

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.11.033

血清同型半胱氨酸水平对急性 ST 段抬高型心肌梗死 PCI 术后患者左心室重构、心肌灌注和预后的影响 *

杨 蓉¹ 但慧敏² 孙家安¹ 鲁雅楠¹ 邵会雨¹ 刘 裴³

(1 河北医科大学第二医院心内科 河北 石家庄 050005;

2 泰达国际心血管病医院心内科 天津 300457; 3 衡水市第四人民医院超声科 河北 衡水 053000)

摘要 目的:探讨血清同型半胱氨酸(Hcy)水平与急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者经皮冠状动脉介入(PCI)术后左心室重构、心肌灌注以及预后的关系。**方法:**选择 2018 年 2 月至 2020 年 1 月我院收治的 70 例 STEMI 患者,根据入院时血清 Hcy 水平分为高水平 Hcy 组($Hcy > 30 \mu\text{mol/L}$, 41 例)和低水平 Hcy 组($15 \leq Hcy \leq 30 \mu\text{mol/L}$, 29 例)。PCI 术后 1 个月、6 个月、12 个月检测左室重量指数(LVMI)和左心室射血分数(LVEF),复查冠脉造影,评价 TIMI 心肌灌注分级(TMPG)。Pearson 相关或 Spearman 秩相关性分析 Hcy 水平与 LVMI、LVEF、TMPG 分级相关性。所有患者 PCI 术后随访 12 个月,记录患者随访期间全因死亡和主要不良心脏事件(MACE)发生情况。Cox 风险比例回归分析 PCI 术后 STEMI 患者预后的影响因素。**结果:**高水平 Hcy 组 PCI 术后 6、12 个月 LVEF 低于低水平 Hcy 组($P < 0.05$),LVMI 高于低水平 Hcy 组($P < 0.05$),高水平 Hcy 组 PCI 术后心肌灌注不良发生率高于低水平 Hcy 组($P < 0.05$)。Hcy 水平与 PCI 术后 6、12 个月 LVEF 呈负相关($P < 0.05$),与 LVMI 呈正相关($P < 0.05$),与 PCI 术后 TMPG 分级呈负相关($P < 0.05$)。高水平 Hcy 组随访期间全因死亡和 MACE 发生率均高于低水平 Hcy 组($P < 0.05$)。Cox 风险比例回归分析结果显示 Hcy、术前 Gensini 评分是 STEMI 患者 PCI 术后预后不良的影响因素($P < 0.05$)。**结论:**高水平 Hcy 与 STEMI 患者 PCI 术后左心室重构、心肌灌注有关,且 Hcy 是 STEMI 患者 PCI 术后发生全因死亡和 MACE 的影响因素。

关键词:同型半胱氨酸;急性 ST 段抬高型心肌梗死;经皮冠状动脉介入;左心室重构;心肌灌注;预后

中图分类号:R542.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2021)11-2148-05

Effects of Serum Homocysteine Level on Left Ventricular Remodeling, Myocardial Perfusion and Prognosis in Patients with Acute ST-segment Elevation Myocardial Infarction after PCI*

YANG Rong¹, DAN Hui-ming², SUN Jia-an¹, LU Ya-nan¹, SHAO Hui-yu¹, LIU Pei³

(1 Department of Internal Medicine-Cardiovascular, The Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei, 050005, China; 2 Department of Internal Medicine-Cardiovascular, Taida International Cardiovascular Hospital, Tianjin, 300457, China)

3 Department of Ultrasonography, Hengshui Fourth People's Hospital, Hengshui, Hebei, 053000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the relationship between serum homocysteine (Hcy) level and left ventricular remodeling, myocardial perfusion and prognosis in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods:** A total of 70 patients with STEMI who were admitted to our hospital from February 2018 to January 2020 were selected, and they were divided into high level Hcy group ($Hcy > 30 \mu\text{mol/L}$, 41 cases) and low level Hcy group ($15 \leq Hcy \leq 30 \mu\text{mol/L}$, 29 cases) according to the serum Hcy level at admission. Left ventricular mass index (LVMI) and left ventricular ejection fraction (LVEF) were measured at 1 month, 6 months and 12 months after PCI, coronary angiography was reviewed, and TIMI myocardial perfusion grade (TMPG) was evaluated. Pearson correlation or Spearman rank correlation analysis were used to analyze the correlation between Hcy level and LVMI, LVEF and TMPG grades. All patients were followed up for 12 months after PCI, all-cause deaths and major adverse cardiac events (MACE) were recorded during follow-up. Cox risk ratio regression was used to analyze the prognostic factors of patients with STEMI after PCI. **Results:** LVEF of the high level Hcy group at 3 and 12 months after PCI was lower than that of the low level Hcy group ($P < 0.05$), and LVMI was higher than that of the low level Hcy group ($P < 0.05$). The incidence rate of poor myocardial perfusion after PCI in the high level Hcy group was higher than that in the low level Hcy group ($P < 0.05$). Hcy level was negatively correlated with LVEF at 3 and 12 months after PCI ($P < 0.05$), positively correlated with LVMI ($P < 0.05$), and negatively correlated with TMPG grade after PCI ($P < 0.05$). The incidence rate of all-cause death and MACE during follow-up in the high level Hcy group were higher than those in the low level Hcy group ($P < 0.05$). Cox proportional risk regression analysis showed that Hcy and preoperative Gensini score were influential factors for poor prognosis in patients with STEMI after PCI ($P < 0.05$). **Conclusions:**

* 基金项目:河北省卫计委重点科技研究计划项目(20190557)

作者简介:杨蓉(1972-),女,博士,主任医师,研究方向:心血管疾病,E-mail:y18632118593@163.com

(收稿日期:2021-01-06 接受日期:2021-01-28)

High Hcy level is associated with left ventricular remodeling and myocardial perfusion in patients with STEMI after PCI, and Hcy is an influential factor for all-cause death and MACE in patients with STEMI after PCI.

Key words: Homocysteine; Acute ST-segment elevation myocardial infarction; Percutaneous coronary intervention; Ventricular remodeling; Myocardial perfusion; Prognosis

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

Article ID: 1673-6273(2021)11-2148-05

前言

急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)是心血管疾病中致死率较高的疾病,其治疗要求早期、快速开通梗死相关动脉,经皮冠状动脉介入(PCI)是 STEMI 患者治疗的主流方法和静脉溶栓失败的补救方法^[1],尽管 PCI 在医院逐渐普及,技术不断进步,但是 PCI 术不能阻止冠脉粥样硬化病变进程,且患者术后仍然存在心肌组织微灌注不良现象^[2],导致心肌进行性肥厚和左心室重构^[3],主要不良心脏事件(MACE)发生风险较高^[4],严重影响患者存活率和生活质量。同型半胱氨酸(Hcy)是动脉粥样硬化的危险因素,Hcy 浓度增高可增加外周血管疾病风险,与心血管疾病密切相关,能独立预测 STEMI 患者院内及长期预后^[5]。Hcy 是否参与 STEMI 患者 PCI 术后左心室重构、心肌灌注尚不完全清楚,本研究拟探讨 Hcy 与 STEMI 患者 PCI 术后左心室重构、心肌灌注和预后的关系,以期为临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择 2018 年 2 月至 2020 年 1 月我院收治的 70 例 STEMI 患者,纳入标准:① 经心电图、冠脉造影证实为 STEMI,符合 2015 版 STEMI 诊断标准^[6];② 入院行急诊或择期 PCI 手术治疗;③ 术后接受随访和定期复查,资料完整。排除标准:① 非 STEMI 或主动脉夹层、急性心包炎、急性肺栓塞等疾病;② 行外科手术治疗患者;③ 血液病、免疫系统疾病、严重肝肾功能障碍;④ 失访者。本次临床试验已获我院医学伦理委员会批准,患者及其家属均知情同意签署同意书。

1.2 血清 Hcy 水平检测

所有 STEMI 患者入院时采集清晨空腹肘静脉血 3ml,注入无抗凝剂真空采血管。经离心分离血清上机测定。采用美国贝克曼库尔特 AU5821 型全自动生化仪及其相关配套试剂盒测定 Hcy 水平。所有的室内质控数据均在控,实验检测严格按照检验科标准作业程序文件进行。根据入院时血清 Hcy 水平^[7]分为高水平 Hcy 组(Hcy>30 μmol/L)41 例,低水平 Hcy 组(15≤Hcy≤30 μmol/L)29 例。

1.3 超声心动图检测

PCI 术后 1 个月、6 个月、12 个月采用 Philip 心脏超声诊断仪参照美国超声心动图指南测量左心室重塑指标,探头频率 2.0~5.0 MHz。心尖方向测量左室舒张末期内径(LVEDD)、室间隔厚度(IVST)、左室后壁厚度(LVPWT),双平面 Simpson 法测量左心室射血分数(LVEF)。根据公式左心室质量 LVM(g)=0.8×1.04×[(LVEDD+IVST+LVPWT)³-LVEDD³]+0.6,[左室重量指数(LVMI)=左心室质量(LVM)(g)/体表面积(m²)]计算

LVM、LVMI。

1.4 TIMI 心肌灌注分级

PCI 术后复查冠脉造影,进行 TIMI 心肌灌注分级(TMPG)^[8]:0 级,心肌无明显充盈;1 级,心肌缓慢充盈,但造影剂滞留未排空;2 级,心肌充盈较慢,造影剂滞留时间稍长,排空缓慢;3 级,心肌正常显影,造影剂排空。2~3 级为心肌灌注良好,0~1 级为心肌灌注不良。

1.5 随访

患者出院后随访 12 个月,采用门诊或电话随访形式,每一个月一次。统计随访期间全因死亡及 MACE 发生情况,MACE 定义为^[9]:再次心肌梗死、血运重建、心力衰竭、心源性死亡。

1.6 统计学分析

SPSS 25.0 进行数据分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 法对计量资料进行拟合优度检验,符合正态分布以($\bar{x}$)表示,采用独立样本 t 检验。偏态计量资料以 M (Q1,Q3) 表示,采用 Wilcoxon 秩和检验。以率(%)表示计数资料采用 χ^2 检验。Pearson 相关或 Spearman 秩相关性分析 Hcy 与左心室重构参数、心肌灌注指标之间相关性。Cox 风险比例回归分析 PCI 术后 STEMI 患者预后的影响因素。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基线资料比较

高水平 Hcy 组和低水平 Hcy 组年龄、性别等基线资料比较均无统计学差异($P>0.05$),详见表 1。

2.2 不同血清 Hcy 水平患者左心室重构参数、心肌灌注指标比较

两组 PCI 术后 1 个月 LVEF、LVMI 组间比较均无统计学差异($P>0.05$),高水平 Hcy 组 PCI 术后 6、12 个月 LVEF 低于低水平 Hcy 组($P<0.05$),LVMI 高于低水平 Hcy 组($P<0.05$),高水平 Hcy 组 PCI 术后心肌灌注不良发生率高于低水平 Hcy 组($P<0.05$),见表 2。

2.3 Hcy 与左心室重构参数、心肌灌注指标相关性分析

Hcy 水平与 STEMI 患者 PCI 术后 6、12 个月 LVEF 呈负相关($P<0.05$),与 LVMI 呈正相关($P<0.05$),与 PCI 术后 TMPG 分级呈负相关($P<0.05$),见表 3。

2.4 不同血清 Hcy 水平患者预后差异

高水平 Hcy 组随访期间全因死亡和 MACE 发生率均高于低水平 Hcy 组($P<0.05$),见表 4。

2.5 STEMI 患者 PCI 术后预后的影响因素分析

以 STEMI 患者 PCI 术后全因死亡或 MACE 为因变量(0=无全因死亡或 MACE,1=全因死亡或 MACE),以年龄、性别、冠脉病变长度、冠脉狭窄率、术前 Gensini 评分、糖尿病、高脂血症、高血压、吸烟史、饮酒史、冠心病家族史、Hcy 为自变量,单因素 Cox 风险比例回归分析结果显示术前 Gensini 评分、糖尿

病、Hcy 与 STEMI 患者 PCI 术后预后不良有关($P<0.05$),多因 STEMI 患者预后不良的影响因素($P<0.05$),见表 5 和表 6。素 Cox 风险比例回归分析结果显示 Hcy、术前 Gensini 评分是

表 1 基线资料差异
Table 1 Differences in baseline data

Items	High level Hcy group(n=41)	Low level Hcy group(n=29)	t/z/ χ^2	P
Male[n(%)]	29(70.73)	19(65.52)	0.214	0.643
Age(years)	62.13±4.56	61.85±4.72	0.249	0.804
Length of coronary artery lesion(mm)	16.05±3.26	15.77±3.05	0.363	0.717
Coronary stenosis rate(%)	74.12(68.79)	73.92(67.80)	0.128	0.898
Preoperative Gensini score (score)	92.95±13.06	89.42±12.34	1.139	0.259
Diabetes[n(%)]	20(48.78)	17(58.62)	0.660	0.417
Hyperlipidemia[n(%)]	21(51.22)	18(62.07)	0.810	0.368
Hypertension[n(%)]	25(60.98)	20(68.97)	0.472	0.492
Smoking history[n(%)]	11(26.83)	9(31.03)	0.147	0.701
Drinking history[n(%)]	14(34.15)	12(41.38)	0.381	0.537
Coronary heart disease history[n(%)]	8(19.51)	7(24.14)	0.216	0.642

表 2 不同血清 Hcy 水平患者左心室重构参数、心肌灌注指标差异($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Differences of left ventricular remodeling parameters and myocardial perfusion indexes in patients with different serum Hcy levels($\bar{x}\pm s$)

Items		High level Hcy group (n=41)	Low level Hcy group (n=29)	t/ χ^2	P
LVEF(%)	1 month after PCI	69.21±8.41	70.03±9.49	0.381	0.704
	6 months after PCI	62.05±4.02	69.52±6.24	6.092	0.000
	12 months after PCI	58.11±3.52	67.04±5.27	8.505	0.000
LVMI(g/m ²)	1 month after PCI	93.26±6.35	92.72±6.13	0.355	0.723
	6 months after PCI	102.24±10.42	93.24±7.28	4.007	0.000
	12 months after PCI	123.26±16.35	95.24±9.24	8.325	0.000
Poor myocardial perfusion		20(48.78)	7(24.14)	4.353	0.037

表 3 Hcy 与左心室重构参数、心肌灌注指标相关系数

Table 3 Correlation coefficients of Hcy with left ventricular remodeling parameters and myocardial perfusion indexes

Items		Hcy	
		r/rs	P
LVEF	1 month after PCI	0.069	0.548
	6 months after PCI	-0.395	0.012
	12 months after PCI	-0.514	0.006
LVMI	1 month after PCI	0.063	0.551
	6 months after PCI	0.563	0.000
	12 months after PCI	0.751	0.000
TMPG grade		-0.518	0.001

3 讨论

STEMI 以冠状动脉粥样硬化, 不稳定斑块破裂或表面糜

烂,导致继发血管闭塞和痉挛为主要病理基础^[10]。STEMI 患者心肌缺血缺氧可代偿性增加心脏输出做功,在这一过程心肌细胞逐渐肥大变厚,导致左心室重构,STEMI 患者左心室重构发

表 4 不同血清 Hcy 水平患者预后差异[n(%)]

Table 4 Prognosis difference of patients with different serum Hcy levels[n(%)]

Groups	n	All-cause deaths	MACE
High level Hcy group	41	11(26.83)	15(36.59)
Low level Hcy group	29	2(6.90)	3(10.34)
χ^2		4.463	6.123
P		0.035	0.013

表 5 STEMI 患者 PCI 术后预后影响因素的单因素 Cox 比例风险回归分析

Table 5 Univariate Cox proportional hazards regression analysis of prognostic factors in STEMI patients after PCI

Variable	β	SE	Wald χ^2	HR	95%CI	P
Age	-0.012	0.015	0.640	0.988	0.862~1.031	0.954
Gender	0.038	0.062	0.376	1.039	0.937~1.143	0.896
Length of coronary artery lesion	0.135	0.119	1.287	1.145	0.962~1.208	0.702
Coronary stenosis rate	0.261	0.197	1.755	1.298	0.953~1.365	0.407
Preoperative Gensini score	0.563	0.196	8.281	1.756	1.197~2.577	0.004
Diabetes	0.531	0.179	8.793	1.701	1.197~2.417	0.003
Hyperlipidemia	0.295	0.203	2.112	1.343	0.982~1.406	0.495
Hypertension	0.281	0.214	1.724	1.324	0.962~1.395	0.473
Smoking history	0.196	0.168	1.361	1.217	0.935~1.285	0.536
Drinking history	0.203	0.184	1.217	1.225	0.938~1.306	0.587
Coronary heart disease	0.165	0.143	1.331	1.179	0.968~1.207	0.653
Hcy	0.565	0.171	11.046	1.759	1.615~1.853	<0.001

表 6 STEMI 患者 PCI 术后预后影响因素的多因素 Cox 比例风险回归分析

Table 6 Multivariate Cox proportional hazards regression analysis of prognostic factors in patients with STEMI after PCI

Variable	β	SE	Wald χ^2	HR	95%CI	P
Preoperative Gensini score	0.749	0.151	24.604	2.115	1.989~2.227	<0.001
Diabetes	0.362	0.289	1.569	1.436	0.951~1.543	0.407
Hcy	0.517	0.162	10.185	1.677	1.585~1.732	<0.001

生率高达 30%,是导致慢性心力衰竭和死亡的主要原因之一^[11]。PCI 血运重建可开通梗死冠脉,实现最佳的心外膜冠状动脉再灌注,在一定程度上抑制左心室重构^[12],但是冠状动脉微循环远端微栓塞的存在往往影响冠脉复流效果,心肌灌注不良与左心室重构、MACE 风险增加有关^[13]。

Hcy 是一种含有细胞毒性 - 巯基氨基酸的硫分子氨基酸,是蛋氨酸和半胱氨酸代谢的中间产物,在生理条件下 Hcy 维持较低水平,通过与腺苷结合形成 S-腺苷同型半胱氨酸降低甲基化水平,Hcy 在体内过度堆积均可导致高 Hcy 血症。Hcy 通过激活巨噬细胞中 ROS 依赖途径中的 NLRP3 炎症小体,加速血管炎症反应和动脉粥样硬化进程^[14],增加心脑血管疾病发生风险^[15,16]。本研究发现高水平 Hcy 与 STEMI 患者 PCI 术后左心室重构和心肌灌注不良有关,表现为高水平 Hcy 组 PCI 术后 6、12 个月 LVEF 低于低水平 Hcy 组,LVMI 高于低水平 Hcy

组,PCI 术后心肌灌注不良发生率高于低水平 Hcy 组,说明高水平 Hcy 可能增加冠脉再灌注难度,导致 PCI 术后无复流或复流差,未能有效纠正心肌缺血缺氧程度,继而加重左心室重构。Yu 等人^[17]报道指出高 Hcy 血症患者 LVMI 指数高于 Hcy 水平正常者,Hcy 浓度增高是左室肥厚的影响因素。Vacek 等人^[18]研究结果表明 Hcy 可通过促使细胞内线粒体自噬,激活细胞质内基质金属蛋白酶和纤溶酶原/纤溶酶系统,促使心肌胶原沉积,参与心肌基质代谢与心肌重构,损害心脏功能。而抑制 Hcy 水平被证实可改善心脏重构和心功能障碍^[19]。现有研究显示 Hcy 与纤维蛋白网络形成障碍有关,高水平 Hcy 可诱导凝血减慢,增加纤维蛋白凝块紧密性,影响自发性溶栓过程^[20]。高水平 Hcy 与冠状动脉血流减慢有关^[21],Hcy 诱导的氧化应激可引起微循环功能障碍和内皮细胞损伤,导致 PCI 术后冠状动脉慢血流(SCF)^[22]。Li 等人^[23]也指出 Hcy <17.55 $\mu\text{mol/L}$ 是 STEMI 患

者 PCI 术后 TIMI 血流分级达 3 级的预测因素。

通过随访发现高水平 Hcy 组随访期间全因死亡和 MACE 发生率均高于低水平 Hcy 组, Hcy 是 STEMI 患者预后不良的影响因素, 提示 Hcy 可作为 STEMI 患者 PCI 术后预后预测的生物学指标。推测 Hcy 参与 STEMI 患者 PCI 预后不良的机制为: 虽然 PCI 手术在一定程度挽救濒死心肌细胞, 但是高水平 Hcy 持续诱导炎症反应, Hcy 通过 miR-33 激活核因子 κ B 信号通路上调肿瘤坏死因子- α 和白介素-6 表达, 扩大炎症反应, 促使新的动脉粥样硬化形成或加剧原有动脉粥样硬化进程^[24]; 其次高 Hcy 血症通过抑制过氧化物酶增殖物激活受体 α -肝脏 X 核受体 α 通路, 降低三磷酸腺苷结合盒转运体 A1、三磷酸腺苷结合盒转运体 G1、卵磷脂胆固醇酰基转移酶的表达, 抑制胆固醇逆转运, 增加脂质聚集, 加剧动脉粥样硬化, 影响开通的冠状动脉微循环, 从而导致心肌未能有效恢复血流灌注, 促使左心室重构和不良结局发生^[25]。

综上, 高水平 Hcy 可引起 STEMI 患者 PCI 术后心肌灌注不良和左心室重构, 是 STEMI 患者 PCI 术后发生全因死亡和 MACE 的影响因素。抑制 Hcy 水平可提高 STEMI 患者 PCI 手术效果, 改善左心室重构, 降低 MACE 和死亡率。

参考文献(References)

- [1] 薛旺, 李虎, 黄金燕, 等. 胸阻抗法心排量比较直接 PCI 和延迟 PCI 对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者心功能的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(1): 167-171
- [2] Huang MH, Loh PH, Tan HC, et al. Reducing reperfusion injury during percutaneous coronary intervention[J]. Singapore Med J, 2019, 60(12): 608-609
- [3] 林静, 张颖, 蔡雪峰, 等. 三种血清微小 RNA 水平与急性心肌梗死患者术后左心功能和主要不良心血管事件发生的关系[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(12): 1273-1276
- [4] Turgeon RD, Koshman SL, Youngson E, et al. Association of Ticagrelor vs Clopidogrel With Major Adverse Coronary Events in Patients With Acute Coronary Syndrome Undergoing Percutaneous Coronary Intervention[J]. JAMA Intern Med, 2020, 180(3): 420-428
- [5] Si J, Li XW, Wang Y, et al. Relationship between serum homocysteine levels and long-term outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. Chin Med J (Engl), 2019, 132 (9): 1028-1036
- [6] 中华医学会心血管病学分会, 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 [J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(5): 380-393
- [7] 李博, 龙开超, 刘伟. 非 ST 段抬高型急性冠脉综合征患者血清 Hcy 水平和 GRACE 评分与冠状动脉病变的相关性 [J]. 海南医学, 2017, 28(3): 366-368, 369
- [8] Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA, et al. Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drug[J]. Circulation, 2000, 101(2): 125-130
- [9] 丛占春, 赵昕, 荆全民. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者靶血管非梗死相关病变处理策略选择及预后 [J]. 中国介入心脏病学杂志, 2018, 26(5): 247-254
- [10] Berwanger O, Lopes RD, Moia DDF, et al. Ticagrelor Versus Clopidogrel in Patients With STEMI Treated With Fibrinolysis: TREAT Trial[J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(22): 2819-2828
- [11] 牟丽娜, 武晓玲, 张俊岭, 等. 尼可地尔联合依那普利叶酸片对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 术后左室重构及同型半胱氨酸的影响[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(2): 231-235
- [12] 李梦竹, 王震寰, 沈龙山, 等. 急诊 PCI 与择期 PCI 对急性心肌梗死病人左心室功能的影响 [J]. 蚌埠医学院学报, 2018, 43(4): 437-439, 443
- [13] Aguiar MOD, Tavares BG, Tsutsui JM, et al. Sonothrombolysis Improves Myocardial Dynamics and Microvascular Obstruction Preventing Left Ventricular Remodeling in Patients With ST Elevation Myocardial Infarction [J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2020, 13(4): e009536
- [14] Wang R, Wang Y, Mu N, et al. Activation of NLRP3 inflammasomes contributes to hyperhomocysteinemia-aggravated inflammation and atherosclerosis in apoE-deficient mice [J]. Lab Invest, 2017, 97(8): 922-934
- [15] Liu W, Wang T, Sun P, et al. Expression of Hcy and blood lipid levels in serum of CHD patients and analysis of risk factors for CHD [J]. Exp Ther Med, 2019, 17(3): 1756-1760
- [16] Zhao X, Li X, Ma Y, et al. The design of a homocysteine fluorescent probe based on Rhodamine B and its responsiveness in the serum of cerebral infarction patients [J]. Exp Ther Med, 2019, 18 (4): 2675-2680
- [17] Yu S, Chen Y, Yang H, et al. Hyperhomocysteinemia accompany with metabolic syndrome increase the risk of left ventricular hypertrophy in rural Chinese [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2020, 20 (1): 44
- [18] Vacek TP, Vacek JC, Tyagi SC. Mitochondrial mitophagic mechanisms of myocardial matrix metabolism and remodelling [J]. Arch Physiol Biochem, 2012, 118(1): 31-42
- [19] 高瑞敏. 血清 H-FABP、Hcy 水平与 CHF 患者心室重构及预后的关系[J]. 心血管康复医学杂志, 2019, 28(4): 415-419
- [20] Genoud V, Lauricella AM, Kordich LC, et al. Impact of homocysteine-thiolactone on plasma fibrin networks [J]. J Thromb Thrombolysis, 2014, 38(4): 540-545
- [21] Yurtdas M, ?zcanl T, Sabri AS, et al. Plasma homocysteine is associated with ischemic findings without organic stenosis in patients with slow coronary flow[J]. J Cardiol, 2013, 61(2): 138-143
- [22] Tanriverdi H, Evrengul H, Enli Y, et al. Effect of homocysteine-induced oxidative stress on endothelial function in coronary slow-flow[J]. Cardiology, 2007, 107(4): 313-320
- [23] Li J, Zhou Y, Zhang Y, et al. Admission homocysteine is an independent predictor of spontaneous reperfusion and early infarct-related artery patency before primary percutaneous coronary intervention in ST-segment elevation myocardial infarction [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2018, 18(1): 125
- [24] 代佩, 高奋, 高宏伟, 等. 同型半胱氨酸通过诱导 miR-33 激活 NF- κ B 途径上调 RAW264.7 源性泡沫细胞 TNF- α 、IL-6 的表达 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2018, 26(12): 1239-1244
- [25] 代佩, 高奋, 高宏伟, 等. 同型半胱氨酸通过氧化酶增殖物激活受体 α -肝脏 X 核受体 α 通路导致动脉粥样硬化的机制研究[J]. 山西医科大学学报, 2019, 50(6): 695-701