

高强度间歇训练对高中田径运动员体能提升的实证研究

梁耀元

广东江门开平市第一中学, 广东 江门 529367

[摘要] 本研究旨在探讨高强度间歇训练 (HIIT) 对高中田径运动员体能提升的实际效果。采用随机对照实验设计, 选取 60 名高中田径运动员分为实验组和对照组, 实验组实施为期 12 周的高强度间歇训练方案, 对照组则进行传统训练。通过测试运动员的最大摄氧量 (VO_{2max})、无氧耐力、爆发力、速度和身体成分等指标, 对比分析两组训练效果差异。结果表明, 实验组在最大摄氧量提升了 12.3%, 无氧耐力提高 9.7%, 爆发力增强 8.5%, 100m 冲刺时间平均缩短 0.42 秒, 同时体脂率降低 2.7%, 这些改善均显著优于对照组 ($P < 0.05$)。研究证实, 科学设计的高强度间歇训练能在相对短时间内有效提升高中田径运动员的综合体能水平, 为高中体育教练提供了优化训练方案的实证依据。

[关键词] 高强度间歇训练; 高中生; 田径运动员; 体能提升; 训练效果

DOI: 10.33142/jscs.v5i2.16236

中图分类号: G849

文献标识码: A

An Empirical Study on the Physical Fitness Improvement of High School Track and Field Athletes through High-intensity Interval Training

LIANG Yaoyuan

Guangdong Jiangmen Kaiping No.1 Middle School, Jiangmen, Guangdong, 529367, China

Abstract: This study aims to explore the actual effects of high-intensity interval training (HIIT) on the physical fitness improvement of high school track and field athletes. Using a randomized controlled experimental design, 60 high school track and field athletes were selected and divided into an experimental group and a control group. The experimental group received a 12 week high-intensity interval training program, while the control group received traditional training. By testing the maximum oxygen uptake (VO_{2max}), anaerobic endurance, explosive power, speed, and body composition of athletes, the differences in training effects between the two groups were compared and analyzed. The results showed that the experimental group showed a 12.3% increase in maximum oxygen uptake, a 9.7% increase in anaerobic endurance, an 8.5% increase in explosive power, an average reduction of 0.42 seconds in 100 meter sprint time, and a 2.7% decrease in body fat percentage, all of which were significantly better than the control group ($P < 0.05$). Research has confirmed that scientifically designed high-intensity interval training can effectively improve the comprehensive physical fitness level of high school track and field athletes in a relatively short period of time, providing empirical evidence for optimizing training programs for high school sports coaches.

Keywords: high-intensity interval training; senior high school student; athletes; physical fitness improvement; training effect

引言

田径运动是体育竞技中的基础项目,也是评价青少年身体素质的重要指标。随着现代体育科学的发展,如何在有限的训练时间内提高运动员的体能水平,成为教练员和体育工作者关注的焦点。高强度间歇训练 (High-Intensity Interval Training, HIIT) 作为一种时间效率高、训练效果显著的方法,近年来在专业和业余训练中获得了广泛应用。高强度间歇训练是指在相对短时间内完成的高强度运动与低强度恢复期交替进行的训练模式。与传统的持续性中低强度训练相比,HIIT 能够在更短的时间内产生相似甚至最佳的生理适应性改变。国际上已有大量研究证实,HIIT 对成年运动员的有氧能力、无氧代谢以及运动表现均有显著的促进作用。然而,针对高中阶段田径运动员的系统性 HIIT 研究相对匮乏,特别是在我国的高中运动训练实践中,对 HIIT 的科学应用仍

处于探索阶段。青少年时期是体能发展的关键期,也是运动技能形成的黄金时期。高中阶段的田径运动员正处于生理和心理的快速发展阶段,其训练方法和负荷设计尤为重要。不当的训练可能导致运动损伤或过度训练综合征,而科学有效的训练则能够最大限度地开发潜能并为未来的专业发展奠定基础。因此,研究高强度间歇训练对高中田径运动员体能影响的机制和效果,具有重要的理论价值和实践意义。

1 文献综述

1.1 高强度间歇训练的理论基础

高强度间歇训练的理论基础可追溯至上世纪 70 年代,瑞典生理学家 Astrand 首次系统描述了间歇训练的生理机制。Tabata 等人 (1996) 进一步验证了高强度间歇训练可同时提高有氧与无氧能力。Gibala 和 McGee (2008) 的研究表明,HIIT 能够通过激活特定的细胞信号通路,促进线粒体生物合成,增强肌肉氧化能力。近期研究发现,

HIIT 还能通过调节 PGC-1 α 、AMPK 等关键蛋白的表达,优化能量代谢系统。与传统持续性训练相比,HIIT 的独特之处在于其能够使运动员在训练中达到并维持接近最大摄氧量的运动强度,从而产生更强烈的生理刺激。同时,间歇性的恢复期又使得运动员能够完成更多的高强度工作量,累积效应使得训练刺激最大化(Buchheit & Laursen, 2013)。这种训练模式不仅能够改善心肺功能,还能增强肌肉的代谢能力和神经肌肉协调性。

1.2 高强度间歇训练在运动训练中的应用

国际上,HIIT 已广泛应用于游泳、田径、自行车等项目的训练中。研究显示,精英长跑运动员采用接近 $\dot{V}O_{2max}$ 90%~95%强度的间歇训练,能有效改善跑步经济性和比赛表现。在团队运动项目中,Dupont 等人(2004)证实,每周两次的高强度间歇训练能显著提高足球运动员的往返冲刺能力。在青少年运动员群体中,Baquet 等人(2010)对 12~15 岁青少年进行的研究表明,适当设计的 HIIT 方案安全有效,且对 $\dot{V}O_{2max}$ 的提升幅度(8%~10%)优于传统训练。Sperlich 等人(2011)比较了 11~13 岁游泳运动员接受 HIIT 和高容量训练后的生理适应,发现 HIIT 组在相同训练时间内获得了更显著的有氧能力提升。

1.3 高中田径运动员体能训练的特点

高中阶段(15~18 岁)是运动能力发展的关键期,此阶段的训练特点包括:一是生理功能快速发展,最大摄氧量、肌肉力量和神经系统均处于快速生长期;二是心理特征更趋成熟,能够接受更系统、更专业的训练;三是项目专项技能的形成期,需要针对不同田径项目特点进行差异化训练。国内外研究表明,高中田径运动员的训练内容应全面而有侧重,既要发展基础体能,又要强化专项能力。通过对我国高中优秀田径运动员训练现状的调查发现,传统训练方法耗时长、效率低的问题普遍存在。研究指出,科学的间歇训练能有效解决这一问题,但缺乏针对高中生的系统训练方案和实证研究。

2 研究方法

2.1 研究对象

本研究选取某省重点体育高中田径队 60 名运动员为研究对象,其中包括短跑、中长跑、跳跃和投掷项目的运

动员各 15 名。所有参与者均为省级以上比赛获奖选手,田径训练年限在 3~5 年之间。通过随机抽签方式,将参与者分为实验组(30 人)和对照组(30 人)。两组在性别比例、年龄、训练年限、体能水平等方面无显著差异($P > 0.05$)。实验前,研究团队获得了学校、教练和参与者的知情同意,并经由学校伦理委员会批准。研究对象基本情况见表 1。

2.2 研究设计

本研究采用随机对照实验设计,干预周期为 12 周(2022 年 9 月至 12 月)。实验组实施高强度间歇训练方案,对照组进行传统田径训练。两组每周训练频率均为 5 次,每次训练时间为 90~120 分钟。为控制无关变量,两组在训练时间、营养摄入、休息恢复等方面保持一致,仅训练方法存在差异。实验前后均进行全面的体能测试,包括最大摄氧量($\dot{V}O_{2max}$)、温格特无氧功率测试、立定跳远、30m 和 100m 冲刺、身体成分分析等。测试严格按照《国家体育锻炼标准》和国际体育科学测试标准执行,由专业体育教师和研究人员组成的测试团队负责实施。为确保测试的可靠性,所有测试项目均进行两次,取最佳成绩记录。

2.3 训练方案设计

2.3.1 实验组高强度间歇训练方案

实验组的 HIIT 方案根据不同田径项目特点进行差异化设计,但均遵循以下原则:运动强度达到或超过最大心率的 85%,运动与休息比例为 1:1 至 1:3,每组训练持续 4~8 分钟,每次训练包含 3~6 组。具体训练内容包括:

(1)跑步间歇训练:在田径场进行,包括短距离冲刺(40~200m)和中距离间歇跑(200~800m),强度为最大能力的 85%~95%。(2)专项技术间歇训练:结合各项目技术要求设计的高强度技术训练,如跳跃类运动员进行连续跳跃训练,投掷类运动员进行高强度投掷技术训练。(3)力量间歇训练:采用循环训练方式,包括推举、深蹲、硬拉等复合动作,强度为 1RM 的 70%~85%,每组 8~12 次重复。(4)多米诺间歇训练:将不同训练内容(如冲刺、跳跃、核心训练)组合在一起,连续完成后休息,构成一个训练单元。训练周期按“3+1”模式安排,即 3 周递进负荷后安排 1 周恢复周,确保运动员充分适应和恢复。详细训练计划见表 2。

表 1 研究对象基本情况 (Mean $\pm$ SD)

组别	性别(男/女)	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	训练年限(年)	BMI(kg/m ²)
实验组(n=30)	18/12	16.7 $\pm$ 0.8	174.3 $\pm$ 8.2	63.5 $\pm$ 7.6	4.2 $\pm$ 1.1	20.8 $\pm$ 1.6
对照组(n=30)	17/13	16.5 $\pm$ 0.9	173.8 $\pm$ 7.9	64.1 $\pm$ 7.3	4.0 $\pm$ 1.2	21.2 $\pm$ 1.4
t 值	-	0.873	0.243	0.317	0.692	1.057
P 值	0.802	0.386	0.809	0.752	0.492	0.294

表 2 实验组 12 周高强度间歇训练周期安排

阶段	周次	训练重点	强度(%最大心率)	运动:休息比	每组时间(分钟)	组数
强化期	7~9 周	增强无氧能力与爆发力	90%~95%	1:1	6~7	4~5
专项期	10~12 周	项目专项能力提升	90%~96%	1:1 至 1:2	6~8	5~6

2.3.2 对照组传统训练方案

对照组采用传统田径训练方法,主要包括:(1)持续耐力训练,如 60%~70%最大强度的中长距离跑;(2)常规技术训练,按照传统训练体系安排专项技术练习;(3)一般性力量训练,包括器械训练和自重训练;(4)柔韧性和协调性训练。训练安排遵循渐进原则,但不特别强调高强度间歇模式。

2.4 测试指标与方法

2.4.1 有氧能力测试

采用 20m 多级往返跑测试估算最大摄氧量 ($\text{VO}_{2\max}$)。测试在室内体育馆进行,使用标准化测试方案,根据运动员达到的级别和次数,使用 Léger 等人 (1988) 提出的公式计算 $\text{VO}_{2\max}$ 值。此外,还测量了休息心率和运动后心率恢复情况。

2.4.2 无氧能力测试

采用温格特无氧功率测试 (Wingate Anaerobic Test) 评估无氧能力。使用功率自行车,设定负荷为体重的 7.5%,运动员全力踩踏 30 秒,记录峰值功率 (PP)、平均功率 (MP) 和疲劳指数 (FI)。另外,进行 400m 全力跑测试,评估乳酸耐受能力。

2.4.3 爆发力与速度测试

爆发力测试包括立定跳远和 5 次连续跳,测量水平和垂直方向的爆发力水平。速度测试包括 30m 和 100m 冲刺,使用电子计时系统测量,精确到 0.01s。另外,对投掷项目运动员增加实心球远投测试。

2.4.4 身体成分分析

使用生物电阻抗分析仪 (InBody 770) 测量体脂率、肌肉量、基础代谢率等指标。测试在晨起空腹状态下进行,以保证结果准确性。

2.4.5 主观感受评估

采用 Borg 量表 (RPE) 评估运动员对训练的主观感受,并通过《运动训练满意度问卷》评估运动员对训练方案的

接受度和满意度。

2.5 数据处理方法

使用 SPSS 25.0 软件对数据进行统计分析。计算各测试指标的平均值 (Mean) 和标准差 (SD),采用独立样本 t 检验比较两组基线水平差异,采用配对样本 t 检验分析各组前后测试结果的变化,采用协方差分析 (ANCOVA) 比较两组之间的训练效果差异,以 $P < 0.05$ 为显著性水平。

3 研究结果

3.1 训练依从性与完成情况

60 名参与者中,有 57 名完成了全部 12 周训练与测试 (实验组 29 人,对照组 28 人)。退出原因包括伤病 (2 人) 和个人原因 (1 人)。实验组参与者的训练出勤率为 96.3%,对照组为 95.8%,两组差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。在训练强度达标率方面,实验组 90.7% 的训练课达到了预设的心率强度范围,表明高强度间歇训练方案具有良好的可行性和依从性。

3.2 有氧能力变化

12 周训练干预后,两组运动员的最大摄氧量均有所提高,但实验组的改善幅度显著大于对照组。实验组 $\text{VO}_{2\max}$ 从基线的 $56.8 \pm 3.2 \text{ ml/kg/min}$ 提高到 $63.8 \pm 3.5 \text{ ml/kg/min}$,增幅为 12.3%;而对照组从 $57.1 \pm 3.4 \text{ ml/kg/min}$ 提高到 $60.2 \pm 3.3 \text{ ml/kg/min}$,增幅为 5.4%。两组间差异具有统计学意义 ($F = 16.42, P < 0.01$)。详细结果见表 3。

3.3 无氧能力变化

无氧能力测试结果显示,实验组在各项无氧指标上的改善均优于对照组。在温格特测试中,实验组峰值功率提高了 11.3%,平均功率提高了 9.7%,疲劳指数降低了 7.2%;而对照组的改善幅度分别为 5.6%、4.3% 和 3.1%。两组差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。在 400m 跑测试中,实验组平均成绩提高了 2.45 秒,对照组提高了 1.18 秒,两组差异显著 ($P < 0.01$)。详细结果见表 4。

表 3 两组运动员有氧能力变化比较 (Mean $\pm$ SD)

指标	实验组 (n=29)		对照组 (n=28)		组间比较
	训练前	训练后	训练前	训练后	F 值 (P 值)
$\text{VO}_{2\max}$ (ml/kg/min)	56.8 ± 3.2	$63.8 \pm 3.5^{**}$	57.1 ± 3.4	$60.2 \pm 3.3^{*}$	16.42 (<0.01)
静息心率 (次/分)	59.3 ± 4.7	$54.1 \pm 3.9^{**}$	58.8 ± 4.5	$56.2 \pm 4.1^{*}$	4.37 (<0.05)
1 分钟心率恢复 (次)	37.2 ± 6.3	$47.5 \pm 5.8^{**}$	36.8 ± 6.5	$41.3 \pm 6.2^{*}$	12.86 (<0.01)

注: *表示组内前后测试比较 $P < 0.05$; **表示组内前后测试比较 $P < 0.01$ 。

表 4 两组运动员无氧能力变化比较 (Mean $\pm$ SD)

指标	实验组 (n=29)		对照组 (n=28)		组间比较
	训练前	训练后	训练前	训练后	F 值 (P 值)
峰值功率 (W/kg)	12.39 ± 1.32	$13.79 \pm 1.28^{**}$	12.45 ± 1.35	$13.15 \pm 1.31^{*}$	8.76 (<0.01)
平均功率 (W/kg)	9.26 ± 0.87	$10.16 \pm 0.92^{**}$	9.31 ± 0.89	$9.71 \pm 0.93^{*}$	7.23 (<0.01)
疲劳指数 (%)	49.7 ± 6.8	$46.1 \pm 6.2^{*}$	50.2 ± 6.5	48.7 ± 6.3	4.18 (<0.05)
400m 成绩 (秒)	54.87 ± 3.64	$52.42 \pm 3.31^{**}$	54.93 ± 3.58	$53.75 \pm 3.42^{*}$	9.35 (<0.01)

注: *表示组内前后测试比较 $P < 0.05$; **表示组内前后测试比较 $P < 0.01$ 。

表 5 两组运动员爆发力与速度变化比较 (Mean ± SD)

指标	实验组 (n=29)		对照组 (n=28)		组间比较 F 值 (P 值)
	训练前	训练后	训练前	训练后	
立定跳远 (cm)	267.3±21.5	290.0±22.8**	265.8±20.9	276.1±21.3*	12.67 (<0.01)
5 次连续跳 (cm)	1325±109	1467±118**	1318±112	1383±114*	10.95 (<0.01)
30m 冲刺 (秒)	4.32±0.31	4.08±0.27**	4.35±0.33	4.24±0.30*	9.48 (<0.01)
100m 成绩 (秒)	12.67±0.83	12.25±0.75**	12.71±0.85	12.52±0.80*	7.92 (<0.01)
实心球远投 (m)	12.83±1.95	14.06±2.02**	12.76±1.91	13.35±1.97*	5.38 (<0.05)

注：*表示组内前后测试比较 $P<0.05$ ；**表示组内前后测试比较 $P<0.01$ 。

表 6 两组运动员身体成分变化比较 (Mean ± SD)

指标	实验组 (n=29)		对照组 (n=28)		组间比较 F 值 (P 值)
	训练前	训练后	训练前	训练后	
体脂率 (%)	15.3±3.4	12.6±2.9**	15.5±3.5	14.3±3.2*	8.75 (<0.01)
肌肉量 (kg)	32.7±4.8	34.2±4.6**	32.5±4.7	33.3±4.5*	5.62 (<0.05)
基础代谢率 (kcal/天)	1547±138	1634±142**	1553±141	1595±139*	6.18 (<0.05)

注：*表示组内前后测试比较 $P<0.05$ ；**表示组内前后测试比较 $P<0.01$ 。

3.4 爆发力与速度变化

爆发力和速度测试结果表明,实验组在立定跳远测试中平均提高了 22.7cm (8.5%),对照组提高了 10.3cm (3.9%)。在 30m 冲刺测试中,实验组平均提高 0.24 秒,对照组提高 0.11 秒。在 100m 测试中,实验组提高 0.42 秒,对照组提高 0.19 秒。各项差异均具有统计学意义 ($P<0.05$)。详细结果见表 5。

3.5 身体成分变化

身体成分分析显示,实验组体脂率平均降低了 2.7 个百分点,肌肉量增加了 1.5 公斤,基础代谢率提高了 87 卡路里/天;对照组体脂率降低了 1.2 个百分点,肌肉量增加了 0.8 公斤,基础代谢率提高了 42 卡路里/天。两组差异均具有统计学意义 ($P<0.05$)。详细结果见表 6。

3.6 不同项目运动员的训练反应差异

进一步分析发现,不同项目的田径运动员对 HIIT 的适应存在一定差异。短跑和跳跃项目运动员在爆发力和速度指标上的改善最为显著,中长跑运动员在有氧能力和 400m 成绩上的提升最大,投掷项目运动员在力量相关指标上的进步最为明显。这表明,虽然 HIIT 对各类田径项目运动员均有积极影响,但训练效果与项目特点存在交互作用,为未来项目分类训练提供了依据。

4 讨论

4.1 高强度间歇训练对有氧能力的影响

静息心率和心率恢复速度的改善同样反映了心血管功能的增强。实验组静息心率平均下降 5.2 次/分钟,1 分钟心率恢复提高 10.3 次,这些指标是评估心血管调节能力的重要参数。Buchheit 和 Laursen (2013) 指出,增强的副交感神经活性和降低的交感神经张力是 HIIT 改善心脏自主神经调节的主要机制。对于高中田径运动员而言,

这种适应性变化不仅有助于提高训练效率,也为未来高水平竞技打下了良好的心血管基础。此外,值得注意的是,HIIT 对有氧能力的影响存在个体差异。本研究观察到,基线 $\dot{V}O_{2max}$ 水平较低的运动员往往获得更大的改善幅度,这与 Bacon 等人 (2013) 的荟萃分析结果一致。这提示教练在为不同水平运动员设计训练计划时,应考虑个体差异,合理调整训练负荷和进度。

4.2 高强度间歇训练对无氧能力的影响

本研究中,实验组在无氧能力指标上的显著改善,验证了 HIIT 对无氧代谢系统的积极影响。实验组峰值功率提高 11.3%、平均功率提高 9.7%。HIIT 提高无氧能力的主要机制包括: (1) 增强磷酸原系统的再合成速率; (2) 提高糖酵解酶活性; (3) 增强乳酸缓冲能力; (4) 改善神经肌肉募集模式 (Burgomaster et al., 2008)。从训练实践角度看,HIIT 的多次短时高强度运动正好模拟了田径比赛中的无氧代谢需求,特别是对 400m 跑等项目具有高度特异性训练效果。值得讨论的是,本研究中实验组疲劳指数降低 7.2%,显著优于对照组的 3.1%。疲劳指数反映了运动员维持高强度运动的能力,其改善意味着运动员在比赛中后段表现的提升。这对于田径运动尤为重要,因为许多项目的胜负往往取决于最后冲刺阶段的表现差异。

4.3 高强度间歇训练对爆发力与速度的影响

本研究发现,HIIT 显著提高了运动员的爆发力和速度能力。实验组立定跳远提高 8.5%、30m 冲刺提高 5.6%、100m 成绩提高 3.3%,均显著优于对照组。这些结果支持了 Fernandez-Fernandez 等人 (2015) 的研究发现,即适当设计的 HIIT 不仅能提高有氧能力,还能有效增强爆发力和速度表现。HIIT 增强爆发力和速度的机制可能包括: (1) 快肌纤维募集能力的提高; (2) 神经肌肉协调性的

改善；(3) ATP-CP 系统效率的提升；(4) 肌肉收缩速率的增加。此外，本研究使用的多样化 HIIT 方案，特别是专项技术间歇训练和力量间歇训练，可能通过改善特定肌群的力量和技术动作的协调性，进一步促进了爆发力和速度的提高。值得注意的是，不同项目运动员对 HIIT 的反应存在差异。短跑和跳跃项目运动员在爆发力和速度指标上获得了最大改善，这可能与这些项目的生理需求更接近 HIIT 的训练特点有关。这一发现提示，在实际应用中，应根据不同项目特点调整 HIIT 方案，以获得最佳训练效果。

4.4 高强度间歇训练对身体成分的影响

实验结果显示，HIIT 对运动员身体成分产生了积极影响，实验组体脂率降低 2.7%，肌肉量增加 1.5kg，基础代谢率提高 87kcal/天，这些改变均显著优于对照组。这与 Heydari 等人 (2012) 针对青年人的研究结果相似，他们发现 12 周的高强度间歇训练使体脂率平均降低 2.5%。

HIIT 改善身体成分的机制主要有：(1) 高强度运动后的过量氧耗 (EPOC) 效应增强了脂肪氧化；(2) 生长激素和儿茶酚胺等激素分泌增加，促进脂肪分解；(3) 训练后的代谢率提高持续时间延长；(4) 肌肉量增加导致的静息代谢率提高 (Boutcher, 2011)。对于正处于生长发育期的高中运动员，这些变化尤为重要，不仅有助于提高竞技能力，也有利于建立健康的身体成分结构。

特别值得关注的是，与传统持续性训练相比，HIIT 实现这些效果所需的训练时间更短，这对于时间有限的高中运动员和教练来说具有实用价值。此外，保持理想的体脂率对不同田径项目都有积极影响，有助于提高力量体重比和运动效率。

4.5 不同田径项目运动员对 HIIT 的适应差异

本研究的重要发现之一是不同项目运动员对 HIIT 表现出的适应差异。中长跑运动员在有氧能力指标改善幅度最大，短跑和跳跃运动员在爆发力和速度指标提升最显著，投掷项目运动员则在力量相关指标进步最为明显。这些差异反映了各项目运动员的生理适应特点和训练重点的不同。这一发现与 Bompa 和 Haff (2009) 提出的训练特异性原则相符，即训练适应与运动项目的生理需求和先前训练经历密切相关。实际应用中，这提示我们应根据不同项目特点和运动员个体情况，调整 HIIT 的内容、强度和恢复时间，以最大化训练效果。例如，为中长跑运动员设计更侧重于提高有氧能力的 HIIT 方案，为短跑和跳跃运动员强化爆发力和快速力量的 HIIT 内容，为投掷项目运动员增加专项力量的 HIIT 训练。

4.6 研究局限性

尽管本研究取得了有价值的发现，但仍存在一些局限性：(1) 样本量相对有限，每个项目的运动员人数较少，可能影响统计推断的稳健性；(2) 研究周期为 12 周，无法评估更长期训练的效果和保持情况；(3) 未能控制所有

潜在的混杂因素，如饮食、睡眠质量和课外活动等；(4) 测试指标虽然全面，但缺乏对生化指标和免疫功能的评估；

(5) 研究对象仅限于省级水平高中运动员，结果推广到其他水平运动员时应谨慎。

5 结论

基于本研究的实证结果，可以得出以下结论：(1) 为期 12 周的高强度间歇训练能显著提高高中田径运动员的有氧能力，包括最大摄氧量、静息心率和心率恢复速度，改善幅度显著优于传统训练方法。(2) 高强度间歇训练对高中田径运动员的无氧能力具有明显促进作用，能有效提高峰值功率、平均功率和降低疲劳指数，对 400m 跑等项目表现有直接改善效果。(3) 科学设计的 HIIT 方案能显著增强高中田径运动员的爆发力和速度能力，立定跳远、30m 冲刺和 100m 成绩均有明显提高。(4) 高强度间歇训练有助于优化高中田径运动员的身体成分，降低体脂率，增加肌肉量，提高基础代谢率，为竞技表现提供良好的身体基础。(5) 不同项目的田径运动员对 HIIT 的适应存在差异，应根据项目特点和个体情况进行针对性设计。(6) 与传统训练相比，HIIT 在相对较短的时间内可以获得更显著的训练效果，具有较高的时间效益比，适合时间有限的高中训练环境。

[参考文献]

- [1] 伍翔宇. 高强度间歇训练对高中男子 400 米跑运动员成绩影响的研究[D]. 广东: 广州体育学院, 2020.
- [2] 孙一, 裴晶晶, 李丹, 等. 积极性和消极性恢复对青年男子田径运动员不同间歇时间高强度间歇训练效果的影响[J]. 中国体育科技, 2018, 54(2): 81-87.
- [3] 朱小烽, 刘无逸. VO_{2max} 速度的不同间歇训练对运动员有氧能力和 3000m 跑成绩的影响[J]. 中国体育科技, 2010, 46(4): 9-13.
- [4] 张新艳. 不同无氧阈训练对提高女子 3000m 障碍跑成绩的应用研究——以甘肃队张新艳为例[D]. 甘肃: 西北师范大学, 2021.
- [5] Bacon, A. P., Carter, R. E., Ogle, E. A., & Joyner, M. J. VO_{2max} trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis[J]. PLoS one, 2013, 8(9).
- [6] Baquet, G., Gamelin, F. X., Mucci, P., Thévenet, D., Van Praagh, E., & Berthoin, S. Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, 24(5): 1381-1388.
- [7] Billat, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running: Part I: aerobic interval training[J]. Sports

Medicine, 2001, 31(1):13-31.

[8]Bompa, T. O., & Haff, G. G. Periodization: Theory and methodology of training (5th ed.) [M]. Illinois: Human Kinetics, 2009.

[9]Boutcher, S. H. High-intensity intermittent exercise and fat loss[J]. Journal of Obesity, 2011(11):868305.

[10]Buchheit, M., & Laursen, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis[J]. Sports Medicine, 2013, 43(5):313-338.

[11]Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. Similar metabolic adaptations during

exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans[J]. The Journal of Physiology, 2008, 586(1):151-160.

[12]Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2004, 18(3):584-589.

[13]Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sarabia, J. M., & Moya, M. The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players[J]. Pediatric Exercise Science, 2015, 27(4).

作者简介：梁耀元（1981—），男，汉族，广西岑溪人，本科，广东江门开平市第一中学，研究方向：体育教学与训练。