

急性心肌梗死病人血清sLOX-1、ITLN-1水平及与术后无复流现象的相关性分析

陈红伟,王志方,邢永生*,付云,苏淑红

(新乡市中心医院,新乡医学院第四临床学院 心内科,河南 新乡 453000)

摘要:目的:探究急性心肌梗死(AMI)病人血清凝集蛋白(intelectin,ITLN)-1、可溶性凝集素样氧化型低密度脂蛋白受体(sLOX)-1水平及与术后无复流现象的相关性。方法:选取2016-01~2019-01我院120例AMI病人作为观察组,另选取120例健康体检者作为对照组。对比两组血清sLOX-1、ITLN-1、肌钙蛋白I(cTnI)、肌红蛋白(Mb)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)水平,并分析血清sLOX-1、ITLN-1水平与心肌梗死常用标志物相关性;对比术后无复流、血流正常病人临床指标及血清sLOX-1、ITLN-1水平,分析术后无复流影响因素,并以受试者工作曲线(ROC)评价血清指标对急性心肌梗死病人术后无复流的预测价值。结果:观察组血清sLOX-1、cTnI、Mb、CK-MB水平高于对照组,ITLN-1水平低于对照组($P < 0.05$);AMI病人血清sLOX-1水平与心肌梗死常用标志物cTnI、Mb、CK-MB呈正相关关系($P < 0.05$),ITLN-1水平与心肌梗死常用标志物cTnI、Mb、CK-MB呈负相关关系($P < 0.05$);AMI病人中无复流发生率为20%(24/120),年龄、症状至罪犯血管开通时间、TC、BMI、cTnI、Mb、CK-MB、sLOX-1水平均为AMI病人术后无复流独立危险因素,ITLN-1水平为AMI病人术后无复流保护因素($P < 0.05$);ROC曲线显示,血清sLOX-1、ITLN-1联合预测AMI病人术后无复流曲线下面积(AUC)为0.900,明显高于二者单独预测AUC,且敏感度为83.33%,特异度为86.46%。结论:AMI病人血清sLOX-1水平明显升高,ITLN-1水平显著下降,二者均与术后无复流现象有关,且血清sLOX-1、ITLN-1联合预测AMI病人术后无复流价值较高,临床可结合术后无复流发生危险、保护因素,早期预防术后无复流发生。

关键词:急性心肌梗死;经皮冠状动脉介入术;术后无复流;sLOX-1;ITLN-1

中图分类号: R542.2+3

文献标识码: B

文章编号: 2095-512X(2021)01-0073-06

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)为临床危急重症,尽早、有效、持续地恢复正常冠脉血流,最大限度减小梗死面积并改善心功能为该病治疗关键^[1]。经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)治疗有利于开通病变血管,恢复心肌血流灌注,降低病死率,改善患者远期预后,已成为AMI治疗首选策略^[1-3]。但随着临床研究的不断深入,发现PCI术中,特别是在右冠脉、回旋支易发生无复流或慢血流现象,据相关调查显示,PCI术后梗死相关血管再通的AMI病人中并发无复流或慢血流率高达15%以上^[4]。有研究提示,血清凝集蛋白(intelectin, ITLN)-1、可溶性凝集素样氧化型低密度脂蛋白受体(solubility lectin-like oxidized lowdensity lipoprotein receptor, sLOX)-1在AMI病人血液循环中异于健康人群,且可独立反映AMI病人预后^[5,6]。本研究探究了AMI病人血清sLOX-1、ITLN-1水平及其与术后无复流的关系。结果如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2016-01~2019-01我院120例AMI病人作为观察组,男89例,女31例,年龄45~78岁,平均年龄(61.50 ± 8.25)岁,所有病人住院期间接受冠状动脉造影术及发病12h内行PCI治疗,排除标准:既往心肌梗死者;合并严重心肌病或瓣膜病者;持续性心动过速;肺动脉高压、肺源性心脏病者;近期感染、创伤、外科手术者;心源性休克或心脏骤停;类风湿性关节炎等自身免疫性疾病者;严重肝、肾功能不全者;妊娠、恶性肿瘤者。另选取120例健康体检者作为对照组,男85例,女35例,年龄43~75岁,平均年龄(59.98 ± 7.92)岁。两组性别、年龄等资料无明显差异($P > 0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 PCI术 选择美国GE公司提供Innova2100大

收稿日期:2020-09-08;修回日期:2020-12-21

作者简介:陈红伟(1975-),男,新乡市中心医院,新乡医学院第四临床学院心内科副主任医师。

通讯作者:邢永生,主任医师,E-mail:yzhizhe@alyun.net 新乡市中心医院,新乡医学院第四临床学院心内科,453000

型数字血管造影机,以Juckins导管行左、右冠脉造影,以确定梗死相关血管,并以标准方法进行PCI。所有病人入院即刻嚼服肠溶阿司匹林300 mg,联合口服氯吡格雷600 mg;PCI术中静脉使用后低分子肝素100U/kg,术后12 h/次皮下注射低分子肝素,连续5~7天;术后予以肠溶阿司匹林100 mg/天、氯吡格雷75 mg/天。手术成功标准:血管再通,病变残余狭窄<20%,无严重并发症(再次心肌梗死、靶血管血运重建、死亡)。

1.2.2 无复流 根据PCI术后血流情况分为血流正常组与无复流组。无复流现象定义:术后1 h内ST段回落率>50%,反之为血流正常^[7]。

1.2.3 资料收集 对受试者进行临床资料等数据收集,入院后24 h内抽取血清测定凝集蛋白ITLN-1、sLOX-1水平,入院后24 h内完成静脉采血测定心肌梗死常用标志物肌钙蛋白I(cTnI)、肌红蛋白(Mb)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、血脂[括甘油三酯TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)及高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)]等生化指标。

1.2.4 检测方法 采集受试者入院时静脉血3 mL,3000 r/min高速离心处理10 min,留取血清置于-80℃低温冰箱内保存,待检,以酶联免疫吸附法测定ITLN-1、sLOX-1水平,试剂盒购自美国R&D公司,操作严格遵循试剂盒说明书进行。

1.3 观察指标

(1)对比两组血清sLOX-1、ITLN-1、cTnI、Mb、CK-MB水平;(2)AMI病人血清sLOX-1、ITLN-1水平与cTnI、Mb、CK-MB水平的相关性;(3)AMI病人

术后无复流发生率,并对比术后无复流与血流正常病人临床指标;(4)对比术后无复流与血流正常病人临床指标血清sLOX-1、ITLN-1水平;(5)分析血清指标与术后无复流的关系;(6)血清指标对AMI病人术后无复流的预测价值。

1.4 统计学方法

数据处理采用SPSS 22.0软件,计数资料以例数描述,采用 χ^2 检验,等级资料行Ridit检验,计量资料采取Bartlett方差齐性检验与Kolmogorov-Smirnov正态性检验,均确认具备方差齐性且近似服从正态分布,以平均数±标准差描述,多组间比较采用单因素方差分析,两两组间比较采用LSD-t检验,两组间比较采用独立样本t检验;相关性分析采用Pearson相关系数模型,通过Logistic进行多因素回归分析,预测效能分析采用受试者工作特征(ROC)曲线,获取曲线下面积(AUC)、置信区间、敏感度、特异度及cut-off值,不同预测方案间曲线下面积比较采用DeLong检验,联合诊断实施Logistic二元回归拟合,返回预测概率logit(p),将其作为独立检验变量,均采用双侧检验, $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组血清sLOX-1、ITLN-1、cTnI、Mb、CK-MB水平

观察组血清sLOX-1、cTnI、Mb、CK-MB水平高于对照组,ITLN-1水平低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)(见表1)。

表1 两组血清sLOX-1、ITLN-1、cTnI、Mb、CK-MB水平对比($\bar{x}\pm s$)

组别	n	sLOX-1(ng/L)	ITLN-1(ng/mL)	cTnI(μ g/L)	Mb(g/L)	CK-MB(g/L)
观察组	120	241.50 ± 15.34	139.42 ± 57.25	0.46 ± 0.17	129.12 ± 25.26	44.60 ± 6.74
对照组	120	168.37 ± 10.25	314.84 ± 85.37	0.11 ± 0.05	47.12 ± 12.37	13.54 ± 4.83
t		43.422	18.695	21.637	31.937	41.033
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 血清sLOX-1、ITLN-1水平与心肌梗死常用标志物相关性

AMI病人血清sLOX-1水平与心肌梗死常用标志物cTnI、Mb、CK-MB呈正相关关系($r_1=0.739, r_2=0.782, r_3=0.723, P<0.05$),ITLN-1水平与心肌梗死常用标志物cTnI、Mb、CK-MB呈负相关关系($r_4=-0.721, r_5=-0.664, r_6=-0.636, P<0.05$)(见图1~6)。

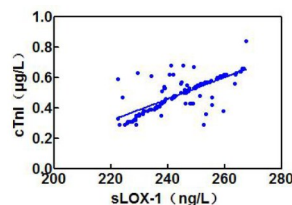


图1 sLOX-1与cTnI相关性

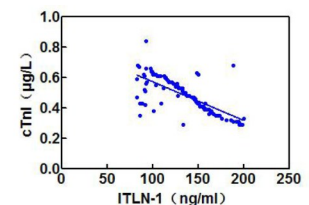


图2 ITLN-1与cTnI相关性

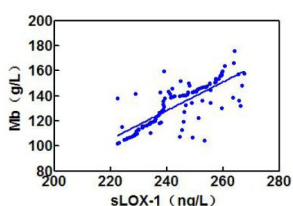


图3 sLOX-1与Mb相关性

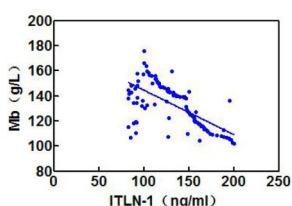


图4 ITLN-1与Mb相关性

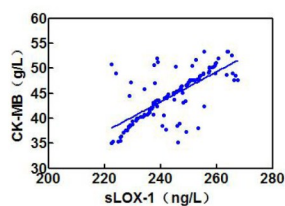


图5 sLOX-1与CK-MB相关性

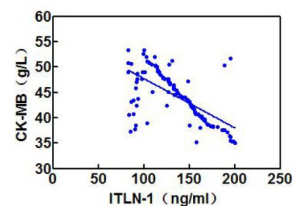


图6 ITLN-1与CK-MB相关性

2.3 术后无复流与血流正常病人临床指标

AMI病人中共24例术后无复流,无复流发生率为20%(24/120)。术后无复流与血流正常病人在年龄、

症状至罪犯血管开通时间、TC、BMI、cTnI、Mb、CK-MB方面相比,差异有统计学意义($P < 0.05$)(见表2)。

表2 术后无复流与血流正常患者临床指标对比

临床指标	无复流($n=24$)	血流正常($n=96$)	t/χ^2	P
年龄(岁)			2.647	0.104
< 60岁	5(20.83)	37(38.54)		
≥60岁	19(79.17)	59(61.46)		
性别			0.174	0.677
男	17(70.83)	72(75.00)		
女	7(29.17)	24(25.00)		
糖尿病	8(33.33)	28(29.17)	0.159	0.690
高血压	9(37.50)	34(35.42)	0.036	0.849
吸烟史	8(33.33)	50(52.08)	2.703	0.100
脑血管病史	2(8.33)	6(6.25)	0.008	0.927
症状至罪犯血管开通时间(h)	14.60 ± 4.52	5.34 ± 1.62	16.435	< 0.001
收缩压(mmHg)	122.39 ± 29.62	124.85 ± 22.19	0.453	0.653
舒张压(mmHg)	74.09 ± 17.02	76.68 ± 13.52	0.795	0.428
心率(bpm)	80.54 ± 16.32	75.42 ± 13.87	1.560	0.121
TG(mmol/L)	2.47 ± 1.65	1.98 ± 1.22	1.633	0.105
TC(mmol/L)	5.07 ± 1.25	4.13 ± 1.12	3.593	0.001
LDL-C(mmol/L)	2.67 ± 0.55	2.80 ± 0.69	0.857	0.393
HDL-C(mmol/L)	1.37 ± 0.25	1.47 ± 0.22	1.938	0.055
BMI(kg/m ²)	26.47 ± 2.14	23.39 ± 2.45	5.640	< 0.001
cTnI(μg/L)	0.68 ± 0.27	0.41 ± 0.15	6.580	< 0.001
Mb(g/L)	374.26 ± 56.74	67.84 ± 19.25	44.126	< 0.001
CK-MB(g/L)	69.37 ± 20.16	38.41 ± 10.25	10.600	< 0.001
手术持续时间(min)	78.94 ± 20.75	80.32 ± 36.39	0.178	0.859
穿刺部位			4.855	0.088
桡动脉	23(95.83)	93(96.97)		
肱动脉	0(0.00)	3(3.03)		
股动脉或其他	1(4.17)	0(0.00)		
术中碘造影剂剂量(mL)	172.67 ± 44.45	163.54 ± 50.21	0.814	0.417

2.4 术后无复流与血流正常病人血清sLOX-1、ITLN-1水平

术后无复流病人血清sLOX-1水平高于血流正

常病人,ITLN-1水平低于血流正常病人,差异有统计学意义($P < 0.05$)(见表3)。

表3 术后无复流与血流正常患者血清sLOX-1、ITLN-1水平对比($\bar{x} \pm s$)

组别	n	sLOX-1 (ng/L)	ITLN-1 (ng/mL)
无复流	24	287.69 ± 19.37	112.94 ± 47.83
血流正常	96	229.95 ± 14.28	146.04 ± 59.41
t		16.424	2.530
P		<0.001	0.013

2.5 回归分析血清指标与术后无复流的关系

将AMI病人年龄、症状至罪犯血管开通时间、TC、BMI、cTnI、Mb、CK-MB、sLOX-1、ITLN-1水平纳入Logistic多因素分析,结果显示,年龄、症状至罪

犯血管开通时间、TC、BMI、cTnI、Mb、CK-MB、sLOX-1水平均为AMI病人术后无复流独立危险因素,ITLN-1水平为AMI病人术后无复流保护因素($P < 0.05$)(见表4)。

表4 回归分析血清指标与术后无复流的关系

因素	β	S.E.	Wald χ^2	P	OR	95%CI
年龄	1.784	0.412	18.753	<0.05	5.955	3.145 ~ 11.274
症状至罪犯血管开通时间	1.885	0.378	24.863	<0.05	6.585	3.298 ~ 13.149
TC	1.241	0.319	15.141	<0.05	3.460	1.276 ~ 9.382
BMI	1.477	0.452	10.676	<0.05	4.379	1.942 ~ 9.875
肌钙蛋白	1.948	0.413	22.248	<0.05	7.015	3.298 ~ 14.920
肌红蛋白	1.910	0.430	19.723	<0.05	6.751	3.459 ~ 13.175
肌酸激酶同工酶	1.819	0.375	23.538	<0.05	6.168	3.125 ~ 12.174
sLOX-1	1.932	0.312	38.348	<0.05	6.904	3.419 ~ 13.941
ITLN-1	-0.781	0.219	12.727	<0.05	0.458	0.267 ~ 0.785

2.6 血清指标对AMI病人术后无复流的预测价值
血清sLOX-1、ITLN-1联合预测AMI病人术后

无复流AUC为0.900,明显高于二者单独预测AUC,且敏感度为83.33%,特异度为86.46%(见表5,图7)。

表5 血清指标对AMI患者术后无复流的预测价值

指标	AUC	95%CI	Z统计	P	截断值	敏感度	特异度
sLOX-1	0.783	0.698 ~ 0.853	5.755	<0.001	>246.66 ng/L	87.50%	57.29%
ITLN-1	0.802	0.719 ~ 0.869	5.223	<0.001	≤152.87 ng/mL	75.00%	78.12%
联合诊断	0.900	0.832 ~ 0.947	10.905	<0.001		83.33%	86.46%

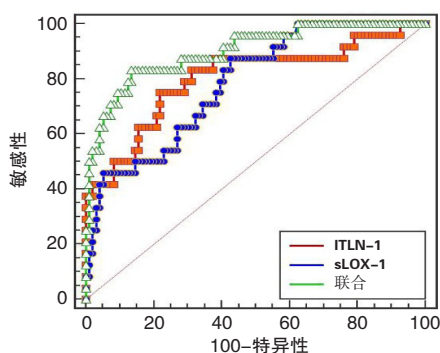


图7 血清指标预测价值

3 讨论

相关调查显示,成功实施PCI术后,仍有5%~25%病人不明原因地出现冠脉微循环功能障碍,造

成相应心肌组织无法得到有效灌注,即无复流现象^[8]。本研究纳入120例AMI病人,其中无复流发生率为20%,提示无复流现象并不少见,与上述调查报道发生率相符。急诊PCI后一旦发生无复流现象可致使AMI病人心肌缺血加重、梗死范围扩大、血流动力学改变、心功能降低甚至死亡。对于PCI术后无复流现象,临床研究已不仅仅局限于如何治疗,更加考虑如何有效、准确地预知无复流现象发生,并尽可能快速辨别可能发生无复流现象的高危病人,进一步提前采取科学方法阻止无复流发生,以减少再灌注后心律失常发生,改善病人预后。

无复流作为一个相对复杂的现象,其生理病理机制尚未完全明确,研究表明炎症反应、内皮功能损害、氧化应激等多种因素均参与无复流现象的出

现^[9]。回顾以往研究,sLOX-1、ITLN-1均可独立反映AMI病人预后,但关于二者与AMI病人术后无复流现象的相关性尚未见相关报道。本研究观察AMI病人sLOX-1、ITLN-1水平,结果显示观察组血清sLOX-1水平高于对照组,ITLN-1水平低于对照组,且血清sLOX-1水平与心肌梗死常见标志物cTnI、Mb、CK-MB呈正相关关系,ITLN-1水平呈负相关关系,证实sLOX-1、ITLN-1参与AMI发生、发展,与以往研究结果一致。进一步研究显示,术后无复流病人血清sLOX-1水平高于血流正常病人,ITLN-1水平低于血流正常病人,提示sLOX-1、ITLN-1对AMI病人术后无复流现象具有一定预测价值。

AMI后早期即可发生左室结构、功能改变,其病情进展重要机制是心肌细胞凋亡与心室重构,其诱发因素有神经内分泌激素激活、细胞信号转导通路改变、炎症细胞因子作用^[10]。动物实验表明,心肌缺血再灌注损伤大鼠心肌细胞表面LOX-1表达明显增加,通过p38丝裂原活化蛋白激酶(p38MAPK)途径致使心肌炎性损伤,为其重要细胞信号转导通路,同时可激活活性氧簇(ROS)大量产生,心肌细胞大量凋亡、心功能严重下降;而阻断LOX-1后,p38MAPK信号转导通路激活明显减少,心肌损伤明显减轻,心肌细胞凋亡减少,心功能得以改善^[11]。LOX-1为ox-LDL受体,可结合、内吞、降解ox-LDL,ox-LDL为动脉粥样硬化的始动因子,同时其作为一种炎症因子在动脉粥样硬化相关的进行心血管事件中起着重要作用。研究证实,LOX-1对动脉粥样硬化斑块形成、发展具有重要作用^[12],提示LOX-1与炎症反应有关。LOX-1在体内有两种存在形式,一种是膜结合型,另一种是可溶性形式,即sLOX-1。因此,考虑AMI术后无复流病人sLOX-1升高机制可能是其参与炎症反应,且阻断sLOX-1,可明显减少细胞信号转导通路p38MAPK激活,减少心肌炎性损伤,抑制心肌细胞凋亡,改善心功能。

ITLN-1作为脂肪组织中表达的蛋白因子,具有多种生理活性。既往研究表明,ITLN-1与肥胖相关疾病,如粥样动脉硬化、2型糖尿病等发病、病情进展有关^[13]。通过对上述疾病治疗过程中ITLN-1水平变化发现,随症状改善,血清ITLN-1水平明显上升,且其水平与瘦素、白细胞介素6有关^[14]。另有研究显示,血清ITLN-1水平下降与冠心病发病有关^[15],进一步体外研究发现,ITLN-1可通过激活内皮一氧化氮合酶磷酸化促使离体血管扩张,同时减轻内皮炎症反应。国外学者指出,ITLN-1可通过抑

制核转录因子 κ B通路,降低肿瘤坏死因子 α 刺激所致的内皮黏附分子表达。近年文献表明,ITLN-1可通过调节和Akt、AMPK依赖的机制抑制急性心肌缺血过程中心肌细胞凋亡。因此,推测AMI术后无复流病人血清ITLN-1水平下降原因可能与其可通过调节炎症反应、血管内皮功能,防止心肌缺血受损有关。且ROC曲线显示,血清sLOX-1、ITLN-1联合预测AMI病人术后无复流AUC为0.900,明显高于二者单独预测AUC,提示血清sLOX-1、ITLN-1联合预测AMI术后无复流价值更高。此外,本研究发现AMI病人术后发生无复流与年龄、心绞痛症状至罪犯血管开通时间、BMI、TC、心肌梗死常用标志物cTnI、Mb、CK-MB因素显著相关,与部分研究结果相一致。另有研究表明,性别也是无复流的独立危险因素,女性AMI病人出现无复流可能与内皮功能不全、雌激素水平等因素有关。但本研究未发现性别与无复流相关性,考虑可能与样本量较小或入选标准不同有关,还需临床多中心、多渠道取样作进一步证实。

综上所述,AMI病人血清sLOX-1水平明显升高,ITLN-1水平显著下降,二者均与术后无复流现象有关,且血清sLOX-1、ITLN-1联合预测AMI病人术后无复流价值较高,临床可结合术后无复流发生危险、保护因素,早期预防术后无复流发生。

参考文献

- [1] 陈皓,黄时伟,吴悠扬,等.肾上腺素与硝普钠对AMI患者PCI术中慢血流的疗效比较[J].浙江临床医学,2018;20(3):456-458
- [2] 吴雪记.苦碟子注射液对大鼠心肌缺血再灌注后无复流的保护作用及机制研究[D].吉林大学,2019
- [3] 李振勇,路雯,冯春光,等.急性心肌梗死病人急诊经皮冠状动脉介入治疗术后冠脉慢血流-无血流现象的预测因素[J].实用老年医学,2018;32(12):79-82
- [4] 杨瑞澜.中性粒细胞与淋巴细胞比值对急性冠脉综合征患者PCI术后无复流及短期预后的预测价值[D].南昌大学,2018
- [5] 陈伟,伍于斌.血栓抽吸术联合PCI对急性ST段抬高型心肌梗死患者血清ITLN-1水平的影响[J].海南医学,2019;30(2):175-179
- [6] 闫杰,刘艳军,赵红,等.老年急性心肌梗死患者血清可溶性凝集素样氧化型低密度脂蛋白受体-1水平与左室功能的关系[J].中国老年学杂志,2018;38(15):3611-3613
- [7] 闫杰松,李志勇.替罗非班用于治疗急性心肌梗塞PCI术后发生冠脉无复流的效果研究[J].四川医学,2019;40(4):394-397

(下转第95页)

- [21]韩旭,孙美玉,陈丹,等.磁共振扩散张量成像定量参数鉴别卵巢上皮交界性与恶性肿瘤的价值初探[J].临床放射学杂志,2019;38(4):684-688
- [22]Gillies R J , Kinahan P E , Hricak H . Radiomics: Images Are More than Pictures, They Are Data[J]. Radiology, 2015; 278(2):1511-169
- [23]Hatt M , Tixier F , Visvikis D , et al. Radiomics in PET/CT: More Than Meets the Eye?[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2017;58(3):365-366
- [24]Lai Chyong-Huey.Measuring tumor metabolic heterogeneity on positron emission tomography: utility in cervical cancer.[J]. J Gynecol Oncol, 2016;27: e12
- [25]Ansgar Br ü ning, Mylonas I . New emerging drugs targeting the genomic integrity and replication machinery in ovarian cancer[J]. Archives of Gynecology & Obstetrics, 2011;283(5): 1087-1096

(上接第77页)

- [8]张京京,高扬,王成福,等.急性心肌梗死急诊经皮冠状动脉介入治疗后无复流现象的危险因素分析[J].贵州医药, 2019;43(3):391-392
- [9]宋红星,张杰,马龙飞,等.PLR、NLR在急性心肌梗死PCI术中无复流和术后MACCE中的预测价值[J].中国循证心血管医学杂志,2018;10(4):484-487
- [10]赵英利,邓兵.心肌梗死后心室重构的机制及中医药防治进展[J].中西医结合心脑血管病杂志,2019;17(2):211-215
- [11] Li D, Williams V, Liu L, et al.Expression of lectin-like oxidized lowdensity lipoprotein receptors during ischemia-reperfusion and its role indetermination of apoptosis and left ventricular dysfunction[J].J Am CollCardiol, 2013; 41 (6): 1048-1055
- [12]郑旭,张梦河,邓姣,等.LOX-1在动脉粥样硬化中的作用研究新进展[J].心脏杂志,2018;30(2):212-217
- [13] Menzel J, di Giuseppe R, Biemann R, et al.Omentin-1 and risk of myocardial infarction and stroke: Results from the EPIC-Potsdam cohort study[J].Atherosclerosis, 2016;2(51):415-421
- [14] Wang XH, Dou LZ, Gu C, et al.Plasma levels of omentin-1 and visfatin in senile patients with coronary heart disease and heart failure[J].Asian Pac J Trop Med, 2014;7(1):55-62
- [15] Onur I, Oz F, Yildiz S, et al.Serum omentin 1 level is associated with coronary artery disease and its severity in postmenopausal women[J].Angiology, 2014; 65(10):896-900

(上接第90页)

- [11]Bishara SE, Laffoon JF, Von Wald L, et al. Effect of time on the shear bond strength of cyanoacrylate and composite orthodontic adhesives[J]. Orthod Dentofacial Orthop, 2002; 121(3): 297-300
- [12]刘秀菊,侯玉泽,侯玉一,等.氧化镧协同纳米二氧化硅增韧氧化锆陶瓷的研究[J].微量元素与健康研究, 2017; 34(5): 14-16
- [13]臧旖欣.添加氯化镧的树脂基托的抗菌性及机械性能研究[D].佳木斯大学, 2018
- [14]Tichy A, Hosaka K, Abdou A, et al. Degree of conversion contributes to dentin bonding durability of contemporary universal adhesives[J]. Oper Dent, 2020; 45(5):556-566
- [15]Makvandi P, Jamaledin R, Jabbari M, et al. Antibacterial quaternary ammonium compounds in dental materials: A systematic review[J]. Dent Mater, 2018; 34(6): 851- 867