

本文引用: 李纪宁, 李露, 申晓彧. EECP 对冠心病 PCI 术后患者血脂、血细胞计数衍生的炎症标志物及运动功能的影响 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(12): 1062-1066. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.12.007.

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2024)32-12-1062-05

EECP 对冠心病 PCI 术后患者血脂、血细胞计数衍生的炎症标志物及运动功能的影响

李纪宁¹, 李露², 申晓彧¹

1. 山西医科大学第二医院心血管内科, 山西省太原市 030000; 2. 天津市第三中心医院, 天津市 300000

[摘要] **[目的]** 探讨在规范药物治疗前提下, 联合增强型体外反搏(EECP) 治疗对冠心病经皮冠状动脉介入治疗(PCI) 术后患者血脂、炎症状态及心肺运动功能的影响。**[方法]** 选取 2022 年 6 月—2023 年 12 月就诊于山西医科大学第二医院心血管内科并诊断为冠心病实行 PCI 术的患者 93 例, 参照患者治疗意愿将其分为对照组及 EECP 组, 对照组采取单纯药物治疗, EECP 组在药物治疗的基础上联合 EECP 治疗 3 个月。记录并对比治疗前后的血脂、单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值(MHR)、中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR) 及运动耐量指标。**[结果]** 治疗后, EECP 组患者总胆固醇(TC) 下降 19.6%, 甘油三酯下降 27.0%, 低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C) 下降 25.0%, MHR 下降 25.4%, NLR 下降 37.2%, 最大运动时间增加 6.7%, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 效果优于对照组。**[结论]** 在规范药物治疗的基础上, 冠心病 PCI 术后患者联合 EECP 治疗可有效降低血脂水平、改善全身炎症、促进运动功能的提升, 改善患者生活质量。

[关键词] 冠心病; 经皮冠状动脉介入治疗; 运动耐量; 增强型体外反搏; 炎症状态; 血脂水平

[中图分类号] R541.4

[文献标识码] A

The effect of EECP on blood lipids, blood count-derived inflammatory markers and exercise function in patients with coronary heart disease after PCI

LI Jining¹, LI Lu², SHEN Xiaoyu¹

1. Department of Cardiovascular, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030000, China;

2. Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300000, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the effect of combined enhanced external counterpulsation (EECP) therapy on blood lipids, inflammatory status, and cardiorespiratory function in patients with coronary heart disease (CHD) after percutaneous coronary intervention (PCI), under the premise of standardized drug treatment. **Methods** A total of 93 patients diagnosed with CHD and undergoing PCI surgery at Cardiovascular Department, the Second Hospital of Shanxi Medical University were selected for screening from June 2022 to December 2023. According to the patients' treatment intention, they were randomly divided into control group and EECP group. The control group received simple drug treatment, while the EECP group received combined EECP treatment for 3 months on the basis of drug treatment. Blood lipids, monocyte to high density lipoprotein cholesterol ratio (MHR), neutrophil to lymphocyte ratio (NLR), and exercise endurance indicators were recorded and compared before and after treatment. **Results** After treatment, the patients in EECP group showed a 19.6% decrease in total cholesterol (TC), a 27.0% decrease in triglyceride (TG), a 25.0% decrease in low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), a 25.4% decrease in MHR, a 37.2% decrease in NLR, and a 6.7% increase in maximum exercise time, with statistical significance ($P < 0.05$). The treatment effect was better than that of the control group. **Conclusion** On the basis of standardized drug treatment, the combination of EECP treatment in patients with CHD after PCI can effectively reduce blood lipid levels, improve systemic inflammation, promote the improvement of motor function, and improve patients' quality of life.

[KEY WORDS] coronary heart disease; percutaneous coronary intervention; exercise tolerance; enhanced external counterpulsation; inflammatory status; blood lipid levels

[收稿日期] 2024-08-30

[修回日期] 2024-10-10

[基金项目] 山西省自然科学基金面上项目(20210302123276)

[作者简介] 李纪宁, 硕士研究生, 研究方向为动脉粥样硬化与动脉硬化, E-mail: lijining2017@163.com。通信作者申晓彧, 博士, 教授, 研究方向为动脉粥样硬化与动脉硬化, E-mail: shenxy65@sina.com。

冠心病 (coronary heart disease, CHD) 是一种以脂质聚集和动脉内皮长期炎症破坏导致功能障碍为主要机制的心血管系统疾病, 影响患者生活质量甚至危及生命^[1]。部分弥漫性冠状动脉病变患者在经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 行有效血运重建后仍会残留相关症状^[2]。增强型体外反搏 (enhanced external counterpulsation, EECP) 是一种已经在临床得到广泛应用的被动运动方法, 可以通过血流动力学改变、血管剪切应力改变等在内的机制改善各系统的缺血状态, 提高主动脉舒张期灌注压, 减轻冠心病患者的血管内皮炎症反应, 增强心室收缩及舒张功能, 减少心绞痛发作频率, 改善患者预后^[3-4]。血细胞计数衍生的炎症标志物是一系列以血细胞计数指标比值反映机体炎症状态的指标, 包括单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值 (monocyte to high density lipoprotein cholesterol ratio, MHR)、中性粒细胞/淋巴细胞比值 (neutrophil to lymphocyte ratio, NLR) 等在内, 其在反映冠心病预后方面的价值已经逐渐得到了重视与认可^[5]。本研究选择冠心病行 PCI 术后的患者作为观察对象, 以血脂、血细胞计数衍生的炎症标志物、心肺运动试验等为观察指标, 探究在药物治疗基础上联合 EECP 治疗对患者脂质代谢、炎症状态及运动功能的影响。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 6 月—2023 年 12 月就诊于山西医科大学第二医院心血管内科, 诊断为冠心病并行 PCI 干预的患者共 93 例, 其中男性 77 例, 女性 16 例。根据患者治疗意愿, 将其分为对照组及 EECP 组。对照组 46 例中心肌梗死 21 例、不稳定型心绞痛 25 例; EECP 组 47 例患者中心肌梗死 24 例、不稳定型心绞痛 23 例。纳入标准: ①于本院明确诊断为冠心病 (参照《实用内科学》15 版的相关诊断标准); ②符合 PCI 治疗指征, 已行 PCI 治疗; ③心功能 NYHA 分级 II ~ III 级, 能够配合观察及治疗。排除标准: ①合并治疗过程中可能危及生命或其他严重疾病, 如中重度心脏瓣膜病变、下肢深静脉血栓形成、中重度肺动脉高压、主动脉瘤或脑血管瘤、未控制的高血压 (>180/110 mmHg) 等; ②由于其他系统严重疾病, 无法配合治疗。本研究经医院伦理委员会审核同意。

1.2 治疗方案

对所有入选的患者进行冠心病基础宣教, 给予规范药物治疗 (冠心病二级预防, 控制其余基础疾病)。对 EECP 组, 评估患者病情, 排除禁忌证后开始 EECP 治疗。治疗前排空膀胱, 安静平卧体位, 检查设备无误后, 将治疗气囊包裹于患者臀部、大腿及小腿。调整治疗参数适宜。每天反搏 1 h, 每周 3 次, 持续 3 个月, 共 36 次^[6-7]。

1.3 血液及生物化学指标检测

于入院治疗时及治疗干预 3 个月后, 检验血常规及血脂四项, 记录总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDLC), 计算 MHR 及 NLR。

1.4 心脏超声参数检测

使用 PHILIPS EPIQ7C 彩色多普勒检测仪, 由本院超声科医生操作并记录左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)。

1.5 运动耐量指标检测

选择踏板运动进行有氧运动, 记录无氧阈 (anaerobic threshold, AT)、最大摄氧量 (maximal oxygen uptake, VO_{2max})、每搏氧输出量 (oxygen pulse, O_2 pulse)、最大运动时间等相关指标。

1.6 统计学分析

所得数据以 SPSS 27.0 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 对符合正态分布的数据如年龄、血压、体质指数 (body mass index, BMI)、血脂、LVEF 及运动耐量指标采用 *t* 检验, 对不符合正态分布的数据如 MHR、NLR, 采用 Wilcoxon 符号秩和检验; 分类计数资料以百分数表示, 采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 时认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料特征

共纳入 93 例患者, EECP 组和对照组性别构成、年龄、血压、吸烟、饮酒、合并疾病、疾病类型、病变血管数、植入支架数及使用药物情况 [所统计药物包括: 血管紧张素转化酶抑制剂 (angiotensin converting enzyme inhibitor, ACEI) 或血管紧张素 II 受体阻滞剂 (angiotensin receptor blocker, ARB)、 β 受体阻滞剂、硝酸酯类、钙通道阻滞剂 (calcium channel blocker, CCB)] 均无统计学差异 ($P > 0.05$), 两组病例具有可比性 (表 1)。

表 1. 两组一般资料比较

Table 1. General information comparison between two groups

一般资料	对照组 (n=46)	EECP 组 (n=47)	P 值
男性/[例(%)]	37(80.4)	40(85.1)	0.551
年龄/岁	58.09±8.98	56.04±10.24	0.309
收缩压/mmHg	129.63±22.17	124.49±17.02	0.459
舒张压/mmHg	79.33±13.35	77.45±11.94	0.476
BMI/(kg/m ²)	24.89±3.29	25.47±2.83	0.371
吸烟史/[例(%)]	28(60.9)	25(52.3)	0.455
饮酒史/[例(%)]	14(30.4)	7(14.9)	0.073
合并高血压/[例(%)]	24(52.2)	28(59.6)	0.472
高血糖/[例(%)]	10(21.7)	16(34.0)	0.186
高血脂/[例(%)]	21(45.7)	25(53.2)	0.467
疾病类型/[例(%)]			0.602
心肌梗死	21(45.7)	24(51.1)	
不稳定型心绞痛	25(54.3)	23(48.9)	
病变血管数/[例(%)]			0.300
1支	14(30.4)	8(17.0)	
2支	12(26.1)	16(34.1)	
3支	20(43.5)	23(48.9)	
置入支架数/[例(%)]			0.838
1枚	31(67.4)	29(61.7)	
2枚	12(26.1)	14(29.8)	
3枚及以上	3(6.5)	4(8.5)	
ACEI/ARB/[例(%)]	23(50)	30(63.8)	0.178
β受体阻滞剂/[例(%)]	34(73.9)	36(76.6)	0.764
硝酸酯类/[例(%)]	11(23.9)	15(31.9)	0.390
CCB/[例(%)]	8(17.4)	10(21.3)	0.635

MHR、NLR 采用 Wilcoxon 符号秩和检验,其余计量资料均采用 *t* 检验。治疗前,EECP 组与对照组血脂、MHR、NLR、LVEF、运动耐量指标均无统计学差异($P>0.05$),具有可比性(表 2~表 4)。

2.2 血脂水平变化

治疗后 EECP 组 TC 下降 19.6%,TG 下降 27.0%,LDLC 下降 25.0%,差异有统计学意义($P<0.05$),HDLc 水平未见统计学差异($P>0.05$);对照组 TG 下降 8.8%,LDLC 水平下降 15.1%,差异有统计学意义($P<0.05$),但 TC 及 HDLC 水平无统计学差异($P>0.05$;表 2)。

治疗后,EECP 组 TC、TG、LDLC 分别较对照组降低 6.0%、6.4%、8.0%,HDLc 水平两组间差异无统计学意义($P>0.05$;表 2)。

2.3 MHR、NLR 变化

治疗后,EECP 组的 MHR、NLR 分别较治疗前下降 25.4%、37.2%,差异有统计学意义($P<0.05$);对照组 MHR、NLR 治疗前后均未见统计学差异($P>0.05$;表 3)。

治疗后,EECP 组的 MHR、NLR 较对照组分别降

低 18.5%、23.3%,差异有显著性($P<0.05$;表 3)。

表 2. 两组治疗前后血脂水平变化

Table 2. Changes of blood lipid levels before and after treatment in two groups 单位:mmol/L

指标	对照组 (n=46)			EECP 组 (n=47)		
	治疗前	治疗后	P 值	治疗前	治疗后	P 值
TC	3.86±0.97	3.35±0.77	0.087	3.92±1.13	3.15±0.86 ^a	<0.01
TG	1.71±0.67	1.56±0.71	0.034	2.00±1.20	1.46±0.69 ^a	0.032
LDLC	1.92±0.72	1.63±0.47	0.045	2.00±0.72	1.50±0.57 ^a	<0.01
HDLc	1.00±0.31	0.96±0.30	0.435	1.00±0.22	1.01±0.18	0.726

注:a 为 $P<0.05$,与对照组治疗后比较。

表 3. 两组治疗前后 MHR、NLR 变化

Table 3. Changes of MHR and NLR before and after treatment in two groups

指标	对照组 (n=46)			EECP 组 (n=47)		
	治疗前	治疗后	P 值	治疗前	治疗后	P 值
MHR	0.48±0.17	0.54±0.32	0.463	0.59±0.25	0.44±0.13 ^a	<0.01
NLR	2.65±1.37	2.53±1.25	0.570	3.09±1.64	1.94±0.70 ^a	0.027

注:a 为 $P<0.05$,与对照组治疗后比较。

2.4 LVEF 及运动耐量指标变化

EECP 组及对照组在治疗后均未能观察到 LVEF 的显著改善,差异无统计学意义($P>0.05$);EECP 组治疗后 AT 增加 12.7%, VO_{2max} 增加 14.2%,每搏氧输出量增加 10.0%,最大运动时间增加 6.7%,差异有统计学意义($P<0.05$);对照组可见 AT 较治疗前改善 11.9%, VO_{2max} 下降 6.8%,每搏氧输出量下降 12.6%,最大运动时间下降 0.8%,但差异均无统计学意义($P>0.05$;表 4)。

治疗后,EECP 组 AT、 VO_{2max} 、每搏氧输出量、最大运动时间均较对照组改善,改善率分别为 9.7%、33.3%、26.0%、7.2%,差异均有统计学意义($P<0.05$),两组 LVEF 差异无统计学意义($P>0.05$;表 4)。

3 讨论

循证医学证据显示,运动康复可以改善冠心病患者的临床预后,对血脂水平和机体炎症负担产生积极影响^[8-9]。其部分机制通过改善血流动力学效应发挥作用。李淑妍等^[10]综述历年研究肯定了血流动力学机制在影响动脉粥样硬化进展中的作用。Arora 等^[11]的研究则显示 EECP 可以有效减轻患者

表 4. 两组心脏储备及运动耐量指标变化

Table 4. Changes of cardiac reserve and exercise tolerance indicators before and after treatment in two groups

指标	对照组 (n=46)			EECP 组 (n=47)		
	治疗前	治疗后	P 值	治疗前	治疗后	P 值
LVEF/%	60.09±8.30	62.00±7.06	0.339	62.50±4.83	63.92±5.77	0.222
AT/[mL/(min·kg)]	11.56±3.17	12.94±2.51	0.160	12.60±2.49	14.20±3.27 ^a	0.006
VO _{2max} /[mL/(min·kg)]	16.36±1.73	15.24±2.53	0.287	17.71±3.42	20.23±4.32 ^a	0.001
每搏氧输出量/(mL/次)	11.34±1.13	9.91±2.45	0.159	11.35±1.84	12.49±2.09 ^a	0.009
最大运动时间/s	864.56±40.64	857.78±61.99	0.606	861.65±67.26	919.20±75.84 ^a	0.001

注:a 为 $P < 0.05$, 与对照组治疗后比较。

心绞痛症状的发作、改善心脏血供。在部分发达国家,EECP 已作为心脏康复的重要组成部分得到了广泛开展。

过高的血脂水平是动脉粥样硬化过程中的重要风险因素^[12-14]。血脂水平的降低,尤其是较低的 LDLC 有助于减轻斑块炎症、增加斑块稳定性,可以降低患者远期再次发生急性冠脉综合征的风险^[15]。本研究中,经过 3 个月的治疗,对照组及 EECP 组血脂水平均有所改善,但 EECP 组的改善范围和改善幅度均优于对照组(EECP 组的 TC、TG、LDLC 分别较对照组降低 6.0%、6.4% 和 8.0%),显示联合 EECP 治疗的降脂效果较单纯药物控制更优,证明了运动康复改善患者血液循环状态、调节脂质代谢方面的积极作用。

单核细胞转化为泡沫细胞并沉积至血管壁是动脉粥样硬化的中心过程,炎症免疫机制参与其中,与病情的严重程度和预后相关^[16]。MHR 综合了单核细胞与血脂水平,能够较全面地反映机体炎症状态,反映冠心病患者的预后^[17]。NLR 可以体现白细胞与淋巴细胞的平衡,体现炎症激活因素与调节因素的互相作用,同样与机体炎症负担相关,可以作为观察预后的指标^[18]。本研究观察到在 3 个月的治疗后,EECP 组 MHR 及 NLR 显著降低,较干预前下降 25.4%、37.2%,较对照组分别降低 18.5%、23.3%,显示药物干预联合 EECP 治疗能够显著改善患者整体炎症状态,这可能对冠心病行 PCI 患者的远期预后产生积极的作用。

研究显示,急性冠脉综合征患者血管再通术与患者生活质量的改善有关^[19]。心脏超声和心肺运动试验是评估冠心病患者治疗效果的重要方法^[20]。本研究观察到,在 LVEF 没有明显统计学差异的情况下,EECP 组患者的各项运动耐量指标较干预前均显著增强,并且其改善效果优于对照组。结果表明联合 EECP 治疗相较于单纯药物控制更好地提升

了患者的运动耐量,增强了患者的运动功能,并且其改善并不完全依赖于射血分数的提升。证明恰当的运动康复可以有效提升患者运动功能、改善生活质量,并可能通过减轻机体炎症、调节脂肪代谢机制改善患者远期预后。

综上所述,规范药物治疗联合 EECP 改善了机体的脂肪代谢和整体的炎症状态,对运动功能产生了积极的影响,相较于单纯使用药物干预的患者,这种影响更加显著,这可能会导向更好的预后,降低患者远期并发症发生的机会,值得引起临床医师更广泛的关注。

[参考文献]

- [1] STONE P H, LIBBY P, BODEN W E. Fundamental pathobiology of coronary atherosclerosis and clinical implications for chronic ischemic heart disease management-the plaque hypothesis: a narrative review[J]. JAMA Cardiol, 2023, 8(2): 192-201.
- [2] COLLET C, COLLISON D, MIZUKAMI T, et al. Differential improvement in angina and health-related quality of life after PCI in focal and diffuse coronary artery disease[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2022, 15(24): 2506-2518.
- [3] MANCHANDA A, SORAN O. Enhanced external counterpulsation and future directions: step beyond medical management for patients with angina and heart failure[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(16): 1523-1531.
- [4] XU L, CUI M, ZHAO W. The effect of EECP on ischemic heart failure: a systematic review[J]. Curr Cardiol Rep, 2023, 25(10): 1291-1298.
- [5] DZIEDZIC E A, GASIOR J S, TUZIMEK A, et al. Blood count-derived inflammatory markers and acute complications of ischemic heart disease in elderly women[J]. Clin Med, 2023, 12(4): 1369.
- [6] 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医院协会心脏康复管理专业委员会, 上海市康复医学会体外反搏专业委员会. 慢性冠状动脉综合征增强型体外反搏治

- 疗中国专家共识[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2022, 30(2): 81-87.
- Cardiology Branch of Chinese Medical Doctor Association, Chinese Hospital Association Cardiac Rehabilitation Management Professional Committee, Professional Committee on Extracorporeal Counterpulsation of Shanghai Society of Rehabilitation Medicine. Chinese expert consensus on enhanced extracorporeal counterpulsation therapy for chronic coronary syndrome [J]. *Chin J Interv Cardiol*, 2022, 30(2): 81-87.
- [7] 李露. 增强型体外反搏对冠心病 PCI 术后患者血浆 MHR、精神心理状态以及生活质量的影响[D]. 太原: 山西医科大学, 2022.
- LI L. Effects of enhanced external counterpulsation on plasma MHR, mental state and quality of life in patients with coronary heart disease after PCI[D]. Taiyuan: Shanxi Medical University, 2022.
- [8] SALZWEDEL A, JENSEN K, RAUCH B, et al. Effectiveness of comprehensive cardiac rehabilitation in coronary artery disease patients treated according to contemporary evidence based medicine: update of the cardiac rehabilitation outcome study (CROS-II) [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2020, 27(16): 1756-1774.
- [9] PEDERSEN L R, OLSEN R H, ANHOLM C, et al. Effects of 1 year of exercise training versus combined exercise training and weight loss on body composition, low-grade inflammation and lipids in overweight patients with coronary artery disease: a randomized trial [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1): 127.
- [10] 李淑妍, 陶新宇, 曲晨. 血管壁面剪切应力对动脉粥样硬化和动脉瘤的影响 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(5): 451-455.
- LI S Y, TAO X Y, QU C. The effect of wall shear stress on atherosclerosis and aneurysm [J]. *Chin J Arterioscler*, 2024, 32(5): 451-455.
- [11] ARORA R R, CHOU T M, JAIN D, et al. The multicenter study of enhanced external counterpulsation (MUST-EECP): effect of EECP on exercise-induced myocardial ischemia and anginal episodes [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1999, 33(7): 1833-1840.
- [12] RAPOSEIRAS-ROUBIN S, ROSSELLÓ X, OLIVA B, et al. Triglycerides and residual atherosclerotic risk [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(24): 3031-3041.
- [13] KRAAIJENHOF J M, HOVINGH G K, STROES E S G, et al. The iterative lipid impact on inflammation in atherosclerosis [J]. *Curr Opin Lipidol*, 2021, 32(5): 286-292.
- [14] 李其华, 苗柳, 陈慧生, 等. 血清残粒脂蛋白胆固醇和甘油三酯水平与中年人群发生冠心病的相关性 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(11): 963-971.
- LI Q H, MIAO L, CHEN H S, et al. Correlation between serum remnant lipoprotein cholesterol, triglyceride levels and coronary heart disease in middle-aged people [J]. *Chin J Arterioscler*, 2024, 32(11): 963-971.
- [15] DRON J S, PATEL A P, ZHANG Y, et al. Association of rare protein-truncating DNA variants in ApoB or PCSK9 with low-density lipoprotein cholesterol level and risk of coronary heart disease [J]. *JAMA Cardiol*, 2023, 8(3): 258-267.
- [16] DZIEDZIC E A, GASIOR J S, TUZIMEK A, et al. Investigation of the associations of novel inflammatory biomarkers-systemic inflammatory index (SII) and systemic inflammatory response index (SIRI)-with the severity of coronary artery disease and acute coronary syndrome occurrence [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(17): 9553.
- [17] WANG P, GUO X, ZHOU Y, et al. Monocyte-to-high-density lipoprotein ratio and systemic inflammation response index are associated with the risk of metabolic disorders and cardiovascular diseases in general rural population [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 944991.
- [18] ZENGIN A, KARACA M, ARUĞASLAN E, et al. Performance of neutrophil to lymphocyte ratio for the prediction of long-term morbidity and mortality in coronary slow flow phenomenon patients presented with non-ST segment elevation acute coronary syndrome [J]. *J Cardiovasc Thorac Res*, 2021, 13(2): 125-130.
- [19] KATSI V, GEORGIPOULOS G, MITROPOULOU P, et al. Exercise tolerance and quality of life in patients with known or suspected coronary artery disease [J]. *Qual Life Res*, 2021, 30(9): 2541-2550.
- [20] TAYLOR J L, HOLLAND D J, KEATING S E, et al. Short-term and long-term feasibility, safety, and efficacy of high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: the FITR heart study randomized clinical trial [J]. *JAMA Cardiol*, 2020, 5(12): 1382-1389.

(此文编辑 许雪梅)