

· 循证医学 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.15.028

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220426.1451.008.html\(2022-04-26\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220426.1451.008.html(2022-04-26))

高强度间歇训练与中等强度持续训练对冠心病患者康复效果的 meta 分析*

陈林, 李小红, 潘琪妮, 黄惠桥[△]

(广西医科大学第二附属医院护理部, 南宁 530021)

[摘要] **目的** 系统评价高强度间歇训练(HIIT)与中等强度持续训练(MCT)对冠心病患者的康复效果。**方法** 计算机检索 Pubmed、Cochrane Library、Embase、中国生物医学文献数据库(CBM)、中国知网(CNKI)、万方数据库和维普中文科技期刊数据库(VIP)中关于 HIIT 和 MCT 应用于冠心病患者康复的文献,检索时限为建库至 2021 年 5 月,根据纳入和排除标准对文献进行筛选,提取数据并整合,使用 RevMan5.3 软件进行 meta 分析。**结果** 共纳入 12 篇文献,包括 788 例患者,运动干预时间 4~24 周。meta 分析结果显示,HIIT 比 MCT 更能提高患者的峰值摄氧量($VO_2\text{peak}$, $MD = -1.73$, $95\%CI: -2.73 \sim -0.73$, $P < 0.01$)、峰运动功率($WR\text{peak}$, $MD = -14.20$, $95\%CI: -23.22 \sim -5.18$, $P < 0.01$)、心肺功能试验持续运动时间($MD = -0.66$, $95\%CI: -1.28 \sim -0.04$, $P < 0.01$)。**结论** HIIT 相比 MCT 在冠心病患者心肺功能、运动耐力方面有更大的增益效果。

[关键词] 高强度间歇训练;中等强度持续训练;冠心病;康复效果;meta 分析

[中图分类号] R473.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2022)15-2650-06

Meta analysis on rehabilitation effects of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training in patients with coronary heart disease*

CHEN Lin, LI Xiaohong, PAN Qini, HUANG Huiqiao[△]

(Department of Nursing, Second Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China)

[Abstract] **Objective** To systematically evaluate the rehabilitation effect of high-intensity intermittent train (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MCT) in the patients with coronary heart disease. **Methods** The literatures on the application of HIIT and MCT in the rehabilitation of the patients with coronary heart disease were retrieved from the databases of the Pubmed, Cochrane Library, Embase, CBM, CNKI, Wanfang Database and VIP by computer. The retrieval time was from the database establishment to May 2021. The obtained literatures were screened by the inclusion and exclusion criteria. The data were extracted and integrated. The RevMan5.3 software was used for conducting the meta analysis. **Results** A total of 12 articles were included, including 788 patients, and the exercise intervention time was 4–24 weeks. The meta analysis results showed that HIIT was more effective to increase the patients' $VO_2\text{peak}$ than MCT ($MD = -1.73$, $95\%CI: -2.73 \sim -0.73$, $P < 0.01$), $WR\text{Peak}$ ($MD = -14.20$, $95\%CI: -23.22 \sim -5.18$, $P < 0.01$) and continuous duration of cardiopulmonary function test ($MD = -0.66$, $95\%CI: -1.28 \sim -0.04$, $P < 0.01$). **Conclusion** Compared with MCT, HIIT has a greater gain effect in the aspects of cardiopulmonary function and exercise tolerance in the patients with coronary heart disease.

[Key words] high-intensity interval training; moderate intensity continuous training; coronary heart disease; rehabilitation effect; meta analysis

据《中国心血管健康与疾病报告 2020》^[1]推算,心血管疾病现患人数为 3.30 亿,其中冠心病患者 1 139 万。冠心病是引起死亡及伤残的最主要原因,基于运

动的心脏康复是心血管疾病二级预防的基石,可提高患者的有氧能力,增加预测心血管发病率和病死率参数的峰值摄氧量($VO_2\text{peak}$),改善生活质量和各种心

* 基金项目:广西自然科学基金(2020GXNSFAA259077)。 作者简介:陈林(1996—),护师,在读硕士研究生,主要从事心脏康复研究。

[△] 通信作者, E-mail: 820325832@qq.com。

血管风险因素^[2]。心脏康复的益处已被广泛认可,运动强度作为心脏康复有效性的一个重要因素,中等强度持续训练(MCT)一直是稳定型冠心病患者运动训练的基础,但越来越多的研究建议心血管疾病患者可采用高强度间歇训练(HIIT)^[3-4]。有研究认为,HIIT、MCT对改善心脏疾病患者的收缩压、运动峰值心率(HRpeak)、峰值分钟通气量和左心室射血分数(LVEF)的效果并无差异^[5-6],但因其纳入的研究对象混杂,二者对冠心病患者的更大增益仍存在争议,加之以往 meta 分析多为小样本随机对照研究(RCT),纳入研究之间的异质性,特别是纳入心脏康复患者的运动训练类型、强度和持续时间相关的异质性,也限制了结果解释和临床应用。因此,本研究纳入多中心样本 RCT,进行全面的 meta 分析,总结和比较 HIIT 和 MCT 对冠心病患者心肺功能及生活质量的影响。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

计算机检索 Pubmed、Cochrane Library、Embase、中国生物医学文献数据库(CBM)、中国知网(CNKI)、万方数据库和维普中文科技期刊数据库(VIP),检索时限为建库至 2021 年 5 月。中文检索词:冠心病/经皮冠状动脉介入治疗术/心绞痛/心肌梗死、高强度间歇训练、中等强度持续训练、不同强度训练、心脏康复;英文检索词:coronary artery disease/coronary heart disease/percutaneous coronary intervention、high intensity training、continuous training/moderate intensity training、Cardiac rehabilitation。采用 MeSH 主题词、自由词及布尔逻辑运算符连接词结合的方式检索数据库中公开发表的各类中、英文文献,不包含未公开发表的灰色文献,同时对关联文献及参考文献进一步检索,避免遗漏。

1.2 方法

1.2.1 文献纳入与排除标准

纳入标准:(1)研究类型,有关 HIIT 和 MCT 应用于冠心病患者康复治疗的 RCT。(2)研究对象,临床诊断为冠心病患者,具有可变心血管危险因素或严重并发症的患者排除在外。(3)运动强度,参考美国运动医学会提出的客观指标,对照组运动方式为 MCT,强度为 64%~75%最大心率或 46%~64%最大摄氧量,实验组运动方式为 HIIT,强度为 76%以上最大心率或 65%以上最大摄氧量。(4)文献数据完整,两组患者基线数据可比。(5)结局指标,VO₂peak、运动持续时间、HRpeak、血压、峰运动功率(WRpeak)、LVEF、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、生活质量。排除标准:(1)重复发表文献(保留 1 篇);(2)通过各种途径未能获得原文;(3)C 级文献。

1.2.2 文献筛选及质量评价

使用 Notexpress3.2 对所检索到的文献进行整合去重。2 名研究者根据文献纳入与排除标准独立阅读

文献标题和摘要,筛选文献。最后对纳入的文献采用 Cochrane 质量评价手册^[7]进行方法学质量评价。期间若有异议处,则由有第 3 名学者仲裁决定。

1.2.3 资料提取

由 2 名研究者进行全文阅读后进行数据提取及整理,包括纳入研究基本信息、研究方法、研究对象特征、干预措施(时间、频率、方式)、结局指标等。

1.3 统计学处理

采用 Cochrane 协作网 Revman 5.3 软件对资料进行 meta 分析。连续性资料采用 MD、SMD 和 95% CI 为效应尺度进行描述。对所有数据采用 χ^2 检验确定研究间是否存在异质性,若 $P > 0.05$, $I^2 < 50\%$ 可认为无异质性,采用固定效应模型(FE);若 $P < 0.05$, $I^2 \geq 50\%$,存在异质性,采用随机效应模型(RE)合并效应量,若异质性无法消除,采用描述性分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果

通过数据库检索共获得文献 748 篇,其中英文 483 篇,中文 265 篇。最终纳入 11 篇英文文献^[8-18],1 篇中文文献^[19]。文献检索结果及筛选见图 1,纳入研究的基本特征见表 1,纳入文献的方法学质量评价见表 2。

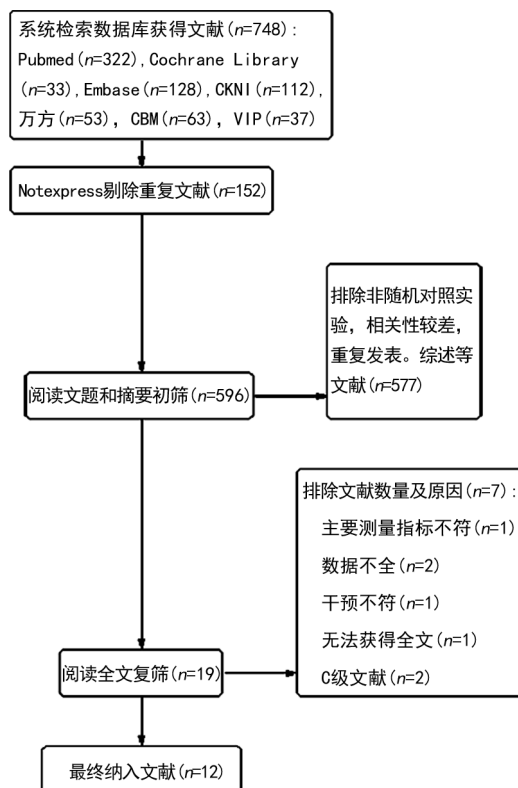


图 1 文献筛选流程

2.2 meta 分析结果

2.2.1 两组患者 VO₂peak 比较

10 篇文献^[8-17]报道了 HIIT 及 MCT 对冠心病患者 VO₂peak 的影响。合并结果显示各研究具有同质性($P = 0.87$, $I^2 = 0\%$),采用 FE 进行 meta 分析,结

果显示 HIIT 组 $VO_2\text{peak}$ 明显高于 MCT 组 ($P < 0.01$), 见表 3。

表 1 纳入研究文献的基本特征

纳入文献	国家	年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)		样本量(n)		干预时间	干预措施		结局指标
		MCT	HIIT	MCT	HIIT		MCT	HIIT	
JAUREGUIZAR 等 ^[8] 2016	西班牙	58.0±11.0	58.0±11.0	36	36	8周	踏板训练	踏板训练	①②③④⑤⑧
CURRIE 等 ^[9] 2013	加拿大	68.0±8.0	62.0±11.0	11	11	12周	骑车训练	骑车训练	①③④⑤⑥
KIM 等 ^[10] 2015	韩国	57.0±11.9	60.0±13.7	14	14	6周	跑步机训练	跑步机训练	①③⑦
CARDOZO 等 ^[11] 2015	巴西	62.0±12.0	52.0±12.0	24	23	16周	平板训练	平板训练	①③④⑦
ROGNMO 等 ^[12] 2004	挪威	61.2±7.3	62.9±11.2	9	8	10周	上坡踏车训练	上坡踏车训练	③④
VILLELABEITIA-JAUREGUIZAR 等 ^[13] 2019	西班牙	58.3±9.5	57.6±9.8	53	57	8周	踏板训练	踏板训练	①②③⑤
LEE 等 ^[14] 2019	加拿大	69.6±5.9	69.3±9.9	17	14	24周	跑步机训练	跑步机训练	①④⑤⑥⑦⑧
CONRAADS 等 ^[15] 2015	比利时	59.9±9.2	57.0±8.8	100	100	12周	自行车训练	自行车训练	①③④⑦⑧
MOHOLDT 等 ^[16] 2009	挪威	62.0±.6	60.2±6.9	31	28	12周	自行车训练	自行车训练	①③⑦⑧
KETEYIAN 等 ^[17] 2014	美国	58.0±9.0	60.0±7.0	13	15	4周	跑步机训练	跑步机训练	②③④⑥
VAN DEHEYNING 等 ^[18] 2018	比利时	60.0±9.0	57.0±9.0	67	65	10周	跑步机训练	跑步机训练	⑥
高真真等 ^[19] 2015	中国	61.2±8.0	54.9±7.9	21	11	12周	踏车训练	踏车训练	①②⑤⑥

①: $VO_2\text{peak}$; ②: 运动持续时间; ③: HRpeak; ④: 血压; ⑤: WRpeak; ⑥: LVEF; ⑦: HDL-C、LDL-C; ⑧: 生活质量。

表 2 纳入文献的方法学质量评价

纳入文献	随机序列产生	分配隐藏	研究对象/干预者盲法	结果评测者盲法	结果数据完整性	不全结局数据报告	其他偏移	质量等级
JAUREGUIZAR 等 ^[8] 2016	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B
CURRIE 等 ^[9] 2013	高风险	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B
KIM 等 ^[10] 2015	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B
CARDOZO 等 ^[11] 2015	不清楚	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B
ROGNMO 等 ^[12] 2004	低风险	低风险	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B
VILLELABEITIA-JAUREGUIZAR 等 ^[13] 2019	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B
LEE 等 ^[14] 2019	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	A
CONRAADS 等 ^[15] 2015	不清楚	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	低风险	B
MOHOLDT 等 ^[16] 2009	高风险	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	低风险	B
KETEYIAN 等 ^[17] 2014	低风险	低风险	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B
VAN DEHEYNING 等 ^[18] 2018	低风险	低风险	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B
高真真等 ^[19] 2015	高风险	低风险	不清楚	不清楚	低风险	低风险	低风险	B

2.2.2 两组患者运动持续时间比较

3 篇文献^[8,13,19]报道了 HIIT 及 MCT 对冠心病患者在心肺运动测试中的应用, 从评估开始至试验终止所持续运动时间的影响。其中 JAUREGUIZAR 等^[8]2016 年的研究结果提示干预前两组运动时间具有统计学差异, 因此未纳入 meta 分析, 但通过运动前后比较, HIIT 组运动持续时间大于 MCT 组 ($P < 0.01$)。其余 2 篇文章合并结果显示各研究具有同质

性 ($P = 0.73, I^2 = 0$), 采用 FE 进行 meta 分析, 结果显示 HIIT 组运动持续时间明显高于 MCT 组 ($P < 0.01$), 见表 3。

2.2.3 两组患者 HRpeak 比较

8 篇文献^[8-14,17]涉及运动 HRpeak, 合并结果显示各研究具有同质性 ($P = 0.39, I^2 = 5\%$), 采用 FE 进行 meta 分析, 结果显示 HIIT 组 HRpeak 明显高于 MCT 组 ($P < 0.01$), 见表 3。

2.2.4 两组患者血压比较

5 篇文献^[8,12,14,15,17]报道了冠心病患者运动后的静息收缩压。合并结果显示各研究具有同质性($P=0.74, I^2=0$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示 HIIT 组静息收缩压明显高于 MCT 组($P=0.02$)。3 篇文献^[8,17,18]报道了冠心病患者运动峰值收缩压。合并结果显示各研究具有同质性($P=0.78, I^2=0$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示 HIIT 组峰值收缩压明

显高于 MCT 组($P=0.02$),见表 3。

2.2.5 两组患者 WRpeak 比较

4 篇文献^[8-9,13,15]报道了 HIIT 及 MCT 对冠心病患者 WRpeak 的影响。合并结果显示各研究具有同质性($P=0.64, I^2=0$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示 HIIT 组 WRpeak 明显高于 MCT 组($P<0.01$),见表 3。

表 3 MCT 与 HIIT 对冠心病患者康复效果的 meta 分析

结局指标	异质性检验		效应模型	meta 分析效应值	
	P	I ² (%)		MD(95%CI)	P
VO ₂ peak ^[8-17]	0.87	0	FE	-1.73(-2.73~-0.73)	<0.01
运动持续时间 ^[8,13,19]	0.73	0	FE	-0.66(-1.28~-0.04)	<0.01
HRpeak ^[8-14,17]	0.39	5	FE	-1.73(-10.35~-2.47)	<0.01
静息收缩压 ^[8,12,14,15,17]	0.74	0	FE	-3.50(-6.55~-0.45)	0.02
峰值收缩压 ^[8,17,18]	0.78	0	FE	-11.09(-20.09~-2.09)	0.02
WRpeak ^[8-9,13,15]	0.64	0	FE	-14.20(-23.22~-5.18)	<0.01

2.2.6 两组患者 LVEF 比较

2 篇文献^[18-19]报道了 HIIT 及 MCT 对冠心病患者 LVEF 的影响。合并结果显示各研究具有同质性($P=0.29, I^2=37\%$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示两组患者 LVEF 差异无统计学意义($MD=-1.19, 95\%CI: -3.39~-1.01, P=0.29$)。

2.2.7 两组患者 HDL-C 和 LDL-C 水平比较

3 篇文献^[14-16]报道了 HIIT 及 MCT 对冠心病患者 HDL-C 及 LDL-C 水平的影响。将 LDL-C 结果合并显示各研究存在异质性($P=0.02, I^2=74\%$),采用 RE 进行 meta 分析,结果显示两组患者 LDL-C 水平差异无统计意义($MD=0.09, 95\%CI: -0.21~0.38, Z=0.56, P=0.56$)。将 HDL-C 结果合并显示各研究具有同质性($P=0.16, I^2=45\%$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示两组患者 HDL-C 水平差异无统计学意义($MD=0.07, 95\%CI: -0.03~0.17, P=0.18$)。

2.2.8 两组患者生活质量比较

2 篇文献^[8,15]采用健康调查简表对患者生活质量进行评价,各组间异质性较低(身体: $P=0.97, I^2=0$;心理: $P=0.80, I^2=0$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示两组患者身体和心理健康改善程度差异无统计学意义(身体: $MD=-0.92, 95\%CI: -2.77~0.94, Z=0.97, P=0.33$;心理: $MD=0.29, 95\%CI: -1.62~2.19, Z=0.29, P=0.77$)。2 篇文献^[8,16]采用心脏病生活质量量表评估,各组间异质性较低(情绪: $P=0.74, I^2=0$;身体: $P=0.973, I^2=0$;社会: $P=0.45, I^2=0$),采用 FE 进行 meta 分析,结果显示两组患者在情绪、身体、社会领域方面的改善程度差异无统计学意义(情绪: $MD=-0.16, 95\%CI:$

$-0.45~0.13, Z=1.10, P=0.27$;身体: $MD=-0.06, 95\%CI: -0.34~0.22, Z=0.40, P=0.69$;社会: $MD=-0.11, 95\%CI: -0.37~0.14, Z=0.87, P=0.38$)。

3 讨 论

基于运动心脏康复的益处已众所周知。MCT 属于传统运动处方,2007 年美国心脏协会开始推荐 HIIT 方式^[20],二者对心脏康复效果的影响引发了强烈的临床探讨。本研究结果显示,HIIT 在改善冠心病患者运动耐力、提高其有氧能力方面有更大增益。HIIT 可能会在更大程度上增加心脏泵功能、内皮系统和骨骼肌组织中的线粒体功能,引起 VO₂peak 增高。KETEYIAN 等^[17]研究表明,VO₂peak 每增加 1 mL·kg⁻¹·min⁻¹,男性冠心病患者全因病死亡率降低 17%,心血管疾病病死率降低 16%,对于患有冠心病的女性,全因死亡和心血管疾病死亡比例均为 14%。同时 VO₂peak 不仅是评估有氧运动能力的金标准,并且与慢性疾病患者的生活质量和预后有关^[21],meta 分析结果提示,HIIT 和 MCT 均可提高冠心病患者的生活质量,但两组比较差异无统计学意义($P>0.05$),与 GOMES-NETO 等^[22]在巴西进行 meta 分析结果一致。另外,HIIT 组较 MCT 组运动持续时间延长,WRpeak 增加,且 HIIT 组在完成运动后达到的 HRpeak 明显高于 MCT 组,这可能是由于高强度运动能够带来更强烈的运动刺激,在完成 HIIT 时获得了更高的工作负荷,增加了运动耐力和改善心血管对运动的适应性有关。

有研究表明,HIIT 对心脏功能产生了许多有益的适应作用,包括增加每搏输出量和提高左心室心肌功能^[23-24],本次 meta 分析中,MCT 组在改善冠心病

患者运动时峰值收缩压和静息收缩压优于 HIIT 组,可能与高强度的运动会产生更高的循环中心部分的负荷,加快左心室充盈速度,提高心排血量,以此诱导更大的心脏适应有关^[5]。另外 HIIT 与 MCT 对 LVEF 的影响比较,差异无统计学意义($P>0.05$),与 TUCKER 等^[25]在心力衰竭患者的研究中认为 MCT 在改善 LVEF 方面优于 HIIT,肖伽等^[26]对心脏康复患者的 meta 分析结果认为 HIIT 优于 MCT 均不同,这可能与本次 meta 分析纳入大部分文献干预时间短及研究对象疾病差异有关,未来还需进行更多多中心、大样本的高质量 RCT 来验证,并进一步探索 HIIT 对于冠心病患者的长期增益作用。

研究发现高胆固醇血症人群冠心病发病率为健康者的 5 倍,降低血脂对冠心病患者具有重要意义,并且长期有效的运动处方有利于改善患者血管内皮功能及血脂水平^[27]。本研究结果显示,HIIT 与 MCT 对患者 LDL-C 及 HDL-C 影响差异无统计学意义($P>0.05$)。一项关于运动后 HDL-C 变化的荟萃分析表明,只有当每周运动持续时间超过 120 min 时,HDL-C 的适度改善才可能明显,而运动强度几乎没有影响^[28],但 WOOD 等^[29]关于健康者的系统综述表明,HIIT 和 MCT 在改变 LDL-C 方面均无优势,与 MCT 相比,HIIT 降低 HDL-C 有更大的效应量。由于本次纳入的涉及 HDL-C、LDL-C 的文献仅有 3 篇,且为冠心病患者,样本量过少及评价指标间异质性的存在,可能对数据分析造成影响,期待未来更高质量的 RCT 进行验证。

关于 HIIT 安全性的评估是未来大型多中心研究的关键要求,本研究结果和文献^[3,30]研究结果一致,对于心脏病患者更倾向于 HIIT 而不是 MCT。本次纳入文献中 8 项研究表明,干预中无任何不良事件发生,4 项研究未报道,1 项研究报道了 1 例患者 MCT 在最后一次训练后 24 h 出现急性心肌梗死,随后进行经皮冠状动脉介入术(PCI),另外 2 例患者(均为 MCT)在 6 周的运动试验中出现明显的 ST 段压低,并接受了 PCI。当前关于评估 HIIT 对心血管病死率影响的研究极少,因此未来的研究不仅要根据 HIIT 对心血管风险因素的影响来建立个性化的冠心病运动处方(强度、频率、持续时间),同时应进一步验证评估 HIIT 在心血管疾病患者中的应用安全性。

综上所述,本研究在传统心血管疾病患者运动效益系统评价的基础上,针对冠心病患者纳入最新 RCT,综合评价 HIIT 和 MCT 对其心脏康复效果的影响,虽纳入患者较少,但针对性和参考性增强。本研究结果显示,与 MCT 比较,HIIT 在改善冠心病患者 VO_2 peak、WRpeak 及运动耐力方面有更大的增益,对于 LVEF、生活质量及 LDL-C、HDL-C 水平的影响不明显。

参考文献

- [1] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 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] 高莹莹, 贺婷, 王培席, 等. 心脏运动康复的发展现状及影响因素的研究进展[J]. 解放军护理杂志, 2021, 38(4): 86-88.
- [3] 夏广建, 东梅. 高强度间歇训练在心血管疾病病人心脏康复中的应用进展[J]. 护理研究, 2018, 32(8): 1163-1166.
- [4] RIBEIRO P, BOIDIN M, JUNEAU M, et al. High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives [J]. Ann Phys Rehabil Med, 2017, 60(1): 50-57.
- [5] AMUNDSEN B H, ROGNMO Ø, HATLEN-REBHAN G, et al. High-intensity aerobic exercise improves diastolic function in coronary artery disease [J]. Scand Cardiovasc J, 2008, 42(2): 110-117.
- [6] XIE B, YAN X, CAI X, et al. Effects of High-intensity interval training on aerobic capacity in cardiac patients: a systematic review with meta-analysis [J]. Biomed Res Int, 2017, 2017: 5420840.
- [7] HIGGINS J P, GREEN S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions; Cochrane Book Series//Cochrane handbook for systematic reviews of interventions [M]. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2008: 102-108.
- [8] JAUREGUIZAR K V, VICENTE-CAMPOS D, BAUTISTA L R, et al. Effect of high-intensity interval versus continuous exercise training on functional capacity and quality of life in patients with coronary artery disease: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL [J]. J Cardiopulm Rehabil Prev, 2016, 36(2): 96-105.
- [9] CURRIE K D, DUBBERLEY J B, MCKELVIE R S, et al. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD [J]. Med Sci Sports Exerc, 2013, 45(8): 1436-1442.
- [10] KIM C, CHOI H, LIM M H. Effect of high interval training in acute myocardial infarction patients with Drug-Eluting stent [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2015, 94(10 Suppl 1): 879-886.
- [11] CARDOZO G G, OLIVEIRA R B, FARINATTI P T. Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of

- ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients[J]. *Scientific World Journal*, 2015, 2015:192479.
- [12] ROGNMO Ø, HETLAND E, HELGERUD J, et al. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease[J]. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2004, 11(3):216-222.
- [13] VILLELABEITIA-JAUREGUIZAR K, VICENTE-CAMPOS D, BERENGUEL S A, et al. Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: a randomized clinical trial[J]. *Cardiol J*, 2019, 26(2):130-137.
- [14] LEE L S, TSAI M C, BROOKS D, et al. Randomised controlled trial in women with coronary artery disease investigating the effects of aerobic interval training versus moderate intensity continuous exercise in cardiac rehabilitation: CAT versus MICE study[J]. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 2019, 5(1):e000589.
- [15] CONRAADS V M, PATTYN N, DE MAEYER C, et al. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEX-CAD study[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 179:203-210.
- [16] MOHOLDT T T, AMUNDSEN B H, RUSTAD L A, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of Life[J]. *Am Heart J*, 2009, 158(6):1031-1037.
- [17] KETEYIAN S J, HIBNER B, BRONSTEEN K, et al. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2014, 34(2):98-105.
- [18] VAN DE HEYNING C M, DE MAEYER C, PATTYN N, et al. Impact of aerobic interval training and continuous training on left ventricular geometry and function: a SAINTEX-CAD substudy[J]. *Int J Cardiol*, 2018, 257:193-198.
- [19] 高真真, 季鹏, 夏月清, 等. 不同强度有氧运动对经皮冠状动脉介入治疗术后患者心功能及运动耐力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(4):344-348.
- [20] Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update[J]. *J Cardiovasc Nurs*, 2007, 22(6):425-426.
- [21] DILLER G P, DIMOPOULOS K, OKONKO D, et al. Exercise intolerance in adult congenital heart disease: comparative severity, correlates, and prognostic implication[J]. *Circulation*, 2005, 112(6):828-835.
- [22] GOMES-NETO M, DURAES A R, CORREIA DOS REIS H F, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on exercise capacity and quality of Life in patients with coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2017, 24(16):1696-1707.
- [23] 张穗浩, 林峰, 董少红. 高强度间歇训练在急性心肌梗死介入治疗术后的应用现状[J]. *中国康复理论与实践*, 2019, 25(6):696-699.
- [24] GHARDASHI A A, GAELINI A, RAKHSHAN K, et al. Targeting necroptotic cell death pathway by high-intensity interval training (HIIT) decreases development of post-ischemic adverse remodelling after myocardial ischemia/reperfusion injury[J]. *J Cell Commun Signal*, 2019, 13(2):255-267.
- [25] TUCKER W J, BEAUDRY R I, LIANG Y Y, et al. Meta-analysis of exercise training on left ventricular ejection fraction in heart failure with reduced ejection fraction a 10-year update[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2019, 62(2):163-171.
- [26] 肖伽, 李冬英, 胡晓莹, 等. 高强度间歇与中强度持续训练对患者心脏康复效果的 meta 分析[J]. *中华护理杂志*, 2020, 55(1):134-140.
- [27] 陈姗, 张培珍. 运动训练对血脂代谢影响的研究进展[J]. *中国预防医学杂志*, 2019, 20(9):881-886.
- [28] KODAMA S, TANAKA S, SAITO K, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis[J]. *Arch Intern Med*, 2007, 167(10):999-1008.
- [29] WOOD G, MURRELL A, VAN DER TOUW T, et al. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 2019, 5(1):e000647.
- [30] DUN Y, SMITH J R, LIU S, et al. High-Intensity interval training in cardiac rehabilitation[J]. *Clin Geriatr Med*, 2019, 35(4):469-487.