

速度耐力训练对足球运动员体能表现影响的 Meta 分析

邱永年, 韩帛辰, 王念慈

(北京体育大学 中国足球运动学院, 北京 100084)

摘要: **目的** 采用 Meta 分析的方法系统评价速度耐力训练、小场地比赛和正常训练对足球运动员专项耐力、反复冲刺能力、冲刺、跳跃相关指标上的差异。**方法** 截止于 2024 年 7 月 29 日, 对 CNKI、PubMed、Web of Science、SPORTDiscus 数据库进行系统检索, 运用 Stata 14 软件对结局指标进行分析。**结果** 纳入 13 篇文献中的 15 份研究, 涉及 316 名足球运动员; 结果显示速度耐力训练在 YO-YO 间歇恢复 ($SMD=0.69$, $95\% CI: -0.02 \sim 1.39$, $p=0.057$)、反复冲刺 ($SMD=-0.25$, $95\% CI: -0.78 \sim 0.27$, $p=0.342$) 和冲刺 ($SMD=0.33$, $95\% CI: -0.35 \sim 1.01$, $p=0.338$) 测试指标上与小场地比赛具有相似的训练效应, 速度耐力训练在 YO-YO 间歇恢复 ($SMD=0.54$; $95\% CI: 0.21 \sim 0.87$, $p=0.001$) 和跳跃指标 ($SMD=0.29$, $95\% CI: 0.01 \sim 0.57$, $p=0.043$) 上均优于常规训练。**结论** 该项训练和比赛在改善专项耐力、反复冲刺能力和冲刺指标上的效果相似, 在提升专项耐力和跳跃能力方面优于常规训练。此外, 短时间的生成性训练能够提高反复冲刺能力。

关键词: 足球运动员; 速度耐力训练; 足球专项耐力; 反复冲刺能力

中图分类号: G808.1 文献标识码: A 文章编号: 1003-983X(2025)02-0066-07

DOI: 10.20185/j.cnki.1003-983X.2025.02.012

A Meta-analysis of Effects of Speed Endurance Training on Physical Performance in Football Players

QIU Yongnian, HAN Bochen, WANG Nianci

(Beijing Sport University, China Football College, Beijing 100084, China)

Abstract: **Objective** This study aims to systematically evaluate, through meta-analysis, the differences in the effects of Speed Endurance Training (SET), Small-Sided Games (SSG), and regular training on soccer players' specific endurance, Repeated Sprint Ability (RSA), sprint performance, and jumping-related metrics. **Methods** A systematic search of CNKI, PubMed, Web of Science, and SPORTDiscus databases was conducted up until July 29, 2024. Stata 14 software was used to analyze the outcome measures. **Results** A total of 13 articles containing 15 studies were included, involving 316 soccer players. The results showed that SET had similar training effects to SSG in YO-YO intermittent recovery ($SMD=0.69$, $95\% CI: -0.02$ to 1.39 , $p=0.057$), RSA ($SMD=-0.25$, $95\% CI: -0.78$ to 0.27 , $p=0.342$), and sprint performance ($SMD=0.33$, $95\% CI: -0.35$ to 1.01 , $p=0.338$). However, SET was superior to regular training in both YO-YO intermittent recovery ($SMD=0.54$, $95\% CI: 0.21$ to 0.87 , $p=0.001$) and jumping performance ($SMD=0.29$, $95\% CI: 0.01$ to 0.57 , $p=0.043$). **Conclusion** The current meta-analysis indicates that SET and SSG are similarly effective in improving specific endurance, RSA, and sprint performance. However, SET outperforms regular training in enhancing specific endurance and jumping ability. Additionally, short-term production training can improve RSA.

Keywords: soccer player; speed endurance training; soccer-specific endurance; repeated sprint ability

在高水平的足球比赛中, 精英球员的高强度活动占总跑动距离的 8%~10%, 包括 0.7~3.9 km 的高强度跑, 0.2~0.6 km

的冲刺跑和 600 次左右的加速^[1-2], 此外还要进行减速、铲球、起跳、冲撞等技术动作; 中超联赛从 2012 赛季至 2017 赛季高强度跑动距离和冲刺距离分别增长了 9.9% 和 9.8%^[3]。因此, 运动员应提高长时间进行反复高强度运动的能力, 而该能力的提高可以通过速度耐力训练实现^[4]。

速度耐力训练 (Speed Endurance Training, SET) 是指不小于最大摄氧量强度下进行多次持续时间在几秒到几十秒不等的练习, 且根据训练目标安排间歇时长的训练方法^[5-7]。速度耐力训练根据训练强度、持续时间、恢复情况分为速度耐力生

收稿日期: 2024-08-02

第一作者简介: 邱永年 (2000~), 男, 重庆开州人, 在读硕士, 研究方向: 足球体能训练。

通讯作者简介: 韩帛辰 (1979~), 男, 山东济南人, 在读博士, 讲师, 研究方向: 足球体能训练, E-mail: hanbochen@bsu.edu.cn。

成性训练和速度耐力维持性训练^[8]。小场地比赛(Small-Sided Game, SSG)即小场地比赛,其中教练员可以通过调整人数、场地大小、规则等手段达到训练目的,因其能够有效提高球员的专项运动表现和体能素质的优点被广泛应用于足球训练中^[9-10]。以上2种训练均属于高强度间歇训练,部分研究认为,SET和SSG都能够有效提高运动员的专项耐力水平^[11-13],但哪一种训练的效果更好仍无法确定。此外,不同类型SET是否都能改善反复冲刺能力?SET对冲刺和跳跃等体能指标影响如何?以上问题尚无相关系统评价或Meta分析进行探讨。

基于此,本研究对已发表的相关文献进行全面检索,运用Meta分析,主要回答以下问题:1)SET对Yo-Yo间歇性恢复测试、反复冲刺测试、冲刺测试和跳跃测试指标的影响程度及方向;2)SET在上述指标中与SSG和正常训练相比效果如何。

1 研究方法

1.1 文献检索

于CNKI、PubMed、Web of Science、SPORTDiscus数据库检索文献,检索期限设置为建库至检索日(2024年7月29日)文检索词为:“速度耐力训练”或“无氧耐力训练”或“冲刺间歇训练”或“反复冲刺训练”或“乳酸耐受训练”或“乳酸生成训练”)和(足球);英文检索词为:“speed endurance training” OR “speed-endurance training” OR “sprint interval training” OR “repeated sprint training” OR “speed endurance maintenance” OR “speed endurance production” OR “anaerobic endurance training”) AND (“soccer” OR “football”)未设置语种限制,进行布尔逻辑检索,以追溯法保证文献查全率,经过初步检索共获得文献436篇。

本研究已在PROSPERO Lowe-continues Test官网进行注册,注册号为CRD42024516234。

1.2 文献纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准

依据Cochrane系统评价的PICOS原则,文献纳入标准包括:1)研究对象:受试者为足球运动员,水平不限;2)干预方式:以跑步形式为主的SET训练,训练强度包括80%~100%最大强度间歇冲刺^[14-17];3)对照组:进行SSG和常规训练其中一项;4)结局指标:YO-YO间歇恢复测试(YO-YO Intermittent Recovery Test, YYIRT)、反复冲刺测试(Repeated Sprint Ability RSA)、5—40 m冲刺、反向跳跃(Countermovement Jump, CMJ)、蹲跳(Squat Jump, SJ),至少包含以上指标的其中一项;5)包括对照处理。

1.2.2 排除标准

1)受试者含非足球运动员;2)包含力量训练;3)干预周期小于4周;4)无法获取相关结局指标的文献;5)非直接实验或引用其他实验数据的综述性文献;6)会议摘要。

1.3 文献的筛选

用Endnote软件对初步检索文献进行去重,2名研究人员根据文献纳入和排除标准独立完成文献筛选(见图1)。

1.4 数据提取

制作数据提取表格,由2名研究人员独立提取文献基本

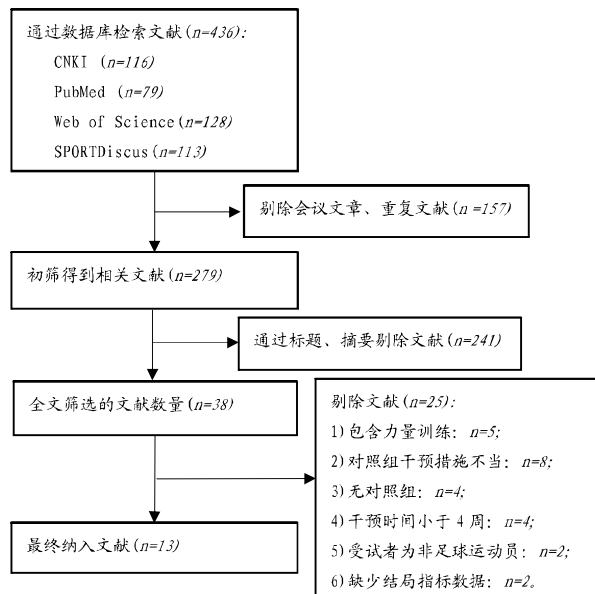


图1 文献筛选流程图

信息,出现分歧时,由第3名研究人员介入进行仲裁解决。部分文献未直接提供数据,根据原文图表采用WebPlotDigitizer进行提取^[18]。提取内容包括文献信息、研究对象特征信息、干预措施信息、结局指标及其数据。

1)文献信息:第一作者、发表年份、研究地点。

2)研究对象特征信息:年龄、性别、样本量、运动水平,其中,研究对象根据运动水平分为精英运动员和非精英运动员,精英组包括职业足球运动员及职业俱乐部梯队队员,非精英组包括业余足球运动员、高中、大学生足球运动员^[19]。

3)干预措施信息:次练习量、次间歇时间、负荷强度、组数、组间间歇时间、组间间歇强度、练习频次、练习周期。

4)结局指标及其数据:YO-YO间歇恢复测试、反复冲刺测试、5—40 m冲刺、反向跳跃、蹲跳。

1.5 方法学质量评价

采用物理治疗证据数据库(Physiotherapy Evidence Database, PEDro)量表对纳入的文献进行方法学质量评价,量表中第1题不计入分数,其余每题为1分,满分10分,当得分 ≥ 6 分时可认为文献质量较高,9—10分为高质量,6—8分为较高质量,4—5分为一般质量,低于4分为低质量^[20]。

1.6 统计分析

运用Stata 14进行森林图绘制、亚组分析、Meta回归分析、异质性检验、发表偏倚分析、敏感性分析,并选择随机效应模型(Random-Effects Model)合并数据^[20]。因结局指标为连续型变量且测试方法和单位不统一,故以标准化均数差(standardized mean difference, SMD)及其95%可信区间(CI)作为结果的效应尺度。采用Hedges'g计算效应量,其中合并标准差中应用前测标准差进行计算被证明是更好的方案^[21]。根据效应量大小差异分为微小效应量(<0.1)、小效应量($0.1-0.3$)、中等效应量($0.3-0.5$)、大效应量(>0.5)^[22]。以I值定量评价异质性,当I为0%、25%、50%、75%时分别表示无异质性、轻度异质性、中度异质性、高度异质性,若 $I>50\%$ 或 $p<0.1$,说明异质性较高,则进行异质性分析;显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 研究结果

2.1 纳入文献基本特征

共 13 片文献纳入 Meta 分析, 根据 PEDro 量表对所纳入文献进行质量评价, 文献平均得分为 5.5 分, 4—5 分文献 5 篇, 6—8 分文献 8 篇(见表 1)。

13 篇文献共提取 15 份数据, 从 Akdogan^[13]和 Diker^[23]文献中各提取 2 份数据, 除 1 份研究^[24]来自巴西外, 其余研究均来自欧洲国家。其中 9 份研究为男性受试者, 2 份研究为男女混合, 另外 2 份研究未明确受试者性别。总样本量为 316 例, 失访数量为 24 例, 平均每项研究 24.3±7.5 人, 平均年龄 18.3±3 岁, 获取结局指标的实验组为 162 例, 对照组为 130 例。有 4 份研究^[12, 17, 25-26]明确提出排除守门员, 2 份研究^[12, 25]受试者由不同位置的球员组成。对照组为 SSG 的研究有 5 份, 对照组为正常训练组的研究有 8 份(见表 2)。

2.2 速度耐力训练干预方案

在 13 份纳入研究的文献中, 平均每份研究干预周期为 6.2±1.9 周, 平均干预总次数为 11±2.5 次, 平均每周训练 1.9±0.5 次。大部分练习形式采用固定时间或固定距离的冲刺跑, 但各项研究的速度耐力训练方案在训练强度、训练量、间歇时长等方面存在差异。在训练强度上, 大部分研究为最大强度的冲刺; 2 项研究以最大速度为衡量负荷强度的指标, 分别是 90%最大速度和 80%~100%最大速度。在训练量上, 由练习时长或练习距离构成, 时长处于 20—40 s, 距离处于 20—40 m。间歇时长分为次间间歇时长和组间间歇时长, 次间间歇时长为 20—200 s, 组间间歇时长 3—10 min。此外, 一部分训练方案包含组数和次数, 另一部分方案仅包含组数(见表 2)。

2.3 对照组干预方案

对照组干预分为 SSG 和常规训练, 研究数量分别为 5 份和 8 份。在 SSG 方案中, 有 2 份明确训练强度, 分别为 90%~95%HR_{max} 和 85~90%HR_{max}; 1 份明确间歇强度, 为 60%~70%HR_{max}; 练习时长为 45 s—9 min, 练习组数为 2—10 组不等, 间

歇时长 45 s—4 min; 各 SSG 方案训练场地大小不同, 球员数量不同(2V2 到 6V6)。常规训练方案在训练强度、训练时长、间歇时长方面未明确要求, 训练内容主要包括低到中等强度的技术、战术训练以及部分灵敏、协调训练。

2.4 Meta 分析

2.4.1 YO-YO 间歇恢复测试

共 12 份研究报告纳入分析, 结局指标均为 YYIRTL1 和 YYIRTL2。采用随机效应模型得到合并研究的总效应量, SMD=0.57(95%CI: 0.31~0.84, $p=0.000$) 达到大效应量水平且具有统计学意义; 异质性检验结果($I^2=5.3\%$, $p=0.393$) 为轻度异质性; 亚组分析显示, 与 SSG(SMD=0.69, 95%CI: -0.02~1.39, $p=0.057$) 相比, 结果无统计学意义; 和正常训练(SMD=0.54; 95%CI: 0.21~0.87, $p=0.001$) 相比, SET 获得更为显著的训练效应, 见图 2。Begg 检验($p=0.732$)和 Egger 检验($p=0.395$)均未发现明显发表偏倚。敏感性分析结果显示, 剔除任意一篇文献后的合并效应量与总合并效应量无明显差异, 表明结果较为稳定。

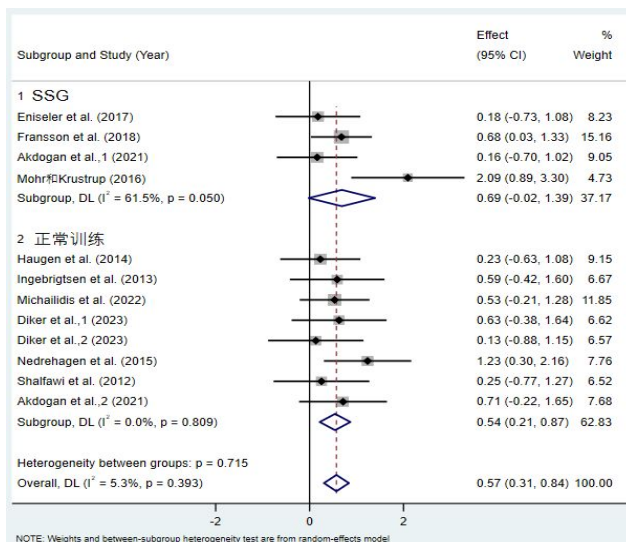


图 2 速度耐力训练对专项耐力的影响

表 1 纳入文献 PEDro 量表得分情况

study	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	总计
Eniseler(2017)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Boraczynski(2023)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Fransson(2018)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Akdogan(2021)	是	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5
Mohr 和 Krstrup(2016)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Haugen(2014)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Ingebrigtsen(2013)	是	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Michailidis(2022)	是	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Diker(2023)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Nedrehagen(2015)	是	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
Tønnessen(2011)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Shalfawi(2012)	是	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
do Nascimento(2015)	是	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4

注: 1. 受试者纳入条件明确; 2. 随机分组; 3. 分配方式隐藏; 4. 重要预后指标基线一致; 5. 对受试者施盲; 6. 对研究人员施盲; 7. 对至少一项主要结果的评定者全部施盲; 8. 对 85% 以上的受试者进行至少一项主要结果的测量; 9. 受试者必须按照分配方案进行实验或对照干预; 10. 至少报告一项主要结果的组间统计结果; 11. 研究将提供至少一项主要结果的点测量值和变异测量值。

表 2 纳入研究文献的基本特征

作者(时间)	国家/地区	受试者	干预措施	频率、周期	练习强度、间歇强度	结局指标及效果
Eniseler (2017)	土耳其	精英水平 (M;16.9±1.1;n=19, [9v10])	SET:6×40 m[20 s]/3×4 min SSG:4×3 min[4 min]/n.i.×n.i. SET: 阶段1:10×45 s[60 s]/n.i.×n.i. 阶段2:10×30 s[30 s]/2×3 min SSG: 阶段1:5×3 min[3 min]/n.i.×n.i. 阶段2:4×4 min[3 min]/n.i.×n.i.	2次/周、6周	SET:all out,n.i. SSG:90%–95%HR _{max} ,n.i.	YYIRTL1↑、RSA↔
Boraczynski (2023)	波兰	精英水平 (M;25±4.5;n=25, [13v12])	SET: 阶段1:10×45 s[60 s]/n.i.×n.i. 阶段2:10×30 s[30 s]/2×3 min SSG: 阶段1:5×3 min[3 min]/n.i.×n.i. 阶段2:4×4 min[3 min]/n.i.×n.i.	2.5次/周、6周	SSG:85%–90% HR _{max} , 60%–70%HR _{max}	5 m sprint↔、30 m sprint ↑、CMJ↔
Fransson (2018)	瑞典	非精英水平 (M;21.1±2.4;n=39 [21v18])	SET:6–10×30 s[3 min]/n.i.×n.i. SSG:2×7–9 min[2 min]/n.i.×n.i. SET:6–9×20–40 s[100–200 s]/n.i. ×n.i.	3次/周、4周	SET:all out,n.i. SSG:n.i.,n.i.	YYIRTL2↑、RSA↔
Akdogan (2021)	土耳其	精英水平 (n.i.;14.6±0.5;n=21 [10&11v9])	SET:6–10×30 s[3 min]/n.i.×n.i. SSG:4×2–4 min[3 min]/n.i.×n.i. CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	2次/周、6周	SET:all out,n.i. SSG:n.i.,n.i. CG:n.i.,n.i.	YYIRTL1↑、YYIRTL2↑、 RSA↔、10 m sprint↓、 30 m sprint↓
Mohr 和 Krustrup (2016)	丹麦	非精英水平 (M;19±1;n=18[9v9])	SET:8–10×30 s[150 s]/n.i.×n.i. SSG:8–10×45 s[45 s]/n.i.×n.i.	2次/周、4周	SET:all out,n.i. SSG:n.i.,n.i.	YYIRTL2↑、RSA↑
Haugen (2014)	挪威	非精英水平 (M&F;17±1;n=22 [13v9])	SET:20–25×20 m[60 s]/n.i.×n.i. CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	1次/周、9周	SET:90%最大速度,n.i. CG:n.i.,n.i.	YYIRTL1↑、RSA↑、 20 m sprint↔、CMJ↔
Ingebrigtsen (2013)	挪威	非精英水平 (n.i.;16.9±0.6;n=16 [8v8])	SET:5–10×30–40 s[3 min]/1–2× 4–5 min CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	2次/周、6周	SET:80%–100%最大速 度,n.i.	YYIRTL2↑、RSA↔、 10 m sprint↑、35 m sprint↔、CMJ↔、SJ↔
Michailidis (2022)	希腊	非精英水平 (M;15.9±0.2;n=29 [15v14])	SET:6×40 m[20 s]/2–4×4 min CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	2次/周、4周	SET:all out,n.i. CG:n.i.,n.i.	YYIRTL2↔、RSA↑、 10 m sprint↔、30 m sprint↑、CMJ↔、SJ↔
Diker(2023)	土耳其	非精英水平 (M;21.6±1.3;n=23 [8&7v8])	SET1:6–10×30 s[150 s]/n.i.×n.i. SET2:6–10×30 s[30 s]/n.i.×n.i. CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	2次/周、6周	SET1:all out,n.i. SET2:all out,n.i. CG:n.i.,n.i.	YYIRTL1↑、RSA↓
Nedrehagen (2015)	挪威	非精英水平 (M&F;21±2.9;n=22 [12v10])	SET:4–6×30 m[30 s]/3–4×5 min CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	1次/周、8周	SET:all out,n.i. CG:n.i.,n.i.	YYIRTL1↑、RSA↑
Tønnessen (2011)	挪威	非精英水平 (M;16.4±0.9;n=20 [10v10])	SET:4–5×40 m[1.5–2 min]/2–5× 10 min CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	1次/周、10周	SET:95%–100%最大强 度,n.i. CG:n.i.,n.i.	RSA↑、 20 m sprint↔、 40 m sprint↑、CMJ↔
Shalfawi (2012)	挪威	非精英水平 (M;16.3±0.5;n=15 [8v7])	SET:5×40 m[90 s]/4×10 min CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	2次/周、8周	SET:n.i.,n.i. CG:n.i.,n.i.	YYIRTL1↔、RSA↑、 20 m sprint↑、40 m sprint ↑、CMJ↑、SJ↔
do Nascimento (2015)	巴西	非精英水平 (M;16.7±0.5;n=14 [8v6])	SET:6×40 m[20 s]/3×4 min CG:n.i.×n.i.[n.i.]/n.i.×n.i.	2次/周、4周	SET:n.i.,n.i. CG:n.i.,n.i.	RSA↔、40 m sprint↔、 CMJ↔

注:受试者对应的内容为运动员水平(性别;年龄;总样本量[实验组样本量v对照组样本量])。干预措施对应的内容为次数×持续时间或距离[次间间歇时间]/组数×组间间歇时间。↑=显著提高;↓=显著下降;↔=无显著变化;M=男;M&F=男和女;CG=对照(正常训练);min=分;s=秒;HR_{max}=最大心率;YYIRTL1=YOYO 间歇恢复测试水平 1;sprint=冲刺跑;n.i.=未标注。

2.4.2 反复冲刺能力

11 篇文献中有 13 个效应量指标为 RSA, 通过随机效应模型得到合并效应量 ($SMD=-0.23, 95\% CI: -0.56 \sim -0.10, p=0.172$), 结果显示达到小效应量水平且无统计学意义。异质性检验结果 ($I^2=38.2\%, p=0.079$) 为中度异质性。亚组比较显示, SET 与 SSG ($SMD=-0.25, 95\% CI: -0.78 \sim -0.27, p=0.342$)、正常训练 ($SMD=-0.21, 95\% CI: -0.63 \sim -0.21, p=0.317$) 相比, 结果无统计学意义, 表明 SET 与另外 2 种训练增强反复冲刺能力的程度相似, 见图 3。Begg 检验 ($p=0.360$) 和 Egger 检验 ($p=0.299$) 均未发现明显发表偏倚; 敏感性分析显示结果稳定。

为探究异质性来源, 进行 Meta 回归分析, 协变量包括样本量、性别、年龄、运动水平、对照组训练方式、干预周期、干预频率、干预总次数, 结果显示样本量 ($t=-3.12, p=0.010$) 为异质性来源。

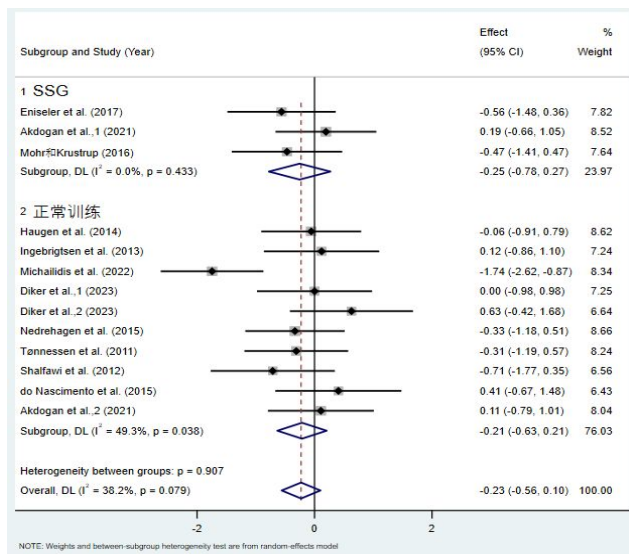


图 3 速度耐力训练对反复冲刺能力的影响

2.4.3 冲刺能力

9 篇文献中共有 18 个效应量指标为冲刺, 通过随机效应模型得到合并效应量 ($SMD=-0.05, 95\% CI: -0.34 \sim -0.23, p=0.718$), 达到微小效应量水平且无统计学意义。研究间存在中度异质性 ($I^2=43.7\%, p=0.025$)。亚组比较表明, SET 与 SSG ($SMD=0.33, 95\% CI: -0.35 \sim 1.01, p=0.338$)、正常训练 ($SMD=-0.17, 95\% CI: -0.48 \sim 0.13, p=0.269$) 相比, 结果无显著差异, 说明尚不足以证明速度耐力训练在提高冲刺能力方面优于 SSG 和常规训练, 见图 4。Begg 检验 ($p=0.880$) 和 Egger 检验 ($p=0.844$) 显示均未发现明显发表偏倚; 敏感性分析显示结果稳定。

为探究异质性来源, 进行 Meta 回归分析, 协变量包括样本量、性别、年龄、运动水平、对照组训练方式、干预周期、干预频率、干预总次数, 结果显示运动水平 ($t=-2.36, p=0.031$) 为异质性来源。

2.4.4 跳跃能力

7 篇文献中有 10 个效应量指标为跳跃, 结局指标均为 CMJ 和 SJ, 对照组干预均为正常训练, 共计 141 名实验对象。通过随机效应模型计算合并效应量 ($SMD=0.29, 95\% CI: 0.01 \sim 0.57, p=0.043$), 达到小效应量水平并具有统计学意义, 说明速

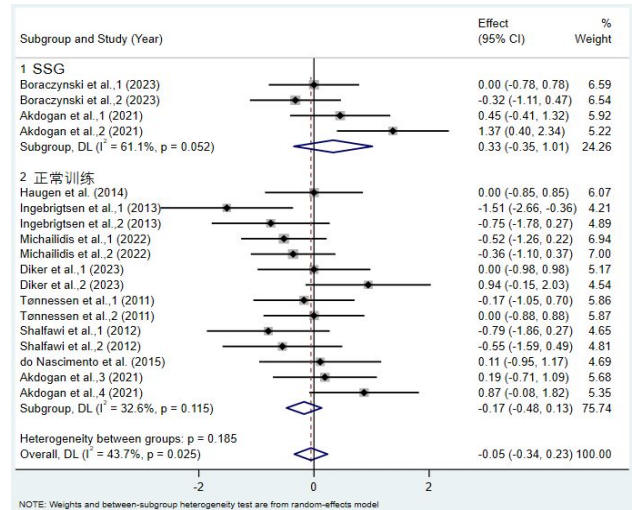


图 4 速度耐力训练对冲刺能力的影响

度耐力训练在改善跳跃能力方面优于常规训练, 见图 5。研究间无异质性 ($I^2=0.0\%, p=0.896$); Begg 检验 ($p=0.283$) 和 Egger 检验 ($p=0.221$) 显示均未发现明显发表偏倚; 敏感性分析显示结果较为稳定。

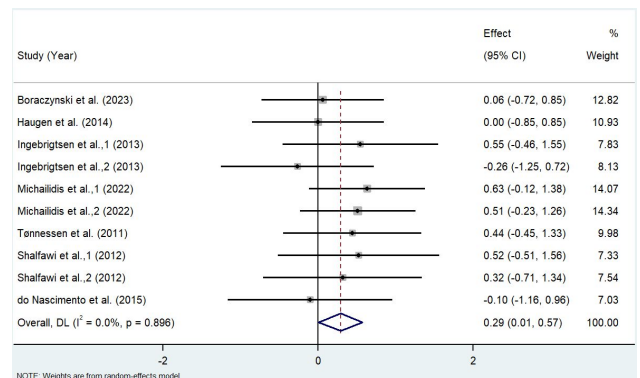


图 5 速度耐力训练对跳跃能力的影响

3 讨论

3.1 速度耐力训练对足球运动员专项耐力的影响

Yo-Yo 间歇性恢复测试作为一种与足球比赛跑动表现高度相关且可重复度高的测试^[27], 被广泛应用于训练当中, 它能够准确反映不同水平、不同位置球员的高强度间歇性运动能力, 被认为是检验足球专项耐力的测试^[28]。Meta 分析显示, SET 能够有效提高足球运动员的 Yo-Yo 间歇性恢复测试成绩。大量研究认为, 在 SET 中虽然训练量减少, 但其接近最大强度的运动能够维持运动员的肌肉耐力和心肺耐力^[5-6, 29]; Hostrup 等认为高强度运动表现的提高与最大摄氧量和肌肉氧化能力无关, 而是与肌肉调节离子扰动的能力有关, 例如钾离子稳态调节、增强乳酸转运、增强氢离子缓冲能力等^[6]。因此, SET 能够在训练量减少的情况下, 提高运动员的专项耐力水平。此外, 相较于 SSG 和正常训练, SET 获得了更为显著的训练效应。一方面, SET 在改善缓冲能力和疲劳指数方面优于 SSG^[12]; 另一方面, SSG 受多种因素影响, 训练可控性、目标达成度偏低, 对

教练员设计、组织训练的能力要求较高^[19]。还有研究进一步指出,间歇时间较短的 SET 在 Y_0-Y_0 间歇性恢复测试上取得的效果更好,被认为是较短的间歇时长更大程度地激活了有氧系统和无氧系统供能^[30]。

3.2 速度耐力训练对足球运动员反复冲刺能力的影响

Meta 分析结果表明,SET 与其他两种训练方法相比,在运动员的反复冲刺能力方面并不突出,且个别研究呈负面效应。Akdogan 等认为部分 SET 方案的目的并不是发展运动员的冲刺和反复冲刺能力,因此没有设置相应的练习^[13];还有研究认为,SET 训练类型的不同,也会导致对反复冲刺能力改善程度出现差异,如生成性训练比维持性训练更能提高反复冲刺能力^[11]。为探究其原因,根据训练方案进行亚组分析,发现训练持续时间较长的生成性训练(>15 s)和维持性训练对反复冲刺能力无明显改善,而持续时间较短的生成性训练(3~7 s)能够有效提高反复冲刺能力,且接近显著差异水平,印证了上述研究的观点。此外,SET 与 SSG、正常训练在反复冲刺能力比较中并无显著差异,均呈现小效应量水平。有研究发现,对青少年足球运动员进行 7 周,每周 2 次 SSG 干预,组织形式从 2V2 到 6V6,结果显示并没有对其反复冲刺能力产生显著影响^[31],这或许与 SSG 的训练强度、参与人数、场地面积有关。

3.3 速度耐力训练对足球运动员冲刺和跳跃能力的影响

冲刺能力和跳跃能力作为足球运动员重要的体能素质,一直以来备受关注。有研究者将职业联赛进球前的动作进行归类、统计,发现直线冲刺是进球前最常见的动作,占有所有分析动作的 45%^[32]。本研究结果表明,SET 相较于另外 2 种训练对足球运动员冲刺能力改善程度并不显著。有学者认为 SET 在冲刺指标和在反复冲刺指标上取得的效果类似,原因是没有设置相应的速度练习^[13]。该研究主要异质性来源于运动水平,对其进行亚组分析并通过效应量判断发现,精英运动员在 SET 干预后冲刺能力略有下降,而非精英运动员在该指标上获得提高。其原因可能在于精英运动员已具备良好的有氧、无氧基础和速度、力量相关体能素质,SET 强度不足以发展其冲刺能力;而非精英运动员由于上述体能素质较弱的原因,在 SET 中能够提高冲刺能力,但该观点仍需进一步研究论证。在跳跃指标中,对照组为 SSG 的研究仅 1 份,因此未进行亚组分析;Meta 分析结果显示,SET 能够有效改善足球运动员跳跃能力。有研究认为,反复冲刺与 SSC 训练在某种程度上相似,能够利用肌纤维快速拉长-缩短循环中的弹性能量,从而增强跳跃能力^[33];此外,也有大量研究证明,速度、力量和跳跃能力可以相互产生积极影响^[34-36]。

4 结论

综上所述,SET 和 SSG 在改善专项耐力、RSA 和冲刺指标上的效果相似,SET 在提升专项耐力和跳跃能力方面优于常规训练。此外,进一步对 SET 进行分析,发现持续时间较短的生成性训练更能有效改善 RSA。

5 局限性

本研究已尽可能纳入相关体能指标,但因部分指标实验研究较少,难免存在指标缺失的问题,例如最大摄氧量、跑步经济性、变向能力等。

速度耐力训练范围较为广泛,各类型速度耐力训练在训练强度、持续时长、间歇时长差异较大,因此,后续研究可具体某一类型速度耐力训练对机体的运动表现和生理适应的影响。

参考文献:

- [1] MODRIC T, VERSIC S, STOJANOVIC M, et al. Factors affecting match running performance in elite soccer: Analysis of UEFA Champions League matches[J]. *Biology of Sport*, 2023, 40(2): 409-416.
- [2] TEIXEIRA J E, LEAL M, FERRAZ R, et al. Effects of Match Location, Quality of Opposition and Match Outcome on Match Running Performance in a Portuguese Professional Football Team[J]. *Entropy*, 2021, 23(8): 973.
- [3] ZHOU C, GOMEZ M A, LORENZO A. The evolution of physical and technical performance parameters in the Chinese Soccer Super League[J]. *Biology of Sport*, 2020, 37(2): 139-145.
- [4] IAIA F M, RAMPININI E, BANGSBO J. High-Intensity Training in Football[J]. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 2009, 4(3): 291-306.
- [5] IAIA F M, BANGSBO J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes[J]. *SCANDINAVIAN JOURNAL OF MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS*, 2010, 20: 11-23.
- [6] HOSTRUP M, BANGSBO J. Limitations in intense exercise performance of athletes - effect of speed endurance training on ion handling and fatigue development[J]. *Journal of Physiology-London*, 2017, 595(9): 2897-913.
- [7] 张峰, 翟元, 张冰. 高强度间歇训练对足球运动员运动表现影响的研究进展[J]. *湖北体育科技*, 2024, 43(2): 75-85.
- [8] HOSTRUP M, BANGSBO J. Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football[J]. *Sports Medicine*, 2023, 53(3): 577-594.
- [9] HILL-HAAS S V, DAWSON B, IMPELLIZZERI F M, et al. Physiology of Small-Sided Games Training in Football A Systematic Review[J]. *Sports Medicine*, 2011, 41(3): 199-220.
- [10] HALOUANI J, CHTOUROU H, GABBETT T, et al. SMALL-SIDED GAMES IN TEAM SPORTS TRAINING: A BRIEF REVIEW[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014, 28(12): 3594-3618.
- [11] MOHR M, KRUSTRUP P. Comparison between two types of anaerobic speed endurance training in competitive soccer players[J]. *Journal of Human Kinetics*, 2016, 50(2): 183-192.
- [12] FRANSSON D, NIELSEN T S, OLSSON K, et al. Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: speed endurance runs versus small-sided game training[J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2018, 118(1): 111-121.
- [13] AKDOĞAN E, YILMAZ İ, KÖKLÜ Y, et al. THE EFFECT OF ISOLATED OR COMBINED SMALL-SIDED GAMES AND SPEED ENDURANCE TRAINING ON PHYSICAL PERFORMANCE PA-

- RAMETERS IN YOUNG SOCCER PLAYERS[J]. Kinesiology, 2021, 53(1): 78–85.
- [14] HAUGEN T, TONNESSEN E, LEIRSTEIN S, et al. Not quite so fast: effect of training at 90% sprint speed on maximal and repeated-sprint ability in soccer players[J]. Journal of Sports Sciences, 2014, 32(20): 1979–1986.
- [15] INGEBRIGTSEN J, SHALFAWI S A, TØNNESSEN E, et al. Performance effects of 6 weeks of aerobic production training in junior elite soccer players[J]. J Strength Cond Res, 2013, 27(7): 1861–1867.
- [16] TØNNESSEN E, SHALFAWI S A I, HAUGEN T, et al. THE EFFECT OF 40-M REPEATED SPRINT TRAINING ON MAXIMUM SPRINTING SPEED, REPEATED SPRINT SPEED ENDURANCE, VERTICAL JUMP, AND AEROBIC CAPACITY IN YOUNG ELITE MALE SOCCER PLAYERS[J]. Journal of Strength & Conditioning Research, 2011, 25(9): 2364–2370.
- [17] ENISELER N, ŞAHANÇ, ÖZCAN I, et al. High-Intensity Small-Sided Games versus Repeated Sprint Training in Junior Soccer Players[J]. Journal of Human Kinetics, 2017, 60(1): 101–111.
- [18] BURDA B U, O'CONNOR E A, WEBBER E M, et al. Estimating data from figures with a Web-based program: Considerations for a systematic review[J]. Research synthesis methods, 2017, 8(3): 258–262.
- [19] 姜哲, 陈亮, 师荣霞, 等. 高强度间歇训练对足球运动员体能应用效果的 Meta 分析[J]. 南京体育学院学报, 2022, 21(4): 32–45.
- [20] MAHER C G, SHERRINGTON C, HERBERT R D, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials[J]. Physical therapy, 2003, 83(8): 713–721.
- [21] MORRIS S B. Estimating effect sizes from pretest–posttest–control group designs[J]. Organizational research methods, 2008, 11(2): 364–386.
- [22] FRÖHLICH M, EMRICH E, PIETER A, et al. Outcome effects and effects sizes in sport sciences[J]. International Journal of Sports Science and Engineering, 2009, 3(3): 175–179.
- [23] DIKER G, DARENDELI A, CHAMARI K, et al. Recovery time variation during sprint interval training impacts amateur soccer players adaptations – a pilot study[J]. Biology of Sport, 2023, 40(2): 417–424.
- [24] DO NASCIMENTO P C, DE LUCAS R D, DAL PUPO J, et al. Effects of four weeks of repeated sprint training on physiological indices in futsal players. / Efeito de quatro semanas de treinamento de sprints repetidos sobre índices fisiológicos em atletas de futsal[J]. Brazilian Journal of Kineanthropometry & Human Performance, 2015, 17(1): 91–103.
- [25] BORACZYNSKI M T, LASKIN J J, GAJEWSKI J, et al. Effects of two low-volume high-intensity interval training protocols in professional soccer: sprint interval training versus small-sided games[J]. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2023, 63(1): 23–33.
- [26] NEDREHAGEN E S, SAETERBAKKEN A H. The Effects of in-Season Repeated Sprint Training Compared to Regular Soccer Training[J]. Journal of Human Kinetics, 2015, 49(1): 237–244.
- [27] KRUSTRUP P, MOHR M, AMSTRUP T, et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity [J]. Medicine and science in sports and exercise, 2003, 35(4): 697–705.
- [28] BANGSBO J, IAIA F M, KRUSTRUP P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports[J]. Sports medicine (Auckland, NZ), 2008, 38(1): 37–51.
- [29] IAIA F M, HELLSTEN Y, NIELSEN J J, et al. Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume[J]. Journal of applied physiology, 2009, 106(1): 73–80.
- [30] IAIA F M, FIORENZA M, LARGHI L, et al. Short- or long-rest intervals during repeated sprint training in soccer? [J]. Plos One, 2017, 12(2). DOI:10.1371/journal.pone.0171462
- [31] HILL-HAAS S V, COUTTS A J, ROWSELL G J, et al. Generic versus small-sided game training in soccer[J]. International journal of sports medicine, 2009, 30(9): 636–642.
- [32] FAUDE O, KOCH T, MEYER T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football[J]. Journal of Sports Sciences, 2012, 30(7): 625–631.
- [33] SHALFAWI S A I, INGEBRIGTSEN J, DILLERN T, et al. THE EFFECT OF 40 M REPEATED SPRINT TRAINING ON PHYSICAL PERFORMANCE IN YOUNG ELITE MALE SOCCER PLAYERS [J]. Serbian Journal of Sports Sciences, 2012, 6(3): 111–116.
- [34] SLEIVERT G, TAINGAHUE M. The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes[J]. European journal of applied physiology, 2004, 91(1): 46–52.
- [35] CRONIN J B, HANSEN K T. Strength and power predictors of sports speed[J]. Journal of strength and conditioning research, 2005, 19(2): 349–357.
- [36] BISSAS A I, HAVENETIDIS K. The use of various strength-power tests as predictors of sprint running performance[J]. The Journal of sports medicine and physical fitness, 2008, 48(1): 49–54.

(上接第65页)

- [93] 杨叶红. 动作信息的视觉工作记忆对注意的影响研究[D]. 华东师范大学, 2022.
- [94] 周成林, 金鑫虹. 从脑科学诠释体育运动提升学习效益的理论与实践[J]. 上海体育学院学报, 2021, 45(1): 20–28.
- [95] 王莹莹, 周成林. 急性有氧运动的强度与抑制能力的剂量关系: 来自 ERP 的证据[J]. 体育科学, 2014, 34(11): 42–49+66.
- [96] 朱凤书, 周成林, 陆颖之, 等. 中等强度有氧运动对大学生认知控制能力的影响及时程效益[J]. 中国运动医学杂志, 2015, 34(2): 175–180+212.
- [97] LUCIANA M. Opposing roles for dopamine and serotonin in the modulation of human spatial working memory functions[J]. Cerebral Cortex, 1998, 8(3): 218–226.
- [98] 周跃辉, 周成林. 运动对尼古丁戒断大鼠学习与记忆能力的影响及机制[J]. 中国运动医学杂志, 2018, 37(3): 224–232.