DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.09.004
文章编号：1005-8982（2025）09-0021-06

心脏疾病专题·论著

超声斑点追踪成像技术联合血清肌酸激酶/肌酸激酶同工酶对急性心肌梗死 ECMO 早期撤机结果的预测价值*

李倩倩，慕笑磊，姜静
（青岛市市立医院 心脏超声科，山东 青岛 266000）

摘要：目的 分析超声斑点追踪成像（STI）技术联合血清肌酸激酶（CK）/肌酸激酶同工酶（CK-MB）对急性心肌梗死（AMI）体外膜氧合器（ECMO）早期撤机结果的预测价值。**方法** 选取 2022 年 6 月—2023 年 7 月在青岛市市立医院行 ECMO 治疗的 82 例 AMI 患者，采用彩色多普勒超声诊断仪检测左心室整体外层心肌环向应变值（GCS-epi）、中层心肌环向应变值（GCS-mid）及内层心肌环向应变值（GCS-endo）；采用酶联免疫吸附试验检测 CK、CK-MB 水平，计算 CK/CK-MB；根据撤机情况将患者分为撤机失败组和成功组，比较两组患者的临床资料；采用多因素逐步 Logistic 回归模型分析影响 ECMO 早期撤机失败的因素；绘制受试者工作特征（ROC）曲线分析 STI 联合血清 CK/CK-MB 对 ECMO 早期撤机结果的预测价值。**结果** 失败组多器官功能衰竭发生率高于成功组（P <0.05）。失败组和成功组 CK/CK-MB、心率、GCS-endo、GCS-epi、GCS-mid 水平比较，差异均有统计学意义（P<0.05）。失败组 CK/CK-MB 和左室射血分数（LVEF）均低于成功组（P <0.05），GCS-endo、GCS-epi、GCS-mid 均高于成功组（P <0.05）。多因素逐步 Logistic 回归分析结果显示：多器官功能衰竭［$\hat{OR}$ =5.114（95% CI：1.748，14.962）］、CK/CK-MB 低［$\hat{OR}$ =3.618（95% CI：1.237，10.586）］、LVEF 低［$\hat{OR}$ = 6.135（95% CI：2.097，17.949）］、GCS-epi 高［$\hat{OR}$ =7.501（95% CI：2.564，21.945）］、GCS-mid 高［$\hat{OR}$ =8.183（95% CI：2.797，23.940）］和 GCS-endo 高［$\hat{OR}$ =15.565（95% CI：1.841，29.289）］是 AMI 患者 ECMO 早期撤机失败的危险因素（P <0.05）。ROC 曲线分析结果显示，多器官功能衰竭、CK/CK-MB、LVEF、GCS-epi、GCS-mid、GCS-endo 联合预测 ECMO 早期撤机失败的敏感性为 92.31%（95% CI：0.803，1.000），特异性为 94.64%（95% CI：0.824，1.000），曲线下面积为 0.924，联合检测对 ECMO 早期撤机失败的预测价值较高。**结论** 多器官功能衰竭、CK/CK-MB、LVEF、GCS-epi、GCS-mid、GCS-endo 联合对 AMI 患者 ECMO 早期撤机失败的预测价值更高。

关键词： 急性心肌梗死；超声斑点追踪成像技术；体外膜氧合器；早期撤机
中图分类号： R541.4　　**文献标识码：** A

Predictive value of ultrasonic speckle tracking imaging combined with serum creatine kinase/creatine kinase isoenzyme ratio in evaluating the early withdrawal of ECMO in acute myocardial infarction*

Li Qian-qian, Mu Xiao-lei, Jiang Jing
(Department of Cardiac Ultrasound, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao, Shandong 266000, China)

收稿日期：2024-05-13
* 基金项目：山东省医药卫生科技发展计划项目（No：202103010741）
［通信作者］姜静，Tel：18553227296；E-mail：jiangjing_117@163.com

Abstract: Objective To analyze the value of ultrasonic spot tracking imaging (STI) combined with serum creatine kinase (CK)/creatine kinase isoenzyme (CK-MB) ratio in evaluating the early withdrawal of extracorporeal membrane oxygenator (ECMO) in acute myocardial infarction (AMI). **Methods** A total of 82 patients with AMI who received ECMO treatment in Qingdao Municipal Hospital of Shandong Province from June 2022 to July 2023 were selected. Color Doppler ultrasonography was used to detect the global outer myocardium circumferential strain value (GCS-epi), middle myocardium circumferential strain value (GCS-mid) and inner myocardium circumferential strain value (GCS-endo) of the left ventricle. The levels of CK and CK-MB were detected by ELISA, and the ratio of CK/CK-MB was calculated. The patients were divided into failure group and successful group according to the withdrawal status. The factors influencing the early withdrawal failure of ECMO were analyzed, and the value of STI combined with serum CK/CK-MB ratio in predicting the early withdrawal result of ECMO was also analyzed. **Results** The incidence of multiple organ failure in the failure group was higher than that in the successful group ($P < 0.05$). The CK/CK-MB ratio and LVEF level in the failed group were lower than those in the successful group ($P < 0.05$), while the levels of GDS-ENDO, GDS-EPI and GDS-MID were higher than those in the successful group ($P < 0.05$). After multivariate Logistic regression analysis, the results showed that: multiple organ failure [$\hat{OR}$ = 5.114 (95% CI: 1.748, 14.962)], CK/CK-MB ratio [$\hat{OR}$ = 3.618 (95% CI: 1.237, 10.586)], LVEF level [$\hat{OR}$ = 6.135 (95% CI: 2.097, 17.949)], GDS-EPI level [$\hat{OR}$ =7.501 (95% CI: 2.564, 21.945)], GDS-MID level [$\hat{OR}$ = 8.183 (95% CI: 2.797, 23.940)] and GPS-ENDO level [$\hat{OR}$ = 15.565 (95% CI: 1.841, 29.289)] were risk factors for early ECMO withdrawal failure in AMI patients ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the sensitivity of multiple organ failure, CK/CK-MB ratio, LVEF, GCS-epi, GCS-mid and GCS-endo in predicting early ECMO withdrawal failure was 92.31% (95% CI: 0.803, 1.000); The specificity was 94.64% (95% CI: 0.824, 1.000), AUC was 0.924. They combined predicted the early withdrawal failure of ECMO. **Conclusion** Multiple organ failure, CK/CK-MB ratio, LVEF, GCS-epi, GCS-mid, and GCS-endo have higher value in predicting early ECMO withdrawal failure in AMI patients.

Keywords: acute myocardial infarction; ultrasonic speckle tracking imaging technology; extracorporeal membrane oxygenator; early withdrawal

据统计，我国每年约350万人死于心血管病，其中急性心肌梗死（acute myocardial infarction, AMI）约有10万人[1]。AMI发病率高、预后差，3%～10%的AMI患者常伴有心脏骤停、心源性休克等，引起多器官功能衰竭，病死率高达50%～70%[2-3]。机械循环支持是临床治疗AMI常用方法，可有效代替心脏功能，有助于心肺复苏。体外膜氧合器（extracorporeal membrane oxygenator, ECMO）为机械循环支持的一种方法，具有高流速、使用方便的特点，能使肺处于休息状态，提供氧合作用及排出二氧化碳，从而替代肺和心脏功能[4-5]。但ECMO撤机是一个复杂的过程，撤机失败可能会引发感染、出血、栓塞等并发症的发生，增加患者疾病风险和不良预后。故选取一种有效的预测方法早期筛选ECMO撤机失败的高风险人群尤为重要。肌酸激酶（creatine kinase, CK）、肌酸激酶同工酶（creatine kinase isoenzyme, CK-MB）为临床常用心肌损伤标志物，具有敏感性、特异性高的特点[6-7]。ECMO撤机过程中，若患者心肌损伤程度较重，一定程度上会增加撤机风险。超声斑点追踪成像（speckle tracking imaging, STI）是一种先进的超声成像技术，通过跟踪声波在人体组织中的散射和反射，从而获取组织的结构和运动信息[8]。STI技术有助于更准确地了解患者在ECMO支持下的心脏功能状态，为撤机决策提供有力的依据。现阶段，临床关于STI技术联合血清CK/CK-MB评估AMI患者ECMO早期撤机结果的研究较少。本研究拟分析STI技术联合血清CK/CK-MB评估ECMO治疗AMI患者早期撤机结果的价值，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2022年6月—2023年7月在青岛市市立医院接受ECMO治疗的82例AMI患者。纳入标准：①符合《急性心肌梗死的诊断与治疗》[9]中AMI的诊断标准；②发生心源性休克；③接受急诊冠状动脉造影及罪犯血管的PCI治疗及ECMO治疗；④年龄18～76岁；⑤无精神障碍或认知功能不全；⑥患者均知晓本研究并签署知情同意书。排除标准：①存

在恶性肿瘤；②临床资料不全；③有不可恢复性脑损伤或肺损伤；④合并自身免疫性疾病；⑤有凝血功能障碍或血液性疾病。

1.2　方法

1.2.1　ECMO　采取美国 Medtronic 公司 ECMO 系统及套包行 ECMO 治疗。经皮穿刺建立血管通道，颈内静脉为动脉端，股静脉为静脉端，动脉、静脉导管分别设置为 15–17 F、19–23 F。选取肝素抗凝，保持活化凝血时间 160 ~ 200 s，维持参数 FiO_2< 50%、潮气量 4 ~ 6 mL/kg、呼吸频率 7 ~ 12 次/min、呼气末正压 8 ~ 10 cmH_2O、平台压<30 cmH_2O。

1.2.2　早期撤机标准　早期撤机要求患者疾病控制显著，吸入氧浓度<0.4、心率<20 ~ 30 次/min、吸气峰压 18 ~ 20 cmH_2O、呼气末正压 4 ~ 6 cmH_2O，血气指标恢复正常，可提前撤机。根据撤机结果将患者分为失败组和成功组。患者出现低血压，给予小剂量血管活性药物仍无法纠正判定为撤机失败。

1.2.3　临床指标检测　ECMO 撤机前 24 h 收集患者的基础资料，包括年龄、性别、多器官功能衰竭、多支血管病变、罪犯血管[左主干、左前降支、左回旋支、右冠状动脉]、ECMO 辅助时间、心率（heart rate, HR）、动脉血氧分压（arterial partial oxygen pressure, PaO_2）、动脉血二氧化碳分压（partial arterial carbon dioxide pressure, $PaCO_2$）。采用 EG–800 型血气分析仪（深圳市康立医疗生物有限公司）检测 PaO_2、$PaCO_2$，uMEC7 型多功能监护仪（深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司）检测 HR。

1.2.4　CK、CK–MB 水平检测　入院后，采集患者第 2 天清晨空腹静脉血 5 mL，2 000 r/min 离心 5 min，取上清液置于–80 ℃冰箱冷冻保存。采用酶联免疫吸附试验检测 CK、CK–MB 水平，并计算 CK/CK–MB。试剂盒购自北京索莱宝科技有限公司。

1.2.5　STI 检测　采用美国 GE 公司 Vivid7 型彩色多普勒超声诊断仪检测 ECMO 撤机前超声心动图定量参数，采用 E9 型彩色多普勒超声诊断仪，M5S 探头，频率 1.5 ~ 4.5 MHz、探测深度 15 ~ 20 mm、扫描角度参数设置为 60 ° ~ 90 °；采用 Echo PAC 软件分析数据，包括获取左室收缩末期内径（left ventricular end–systolic diameter, LVESD）、左室舒张末期内径（left ventricular end–diastolic diameter, LVEDD），左室射血分数（left ventricular ejection fraction, LVEF），收集心尖、二尖瓣、乳头肌左室短轴切面的图像，心尖腔、三腔、四腔左室长轴切面图像。采用 Echo PAC 软件勾画心内膜缘曲线，调整感兴趣区宽度，使感兴趣区与心肌厚度一致。STI 技术分析软件自动追踪感兴趣区回声斑点，经 Echo PAC 软件生成整体及 17 节段纵向分层应变牛眼图，记录左心室心肌整体纵向应变（global circumferential strain of epicardium, GCS–epi）、中层心肌整体纵向应变（global circumferential strain of middle myocardium, GCS–mid）及整体内膜层心肌整体纵向应变（global longitudinal strain of endocardium, GCS–endo）值。所有操作均由同一超声医师完成。

1.3　统计学方法

数据分析采用 SPSS 24.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，比较用 t 检验；计数资料以构成比或率（%）表示，比较用 χ^2 检验；影响因素的分析采用多因素逐步 Logistic 回归模型；绘制受试者工作特征（receiver operator characteristic, ROC）曲线。P <0.05 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组患者临床资料比较

两组患者的性别构成、年龄、多支血管病变占比、PaO_2、$PaCO_2$、HR、LVESD、LVEDD、ECMO 辅助时间、罪犯血管构成比较，经 χ^2/ t 检验，差异均无统计学意义（P >0.05）。两组患者多器官功能衰竭占比、CK/CK–MB、LVEF、GCS–endo、GCS–epi、GCS–mid 比较，经 χ^2 / t 检验，差异均有统计学意义（P <0.05）；失败组多器官功能衰竭占比高于成功组，CK/CK–MB 和 LVEF 均低于成功组，GCS–endo、GCS–epi、GCS–mid 均高于成功组。见表 1。

2.2　影响 ECMO 早期撤机失败的多因素逐步 Logistic 回归分析

以 AMI 患者 ECMO 撤机结果作为因变量（成功 =0，失败 =1），将多器官功能衰竭（否 =0，是 =1）、CK/CKMB、LVEF、GCS–epi、GCS–mid 和 GCS–endo（均为实测值）作为自变量，进行多因素逐步 Logistic 回归分析（$\alpha_{入}$ = 0.05，$\alpha_{出}$ = 0.10），结果显示：多器官功能衰竭[$\hat{OR}$ =5.114（95% CI：1.748，14.962）]、CK/CK–MB 低[$\hat{OR}$ =3.618（95% CI：1.237，10.586）]、LVEF 低[$\hat{OR}$ =6.135（95% CI：2.097，17.949）]、GCS–epi 高[$\hat{OR}$ =

表 1 两组临床资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	多支血管病变 例(%)	多器官功能衰竭 例(%)	PaO_2/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	$PaCO_2$/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)
失败组	26	14/12	47.52 ± 4.26	10(38.46)	20(76.92)	139.52 ± 10.02	39.52 ± 3.95
成功组	56	34/22	46.29 ± 4.38	22(39.39)	14(25.00)	141.69 ± 11.17	38.41 ± 2.46
χ^2/ t 值		0.345	1.193	0.005	19.723	0.845	1.556
P 值		0.557	0.236	0.943	0.000	0.401	0.124

组别	HR/(次/min, $\bar{x} \pm s$)	CK/CK-MB/(%, $\bar{x} \pm s$)	LVEF/(%, $\bar{x} \pm s$)	LVESD/(mm, $\bar{x} \pm s$)	LVEDD/(mm, $\bar{x} \pm s$)	ECMO 辅助时间/(h, $\bar{x} \pm s$)
失败组	92.03 ± 2.62	413.52 ± 15.47	36.53 ± 1.54	56.62 ± 6.41	60.20 ± 5.47	130.20 ± 12.62
成功组	91.05 ± 2.74	657.41 ± 20.45	42.85 ± 1.79	54.85 ± 5.89	57.69 ± 5.84	128.47 ± 11.82
χ^2/ t 值	1.528	53.992	15.521	1.231	1.847	0.604
P 值	0.131	0.000	0.000	0.222	0.068	0.548

组别	罪犯血管 例(%)				GCS-endo/(%, $\bar{x} \pm s$)	GCS-epi/(%, $\bar{x} \pm s$)	GCS-mid/(%, $\bar{x} \pm s$)
	左主干	左前降支	左回旋支	右冠状动脉			
失败组	7(26.92)	10(38.46)	6(23.08)	3(11.54)	−10.56 ± 1.24	−7.25 ± 0.45	−9.46 ± 0.74
成功组	14(25.00)	26(46.43)	10(17.86)	6(10.71)	−11.74 ± 1.57	−10.20 ± 0.48	−10.13 ± 0.78
χ^2/ t 值	0.201				3.371	26.402	3.677
P 值	0.841				0.001	0.000	0.000

7.501(95% CI:2.564,21.945)]、GCS-mid 高[$\hat{OR}$ = 8.183(95% CI:2.797,23.940)]和 GCS-endo 高[$\hat{OR}$ = 15.565(95% CI:1.841,29.289)]是 AMI 患者 ECMO 早期撤机失败的危险因素(P<0.05)。见表 2。

表 2 影响 ECMO 早期撤机失败的多因素逐步 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S_b	Wald χ^2	$\hat{OR}$	95% CI		P 值
					下限	上限	
多器官功能衰竭	1.632	0.412	15.691	5.114	1.748	14.962	0.000
CK/CK-MB	1.286	0.296	18.876	3.618	1.237	10.586	0.000
LVEF	1.814	0.418	18.833	6.135	2.097	17.949	0.000
GCS-epi	2.015	0.371	29.499	7.501	2.564	21.945	0.000
GCS-mid	2.102	0.418	25.288	8.183	2.797	23.940	0.000
GCS-endo	2.745	0.384	51.100	15.565	1.841	29.289	0.000

2.3 STI 技术联合血清 CK/CK-MB 对 ECMO 早期撤机结果的预测价值分析

ROC 曲线分析结果显示,多器官功能衰竭、CK/CK-MB、LVEF、GCS-epi、GCS-mid、GCS-endo 及联合检测预测 ECMO 早期撤机失败的敏感性分别为 65.38%(95% CI:0.543,0.765)、69.23%(95% CI:0.581,0.803)、73.08%(95% CI:0.620,0.842)、80.77%(95% CI:0.697,0.919)、76.92%(95% CI:0.658,0.880)、76.92%(95% CI:0.646,0.892)、92.31%(95% CI:0.803,1.000);特异性分别为 66.07%(95% CI:0.539,0.783)、67.86%(95% CI:0.557,0.801)、69.64%(95% CI:0.574,0.818)、80.36%(95% CI:0.682,0.826)、78.57%(95% CI:0.664,0.908)、75.00%(95% CI:0.628,0.872)、94.64%(95% CI:0.824,1.000)。联合检测对 ECMO 早期撤机失败的预测价值较高。见图 1 和表 3。

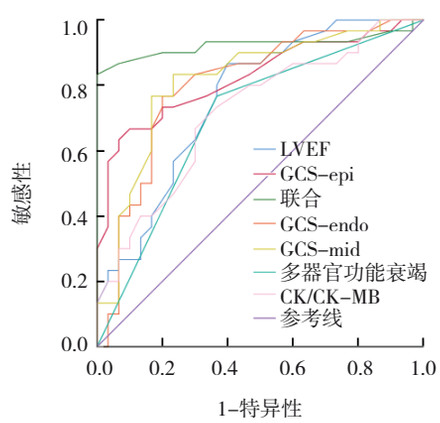

图 1 STI 技术联合血清 CK/CK-MB 预测 ECMO 早期撤机结果的 ROC 曲线

表 3　STI 技术联合血清 CK/CK-MB 对 ECMO 早期撤机结果的预测价值分析

指标	最佳截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
多器官功能衰竭	–	0.700	0.565	0.835	65.38	0.543	0.765	66.07	0.539	0.783
CK/CK-MB 比值	456.25%	0.717	0.586	0.847	69.23	0.581	0.803	67.86	0.557	0.801
LVEF	11.52%	0.758	0.637	0.880	73.08	0.620	0.842	69.64	0.574	0.818
GCS-epi	6.27%	0.824	0.717	0.932	80.77	0.697	0.919	80.36	0.682	0.826
GCS-mid	9.56%	0.816	0.707	0.928	76.92	0.658	0.880	78.57	0.664	0.908
GCS-endo	11.02%	0.803	0.687	0.919	76.92	0.646	0.892	75.00	0.628	0.872
联合	–	0.924	0.841	1.000	92.31	0.803	1.000	94.64	0.824	1.000

3　讨论

AMI 具有起病急、病情危重、致残率高的特点，及时治疗对降低患者病死率尤为重要。临床治疗该病多以提高心排血量，缩小心肌梗死和坏死范围为主[10-12]。ECMO 为机械性心肺辅助装置，能有效恢复患者心肌供血，缓解终末器官功能障碍，但患者脱离 ECMO 的时机选择尤为重要，过早撤机或较长时间机械循环均可增加患者疾病风险[13-15]。本研究 82 例 AMI 患者中，有 26 例患者撤机失败，可见 AMI 患者撤机失败的发生风险相对较高。因此明确引起 AMI 患者 ECMO 撤机失败的因素尤为重要。

研究发现，STI 技术具有高分辨率和高敏感性，通过对心脏的斑点追踪，可准确地测量心脏的收缩和舒张功能及评估心脏的几何形态和运动轨迹，对指导 ECMO 撤机具有重要作用[16-18]。杜宣莉等[19]研究指出，AMI 患者 CK/CK-MB 较高，可用于早期预测疾病的发生。本研究中，多器官功能衰竭、CK/CK-MB、LVEF、GCS-epi、GCS-mid、GCS-endo 均为 ECMO 撤机失败的影响因素。AMI 患者心脏受损，其他器官也常常受到影响，导致功能下降，且 AMI 患者以中老年居多，基础疾病合并较多，机体各个器官功能衰退，而多个器官功能同时出现障碍会在一定程度上增加撤机失败的发生风险。CK、CK-MB 是心肌梗死的生物标志物，均为心肌细胞的蛋白质，当心肌细胞受损时，其会释放到血液中，CK、CK-MB 水平升高提示心肌梗死[20-22]。当 CK/CK-MB 较高时，意味着心肌损伤更为严重，心脏功能受到更大的影响，这种严重的心肌损伤会导致心脏功能不全，进而影响到 ECMO 的治疗效果。LVEF 可直接反映心脏功能。何文君等[23]研究指出，LVEF 降低表明左心室的功能受损，泵血能力减弱。其原因在于，在 ECMO 治疗期间，需要确保足够的血液循环来维持患者的生命活动，左心室泵血能力的减弱不仅影响全身血液供应，导致血液循环不稳定，难以维持患者的生命体征稳定，使撤机过程变得困难。GCS-epi 是一种超声测量指标，可评估左心室心肌的收缩和舒张功能。AMI 患者由于心肌缺血和坏死，左心室心肌的收缩和舒张功能受到影响，引起 GCS-epi 值下降，且较低的 GCS-epi 值容易出现早期撤机失败，这可能是因为这些患者的神经系统受损较严重，导致其无法有效地进行呼吸，从而增加了撤机的难度。GCS-mid 是指中层心肌在圆周方向上的变形程度。GCS-mid 值较低表明心肌的收缩能力减弱，心脏的泵血功能受到影响，而 AMI 患者心肌缺血坏死，心肌的收缩功能受到不同程度的损害，导致 GCS-mid 值降低。GCS-endo 指内层心肌在圆周方向上的变形程度。GCS-endo 值较低表明心肌的收缩能力受到严重影响。故 ECMO 治疗期间，GCS-endo、GCS-mid 较低的患者可能更难成功撤机。本研究结果显示，多器官功能衰竭、CK/CK-MB、LVEF、GCS-epi、GCS-mid、GCS-endo 联合预测 AMI 患者 ECMO 早期撤机失败的价值更高。多器官功能衰竭是 AMI 患者常见的并发症，也是 ECMO 撤机失败的重要原因之一。CK/CK-MB 可以更准确地预测心肌损伤的程度和预后[24]。LVEF 是评估心脏功能的重要指标，可以预测患者的心脏功能状况和预后[25]。GCS-epi、GCS-mid 及 GCS-endo 是近年发展起来的心肌力学指标，可以更准确地反映心脏的功能和预后。因此，对 AMI 患者，尤其是考虑 ECMO 撤机的患者，应进行全面的评估，包括多器官功能衰竭、心肌损伤标志物、心脏结构和功能指标及心肌力学指标等，这些指标的综合应用可以为医生提供更准

确的预测和评估，有助于制订更好的治疗方案和改善患者的预后。

综上所述，多器官功能衰竭、CK/CK-MB、LVEF、GCS-epi、GCS-mid、GCS-endo联合预测AMI患者ECMO早期撤机失败的价值更高，可帮助临床医生早期筛选撤机失败患者。

参考文献：

[1] 陈焱, 陈胜岳, 韩元元, 等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值和血小板/淋巴细胞比值对急性心肌梗死患者住院死亡风险的联合预测价值[J]. 中国全科医学, 2023, 26(20): 2482-2487.

[2] 谢振林, 冯雅建, 范志伟, 等. CARP,Myo,α1-微球蛋白在急性心肌梗死患者血清中的表达及意义[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(11): 128-132.

[3] 方顺淼, 葛兴利, 李运田, 等. 脂蛋白相关磷脂酶A2和心型脂肪酸结合蛋白诊断急性心肌梗死的价值及与预后的关系[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(2): 148-150.

[4] KHANDUJA S, KIM J, KANG J K, et al. Hypoxic-ischemic brain injury in ECMO: pathophysiology, neuromonitoring, and therapeutic opportunities[J]. Cells, 2023, 12(11): 1546.

[5] TENG X N, WU J L, LIAO J, et al. Advances in the use of ECMO in oncology patient[J]. Cancer Med, 2023, 12(15): 16243-16253.

[6] SAHADEO P A, DYM A A, BERRY L B, et al. The best of both worlds: eliminating creatine kinase-muscle/brain (CK-MB) testing in the emergency department leads to lower costs without missed clinical diagnoses[J]. Cureus, 2021, 13(5): e15150.

[7] PANG L, WANG Z, ZHAO Z L, et al. Associations between estimated glomerular filtration rate and cardiac biomarkers[J]. J Clin Lab Anal, 2020, 34(8): e23336.

[8] MOGAKA F O, STEWART J, OMOLLO V, et al. Challenges and solutions to STI control in the era of HIV and STI prophylaxis[J]. Curr HIV/AIDS Rep, 2023, 20(5): 312-319.

[9] 陈春红, 王占启, 鲍世英, 等. 急性心肌梗死的诊断与治疗[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 2011: 1021-1028.

[10] 杨茗茗, 陆靖, 张佳胤, 等. 低剂量动态CT心肌灌注成像对急性心肌梗死患者微循环梗阻的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(2): 229-234.

[11] LIU K, CHEN S X, LU R Y. Identification of important genes related to ferroptosis and hypoxia in acute myocardial infarction based on WGCNA[J]. Bioengineered, 2021, 12(1): 7950-7963.

[12] ZHANG L J, ZHANG X K, ZHONG X M, et al. Soluble Flt-1 in AMI patients serum inhibits angiogenesis of endothelial progenitor cells by suppressing Akt and Erk's activity[J]. Biology (Basel), 2022, 11(8): 1194.

[13] 王露平, 韩小彤, 李想, 等. 同时置入6F血管鞘用于远端灌注在股动静脉体外膜肺氧合中安全性及有效性的评估[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 624-629.

[14] GABELLONI M, FAGGIONI L, CIONI D, et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in COVID-19 patients: a pocket guide for radiologists[J]. Radiol Med, 2022, 127(4): 369-382.

[15] GANNON W D, TRINDADE A J, STOKES J W, et al. Extracorporeal membrane oxygenation selection by multidisciplinary consensus: the ECMO council[J]. ASAIO J, 2023, 69(2): 167-173.

[16] 孙喜文, 刘光强, 韦国雄, 等. 超声斑点追踪成像技术评估老年主动脉瓣狭窄病人左心房功能的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(6): 1080-1082.

[17] KULARADHAN V, GAN J, CHOW E P F, et al. HIV and STI testing preferences for men who have sex with men in high-income countries: a scoping review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(5): 3002.

[18] CHITNENI P, MUYINDIKE W, BWANA M B, et al. STI prevalence, incidence, and partner notification among women in a periconception HIV prevention program in Uganda[J]. Int J STD AIDS, 2022, 33(9): 856-863.

[19] 杜宣莉, 牛帅, 吴广福, 等. 床边即时检测技术检测cTnI联合CK-MB、Mb对急性心肌梗死的早期诊断效能分析[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(7): 853-855.

[20] 张闽, 左惠娟, 张东凤, 等. 青年初发急性心肌梗死患者急诊PCI术后在院期间左室射血分数分析[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(5): 585-589.

[21] 边毓尧, 修明文, 侯婧. 急性ST段抬高型心肌梗死患者早期血浆NLRP3炎性小体和炎症因子的变化及其临床意义[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2023, 30(2): 175-179.

[22] 李晓涛, 杨大为, 张辰浩, 等. 胸前导联R波振幅总和/(S波+Q波)振幅总和比值在经PCI治疗的急性前壁ST段抬高性心肌梗死患者中的预测价值[J]. 心脏杂志, 2023, 35(4): 406-411.

[23] 何文君, 张小芳, 金瑜, 等. 胸痛中心建设持续改进对急性ST段抬高型心肌梗死抢救时间及心血管不良事件的影响[J]. 中华全科医学, 2022, 20(9): 1603-1607.

[24] ZINELLU A, SOTGIA S, FOIS A G, et al. Serum CK-MB, COVID-19 severity and mortality: an updated systematic review and meta-analysis with meta-regression[J]. Adv Med Sci, 2021, 66(2): 304-314.

[25] TRIPOSKIADIS F, STARLING R C. Chronic heart failure: diagnosis and management beyond LVEF classification[J]. J Clin Med, 2022, 11(6): 1718.

（张蕾 编辑）

本文引用格式：李倩倩, 慕笑磊, 姜静. 超声斑点追踪成像技术联合血清肌酸激酶/肌酸激酶同工酶对急性心肌梗死ECMO早期撤机结果的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(9): 21-26.

Cite this article as: LI Q Q, MU X L, JIANG J. Predictive value of ultrasonic speckle tracking imaging combined with serum creatine kinase/creatine kinase isoenzyme ratio in evaluating the early withdrawal of ECMO in acute myocardial infarction[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(9): 21-26.