

### 3种治疗方案对经皮冠状动脉介入术患者 心功能及预后的影响

林宁宁, 赵佳佳, 樊俊雅, 田欣雨, 张辉

(郑州大学第二附属医院 心脏康复中心, 河南 郑州, 450014)

**摘要:**目的 观察3种不同治疗方案在经皮冠状动脉介入术(PCI)后患者的疗效,探讨增强型体外反搏(EECP)及心脏康复治疗对PCI后患者心功能及预后评估的价值。方法 选取PCI后患者150例作为研究对象,随机分为A组、B组、C组,每组50例。A组接受常规药物治疗,B组接受常规药物联合心脏康复治疗,C组接受常规药物治疗+心脏康复+EECP治疗。观察3组患者治疗前后胆红素血脂综合指数{低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)/[高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)+总胆红素(TBIL)]}、同型半胱氨酸(Hcy)、左心室射血分数(LVEF)、6分钟步行试验[6 min步行距离(6MWD)]及SF-36量表评分变化情况;记录并比较3组心血管不良事件发生情况。结果 治疗后,LDL-C/(HDL-C+TBIL)及Hcy水平低于治疗前,且A组、B组、C组呈降低趋势,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );6MWD、LVEF、SF-36量表各项评分高于治疗前,A组、B组、C组LVEF、6MWD呈增加趋势,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );SF-36量表评分中,C组社会功能评分与B组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),C组社会功能评分高于A组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );其余各项评分A组、B组、C组呈增高趋势,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。3组心血管不良事件发生率呈显著降低趋势,差异有统计学意义(C组<B组<A组, $P < 0.05$ )。结论 在药物治疗基础上,联合心脏康复+EECP治疗能够显著改善PCI后患者心功能、生活质量及预后,同时治疗效果显著优于心脏康复训练及单纯药物治疗。

**关键词:**经皮冠状动脉介入术;增强型体外反搏;心脏康复;生存质量;预后

中图分类号:R 541;R 61 文献标志码:A 文章编号:1672-2353(2022)16-066-05 DOI:10.7619/jcmp.20220829

### Effects of three therapeutic schedules on cardiac function and prognosis in patients undergoing percutaneous coronary intervention

LIN Ningning, ZHAO Jiajia, FAN Junya, TIAN Xinyu, ZHANG Hui

(Cardiac Rehabilitation Centre, the Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University,  
Zhengzhou, Henan, 450014)

**Abstract: Objective** To observe the efficacy of three different therapeutic schedules in patients undergoing percutaneous coronary intervention (PCI), and to explore the value of enhanced external counterpulsation (EECP) and cardiac rehabilitation in evaluating cardiac function and prognosis of patients after PCI. **Methods** A total of 150 patients after PCI were selected as research objects, and randomly divided into group A, group B and group C, with 50 cases in each group. The group A received conventional drug therapy, the group B received conventional drug combined with cardiac rehabilitation therapy, and the group C received conventional drug therapy, cardiac rehabilitation and EECP. The bilirubin lipid composite index {low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C)/[high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and total bilirubin (TBIL)]}, homocysteine (Hcy), left ventricular ejection fraction (LVEF), 6-minute walk test [6-minute walk distance (6MWD)] and SF-36 Scale score were observed before and after treatment in the three groups; the incidence of adverse cardiovascular events was recorded and compared among the three groups. **Results** After treatment, the levels of LDL-C/(HDL-C and TBIL) and Hcy were significantly lower than those before treatment, and

the levels of LDL-C/(HDL-C and TBIL) and Hcy in the groups A, B and C were significantly decreased ( $P < 0.05$ ); the 6MWD, LVEF and item score of SF-36 Scale were significantly higher than those before treatment, and LVEF and 6MWD in the groups A, B and C were significantly increased ( $P < 0.05$ ); in the SF-36 Scale scores, there was no significant difference in the social function score between group C and group B ( $P > 0.05$ ), and the social function score of the group C was significantly higher than that of the group A ( $P < 0.05$ ); the other scores in the groups A, B and C showed significant increase trend ( $P < 0.05$ ). The incidence of adverse cardiovascular events in the three groups was significantly decreased (group C < group B < group A,  $P < 0.05$ ). **Conclusion** On the basis of drug therapy, cardiac rehabilitation combined with EECP can significantly improve cardiac function, quality of life and prognosis of patients after PCI, and the therapeutic effect is significantly better than cardiac rehabilitation training and drug therapy alone.

**Key words:** percutaneous coronary intervention; enhanced external counterpulsation; cardiac rehabilitation; quality of life; prognosis

经冠状动脉介入术(PCI)被广泛应用于临床,可迅速开通靶血管、改善缺血心肌血供、有效降低患者病死率,且创伤小、安全性高、恢复快<sup>[1]</sup>。但PCI后心律失常、再次心肌梗死、血管内再狭窄、心源性死亡等不良心血管事件的发生率较高<sup>[2]</sup>。PCI后患者运动能力的恢复、生存质量的改善以及心血管不良事件发生率的降低逐渐成为关注重点。增强型体外反搏(EECP)作为一项无创、安全的治疗手段,在心绞痛、心力衰竭等多种心血管疾病治疗中的积极效应已被临床研究证实,但EECP联合心脏康复对PCI后患者的心脏功能、生存质量及预后的临床研究较少。本研究回顾性分析3种不同治疗方式对PCI后患者的治疗效益,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性选取2019年9月—2021年9月在郑州大学第二附属医院心血管内科接受住院治疗,并自愿参加本研究的150例PCI后患者为研究对象。随机将研究对象分为A、B、C组,每组50例。A组接受常规药物治疗, B组接受常规药物治疗联合心脏康复治疗, C组接受常规药物治疗联合心脏康复+EECP治疗。

纳入标准:行PCI 2周后患者;美国纽约心脏病学会(NYHA)心功能分级Ⅱ~Ⅲ级者;愿意接受EECP及心脏康复治疗者;年龄45~70岁者。排除标准:心肌梗死急性期者;伴有干扰反搏仪器心电门控功能的心律失常者;有各种出血性疾病或出血倾向,或使用抗凝剂,国际标准化比

值(INR) > 2.0者;有双下肢血栓形成、感染病灶、严重动脉闭塞性疾病者;有未得到控制的高血压(收缩压 $\geq 180$  mmHg或舒张压 $\geq 110$  mmHg)者;显著肺动脉高压、夹层动脉瘤、中至重度的主动脉瓣关闭不全等患者。所有研究对象均接受健康教育并签署知情同意书,本研究通过郑州大学第二附属医院伦理审查。

### 1.2 方法

收集3组患者年龄、性别、体质量指数、糖化血红蛋白、支架植入及高血压病史、糖尿病史、吸烟史。

入院后,评估3组患者病情,结合检查结果给予抗血小板聚集、调脂稳定斑块、控制心室率、改善循环等药物治疗,糖尿病及高血压患者在上述治疗方案基础上加用降糖、降压等治疗。B组:根据患者6 min步行试验结果,结合病情采用心率储备法制订个体化运动处方<sup>[3]</sup>。心率储备法指通过最大心率与静息心率计算靶心率,即靶心率=(最大心率-静息心率)×运动强度范围(60%~80%)+静息心率。每周5次心脏康复运动,共行30次。5~10 min热身运动(老年关节操或慢走),20~30 min有氧运动(采用运动平板等),5~10 min抗阻运动(弹力带或哑铃),5~10 min柔韧运动(八段锦),运动类型可根据自身情况进行调整。运动方案每2周调整1次。C组:在B组基础上进行EECP治疗(采用PSK-Health公司生产的增强型体外反搏装置),气囊压力0.025~0.035 MPa,2次/d,30 min/次,共计行EECP治疗30 h。3组患者均给予心脏康复五大处方中的药物处方、营养处方、戒烟处方、

心理处方。

### 1.3 观察指标

观察 3 组患者治疗前后相关指标。① 在治疗开始及结束当天抽取患者空腹血,检测同型半胱氨酸(Hcy)水平;检测低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、总胆红素(TBIL)水平,根据公式计算治疗前后的胆红素血脂综合指数[ $LDL-C/(HDL-C + TBIL)$ ]。② 通过超声测定左心室射血分数(LVEF);通过创越医疗心肺功能机器进行 6 min 步行试验,记录 6 min 步行距离(6MWD)。③ 通过健康调查简表(SF-36 量表)对研究对象的生理机能(PE)、生理职能(RP)、情感职能(RE)、精力(VT)、精神健康(MH)、社交功能(SF)、躯体疼痛(BP)及一般健康(GH)共 8 个方面进行评估,分数越高表示生活质量越好<sup>[4]</sup>;④ 记录治疗结束

6 个月内,3 组心血管不良事件的发生情况。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组内比较采用配对  $t$  检验,组间多重比较采用 LSD- $t$  检验;非正态分布的计量资料用中位数[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]表示,组内比较采用非参数秩和检验,组间比较采用非参数  $H$  检验;计数资料用[ $n(\%)$ ]表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验及 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料比较

3 组患者年龄、性别、体质量指数、糖化血红蛋白、支架植入情况、高血压发生率、糖尿病发生率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 3 组一般资料比较( $\bar{x} \pm s$ )[ $n(\%)$ ][ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

一般资料	分类	A 组( $n=50$ )	B 组( $n=50$ )	C 组( $n=50$ )
性别	男	29	30	28
	女	21	20	22
年龄/岁		56.10 ± 6.50	56.18 ± 6.50	56.72 ± 6.31
体质量指数/(kg/m <sup>2</sup> )		24.88 ± 1.92	24.56 ± 1.70	24.53 ± 1.83
糖化血红蛋白/%		5.84 ± 0.47	5.82 ± 0.46	5.80 ± 0.45
吸烟史		19(38.00) <sup>a</sup>	22(44.00) <sup>a</sup>	20(40.00) <sup>a</sup>
高血压病		26(52.00) <sup>a</sup>	25(50.00) <sup>a</sup>	27(54.00) <sup>a</sup>
糖尿病病		18(36.00) <sup>a</sup>	19(38.00) <sup>a</sup>	20(40.00) <sup>a</sup>
支架植入/枚		2(2, 3) <sup>b</sup>	2(1, 3) <sup>b</sup>	2(2, 3) <sup>b</sup>

a 是卡方检验, b 是非参数  $H$  检验。

### 2.2 观察指标比较

治疗前,3 组 LDL-C/(HDL-C + TBIL)、Hcy、LVEF、6MWD、SF-36 量表各项评分比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗后,LDL-C/(HDL-C + TBIL)及 Hcy 水平低于治疗前,且 A 组、B 组、C 组呈降低趋势,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );6MWD、LVEF、SF-36 量表各项评分高于治疗前,A 组、B 组、C 组 LVEF、6MWD 呈增加趋势,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );SF-36 量表评分中,C 组社会功能评分与 B 组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),C 组社会功能评分高于

A 组( $P < 0.05$ );其余各项评分 A 组、B 组、C 组呈增高趋势,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2、表 3、表 4。

### 2.3 3 组不良心血管事件比较

治疗后,C 组心血管不良事件发生率为 4.00%(再次入院 1 例,心绞痛发作 1 例,血运重建 0 例),低于 B 组的 22.00%(再次入院 2 例,心绞痛发作 7 例,血运重建 2 例)和 A 组的 40.00%(再次入院 4 例,心绞痛发作 11 例,血运重建 5 例),差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

表 2 3 组[LDL-C/(HDL-C + TBIL)]、Hcy 水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	胆红素血脂综合指数		同型半胱氨酸/( $\mu\text{mmol/L}$ )	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A 组	50	0.31 ± 0.06	0.19 ± 0.05 <sup>*</sup>	17.48 ± 5.47	14.16 ± 3.59 <sup>*</sup>
B 组	50	0.33 ± 0.05	0.17 ± 0.04 <sup>*#</sup>	17.62 ± 5.40	12.84 ± 3.21 <sup>*#</sup>
C 组	50	0.32 ± 0.05	0.14 ± 0.04 <sup>*#Δ</sup>	18.18 ± 5.71	11.43 ± 2.90 <sup>*#Δ</sup>

与治疗前比较,  $*P < 0.05$ ; 与 A 组比较,  $\#P < 0.05$ ; 与 B 组比较,  $\Delta P < 0.05$ 。

表 3 3 组 LVEF、6MWD 比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	6 min 步行距离/m		左室射血分数/%	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A 组	50	382.84 ± 43.21	434.72 ± 42.99*	55.30 ± 6.32	57.00 ± 4.83*
B 组	50	390.16 ± 36.22	453.36 ± 45.83*#	55.56 ± 4.37	58.88 ± 3.20*#
C 组	50	399.40 ± 35.68	472.46 ± 48.88*#△	56.10 ± 4.74	60.44 ± 3.36*#△

与治疗前比较, \* $P < 0.05$ ; 与 A 组比较, # $P < 0.05$ ; 与 B 组比较, △ $P < 0.05$ 。

表 4 3 组 SF-36 量表各项评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	A 组(n=50)		B 组(n=50)		C 组(n=50)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
生理机能	51.20 ± 12.48	61.70 ± 9.40*	49.90 ± 12.72	66.70 ± 9.40*#	50.80 ± 10.32	82.40 ± 8.41*#△
生理职能	42.60 ± 8.92	50.00 ± 10.73*	44.90 ± 11.01	58.22 ± 11.49*#	43.25 ± 11.74	66.85 ± 13.57*#△
躯体疼痛	50.57 ± 10.35	59.10 ± 9.67*	52.69 ± 12.82	64.82 ± 10.85*#	49.21 ± 11.21	71.46 ± 12.78*#△
一般健康	49.86 ± 12.49	62.72 ± 11.77*	45.86 ± 11.38	71.62 ± 13.08*#	50.34 ± 10.52	77.74 ± 10.34*#△
精力	50.40 ± 13.66	66.30 ± 11.33*	48.90 ± 12.01	71.50 ± 12.17*#	50.70 ± 12.37	76.38 ± 11.35*#△
社会功能	51.43 ± 16.43	72.75 ± 20.84*	56.25 ± 21.76	87.95 ± 20.39*#	53.75 ± 20.24	93.45 ± 20.88*#
情感职能	44.66 ± 13.66	56.34 ± 11.42*	47.46 ± 13.07	66.84 ± 12.23*#	49.13 ± 10.39	76.27 ± 10.07*#△
精神健康	41.76 ± 14.07	52.20 ± 9.39*	38.48 ± 11.96	58.56 ± 8.03*#	40.72 ± 11.59	72.28 ± 10.41*#△

与治疗前比较, \* $P < 0.05$ ; 与 A 组比较, # $P < 0.05$ ; 与 B 组比较, △ $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

EECP 是一种无创性的辅助循环治疗方式, 在高血压病、稳定性心绞痛等多种心血管疾病中的康复积极效应已被证实<sup>[5]</sup>, 其作用原理是用气囊包裹患者小腿、大腿及臀部, 使用计算机电子系统监测心动周期的 R 波时, 给予序贯加压, 在心脏收缩期开始前同时排气, 从而降低患者收缩压、增高舒张压, 以减少心脏做功、改善血流循环, 增加心、脑、肾等多器官灌注<sup>[6]</sup>。有研究<sup>[7]</sup>显示, 单个心动周期平均能增加 25% 的心输出量。心脏康复是综合性医学保健模式, 主要通过五大处方联合应用于心脏病人群。研究<sup>[8-9]</sup>表明, 心脏康复能够有效改善患者精神心理状态, 降低冠心病事件及心血管死亡率。将上述两者结合应用于 PCI 后患者治疗, 是否能够显著改善患者心功能及生存质量的研究较少, 本研究为此提供理论依据。

6 分钟步行试验可用来评估患者日常活动时的心功能, 操作简单, 患者配合度高; LVEF 也是临床常用于评估心泵血功能的指标。本研究中, 3 组治疗后 6MWD、LVEF 水平较治疗前升高, 且 3 组间存在显著差异(C 组 > B 组 > A 组), 证实 EECP 联合心脏康复治疗更能改善患者心功能。分析原因可能为增强型体外反搏能够增加回心血量, 并减少心脏后负荷, 增加心排血量, 减少心脏做功, 减少心肌耗氧量<sup>[10]</sup>; 同时具有强大的血流

切应力, 通过抑制炎症反应改善内皮细胞功能, 并增加内皮祖细胞数量, 进而促进侧支循环形成, 进一步增加心肌供血, 改善心功能<sup>[11-12]</sup>。运动训练作为心脏康复的核心, 能够抑制心肌纤维化及病理性心室重构, 增强心肌收缩力, 并增加骨骼肌摄氧量<sup>[13]</sup>。

LDL-C 被氧化修饰后形成氧化低密度脂蛋白(ox-LDL), 继而被巨噬细胞、平滑肌细胞摄取, 形成粥样硬化病变脂质条纹, 并分泌生长因子、促炎介质、蛋白多糖和弹性蛋白等多种物质, 促进动脉粥样病变进程。胆红素是血红蛋白在肝细胞内形成的代谢产物, 是人体内重要的抗氧化物质, 能够有效抑制 LDL-C 氧化成 ox-LDL, 并能增加血红素氧合酶(HO)活性, 抑制动脉粥样硬化进展<sup>[14]</sup>。HDL-C 的水平降低是心血管疾病的独立危险因素。目前, 有研究<sup>[15-16]</sup>证实 LDL-C/(HDL-C + TBIL)作为冠心病的致病机制和防御机制的反映, 可准确、灵敏预测和诊断冠心病, 并能评估冠心病的疗效。Hcy 是一种含硫氨基酸, 研究表明其是早期动脉粥样硬化的启动环节, 并可促进血管粥样硬化不断进展, 主要机制如下: 抑制一氧化氮(NO)合酶, 减少 NO 产生, 进而破坏局部血管收缩及舒张功能平衡; 增加巨噬细胞等对 LDL-C 的摄取, 以及降低 HDL-C 对胆固醇的逆向转运, 从而维持血脂平衡异常状态; 抑制细胞周期蛋白 A 的表达, 减少内皮祖细胞(EPC)增殖,

减弱 EPC 对于受损细胞的修复及侧支循环形成;促进平滑肌细胞增殖,导致血管弹性下降,舒张功能减退;引起人体氧化及抗氧化平衡失调;诱导内皮细胞线粒体功能障碍和动力学障碍等,促进动脉粥样硬化(AS)的发生及细胞能量代谢障碍<sup>[17-18]</sup>。Hcy 独立于高血压、吸烟等常规危险因素,可作为预测未来冠心病可能性的指标,同时有研究<sup>[19-20]</sup>显示,其每降低 3 μmol/L,患冠心病的相对风险会降低 11%。本研究结果显示,3 组 LDL-C/(HDL-C + TBIL)及 Hcy 较治疗前降低,同时治疗后 3 组间呈降低趋势(A 组 > B 组 > C 组),表示心脏康复联合 EEC 治疗能够更有效降低 PCI 后患者的危险因素水平,减缓冠状动脉粥样硬化的进一步发展,考虑与两者能够调节内皮细胞分泌功能、改善神经内分泌、维持氧化及抗氧化平衡、抑制炎症反应等机制相关。

本研究应用 SF-36 量表对患者生存质量进行评估。结果显示,社交功能方面评分,C 组与 B 组比较差异不显著,但显著高于 A 组;A 组、B 组、C 组其余各项评分呈显著增高趋势(C 组 > B 组 > A 组);在治疗结束 6 个月进行随访,C 组不良事件的发生率低于 B 组及 A 组,表明在 PCI 后患者治疗中应积极应用心脏康复理念联合 EEC,可有效改善患者生活质量。

综上,EECP 能够显著改善接受心脏康复治疗的 PCI 后患者心功能、步行距离及生活质量,并降低心血管不良事件发生率和危险因素水平,效果优于单纯药物治疗及心脏康复治疗。但本研究具有一定局限性,样本量较少且为单中心研究,还需进一步进行多中心、大样本量的研究。此外,本研究随访时间较短,后续将对患者进行长期随访。

参考文献

[1] The Writing Committee of the Report on Cardiovascular Health and Diseases in China. 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(6): 521-545.

[2] WANG P F, QIAO H X, WANG R J, *et al.* The characteristics and risk factors of in-stent restenosis in patients with percutaneous coronary intervention; what can we do[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2020, 20(1): 510.

[3] 刘功亮, 杨坚, 王人卫, 等. 冠心病康复有氧运动不同强度设定方法的一致性研究[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(8): 950-955.

[4] 杨霞霞, 许文雪, 宫立莹, 等. 双心照护法在充血性心力衰竭患者中的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2022, 28(5): 32-34.

[5] 骆艳茹, 刘伟静, 车文良, 等. 增强型体外反搏在心血管

疾病中的研究进展[J]. 医学综述, 2022, 28(4): 748-753.

[6] XIONG J, ZHANG W, WEI H, *et al.* Enhanced external counterpulsation improves cardiac function in Beagles after cardiopulmonary resuscitation[J]. Braz J Med Biol Res, 2020, 53(1): e9136.

[7] 滕晓焕, 赵兰蒂. 增强型体外反搏在心脏康复中的应用[J]. 安徽医药, 2020, 24(2): 217-220.

[8] THOMAS R J, HUANG H H. Cardiac rehabilitation for secondary prevention of cardiovascular disease: 2019 update[J]. Curr Treat Options Cardiovasc Med, 2019, 21(10): 56.

[9] EPSTEIN E, MAISEL S, MAYSENT K, *et al.* Cardiac rehabilitation for coronary artery disease: latest updates[J]. Curr Opin Cardiol, 2021, 36(5): 556-564.

[10] 冷秀玉, 伍贵富. 体外反搏的工作原理与作用机制[J]. 中华老年医学杂志, 2019, 38(5): 476-479.

[11] LI B, WANG W X, MAO B Y, *et al.* Hemodynamic effects of enhanced external counterpulsation on cerebral arteries: a multiscale study[J]. Biomed Eng Online, 2019, 18(1): 91.

[12] 包春茶, 舒彬. 增强型体外反搏治疗促进冠脉侧支循环形成的分子机制及其研究进展[J]. 心血管康复医学杂志, 2019, 28(5): 673-675.

[13] 沈静, 黄文军, 钮黎剑, 等. 运动康复治疗在心血管疾病中的机制研究[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(15): 124-127.

[14] ZHONG K Y, WANG X, MA X T, *et al.* Association between serum bilirubin and asymptomatic intracranial atherosclerosis: results from a population-based study[J]. Neurol Sci, 2020, 41(6): 1531-1538.

[15] SCHWERTNER H A, FISCHER J R Jr. Comparison of various lipid, lipoprotein, and bilirubin combinations as risk factors for predicting coronary artery disease[J]. Atherosclerosis, 2000, 150(2): 381-387.

[16] 廖付军, 鲍海龙, 谢登海, 等. 冠心病患者胆红素血脂综合指数与冠状动脉狭窄程度的相关性[J]. 贵州医科大学学报, 2021, 46(8): 925-930.

[17] CHEN L T, XU T T, QIU Y Q, *et al.* Homocysteine induced a calcium-mediated disruption of mitochondrial function and dynamics in endothelial cells[J]. J Biochem Mol Toxicol, 2021, 35(5): e22737.

[18] 郭志霞, 赵兴胜. 同型半胱氨酸与冠心病发病机制及相关性研究进展[J]. 医学综述, 2019, 25(22): 4477-4482.

[19] 田杰, 卢建刚, 曾秋蓉, 等. 同型半胱氨酸和颈动脉内膜中层厚度与老年冠心病严重程度的相关性[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2015, 17(3): 266-269.

[20] MUZAFFAR R, KHAN M A, MUSHTAQ M H, *et al.* Hyperhomocysteinemia as an independent risk factor for coronary heart disease. comparison with conventional risk factors[J]. Braz J Biol, 2021, 83: e249104.

(本文编辑:周娟)