

• 论 著 •

D 型人格对冠心病行 PCI 患者心率变异性影响的研究

张艳艳¹, 林平¹, 王旖旎²

摘要:**目的** 了解冠心病行 PCI 患者的心率变异性现状,探讨 D 型人格对心率变异性的影响。**方法** 应用 24 h 动态心电图对 412 例冠心病行 PCI 患者进行心率变异性测定,同时采用一般人口学及临床资料调查表、D 型人格量表对患者进行问卷调查。**结果** 冠心病行 PCI 患者的心率变异性指标中所有正常 R-R 间期的标准差(SDNN)、每 5 分钟平均正常 R-R 间期标准差的平均值(SDNN index)等低于正常值;D 型人格患者的心率变异性指标 SDNN、总功率(TP)、低频功率(LF)和高频功率(HF)显著低于非 D 型人格患者($P<0.05$, $P<0.01$);多元线性回归分析显示,D 型人格是 SDNN、TP、LF 的独立影响因素($P<0.05$, $P<0.01$)。**结论** PCI 患者的心率变异性有待进一步改善,D 型人格与 PCI 患者的心率变异性密切相关。应加强对 D 型人格人群的关注,给予针对性个体化干预,以减少心脏不良事件的发生。

关键词: 冠心病; 经皮冠状动脉介入治疗; D 型人格; 心率变异性

中图分类号: R473.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2019.06.012

Impact of type D personality on heart rate variability in patients with coronary heart disease undergoing PCI Zhang Yanyan, Lin Ping, Wang Yini. Nursing School of Harbin Medical University, Harbin 150086, China

Abstract: **Objective** To investigate heart rate variability (HRV) in coronary heart disease patients undergoing percutaneous coronary intervention (PCI), and to evaluate the impact of type D personality on HRV. **Methods** HRV of 412 patients undergoing PCI was measured using dynamic electrocardiogram monitoring for 24 hours. And their demographic and clinical data as well as type D personality were obtained through questionnaire survey. **Results** The standard deviation of the normal-to-normal RR intervals (SDNN) and the mean of the standard deviation calculated over the windowed RR intervals (SDNN index) were significantly lower in patients undergoing PCI than normal values. The SDNN, total power (TP), low frequency (LF) and high frequency (HF) of patients with type-D personality were significantly lower compared with non-type D personality patients ($P<0.05$, $P<0.01$). Multiple linear regression showed that type D personality was an independent predictor of SDNN, TP and LF ($P<0.05$, $P<0.01$). **Conclusion** HRV of patients undergoing PCI needs to be further improved and it is related to type D personality. More attention and targeted intervention should be provided to patients with type D personality when they undergo PCI, thus to reduce adverse cardiac events.

Key words: coronary heart disease; PCI; type D personality; heart rate variability

心率变异性(Heart Rate Variability, HRV)是指逐次心跳间期之间的微小差异^[1],是反映自主神经功能的常用定量指标。有学者提出,HRV 降低是独立于其他传统指标外,预测心源性死亡和心肌梗死的有力指标^[2-3]。研究表明,心血管疾病患者的 HRV 较低,多存在自主神经功能紊乱,且 HRV 降低会导致心力衰竭、恶性心律失常及猝死等心脏不良事件的发生^[4]。因此,早期关注 HRV 及其影响因素将有助于预防心脏不良事件的发生。HRV 影响因素的研究多局限在生理层面,心理层面对其影响的研究较少。近年来多项研究显示,D 型人格是预测心脏不良事件发生的独立危险因素,在一定程度上影响冠心病预后^[5-9];人格与自主神经功能失衡密切相关^[10]。因此,本研究旨在探讨 D 型人格与冠

心病行经皮冠状动脉介入治疗(PCI)患者 HRV 之间的关系,以期明确 D 型人格影响心脏不良事件的机制提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象 选取 2017 年 5~10 月在哈尔滨医科大学附属第二医院心内科经冠状动脉造影确诊为冠心病并首次行 PCI 的患者为研究对象。纳入标准:①符合美国心脏学会(AHA)/美国心脏病协会(ACC)制定的冠心病诊断标准;②首次行经皮冠状动脉支架植入术,标准为血管造影显示最小狭窄直径减少至 20%以下,伴 TIMI 血流 3 级;③自愿参加本研究。排除标准:①有严重的认知障碍;②并存重要器官(如肝、脑、肺、肾)功能的严重损害或其他严重的慢性疾病(如恶性肿瘤等);③病窦综合征、窦房传导阻滞、房室传导阻滞、心房扑动、心房颤动等房性心律失常;④合并有预激综合征、束支阻滞、起搏心电图。入选患者 412 例,男 254 例,女 158 例;年龄 26~82(60.08±9.71)岁;不稳定性心绞痛 285 例,急性心肌梗死 95 例,亚急性心肌梗死 10 例,陈旧性心肌梗死 22 例;吸烟 254 例;饮酒 332 例;合并高血压 227 例、糖尿病

作者单位:1. 哈尔滨医科大学护理学院(黑龙江 哈尔滨, 150086);2. 哈尔滨医科大学附属第二医院心内科

张艳艳:女,硕士在读,护师

通信作者:林平,linping_1962@163.com

科研项目:国家自然科学基金面上项目(31771241)

收稿:2018-10-26;修回:2018-12-14

111 例;射血分数<60%者 78 例;冠脉病变 1 支 208 例、2 支 132 例、3 支 72 例。

1.2 方法

1.2.1 研究工具 ①一般人口学及临床资料调查表。自行设计,包括性别,年龄,吸烟史,饮酒史,并存高血压、糖尿病情况,冠脉病变支数等。②D 型人格量表(Type D Personality Scale,DS14)^[11]。问卷包括消极情感(Negative Affectivity,NA)和社交抑制(Social Inhibition,SI)2 个维度,每个维度包含 7 个条目,采用 5 点计分法。当 NA 以及 SI 2 个维度得分均≥10 分时,则判定为 D 型人格。研究显示,该量表信效度良好,适合我国冠心病人群^[12]。③HRV 指标。通过 24 h 动态心电图获得,其包括时域指标和频域指标。本研究中的时域指标:所有正常 R-R 间期的标准差(Standard Deviation of Normal-to-Normal RR Intervals,SDNN),代表自主神经总功能,正常参考值为(141±39) ms;每 5 分钟平均正常 R-R 间期标准差的平均值(SDNN index),反映交感神经功能指标之一,其正常参考值为(81±24) ms;相邻 R-R 间期之差的均方根(Root Mean Square of Succeeded Difference in RR Interval,RMSSD),反映迷走神经功能指标之一,正常参考值为(27±12) ms。频域指标:总功率(Total Power,TP),反映自主神经总功能,频率带范围选取 0~0.40 Hz,正常参考值(3466±1018)ms²;低频功率(Low Frequency,LF),主要反映交感神经功能,频率带范围 0.04~0.15 Hz,正常参考值(1170±416)ms²;高频功率(High Frequency,HF),反映迷走神经功能指标之一,频率带范围 0.15~0.40 Hz,正常参考值(975±203)ms²。

1.2.2 调查方法 调查前经医院伦理委员会批准,向患者详细解释本次调查的目的、意义,在征得其知情同意后签署知情同意书。D 型人格量表在患者 PCI 术后 1~2 d 病情稳定时进行收集,采用由研究者逐条阅读、研究对象回答的方式;一般人口学及临床资料调查表于术后 1~2 d 采用查阅病历系统并询问患者核实的方式完成。手术前 1~2 d 对患者进行 24 h 动态心电图测定获得 HRV 相关数据。共发放问卷 445 份,回收有效问卷 412 份,有效回收率为 92.58%。

1.2.3 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件进行统计分析,计量资料符合正态分布以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用 *t* 检验,多组间变量比较采用单因素方差分析。偏态分布数据采用用中位数(*M*)和四分位数(*P*₂₅,*P*₇₅)表示,不符合正态分布的数据对其进行自然对数(ln)转换。采用多元线性回归分析冠心病行 PCI 患者心率变异性的影响因素,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 冠心病行 PCI 患者 HRV 各指标测评结果 冠

心病行 PCI 患者的 SDNN、SDNN index、TP、LF、HF 远低于正常值,RMSSD 基本正常。见表 1。

表 1 冠心病行 PCI 患者 HRV 各指标测评结果

$\bar{x} \pm s / M(P_{25}, P_{75})$	
HRV 指标	数值
SDNN(ms)	98.40±30.49
SDNN index(ms)	42.51±13.70
RMSSD(ms)	29.00(21.00,40.00)
TP(ms ²)	1624.85(998.15,2257.92)
LF(ms ²)	228.10(118.30,396.05)
HF(ms ²)	138.90(68.80,247.97)

2.2 冠心病行 PCI 患者 HRV 的单因素分析 412 例冠心病行 PCI 患者中,D 型人格 103 例,非 D 型人格 309 例。一般人口学及临床资料和 D 型人格对 PCI 患者 HRV 影响的单因素分析结果见表 2。

2.3 冠心病行 PCI 患者 HRV 影响因素的多元线性回归分析 分别以 HRV 各指标为因变量,选取单因素分析 *P*<0.01 的因素为自变量(自变量赋值:性别男=0,女=1;年龄≤55 岁=1,>55 岁=2;吸烟否=0,是=1;饮酒否=0,是=1;高血压否=0,是=1;糖尿病否=0,是=1;病变支数 1 支=1,2 支=2,3 支=3;射血分数<60%=0,≥60%=1;D 型人格否=0,是=1)进行多元线性回归($\alpha_{\text{入}}=0.05, \alpha_{\text{出}}=0.10$)。结果显示,D 型人格是 SDNN、TP、LF 的独立影响因素,见表 3。

3 讨论

3.1 冠心病行 PCI 患者的 HRV 现状 由表 1 可知,PCI 患者的 SDNN、SDNN index 明显低于正常值,说明其 HRV 较低。研究显示,大多数冠心病患者的 HRV 较正常人低,而心肌缺血时,自主神经调节失衡,HRV 降低更为明显^[13]。冠心病患者因长期缺血缺氧刺激压力、化学感受器,引起各种心血管反射活动,致使自主神经功能出现紊乱,HRV 水平下降;另外,HRV 下降可能还与冠状动脉灌注不足致使血管舒缩功能障碍有关^[14]。同时,HRV 降低又可影响心脏泵血功能和心肌电活动的稳定性,导致恶性心律失常、充血性心力衰竭、心源性猝死等各种心脏不良事件的发生。因此,临床工作人员必须重视冠心病行 PCI 患者的 HRV,并寻找其影响因素,给予针对性干预措施,从而减少心脏不良事件的发生,改善预后。

3.2 D 型人格与冠心病行 PCI 患者 HRV 的关系 D 型人格是指个体长期经历消极情感,并在社会交往中压抑自己对情感的表达,包括消极情感和社交抑制 2 个维度。D 型人格作为冠心病的新型危险因素,在冠心病发生发展中起重要作用^[9],且与 PCI 患者术后再狭窄、心肌梗死等心血管不良事件有关。表 2 显示,冠心病行 PCI 患者 D 型人格组 HRV 指标 SDNN、TP、

表 2 影响冠心病行 PCI 患者 HRV 的单因素分析

$\bar{x} \pm s$

项目	例数	SDNN(ms)	<i>t</i> /F	SDNN index(ms)	<i>t</i> /F	lnRMSSD [#] (ms)	<i>t</i> /F	lnTP [#] (ms ²)	<i>t</i> /F	lnLF [#] (ms ²)	<i>t</i> /F	lnHF [#] (ms ²)	<i>t</i> /F
性别													
男	254	103.70±31.33	4.59 [*]	44.81±14.05	4.41 ^{**}	3.35±0.47	0.13	7.43±0.72	4.31 ^{**}	5.50±0.91	4.32 ^{**}	4.81±0.94	0.12
女	158	89.86±27.07		38.82±12.29		3.34±0.48		7.12±0.67		5.11±0.83		4.82±0.99	
年龄(岁)													
≤55	122	101.30±31.01	1.25	46.91±14.56	4.31 ^{**}	3.42±0.43	2.15 [*]	7.54±0.64	4.26 ^{**}	5.71±0.75	5.41 ^{**}	5.04±0.89	3.18 ^{**}
>55	290	97.17±30.23		40.67±12.91		3.31±0.49		7.21±0.73		5.20±0.92		4.72±0.97	
吸烟													
否	108	101.59±21.03	1.68	45.81±13.91	3.91 ^{**}	3.41±0.47	2.23 [*]	7.48±0.69	3.93 ^{**}	5.56±0.83	3.78 ^{**}	4.99±0.94	3.10 ^{**}
是	254	96.41±30.03		40.46±13.18		3.30±0.47		7.20±0.72		5.22±0.93		4.70±0.95	
饮酒													
否	80	103.88±29.99	1.79	47.75±13.21	3.87 ^{**}	3.42±0.42	1.92	7.59±0.68	3.84 ^{**}	5.71±0.87	4.07 ^{**}	4.94±0.91	1.39
是	332	97.08±30.51		41.25±13.54		3.32±0.49		7.25±0.72		5.26±0.89		4.78±0.97	
高血压													
否	185	101.01±28.77	1.57	44.36±13.79	2.48 [*]	3.36±0.46	0.43	7.41±0.70	2.48 [*]	5.53±0.89	3.63 ^{**}	4.86±0.93	0.89
是	227	96.27±31.72		41.01±13.47		3.33±0.49		7.23±0.73		5.21±0.88		4.77±0.97	
糖尿病													
否	301	101.04±30.42	2.93 [*]	43.59±13.36	2.64 ^{**}	3.35±0.45	0.23	7.38±0.69	3.01 ^{**}	5.44±0.88	3.51 ^{**}	4.83±0.94	0.46
是	111	91.22±29.63		39.60±14.24		3.34±0.54		7.14±0.75		5.09±0.91		4.78±1.00	
病变支数													
1支	208	102.54±31.01	4.39 [*]	44.01±13.98	3.03	3.35±0.47	0.03	7.40±0.67	4.16 [*]	5.52±0.83	8.79 ^{**}	4.86±0.94	0.64
2支	132	95.64±29.03		41.70±13.07		3.34±0.48		7.27±0.71		5.26±0.93		4.80±0.99	
3支	72	91.46±30.04		36.69±13.60		3.35±0.48		7.13±0.82		5.04±0.95		4.71±0.95	
射血分数													
<60%	80	83.46±31.72	5.06 ^{**}	38.10±16.12	3.25 ^{**}	3.40±0.53	0.73	6.95±0.94	4.08 ^{**}	4.83±1.13	5.91 ^{**}	4.66±1.08	2.08
≥60%	332	102.13±28.94		43.61±12.86		3.33±0.46		7.40±0.63		5.47±0.73		4.85±0.92	
D型人格													
是	103	89.13±31.46	3.62 ^{**}	40.48±14.83	1.75	3.29±0.54	1.04	7.14±0.82	2.48 [*]	5.10±0.99	2.94 ^{**}	4.61±1.09	2.16 [*]
否	309	101.49±29.57		43.19±13.26		3.36±0.45		7.37±0.67		5.43±0.86		4.87±0.90	

注: * $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。[#] RMSSD、TP、LF 和 HF 不符合正态分布,对其进行自然对数(ln)转换。

表 3 D 型人格对冠心病行 PCI 患者 HRV 影响的多元线性回归分析($n=412$)

自变量	SDNN				lnTP				lnLF			
	β	SE	β'	<i>t</i>	β	SE	β'	<i>t</i>	β	SE	β'	<i>t</i>
常数	92.67	7.85	—	11.80 ^{**}	7.52	0.21	—	36.11 ^{**}	5.93	0.27	—	22.21 ^{**}
D型人格	-11.11	3.27	-0.16	-3.39 ^{**}	-0.18	0.08	-0.11	-2.38 [*]	-0.24	0.09	-0.12	-2.69 ^{**}
性别	-15.08	2.87	-0.24	-5.23 ^{**}	-0.25	0.07	-0.17	-3.60 ^{**}	-0.26	0.08	-0.14	-3.11 ^{**}
年龄	—	—	—	—	-0.26	0.07	-0.17	-3.64 ^{**}	-0.42	0.08	-0.21	-4.71 ^{**}
吸烟	—	—	—	—	-0.17	0.07	-0.12	2.43 [*]	—	—	—	—
高血压	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.21	0.08	-0.12	-2.61 [*]
糖尿病	-7.68	3.14	-0.11	-2.45 [*]	-0.18	0.07	0.11	-2.48 [*]	-0.21	0.09	-0.10	-2.29 [*]
射血分数	17.42	3.53	0.23	4.93 ^{**}	0.44	0.08	0.24	5.36 ^{**}	0.63	0.10	0.28	6.28 ^{**}
病变支数	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.13	0.05	-0.11	-2.39 [*]

注: * $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。SDNN 的方程 $R^2=0.155$,调整 $R^2=0.147$, $F=18.659$, $P=0.000$;lnTP 的方程 $R^2=0.185$,调整 $R^2=0.173$, $F=15.324$, $P=0.000$;lnLF 的方程 $R^2=0.268$,调整 $R^2=0.252$, $F=18.054$, $P=0.000$ 。

LF、HF 均显著低于非 D 型人格组 ($P<0.05$, $P<0.01$),说明 D 型人格患者的自主神经总功能降低,交感神经活性增强,迷走神经活性减弱。同时,多元线性回归结果显示, D 型人格是 SDNN、TP、LF 的独立影响因素 ($P<0.05$, $P<0.01$)。Kang 等^[15]对社区正常人群行 5 min 短程心电图的研究发现,D 型人格与非 D 型人格患者的 HRV 并无显著差异,控制年龄因素后,D 型人格总分和各个维度得分仍与 HRV 无关($P>0.05$)。但这只能说明 D 型人格与一般人群 HRV 无关。Hoogwegt 等^[16]对埋藏式心律转复除颤器患者的研究表明,D 型人格患者 SDNN 测得值低于非 D 型患者,显示 D 型人格患者自主神经总功能降

低;Lin 等^[17]对冠心病患者的单因素分析显示,D 型人格冠心病患者的 SDNN、LF、TP 显著低于非 D 型人格。而本研究进一步证实了 D 型人格是 SDNN、TP、LF 的重要影响因素。因此,临床工作中医护人员应加强对 D 型人格高危人群的筛查,并将其作为长期随访的重点内容之一,以便早期给予心理干预措施,改善其 HRV,减少心脏不良事件的发生。

3.3 D 型人格影响 HRV 的可能机制 本研究显示, D 型人格是 HRV 的独立影响因素,D 型人格是直接影响亦或是通过中介变量对其作用,尚需进一步研究证实。分析已知相关研究,D 型人格可能通过以下 3 个机制影响 HRV:①生理机制。D 型人格患者长期

经历消极情感,且在社交交往中压抑自己对情感和行为的表达,皮质醇反应增强,激活了交感-肾上腺髓质系统和下丘脑-垂体-肾上腺系统^[18],导致交感神经活性增强和副交感神经活性减弱^[19-20],本研究表现为 LF、HF 的下降。②心理机制。D 型人格患者往往具有焦虑、抑郁等负性情绪,而焦虑、抑郁与 HRV 呈负相关^[21-22],由此可推测,其可能通过焦虑、抑郁影响 HRV。③行为机制。与非 D 型人格相比,D 型人格患者更易出现不健康的生活方式如身体活动少^[6]、吸烟^[23],且研究显示,锻炼水平低和吸烟均能使自主神经调节失衡,HRV 水平下降^[24]。以上可能是导致 D 型人格患者 HRV 较低的原因,但其具体机制尚待进一步研究。

综上所述,冠心病行 PCI 患者的 HRV 较低,D 型人格患者 HRV 显著低于非 D 型人格。D 型人格是 HRV 的独立影响因素。因此,应将 D 型人格患者列为心血管疾病的高危人群,注重 D 型人格的筛查,早期发现并给予针对性干预措施,以提高患者 HRV,减缓心脏不良事件发生发展进程,改善患者预后。

参考文献:

- [1] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use [J]. *Eur Heart J*,1996,17(3):354-381.
- [2] Coviello I, Pinnacchio G, Laurito M, et al. Prognostic role of heart rate variability in patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction treated by primary angioplasty[J]. *Cardiology*,2013,124(1):63-70.
- [3] Yildiz B S, Ozkan E, Esin F, et al. Evaluation of heart rate variability in patients with coronary artery ectasia and coronary artery disease[J]. *Turk Kardiyol Dern Ars*, 2016,44(4):306-314.
- [4] 张树龙,吴永全.自主神经与心律失常[M].北京:北京大学医学出版社,2016:240-248.
- [5] Einvik G, Dammen T, Namtvedt S K, et al. Type D personality is associated with increased prevalence of ventricular arrhythmias in community-residing persons without coronary heart disease[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2014,21(5):592-600.
- [6] Svansdottir E, Denollet J, Thorsson B, et al. Association of type D personality with unhealthy lifestyle, and estimated risk of coronary events in the general Icelandic population[J]. *Eur J Prev Cardiol*,2013,20(2):322-330.
- [7] 韩永奎,林平,薛友儒,等.D 型人格与冠脉介入治疗患者远期生存质量的相关性[J]. *护理学杂志*,2014,29(9):5-8.
- [8] Dulfer K, Hazemeijer B A, Van Dijk M R, et al. Prognostic value of type D personality for 10-year mortality and subjective health status in patients treated with percutaneous coronary intervention[J]. *J Psychosom Res*, 2015,79(3):214-221.
- [9] 王旖旎,林平,高学琴,等.D 型人格与冠状动脉粥样硬化

- 斑块稳定性关系研究[J]. *护理学杂志*,2016,31(3):22-26.
- [10] Shepherd D, Mulgrew J, Hautus M J. Exploring the autonomic correlates of personality[J]. *Auton Neurosci*, 2015,193(12):127-131.
- [11] 于肖楠,张建新.D 型人格量表(DS14)在中国两所大学学生样本中的试用[J]. *中国心理卫生杂志*,2006,20(5):313-316.
- [12] Yu D S, Thompson D R, Yu C M, et al. Validating the type D personality construct in Chinese patients with coronary heart disease[J]. *J Psychosom Res*,2010,69(2):111-118.
- [13] 李妍妍,洪大庆.85 例心率变异性与冠心病关系的临床研究[J]. *中华全科医学*,2014,12(7):1017-1019.
- [14] 沈艳芳,蒋学俊,雷玉华,等.冠心病患者心率变异性特点分析[J]. *中国循证心血管医学杂志*,2014,6(3):302-305.
- [15] Kang N, Lim J S, Hwang T G, et al. The relationship between type D personality and heart rate variability in community mental health center users[J]. *Psychiatry Investig*,2015,12(2):197-203.
- [16] Hoogwegt M T, Pedersen S S, Theuns D A, et al. Relation between emotional distress and heart rate variability in patients with an implantable cardioverter-defibrillator [J]. *Psychophysiology*,2014,51(2):187-196.
- [17] Lin I M, Wang S Y, Chu I H, et al. The association of type D personality with heart rate variability and lipid profiles among patients with coronary artery disease[J]. *Int J Behav Med*,2017,24(1):1-9.
- [18] Habra M E, Linden W, Anderson J C, et al. Type D personality is related to cardiovascular and neuroendocrine reactivity to acute stress[J]. *J Psychosom Res*, 2003,55(3):235-245.
- [19] Whitehead D L, Perkins-Porras L, Strike P C, et al. Cortisol awakening response is elevated in acute coronary syndrome patients with type-D personality[J]. *J Psychosom Res*,2007,62(4):419-425.
- [20] Denollet J, Kupper N. Type-D personality, depression, and cardiac prognosis:cortisol dysregulation as a mediating mechanism[J]. *J Psychosom Res*,2007,62(6):419-425.
- [21] Jangpangi D, Mondal S, Bandhu R, et al. Alteration of heart rate variability in patients of depression[J]. *JCDR*, 2016,10(12):CM04.
- [22] Rimes K A, Lievesley K, Chalder T. Stress vulnerability in adolescents with chronic fatigue syndrome:experimental study investigating heart rate variability and skin conductance responses[J]. *J Child Psychol Psychiatry*,2017, 58(7):851-858.
- [23] Dinas P C, Koutedakis Y, Flouris A D. Effects of active and passive tobacco cigarette smoking on heart rate variability[J]. *Int J Cardiol*,2013,163(2):109-115.
- [24] 艾磊,罗维,朱晓梅,等.运动与吸烟对健康青壮年男性心率变异性的影响[J]. *中国康复医学杂志*,2017,32(8):916-922.