.
- [16] 金燕子, 黄巧玲, 李裕生. 四维自动左室定量分析技术联合动态心电图预测急性心肌梗死患者预后的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(12): 962-966.

(收稿日期: 2025-03-18)

(校对编辑: 赵望淇)