

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.11.019

CK-MBmass, hs-cTnT 及 CK-MB 与急性心肌梗死的相关性 及其联合诊断价值*

沈红良¹ 杨斌¹ 王星¹ 胡亚红¹ 项羽^{2Δ}

(1 西安交通大学第一附属医院检验科 陕西 西安 710089; 2 陕西省人民医院心内一科 陕西 西安 710068)

摘要 目的:研究肌酸激酶同工酶质量(CK-MBmass)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)和高敏心肌肌钙蛋白 T(hs-cTnT)在急性心肌梗死患者(AMI)血清中的含量,并探讨三者联合对 AMI 诊断价值。**方法:**选择 2018 年 1 月到 2021 年 10 月我院收治的 AMI 患者 90 例作为研究组,并选择同期在我院体检健康志愿者 40 例作为对照组,比较两组 AMI 患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB。根据 Killp 分级法将不同心力衰竭将 AMI 患者分为 II、III 和 IV 级,并根据心肌梗死范围将 AMI 患者分为轻度、中度和重度心肌梗死组。比较不同 AMI 患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB。通过受试者工作曲线计算血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 联合诊断 AMI 的阳性预测值、阴性预测值、敏感度和特异度。**结果:**(1)AMI 患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 均显著高于健康志愿者 ($P<0.05$);(2)AMI 患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 随 Killp 分级或心肌梗死范围升高而升高 ($P<0.05$);(3)AMI 患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB 与急性心肌梗死患者左室射血分数(LVEF)呈负相关($P<0.05$),与左室舒张末期容积(LVEDd)和梗死范围呈正相关($P<0.05$);(4)血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 联合检测急性心肌梗死的阳性预测值、阴性预测值、敏感度和特异度均高于单独诊断。**结论:**血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 在 AMI 患者含量升高,并且与患者心功能和心肌梗死范围有关,适用于 AMI 的联合诊断。

关键词:急性心肌梗死;肌酸激酶同工酶质量;肌酸激酶同工酶;高敏心肌肌钙蛋白 T

中图分类号:R542.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2022)11-2100-05

Correlation of CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB with Acute Myocardial Infarction and Their Combined Diagnostic Value*

SHEN Hong-liang¹, YANG Bin¹, WANG Xing¹, HU Ya-hong¹, XIANG Yu^{2Δ}

(1 Department of Clinical Laboratory, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, 710089, China;

2 Department of Cardiology 1, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an, Shaanxi, 710068, China)

ABSTRACT Objective: To study the content of creatine kinase isoenzyme (CK-MBmass), creatine kinase isoenzyme (CK-MB) and high-sensitivity cardiac troponin T (hs-cTnT) in the serum of patients with acute myocardial infarction (AMI), and to explore the diagnostic value of the combination of the three in AMI patients. **Methods:** We selected 90 AMI patients admitted to our hospital from January 2018 to October 2021 as the study group, and selected 40 healthy volunteers in our hospital for physical examination during the same period as the control group, and compared the two groups of AMI patients with serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB. According to the Killp classification method, AMI patients with different heart failures are divided into grades II, III and IV, and AMI patients are divided into mild, moderate and severe myocardial infarction groups according to the scope of myocardial infarction. Compare serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB in different AMI patients. The positive predictive value, negative predictive value, sensitivity and specificity of the combined diagnosis of AMI in serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB were calculated by receiver operating curve. **Results:** (1) Serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB in AMI patients were higher than healthy volunteers ($P<0.05$); (2) Serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB in AMI patients were graded with Killp Or the range of myocardial infarction increased ($P<0.05$); (3) Serum CK-MBmass, hs-cTnT, CK-MB in patients with AMI were negatively correlated with LVEF in patients with acute myocardial infarction ($P<0.05$), positively correlated with LVEDd and infarct size ($P<0.05$); (4) Serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB combined detection of the positive predictive value, negative predictive value, sensitivity and specificity of acute myocardial infarction Both are higher than the diagnosis alone. **Conclusion:** Serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB levels increase in patients with AMI, and are related to the patient's heart function and the extent of myocardial infarction, and are suitable for combined diagnosis of AMI.

Key words: Acute myocardial infarction; Quality of creatine kinase isoenzyme; Creatine kinase isoenzyme; High-sensitivity cardiac troponin T

Chinese Library Classification(CLC): R542.22 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2022)11-2100-05

* 基金项目:科技部国家重点研发计划项目(2019YFF0216502)

作者简介:沈红良(1972-),男,本科,副主任技师,研究方向:临检、生化、免疫发光、质量控制和质量管理等,
电话:13992865530, E-mail:s13992865530@163.com

Δ 通讯作者:项羽(1984-),女,本科,主治医师,研究方向:高血压、冠心病、心律失常,电话:15289451994, E-mail:s13992865530@163.com

(收稿日期:2021-12-06 接受日期:2021-12-29)

前言

急性心肌梗死(Acute myocardial infarction, AMI)是指因冠状动脉出现急性阻塞,心脏肌肉因急性、持续性缺血缺氧所引起的心肌坏死,是最严重的一种心脏病,常导致猝死,严重威胁人类健康^[1,2]。流行病学研究发现^[3,4],在全球范围内 AMI 的发病呈现逐年上升的趋势,并且急诊科接收的胸痛患者中约 10% 的被确诊为 AMI。在中国,每年约新发急性心肌梗死患者 70 万例,尽管全国各级医院胸痛中心的建立极大降低了 AMI 的死亡率,但 AMI 患者死亡率仍高达 30%^[5,6]。引起 AMI 患者死亡的主要原因是,在发病早期约 25% 的患者临床症状不明显,未能及时引起患者的重视,到院后确诊也较困难。因此,及时发现、及早治疗对降低急性心肌梗死患者死亡率意义重大。肌酸激酶同工酶(Creatine kinase isoenzyme, CK-MB)是血清中的一种酶类成分,在包括心肌梗死在内的等多种疾病可引起血清 CK-MB 含量升高,CK-MB 在血清中的含量可以酶活性形式展示,也可以质量形式表现,即肌酸激酶同工酶质量(Creatine kinase isoenzyme mass, CK-MBmass)^[7,8]。高敏心肌肌钙蛋白 T(High-sensitivity cardiac troponin T, hs-cTnT)是一种检测灵敏度更高的心肌肌钙蛋白 T^[9]。本研究分析急性心肌梗死患者血清中 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 的含量变化,并探讨他们与 AMI 患者心功能、心力衰竭以及心肌梗死范围的相关性,血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 用于 AMI 的诊断和预后分析奠定理论基础。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2018 年 1 月到 2021 年 10 月我院收治的 AMI 患者 90 例作为研究组,并选择同期在我院体检健康志愿者 40 例作为对照组。患者一般资料对比无差异($P>0.05$)。

纳入标准:(1)临床资料完整;(2)符合急性心肌梗死诊断标准^[10];(3)入院后即抽取外周血;(4)患者无智力障碍、精神异常或语言听力障碍,能与医务人员正常交流。

排除标准:(1)经治疗后死亡;(2)合并传染性疾病;(3)合并其他血液系统疾病;(4)合并陈旧性心肌梗死或其他心脏疾病;(5)采血前 24 小时服用药物、吸毒或饮酒;(6)不愿参与本次研究。

1.2 研究方法

1.2.1 血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 急性心肌梗死患者入院后立即采集外周血,离心以分离血清。采集患者清晨空腹外周血,离心分离血清。使用全自动生化分析仪(长春赛诺迈德医学技术有限责任公司;SUNMATIK-9050)检测所有研究对象血清 CK-MBmass 和 CK-MB。采用罗氏发光分析仪(罗氏

公司;Cobas e601)检测 hs-cTnT。

1.2.2 心力衰竭分级 所有急性心肌梗死患者在采集完外周血后立即进行心力衰竭严重程度分级,分级标准参照 Killip 分级^[11]:I 级无心心力衰竭;II 轻度心力衰竭;III 重度心力衰竭;IV 级为心源性休克。

1.2.3 心功能评估 所有急性心肌梗死患者在评估完心力衰竭严重程度后,进行心脏超声检查,测定左室舒张末期容积(Left ventricular end diastolic volume, LVEDV)和左室射血分数(Left ventricular ejection fraction, LVEF)。

1.2.4 心肌梗死范围 急性心肌梗死患者治疗 7 周后,进行心电图检测,根据 QRS 计分系统对心肌梗死范围进行评估。

1.3 统计学方法

使用 SPSS 20.0 统计学分析软件记录和比较本次研究数据,计量资料以(均值 $\pm$ 标准差)记录,两组间差异使用 t 检验进行比较,多组间使用 F 检验,两组连续数据间相关性使用 Pearson 法进行分析。受试者工作曲线用于计算诊断 AMI 的阳性预测值、阴性预测值、敏感度和特异度。 $P<0.05$ 表示差异显著具有统计学意义。

2 结果

2.1 血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 比较

本次研究共纳入急性心肌梗死患者 90 例作为研究组,并纳入 40 例健康志愿者作为对照组,检测两者患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB,结果显示:研究组急性心肌梗死患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 水平均显著高于对照组健康志愿者($P<0.05$)。具体如表 1 所示。

2.2 不同心力衰竭 AMI 患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 比较

根据 Killip 分级将不同心力衰竭的急性心肌梗死患者分为 3 组,比较三组患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB,结果显示:Killip 分级为 III 级的急性心肌梗死患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 均显著高于 II 级急性心肌梗死患者($P<0.05$),而显著低于 IV 级急性心肌梗死患者($P<0.05$)。具体如表 2 所示。

2.3 不同梗死范围 AMI 血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 比较

根据急性心肌梗死患者心肌梗死范围的不同将其分为轻度组、中度组和重度组,比较三组患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB,结果显示:梗死范围中度组急性心肌梗死患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 均显著高于梗死范围轻度组急性心肌梗死患者($P<0.05$),而显著低于梗死范围重度组急性心肌梗死患者($P<0.05$)。具体如表 3 所示。

表 1 血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 比较($\bar{x}\pm s$)

Table 1 Comparison of serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB ($\bar{x}\pm s$)

Groups	n	CK-MB mass (ng/mL)	hs-cTnT (ng/mL)	CK-MB (U/L)
Control group	40	2.65 $\pm$ 0.89	0.06 $\pm$ 0.002	10.38 $\pm$ 1.21
Research group	90	16.82 $\pm$ 7.12*	5.68 $\pm$ 1.35*	41.28 $\pm$ 5.67*

Note: Compared with control group, * $P<0.05$.

表 2 不同心力衰竭 AMI 患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和CK-MB 比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB in AMI patients with different heart failure ($\bar{x} \pm s$)

Killip Stages	n	CK-MB mass (ng/mL)	hs-cTnT (ng/mL)	CK-MB (U/L)
II grade	27	10.62± 3.78	4.01± 0.87	28.69± 4.12
III grade	33	17.02± 5.02*	5.99± 1.14*	42.18± 5.03*
IV grade	30	22.18± 8.79*#	6.84± 2.01*#	51.62± 9.31*#
F		9.628	17.162	13.628
P		<0.001	<0.001	<0.001

Note: Compared with II grade, * $P<0.05$. Compared with III grade, # $P<0.05$.

表 3 不同梗死范围 AMI 血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和CK-MB 比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB of AMI with different infarct range($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	Infarct range (%)	CK-MB mass (ng/mL)	hs-cTnT (ng/mL)	CK-MB (U/L)
Mild group	32	≤ 35	14.92± 4.64	4.32± 0.82	33.08± 3.27
Moderate group	43	35-45	16.35± 6.68*	6.21± 1.02*	43.32± 4.03*
Severe group	15	≥ 45	22.22± 9.82*#	7.06± 2.61*#	52.93± 8.67*#
F			15.582	10.018	11.629
P			<0.001	<0.001	<0.001

Note: Compared with Mild group, * $P<0.05$. Compared with Moderate group, # $P<0.05$.

2.4 血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 与 AMI 患者心功能和梗死范围的相关性

通过 Pearson 法分析急性心肌梗死患者血清 CK-MBmass, hs-cTnT,CK-MB 与心功能指标(LVEF 和 LVEDd)和梗死范围的相关性,结果显示:血清 CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB 与急性心肌梗死患者 LVEF 呈负相关($P<0.05$),与 LVEDd 和梗死范围呈正相关($P<0.05$)。具体如表 4 所示。

2.5 血清 CK-MBmass, hs-cTnT 和 CK-MB 对 AMI 患者诊断价值

根据 40 例健康志愿者和 90 例急性心肌梗死患者血清 CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB 含量绘制受试者工作曲线,由此计算血清 CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB 单独或联合诊断急性心肌梗死的阳性预测值、阴性预测值、敏感度和特异度,结果显示:血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 联合检测急性心肌梗死的阳性预测值、阴性预测值、敏感度和特异度分别为 92.02 %、85.67 %、92.33 %和 89.62 %,均高于以上指标单独诊断急性心肌梗死。具体如表 5 所示。

表 4 血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 与 AMI 患者心功能和梗死范围的相关性

Table 4 Correlation of serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB with cardiac function and infarct range in patients with AMI

Indexs	LVEF		LVEDd		Infarct range	
	r	P	r	P	r	P
CK-MB mass	-0.405	0.003	0.628	<0.001	0.513	0.007
hs-cTnT	-0.392	0.008	0.492	0.006	0.699	<0.001
CK-MB	-0.529	<0.001	0.591	0.012	0.734	<0.001

表 5 血清 CK-MBmass,hs-cTnT 和 CK-MB 与 AMI 患者心功能和梗死范围的相关性(%)

Table 5 Diagnostic value of serum CK-MBmass, hs-cTnT and CK-MB in patients with AMI (%)

Indexs	Positive predictive	Negative predictive	Sensitivity	Specificity
CK-MB mass	83.33	74.44	75.32	79.52
hs-cTnT	89.95	82.32	84.25	85.53
CK-MB	81.23	75.37	86.37	85.43
Combined	92.02	85.67	92.33	89.62

3 讨论

急性心肌梗死是临床上常见的急性重症疾病。近年来,随着生活节奏的加快、饮食结构的改变以及人口老龄化的影响,AMI的发病率呈现逐年升高趋势,现已经高达45-55/10万。流行病学数据显示^[12,13]:目前我国心血管病患者已经达3.3亿人,每年发生急性心肌梗死的患者大约100万人,并且从2002年开始,我国AMI患者的死亡率呈现逐年上升的趋势;重要的是,之前我国心梗患者主要以60岁以上老年人居多,但近年来急性心肌梗死的发病人群逐渐年轻化,越来越多低于45岁的甚至于二三十岁的年轻人也出现在急性心肌梗死的队伍里。由于部分急性心肌梗死临床症状不明显,缺乏有效敏感的诊断标志物,因此大量急性心肌梗死患者死于未能及时治疗^[14]。目前,可用于诊断急性心肌梗死的心肌标志物主要分为三大类^[15,16]:第一类代表心肌组织损伤或坏死的标记物升高,第二类代表心肌功能受损、心衰或血流动力学障碍的标记物升高,第三类心肌组织或血管炎症反应的标记物升高;主要有C反应蛋白、淀粉样蛋白A、可溶性纤维蛋白、CK-MB、肌红蛋白以及肌肉蛋白轻链等。

为研究血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB与急性心肌梗死患者的相关性,本研究检测健康志愿者和急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB并比较,结果显示:90例急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB均显著高于健康志愿者,表明血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB与急性心肌梗死患者的发病有关,是其潜在的生物标志物。这一结果与曹润钰^[17]以及Engel G^[18]等人的研究结果一致,即血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB在急性心肌梗死患者血清中含量高于健康人群。进一步分析可知:CK-MB是一种主要存在于心肌内的酶蛋白,其只有在心肌细胞受损时才能被释放到外周血中,是典型的心肌损伤标志物,在肌肉萎缩、心肌梗塞、心绞痛、心肌炎以及其他心脏疾病患者血清中表达升高,可通过酶活性或直接测量质量对CK-MB进行检测^[19];hs-cTnT是心肌肌肉收缩的调节蛋白--心肌肌钙蛋白(Cardiac troponin, cTn)一个亚基,在出现急性心肌梗死后,线粒体及高尔基体将会迅速释放hs-cTnT至外周血中,导致相关指标的显著变化^[20,21]。因此在心肌梗死患者中CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB表达量高于健康人群。

心力衰竭是急性心肌梗死患者最常见的并发症之一,其在急性心肌梗死患者中的发病率高达19.5%~25.1%,其在急性心肌梗死早期和恢复期都可出现,85%患者在心肌梗死1周之内出现心力衰竭,而其中半数以上在24h以内^[22,23]。为研究血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB与急性心肌梗死患者心力衰竭的相关性,我们比较不同心力衰竭严重程度急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB,结果发现:随心力衰竭严重程度增加,急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB含量增加,并且三项指标均与急性心肌梗死患者LVEF呈负相关,与LVEDd呈正相关,表明血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB与急性心肌梗死患者心功能和心力衰竭均有关。这一结果与徐晓玲等人^[24]以及Mohammad MA^[25]等人的研究结果一致,即急性心肌梗死患者血清心肌损伤标志物含量与

心功能或心力衰竭程度有关。进一步分析可知:急性心肌梗死患者在发病后,即心肌缺血后会引起心肌细胞因缺血缺氧坏死,进一步引起心肌细胞内容物释放到外周血中,即表现为血清心肌损伤标志物含量升高,心肌细胞损伤越严重,患者心功能越差,最终引起心力衰竭^[26,27]。

心肌梗死范围与急性心肌梗死患者的病情和预后显著相关^[28],本研究比较不同心肌梗死范围急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB,结果显示:心肌梗死范围越大的急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB越高,并且急性心肌梗死患者血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB与心肌梗死范围呈正相关,表明血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB与急性心肌梗死患者心肌梗死范围有关。这一结果与Lee CC等人^[29]的研究一致,即心肌损伤标志物含量与急性心肌梗死患者心肌梗死反应相关。此外,本研究还发现,血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB联合检测急性心肌梗死的阳性预测值、阴性预测值、敏感度和特异度分别为92.02%、85.67%、92.33%和89.62%,均高于以上指标单独诊断急性心肌梗死,表明联合诊断可提高对急性心肌梗死的诊断效果。这一结果与杨淑娟等人^[30]的研究结果一致,即联合多项标志物诊断急性心肌梗死,其效果优于单一标志物诊断。进一步分析可知:CK-MB不仅存在于心肌细胞们,也存在于骨骼肌细胞,其不受酶活性以及其他干扰因素的影响,因此,逐渐被应用于临床检测。cTn对心肌损伤具有极高的敏感性及特异性,二者皆为心肌损伤标志物。心肌损伤标志物由心肌细胞缺血坏死释放,缺血性心肌细胞(即心肌梗死范围越大)越多,释放到外周血中的心肌损伤标志物就越多^[31]。

综上所述,血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB在急性心肌梗死患者中含量升高,并且与急性心肌梗死患者心力衰竭程度、心功能以及心肌梗死范围有关,临床医生可根据血清CK-MBmass,hs-cTnT,CK-MB对急性心肌梗死患者病情进行诊断。

参考文献(References)

- [1] 段玉彩,魏亚君,郭玲,等.急性心肌梗死合并肺部感染患者多药耐药菌分布特征及心肌酶谱指标与炎症因子的关系分析[J].现代生物医学进展,2019,19(18):5
- [2] 杨焕杰,完海平,杨永昌,等.急诊超声心动图联合血清NT-proBNP,cTnI,CK-MB诊断急性心肌梗死的临床价值分析[J].现代生物医学进展,2020,20(21):4
- [3] Dzibur A, Gacic E, Mekic M. Comparison of Patients with Acute Myocardial Infarction According to Age [J]. Med Arch, 2019, 73(1): 23-27
- [4] Arora S, Stouffer GA, Kucharska-Newton AM, et al. Twenty Year Trends and Sex Differences in Young Adults Hospitalized With Acute Myocardial Infarction[J]. Circulation, 2019, 139(8): 1047-1056
- [5] Raphael CE, Roger VL, Sandoval Y, et al. Incidence, Trends, and Outcomes of Type 2 Myocardial Infarction in a Community Cohort [J]. Circulation, 2020, 141(6): 454-463
- [6] Yousuf T, Nakhle A, Rawal H, et al. Natural disasters and acute myocardial infarction[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2020, 63(4): 510-517
- [7] Brewster LM, Haan YC, Zwinderman AH, et al. CK (Creatine Kinase) Is Associated With Cardiovascular Hemodynamics: The HELIUS Study[J]. Hypertension, 2020, 76(2): 373-380
- [8] Huang S, Liu Z, Ge X, et al. Occupational exposure to manganese and

- risk of creatine kinase and creatine kinase-MB elevation among ferromanganese refinery workers [J]. *Am J Ind Med*, 2020, 63(5): 394-401
- [9] Nowak RM, Christenson RH, Jacobsen G, et al. Performance of Novel High-Sensitivity Cardiac Troponin I Assays for 0/1-Hour and 0/2- to 3-Hour Evaluations for Acute Myocardial Infarction: Results From the HIGH-US Study[J]. *Ann Emerg Med*, 2020, 76(1): 1-13
- [10] Gulati R, Behfar A, Narula J, et al. Acute Myocardial Infarction in Young Individuals[J]. *Mayo Clin Proc*, 2020, 95(1): 136-156
- [11] Hashmi KA, Adnan F, Ahmed O, et al. Risk Assessment of Patients After ST-Segment Elevation Myocardial Infarction by Killip Classification: An Institutional Experience [J]. *Cureus*, 2020, 12(12): e12209
- [12] Henry TD, Jollis JG. Lessons Learned From Acute Myocardial Infarction Care in China [J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(10): e2021768
- [13] Liu S, Li Y, Zeng X, et al. Burden of Cardiovascular Diseases in China, 1990-2016: Findings From the 2016 Global Burden of Disease Study [J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(4): 342-352
- [14] Li J, Dharmarajan K, Bai X, et al. Thirty-Day Hospital Readmission After Acute Myocardial Infarction in China [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2019, 12(5): e005628
- [15] Blankenberg S, Wittlinger T, Nowak B, et al. Troponins as biomarkers for myocardial injury and myocardial infarction [J]. *Herz*, 2019, 44(1): 4-9
- [16] Everett BM, Moorthy MV, Tikkanen JT, et al. Markers of Myocardial Stress, Myocardial Injury, and Subclinical Inflammation and the Risk of Sudden Death[J]. *Circulation*, 2020, 142(12): 1148-1158
- [17] 曹润钰, 徐兆珍, 郭欣, 等. hs-TN I 和 CK-MBmass 检测在急性心肌梗死诊断中的应用价值 [J]. *国际免疫学杂志*, 2019, 42(4): 383-386
- [18] Engel G, Rockson SG. Feasibility and Reliability of Rapid Diagnosis of Myocardial Infarction[J]. *Am J Med Sci*, 2020, 359(2): 73-78
- [19] Li D, Wang T, Pan M, et al. Predictive value of MB isoenzyme of creatine kinase and poisoning severity score in the prognosis of patients with wasp sting[J]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 2021, 33(1): 105-108
- [20] Lee CC, Huang SS, Yeo YH, et al. High-sensitivity-cardiac troponin for accelerated diagnosis of acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis [J]. *Am J Emerg Med*, 2020, 38(7): 1402-1407
- [21] Allen BR, Christenson RH, Cohen SA, et al. Diagnostic Performance of High-Sensitivity Cardiac Troponin T Strategies and Clinical Variables in a Multisite US Cohort [J]. *Circulation*, 2021, 143(17): 1659-1672
- [22] Wang XY, Zhang F, Zhang C, et al. The Biomarkers for Acute Myocardial Infarction and Heart Failure[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 17(2): 35
- [23] Kim J, Kang D, Park H, et al. Long-term β -blocker therapy and clinical outcomes after acute myocardial infarction in patients without heart failure: nationwide cohort study [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(37): 3521-3529
- [24] 徐晓玲, 殷明刚. 心型脂肪酸结合蛋白对急性心肌梗死患者早期心功能参数评价价值[J]. *华南预防医学*, 2019, 45(5): 436-440
- [25] Mohammad MA, Koul S, Lønborg JT, et al. Usefulness of High Sensitivity Troponin T to Predict Long-Term Left Ventricular Dysfunction After ST-Elevation Myocardial Infarction [J]. *Am J Cardiol*, 2020, 134(2): 8-13
- [26] Reindl M, Tiller C, Holzknacht M, et al. Association of Myocardial Injury with Serum Procalcitonin Levels in Patients with ST-Elevation Myocardial Infarction[J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(6): e207030
- [27] Schulte C, Barwari T, Joshi A, et al. Comparative Analysis of Circulating Noncoding RNAs Versus Protein Biomarkers in the Detection of Myocardial Injury[J]. *Circ Res*, 2019, 125(3): 328-340
- [28] Harrington DH, Stueben F, Lenahan CM. ST-Elevation Myocardial Infarction and Non-ST-Elevation Myocardial Infarction: Medical and Surgical Interventions[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2019, 31(1): 49-64
- [29] Lee CC, Huang SS, Yeo YH, et al. High-sensitivity-cardiac troponin for accelerated diagnosis of acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis [J]. *Am J Emerg Med*, 2020, 38(7): 1402-1407
- [30] 杨淑娟, 梁锦荣, 李盘石, 等. 血清 cTnI, hs-CRP, NT-pro BNP 联合检测对急性心肌梗死的诊断价值[J]. *山东医药*, 2020, 60(2): 75-77
- [31] Cramer GE, Gommans DHF, Dieker HJ, et al. Exercise and myocardial injury in hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Heart*, 2020, 106(15): 1169-1175