

足球小场地训练中不同人数的负荷特征及技术差异

涂航博¹,任定猛²,崔一雄³,周雅婷⁴

(1.集美大学体育学院,福建 厦门 361021;2.北京体育大学中国足球运动学院,北京 100084;
3.北京体育大学体育工程学院中国体育大数据中心,北京 100084;
4.北京体育大学中国足球运动学院,北京 100084)

摘要:研究采用文献资料法、实验法和数理统计法,量化分析了三种不同人数的足球小场地训练的负荷特征及技术表现;研究表明:不同人数的足球小场地训练呈现各自特点,在负荷特征方面,随着人数增加和场地扩大,负荷强度下降而负荷量增加;在技术表现方面,传接球和封堵次数随人数增加而下降,射门、过人、转移性传球和拦截次数上升。建议根据训练主题及负荷要求,合理制定足球小场地训练的参与人数,以提高训练效率。

关键词:足球;小场地训练;负荷特征;运动科学

中图分类号:G843

文献标识码:A

文章编号:1007-7413(2025)02-0071-08

Characteristics of Training Load and Technical Performance in Small-Sided Football Games with Different Player Numbers

TU Hangbo¹, REN Dingmeng², CUI Yixiong³, ZHOU Yating⁴

(1. Physical Education Institute of Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Chinese Football Academy, Beijing Sport University, Beijing 100084, China;

3. China Sports Big Data Center, College of Sports Engineering, Beijing Sport University,

Beijing 100084, China; 4. Chinese Football Academy, Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

Abstract: This study employed literature review, experimental methods, and statistical analysis to quantitatively analyze the load characteristics and technical performance in small-sided football training involving three different player numbers. Results and Recommendations: Small-sided football training with different player numbers exhibits distinct characteristics. In terms of load characteristics, as the number of players increases and the field size expands, load intensity decreases while total load increases. Regarding technical performance, the number of passes and blocks decreases with more players, while the number of shots, dribbles, distributive passes, and interceptions increases. It is recommended to set the number of participants in small-sided football training reasonably according to the training theme and load requirements to improve training efficiency.

Key words: football; small-sided training; load characteristics; sports science

足球小场地训练(Small-sided games, SSG)是国内外被广泛应用的一种足球训练方法,其结合了足球体能和技战术训练,更加贴近足球的项目特征^[1]。在SSG训练过程中,球员会进行一系列高强度的技术动作,包括冲刺、急停、变向、传球、射门和带球等。同时,教练员可以根据不同的训练目标,对场地大小、人数、间歇时间、比赛规则进行有针对性的调整。因

此,一方面能够将技战术和体能训练相结合,来提高训练效率;另一方面,通过接近比赛的形式,能够有效激发运动员的训练积极性^[2-3]。高效的训练方法是当前运动科学研究的重要方向,SSG具有运动方式复杂、身体负荷波动大且数据不易被采集量化等特点。但随着高科技手段的介入极大地促进了竞技体育科学化训练水平的提高^[4]。

收稿日期:2024-05-21

基金项目:国家社会科学基金“我国群众体育、竞技体育、学校体育协同发展研究”(23BTY002)

第一作者简介:涂航博(1997—),男,河南驻马店人,助教,硕士。研究方向:足球教学与训练。

科技赋能体育使得体育科学研究更加深入。尽管国外对 SSG 的研究起步较早,但大多数研究集中在体能方面,技战术方面的研究相对较少。合理的足球训练方法要考虑到技战术及体能等多个维度,学者 Clemente F 等^[5]曾表达过在 SSG 研究中技战术研究的重要性,多视角的研究逐渐受到重视。如增加技术维度的研究有以下几个原因:(1)从运动训练实践角度:足球的训练不能脱离技术,学者 Casamichana D 等人^[6]在研究中表示足球运动员训练的主要目的是在比赛中增加技战术选择,其次才是提高运动员的体能表现。(2)从理论研究角度:对数据的分析更加完整,例如:使用不同的技术对运动员机体的负荷刺激不同,负荷数据值变大时,可以从技术数据对比分析方面查找原因。(3)从系统论的角度:足球训练可以被看作一个系统,其中包含了体能、技术、战术、心理和运动智能等,丰富的维度可以使研究和分析更加科学全面。因此,本研究通过借助全球定位设备(Catapult Vector S7)、摄像设备(数码相机和 GoPro),采集了三种不同人数 SSG 训练下比赛队员的内、外部负荷等体能数据及攻防两端的技术数据,尝试摆脱以往从单一层面的研究方法,分别从体能指标及技术指标的层面进行量化、对比分析三种不同人数 SSG 训练的各自特点,为教练员能够选择更加贴合训练主题的训练内容提供参考,以提高训练效率。

1 研究方法

1.1 研究对象

本研究的受试者为北京体育大学校代表队的足球运动员。选中的受试者均持有“足球一级运动员”等级证书,这保证了受试者在技战术方面的能力。此外,通过运动员体能评估测试,反映受试者当前的体能状况。研究采用随机抽样方法,选取 12 名男子足球运动员(包括 2 个门将,其数据未计入本次试验结果)作为实验对象,以研究在不同人数 SSG 训练中运动员的负荷特征和技术表现。

所有受试者均自愿参加实验,并在被告知实验目的、实验流程和可能存在的不适及风险的情况下,阅读并签署了知情同意书。测试前,受试者均统一接受实验指导并进行练习,以熟悉实验流程。每次测试间隔时间不少于 24h,其中睡眠时间尽量不少于 7h,测试前 1h 内避免进食、吸烟、饮酒、饮用咖啡以及精神

刺激等,但可适当饮水。实验对象的基本信息如表 1 所示,测试场地为人造草足球场。

表 1 测试队员基本信息

受试者基本信息	平均值 ± 标准差
年龄/s	19.6 ± 2.0
身高/m	1.8 ± 0.03
体重(kg)	72.5 ± 4.2
BMI(kg/m ²)	22.3 ± 0.9
最大心率(次/min)	196 ± 4.07
YOYO 测试跑动距离/m	2 366.2 ± 323.2
10m 冲刺/s	1.752 ± 0.070
30m 冲刺/s	4.218 ± 0.130
立定跳远/m	2.483 ± 0.117

1.2 研究设计

在之前的研究中,由于参与人数和场地面积两个变量同时发生变化,使得各项研究之间的结果难以进行横向对比。随着研究的逐步深入,发现与场地总面积相比,用总面积除以总参与者人数得出的人均面积似乎更具有研究价值和实践意义^[6-7]。

根据前人研究成果及实际训练情况,本研究旨在分析 SSG 训练的负荷特征和技术表现。使用可穿戴设备采集受试者在 SSG 训练中体能的相关数据,包括心率、跑动距离和速度等指标。同时,对 SSG 训练进行全程录像,通过手工标记的方式统计技术事件的发生数量,如运球、传球和射门等。将收集到的数据进行深入分析,以探讨不同人均面积对 SSG 训练负荷特征和技战术表现的影响。

测试内容主要分为三种不同人数 SSG 训练(3V3 + 2GK, 4V4 + 2GK, 5V5 + 2GK)。具体测试设置如表 2 所示。

表 2 不同人数 SSG 训练测试内容表

测试内容	场地尺寸/m	场地面积/m ²	人均面积/m ²
3V3 + 2GK (测试 1)	25 × 18	450	75
4V4 + 2GK (测试 2)	30 × 20	600	75
5V5 + 2GK (测试 3)	30 × 25	750	75

注:“3V3 + 2GK”即对阵双方各 4 名球员,其中包括 1 名门将用英文缩写“GK”表示,测试 2 和测试 3 同理

1.3 实验程序

实验对象除因伤无法参加试验外,不得在实验过程中缺席或退出。实验时间 2022 年 10 月 17 ~ 28 日,所有比赛均安排在北京体育大学人造足球 4 号场地进行。比赛前统一进行为时 20min 的热身准备活动,其中包括:慢跑、静态拉伸、动态拉伸及有球热身活动。热身结束后间歇 3min 进行正式小场地比赛,比赛分 5 节,每节 5min,节间间歇时间 3min,期间受试者采用静坐或慢走等形式进行被动放松。在比赛中,若发生犯规或球出界的情况,由守门员快速发球。为了避免对实验数据产生影响,教练员在比赛期间不参与指导或鼓励。

1.4 数据采集

外部负荷数据通过全球定位设备(Catapult Vector S7, Australia)进行采集,采集受试者在 SSG 训练中的跑动数据(不包括间歇数据)。此前意大利的 Di Salvo 团队将跑动划分为五级:站/走/慢跑(0 ~ 7.2km/h)、低速跑(7.3 ~ 14.4km/h)、中速跑(14.5 ~ 19.8km/h)、高速跑(19.9 ~ 25.2km/h)和冲刺跑(> 25.2km/h)^[8-12],这一分类得到了学术界的普遍认可,成为跑动强度的主流划分标准^[10]。本文将此研究成果作为在跑动距离部分的理论基础;加速度总负荷指标是指每 0.2s 计算一次加速度,把所有的加速度值累积起,反映受试者的加速度“负荷量”;加减速距离是指在不同强度的总加减速距离。

内部负荷数据使用能够与 Catapult 设备自动匹配的 Polar H9 设备采集心率数据。首先通过心率监测器测量出受试者 YOYO 测试中的最大心率(HRmax)^[13],随后在 SSG 训练实验中,根据心率与最大心率的比值,将比赛强度划分为不同区间:区间 1(60% ~ 70% HRmax)、区间 2(71% ~ 80% HRmax)、区间 3(81% ~ 90% HRmax)、区间 4(91% ~ 100% HRmax)。主观疲劳量表^[14](Rating of Perceived Exertion Scale,以下简称 RPE),已经是一种被人们所普遍接受的心理测试量表,利用 RPE 量表记录运动员对比赛负荷的主观感受,以综合分析 SSG 训练对运动员机体和心理的影响。

技术数据通过 GoPro 录像设备和高清数码摄像机记录 SSG 训练的全过程,后期采用手工标记方式进行统计。通过文献阅读,选择了进攻和防守能力指标^[15]共 12 个,分别是:进球数、射门次数、接球、转身、传球、向前传球、直塞球、拦截、抢断、解围、犯规和封堵。经过与中国足球运动学院专家的访谈和讨论,

最终确定了 10 个代表性技术指标:射门次数、过人、接球、接球转身、传球、渗透性传球、转移性传球、拦截、抢断和封堵。

在数据采集过程中,将两个录像设备放置在场地对角线处,GPS 信号接收器放置在测试场地中线与边线交叉点场外方向 3m 处。每次 SSG 比赛前 30min 启动 GPS 设备,确保信号接收稳定。在测试中,除守门员外,所有受试者均佩戴附有设备的可穿戴背心。测试内容包括:3V3 + 2GK(测试 1)、4V4 + 2GK(测试 2)、5V5 + 2GK(测试 3)。一共采集到 15 场数据(测试 1 ~ 3 各 5 场)、120 人次跑动和技术数据(不包括门将数据),每人次数据包括体能各项数据和技术各项数据(体能数据按每人计算,技术数据按每场计算)。

1.5 数据处理

在实验过程中,对不同人数 SSG 训练之间的数据比较采用单因素方差分析(one-way ANOVA),通过 Microsoft Excel 软件进行数据整理,结果使用均值 ± 标准差(Mean ± SD)表示。随后将整理好的数据导入 SPSS 统计软件,进行单因素方差分析处理, $P < 0.05$ 表示具有显著性差异, $P < 0.01$ 表示具有非常显著性差异,并在单因素方差分析中对具有统计学意义的组别进行 LSD 事后检验,比较组与组之间的差异性^[16]。根据采集数据的样本量选用 Cohen's d 检验差异性的效应量(Effect Size, ES),值与程度之间的对应关系如表 3 所示。

表 3 效应量结果值与程度之间的对应关系表

效应量数值	差异性程度
0 ~ 0.2	微小程度
0.21 ~ 0.6	小程度
0.61 ~ 1.2	中等程度
1.21 ~ 2.0	大程度
> 2.0	极大程度

本研究在信效度检验方面:(1)跑动数据的采集使用全球定位设备,该设备配备了 10Hz GPS 卫星定位系统和 10Hz CCS 本地定位系统,此前的研究中信度和效度已经得到了验证^[17-18]。(2)技术数据处理两次一致性检验:作者前后间隔 7 天对比自身统计同一场比赛的技术数据。作者与国家健将级足球运动员周 X 婷分别观看 3 场同样的小场地训练录像,并进行技术数据的统计。将以上数据带入公式,通过计算 Kappa 系数,检验数据的一致性。计算方法如:

$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$, Kappa 系数值在 0 ~ 0.20 之间为极低一致性, 0.21 ~ 0.40 之间为一般一致性, 0.41 ~ 0.60 之间为中等一致性, 0.61 ~ 0.80 之间为高度一致性, 0.81 ~ 1 之间为几乎完全一致。最终结果显示通过作者自身前后对比 Kappa 系数为 0.94, 与周 X 婷统计 3 场技术事件数量结果分别为: 0.96、0.93 和 0.94, 通过了一致性评估。

2 研究结果

2.1 负荷特征对比结果

2.1.1 跑动距离

在 SSG 训练测试 1 ~ 3 中不同速度区间跑动距离的平均值 \pm 标准差及 LSD 事后检验结果如表 4。研究结果表明: 冲刺跑距离随着参与人数的增加显著增加, 在 3V3、4V4 和 5V5 组别中均具有显著性差异 ($P < 0.05$); 对于高强度跑、中速跑、低速跑和行走,

除 3V3 与 4V4 组别在高强度跑和行走方面无显著差异 ($P > 0.05$), 所有速度区间的跑动距离均随着参与人数的增加和场地面积的扩大而显著增加 ($P < 0.01$); 特别是在 5V5 组别中, 中速跑和高强度跑的跑动距离增加最为显著。相比之下, 不同人数组别的慢跑距离无显著差异; 此外, 总跑动距离随着参与人数和场地面积 (人均面积恒定) 的增加而显著增加 ($P < 0.01$)。在最大速度方面, 3V3 和 4V4 组别之间无显著差异, 但均显著低于 5V5 组别。

2.1.2 加减速特征对比结果

在数据统计结果中, 加减速特征的平均值 \pm 标准差及 LSD 事后检验结果如表 5 所示: 在总加速度负荷方面, 3V3 和 5V5 无显著差异, 但均显著多于 4V4 组; 在加减速距离方面, 3V3 与 4V4 并无显著差异, 但均显著短于 5V5 组; 在加速度密度指数方面, 随着人数的减少数值逐步增加, 且呈现出显著性差异。

表 4 不同速度区间的跑动距离

测试内容	3V3 + 2GK (测试 1)	4V4 + 2GK (测试 2)	5V5 + 2GK (测试 3)	检验结果
冲刺跑/m	1.32 \pm 0.5	1.87 \pm 0.98 *	2.98 \pm 0.78 * Δ	3V3 < 4V4 < 5V5
高强度跑/m	3.98 \pm 2.05	4.10 \pm 2.14	10.92 \pm 4.65 * Δ	3V3 = 4V4 < 5V5
中速跑/m	23.18 \pm 2.39	28.27 \pm 4.00 **	39.16 \pm 8.79 ** Δ	3V3 < 4V4 < 5V5
低速跑/m	31.36 \pm 3.04	37.95 \pm 3.53 **	43.70 \pm 3.49 ** Δ	3V3 < 4V4 < 5V5
慢跑/m	184.21 \pm 40.42	186.67 \pm 32.02	189.81 \pm 45.80	3V3 = 4V4 = 5V5
静止或行走/m	206.52 \pm 16.19	207.59 \pm 18.47	226.76 \pm 22.28 ** Δ	3V3 = 4V4 < 5V5
总移动距离/m	448.70 \pm 11.49	465.60 \pm 8.31 **	510.74 \pm 19.99 ** Δ	3V3 < 4V4 < 5V5
最大速度 (m/s)	4.96 \pm 0.13	4.98 \pm 0.17	5.41 \pm 0.14 * Δ	3V3 = 4V4 < 5V5

注: 无显著性差异 ($P > 0.05$) 用 = 表示; 与 3V3 + 2GK 和 4V4 + 2GK 相比具有显著性差异时 ($P < 0.05$) 分别用 * 和 Δ 标记; 具有非常显著性差异时 ($P < 0.01$) 分别用 ** 和 $\Delta\Delta$ 标记

表 5 加减速特征

测试内容	3V3 + 2GK (测试 1)	4V4 + 2GK (测试 2)	5V5 + 2GK (测试 3)	检验结果
总加速度负荷	194.46 \pm 7.83	181.11 \pm 3.29 **	193.22 \pm 10.88 $\Delta\Delta$	4V4 < 3V3 = 5V5
加速距离	17.64 \pm 2.39	17.49 \pm 2.15	23.72 \pm 2.77 ** $\Delta\Delta$	3V3 = 4V4 < 5V5
减速距离	5.86 \pm 0.78	5.55 \pm 0.94	7.62 \pm 1.18 ** $\Delta\Delta$	3V3 = 4V4 < 5V5
加速度密度指数	4.32 \pm 0.10	4.02 \pm 0.04 *	3.77 \pm 0.11 * Δ	5V5 < 4V4 < 3V3

注: 同表 4

2.1.3 心率特征

在数据统计结果中, 心率特征的平均值 \pm 标准差及 LSD 事后检验结果如表 6 所示: 出现的最大心率和平均心率 3V3 组别最高, 并呈现出显著性差异

($P < 0.05$); 但在 4V4 与 5V5 的比较中并没有发现显著性差异 ($P > 0.05$)。在不同百分比的最大心率占比方面, 最大心率占比在 90% ~ 100% 这个区间 3V3 占比最大, 与 4V4 和 5V5 呈现出非常显著性差

异,在 4V4 中没有受试者的心率达到这个区间;在 80% ~90% 这个区间 5V5 的占比最大,呈现出非常显著性差异,3V3 和 4V4 的差异性并不显著;在 70% ~80% 区间中 4V4 的占比最大,而 3V3 的占比最小,呈现出非常显著性差异;在 60% ~70% 区间中 3V3 占比最大,其次是 4V4,5V5 占比最小并呈现出非常显著性差异。

表 6 心率特征

测试内容	3V3 + 2GK(测试 1)	4V4 + 2GK(测试 2)	5V5 + 2GK(测试 3)	检验结果
最大心率	164.06 ± 5.85	159.26 ± 2.79 *	160.34 ± 5.25 *	4V4 = 5V5 < 3V3
平均心率	146.14 ± 6.16	141.82 ± 2.70 *	140.32 ± 4.61 *	4V4 = 5V5 < 3V3
90% ~ 100% 最大心率时间占比	5.24% ± 2.32%	0	0.74% ± 0.92% **△△	4V4 < 5V5 < 3V3
80% ~ 90% 最大心率时间占比	10.66% ± 4.24%	10.36% ± 6.58%	14.10% ± 4.47% **△△	3V3 = 4V4 < 5V5
70% ~ 80% 最大心率时间占比	11.20% ± 1.44%	29.47% ± 8.57% **	18.96% ± 5.24% **△△	3V3 < 5V5 < 4V4
60% ~ 70% 最大心率时间占比	25.08% ± 4.96%	20.07% ± 8.26% **	14.64% ± 5.98% **△△	5V5 < 4V4 < 3V3

注:同表 4

2.1.4 主观疲劳等级(RPE)
从采集到的数据来看(表 7):在有守门员参与的不同人数 SSG 训练中,随着人数的增加和场地面积的增大(人均面积保持不变),RPE 值有所降低。此外,不同人数 SSG 之间在 RPE 值上存在显著性差异($P < 0.05$)。

表 7 主观疲劳等级

测试内容	3V3 + 2GK(测试 1)	4V4 + 2GK(测试 2)	5V5 + 2GK(测试 3)	检验结果
主观疲劳等级	6.9 ± 0.6	5.4 ± 0.3 *	4.6 ± 0.1 **△	5V5 < 4V4 < 3V3

注:同表 4

2.2 技术表现对比结果
2.2.1 进攻能力指标对比结果
在数据统计表 8 中,展示了不同人数 SSG 进攻能力数据的平均值 ± 标准差及 LSD 事后检验结果:在传球和接球次数方面,随着 SSG 人数的增加和场地面积的增大(人均面积保持不变),传球和接球次数均显著下降,LSD 检验结果也表明这些指标之间存在显著差异;在射门和转移性传球指标方面,4V4 和 5V5 之间无显著差异,但数值均显著高于 3V3。可能的原因是随着人数和场地的增加,球员能够更好地利用场地宽度,当一侧没有好的得分机会时,可以将球转移至另一侧,从而形成射门机会。

表 8 进攻技术数据对比表

测试内容	3V3 + 2GK(测试 1)	4V4 + 2GK(测试 2)	5V5 + 2GK(测试 3)	检验结果
射门次数	10.6 ± 1.62	14.6 ± 2.65 **	15.0 ± 1.10 **	3V3 < 4V4 = 5V5
过人	8.8 ± 1.33	9.2 ± 1.47	9.8 ± 2.04	3V3 = 4V4 = 5V5
接球	44.8 ± 4.02	38.8 ± 5.56 **	35.0 ± 2.76 **△△	5V5 < 4V4 < 3V3
接球转身	23.0 ± 3.85	18.0 ± 4.6 **	21.4 ± 4.54 **△△	4V4 < 5V5 < 3V3
传球	55.4 ± 3.38	48.4 ± 5.57 **	45.0 ± 0.89 **△	5V5 < 4V4 < 3V3
渗透性传球	10.2 ± 2.64	9.8 ± 1.94	10.2 ± 1.72	3V3 = 4V4 = 5V5
转移性传球	8.4 ± 1.02	11.2 ± 2.86 *	12.0 ± 2.28 *	3V3 < 4V4 = 5V5

注:同表 4

2.2.2 防守能力指标对比结果

根据数据统计结果如表 9 所示,展示了不同人数 SSG 防守能力数据的平均值 \pm 标准差及 LSD 事后检验结果:随着 SSG 人数的增加和场地面积的增大(人均面积保持不变),拦截次数呈现上升趋势。然而, LSD 检验结果表明 3V3 和 4V4 之间无显著性差异,而与 5V5 之间存在显著差异。在抢断次数方面,4V4 中的发生次数要显著大于 3V3 和 5V5,其中与 5V5 的差异性非常显著。在封堵技术数据方面,3V3 和 4V4 之间无显著性差异,但这两种 SSG 形式的数值均显著高于 5V5,呈现出显著性差异。

表 9 防守技术数据对比表

测试内容 (测试 1)	3V3 + 2GK (测试 2)	4V4 + 2GK (测试 3)	5V5 + 2GK (测试 3)	检验结果
拦截	6.6 \pm 1.36	6.8 \pm 1.94	8.6 \pm 0.80 ^{*△}	3V3 = 4V4 < 5V5
抢断	6.6 \pm 1.02	7.8 \pm 1.47 [*]	5.0 \pm 1.10 ^{*△}	5V5 < 3V3 < 4V4
封堵	6.2 \pm 2.04	6.0 \pm 1.10	5.2 \pm 1.47 [*]	5V5 < 3V3 = 4V4

注:同表 4

3 分析与讨论

本研究从内外部负荷和技术表现两个角度,对不同人数及不同得分方式的 SSG 训练进行了量化分析,旨在加深教练员对 SSG 训练的理解,使训练内容设置更符合训练主题,同时也对相关研究领域进行了补充。

3.1 小场地训练不同人数的负荷特征对比分析与讨论

在不同人数 SSG 对比下,随着参与人数的增加和场地面积的扩大(人均面积不变),总跑动距离和不同速度区间的跑动距离均有所增加,呈现出正相关关系。这与 Owen 等人^[19]的研究结果相似,但与 Kelly 等人^[20]的研究结果不同,后者发现场地大小与跑动距离之间没有显著差异。在加减速指标方面,随着参与人数的增加和场地面积的扩大,加减速距离显著增加,但加速度密度却减少,即参与人数和场地面积的增加仅会增加负荷量,但负荷强度会有所下降。通过最大心率时间占比同样可以证实这一点,在 90% ~ 100% 最大心率时间占比的区间中,3V3 要显著大于 4V4 和 5V5,虽然 5V5 与 4V4 也具有显著性,但数值相差并不大,这种现象可能与训练中队员的跑

动积极性有关。以上这一结果不仅验证了 Owen 等人的研究结果,还与 Platt D 等^[21]的结论相一致,即“随着运动员人数的增加,运动强度会有所降低”。Helgerud 等^[22]提出,将训练强度保持在 90% ~ 100% 的心率区间对提高运动员 VO_{2max} 效果显著,而 80% ~ 90% 的心率区间则有效提升运动员的乳酸阈水平。在本次实验中,3V3 组别在最大心率时间占比方面显著高于 4V4 和 5V5 组别,而在 80% ~ 90% 的心率区间中,5V5 组别的占比最大。因此教练员在训练时可以根据不同的训练目的,利用心率区间指标对训练强度进行调控。

3.2 小场地训练不同人数的技术表现对比分析与讨论

在不同人数 SSG 对比下,随着参与人数的增加和场地面积的扩大(人均面积不变),传球和接球技术数据显著下降,是由于人数增加及守门员参与导致传球空档被压缩。观看训练录像发现,虽然人数和场地面积都有所增加,但防守队员的数量同等也有所增加,防守队员为了夺回球权会使用多人协同配合封锁局部空挡及压缩场地空间的战术,迫使进攻队员采取更加积极的跑动及更多变速变向的加速跑来接应队友的传球。这也解释了为什么总跑动距离和不同速度区间的跑动距离会随人数增加而增加。随着场地面积的缩小技术事件数量会有所增加,这与 Owen^[19]、Kelly&Drust^[20]和 Tessitore 等人^[23]的研究结果一致。研究数据显示,虽然传接球数据随人数上升而下降,但转移性传球数据却逐渐上升,表明参与者在在一侧进攻无法得分时,更愿意通过横向转移传球在另一侧寻求得分机会。过人突破数据随参与人数增加而逐步上升,表明空间压缩使得球员更愿意选择持球突破而非传球。在射门数据中 3V3 的射门次数显著低于 4V4 和 5V5,在过人数数据上不同人数 SSG 中并无显著性差异,与 Platt D^[21]和 Fenoglio R^[24]的先前研究结果并不一致。通过录像观察发现,在三种不同人数 SSG 训练中球员进行进攻推进时更多的会选择寻求小组间的战术配合,而非强行突破,并且这还可能与现代足球项目的发展及防守体系的完善有关。

4 结论与建议

在 SSG 训练中不同人数规则下,通过数据对比发现负荷特征和技术表现在一些数据上呈现出显著

差异。一些指标随着人数的变化呈上升或下降趋势,而一些指标却在特定规则下可能出现“拐点”。在负荷特征方面,随着训练人数的增加和场地面积的扩大,负荷强度指标(如心率、加速度)呈下降趋势,但负荷量指标(如总跑动距离)则呈上升趋势。这表明,更多的参与人数和更大的场地面积会增加总体的身体负荷,但单次冲刺的强度可能会降低。在技术表现方面,传接球和封堵数据随着人数的增加有所下降,反映出更多的参与者会使得场地空间减少,从而影响到传球次数。相反,射门、过人、转移性传球和拦截次数有所上升,这可能是由于更高的对抗频率和比赛节奏所致。

足球训练中根据不同的训练目标和主题,来制定SSG训练人数和得分方式,以达到训练的目标负荷,并且使主题相关技术事件出现次数有效增多,实现训练效益最大化。例如:当训练主题对负荷量有较高要求时,可以采用人数较多的SSG规则;而对负荷强度有较高要求时,则可以设置人数较少的SSG规则。为了提高运动员的传球、接球和封堵能力,应在人数较少的规则下进行训练;而为了提升运动员的过人、射门和拦截能力,则应采用人数较多的规则。若在训练中追求更多的技术事件出现次数,则可采用人数较少的SSG规则,以增加训练效率。

总之,训练内容必须紧扣训练主题,脱离主题的训练内容设置无法达到预期的训练效果。因此,在选择训练内容时,应从体能、技术、战术和心理等多个角度出发,综合考虑训练规则的设置,合理优化训练内容,以贴合训练主题,从而有效提升运动员的竞技能力。

参考文献

- [1] STØLEN T, CHAMARI K, CASTAGNA C, et al. Physiology of soccer: an update [J]. *Sports Medicine*, 2005, 35 (06): 501-536.
- [2] MORGANS R, ORME P, ANDERSON L, et al. Principles and practices of training for soccer [J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2014, 3(04): 251-257.
- [3] HILL-HAAS S V, DAWSON B T, COUTTS A J, et al. Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2009, 27(01): 1-8.
- [4] ADESIDA Y, PAPI E, MCGREGOR A H. Exploring the role of wearable technology in sport kinematics and kinetics: A systematic review [J]. *Sensors*, 2019, 19(07): 1597.
- [5] CLEMENTE F, PRAÇA G M, AQUINO R, et al. Effects of pitch size on soccer players physiological, physical, technical, and tactical responses during small-sided games: a meta-analytical comparison [J]. *Biology of Sport*, 2023, 40 (01): 111-147.
- [6] CASAMICHANA D, CASTELLANO J. Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2010, 28(14): 1615-1623.
- [7] FRADUA L, ZUBILLAGA A, CARO Ó, et al. Designing small-sided games for training tactical aspects in soccer: Extrapolating pitch sizes from full-size professional matches [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2013, 31(06): 573-581.
- [8] DI SALVO V, BARON R, González-Haro C, et al. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2010, 28(14): 1489-1494.
- [9] DI SALVO V, BARON R, Tschan H, et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer [J]. *International Journal of Sports Medicine*, 2007, 28 (03): 222-227.
- [10] DI SALVO V, BENITO P J, CALDERON F J, et al. Activity profile of elite goalkeepers during football match-play [J]. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2008, 48(04): 443-446.
- [11] VALTER, ADAM, BARRY, et al. Validation of Prozone®: A new video-based performance analysis system [J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2006, 6 (01): 108-119.
- [12] DI SALVO V, Gregson W, Atkinson G, et al. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer [J]. *International Journal of Sports Medicine*, 2009, 30(03): 205-212.
- [13] BANGSBO J. Fitness training in football: A scientific approach [M]. Denmark: Forlaget Storm, 1994: 235-237.
- [14] 刘鸿优, JESUS-VICENTE, ANDRES A L. 主观疲劳量表与体重流失在足球训练负荷控制中的运用 [J]. *体育科学*, 2015, 35(05): 62-65.
- [15] 李春满, 董午志, 龚炳南, 等. 第17届亚洲杯中国男子国家足球队比赛表现深度分析 [J]. *中国体育科技*, 2020, 56 (04): 20-28.
- [16] 张文彤, 闫洁. SPSS 统计分析基础教程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 9.
- [17] VARLEY M C, FAIRWEATHER I H, AUGHEY R J. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2012, 30(02): 121-127.

- [18] SCOTT M T U, SCOTT T J, KELLY V G. The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2016, 30(05): 1470-1490.
- [19] OWEN A, TWIST C, FORD P. Small-sided games: The physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers[J]. *Insight*, 2004, 7(02): 50-53.
- [20] KELLY D M, DRUST B. The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players[J]. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2008, 12(04): 475-479.
- [21] PLATT D, MAXWELL A, HORN R, et al. Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches[J]. *Insight*, 2001, 4(04): 23-24.
- [22] HELGERUD J, ENGEN L C, WISLØFF U, et al. Aerobic endurance training improves soccer performance[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2001, 33(11): 1925-1931.
- [23] TESSITORE A, MEEUSEN R, PIACENTINI M F, et al. Physiological and technical aspects of "6-a-side" soccer drills[J]. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2006, 46(01): 36-43.
- [24] FENOGLIO R. The Manchester United 4 v 4 pilot scheme for U9s[J]. *FA Coaches Assoc. J.*, 2003, 6(03): 18-19.

[责任编辑 江国平]

(上接第 70 页)

- [42] 邓仲华, 李志芳. 科学研究范式的演化——大数据时代的科学研究第四范式[J]. *情报资料工作*, 2013(04): 19-23.
- [43] CAMPOS G O, ZIMEK A, SANDER J, et al. On the evaluation of unsupervised outlier detection: Measures, datasets, and an empirical study[J]. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2016, 30(04): 891-927.
- [44] GOLDSTEIN M, UCHIDA S. A comparative evaluation of unsupervised anomaly detection algorithms for multivariate data[J]. *PLoS One*, 2016, 11(04): e152-173.
- [45] MAO W, CAO X, ZHOU Q, et al. Anomaly detection for power consumption data based on isolated forest[C]. *New York: IEEE*, 2018: 123.
- [46] LIU G Z. Analysis of the 2011 national student's physical fitness and health test results[C]. 2012.
- [47] DOMINGUES R, FILIPPONE M, MICHIARDI P, et al. A comparative evaluation of outlier detection algorithms: Experiments and analyses[J]. *Pattern Recognition*, 2018, 74: 406-421.
- [48] 徐东, 王岩俊, 孟宇龙, 等. 基于 Isolation Forest 改进的数据异常检测方法[J]. *计算机科学*, 2018, 45(10): 155-159.
- [49] ZHANG S, YAO R, DU C, et al. Analysis of outlier detection rules based on the ASHRAE global thermal comfort database[J]. *Building and Environment*, 2023, 234: 110-115.
- [50] ALHARBE N, RAKROUKI M A, ALJOHANI A. A health-care quality assessment model based on outlier detection algorithm[J]. *Processes*, 2022, 10(06): 121-122.
- [51] FEI T L, KAI M T, ZHOU Z H. Isolation forest[C]. 2008: 23.
- [52] PATRICK S, XHAFA F. Chapter 3-anomaly detection: Concepts and methods[C]//SCHNEIDER P, XHAFA F. *Anomaly detection and complex event processing over IoT data streams*. Academic Press, 2022: 49-66.
- [53] GAO F, DONG D, LIU J CH. Data audit^{®NSPFS} software for chinese national students physical fitness standard testing data[Z]. Hangzhou: The 14th International Symposium on Computer Science in Sport, 2023: 45.
- [54] 李若洋, 钟亚平. 数据驱动体育治理现代化: 理论框架、现实挑战与实施路径[J]. *体育科学*, 2022, 42(05): 18-28.
- [55] 翟继勇, 董琴娟. 学生体质健康测试第三方机构督查的独立性[J]. *武汉体育学院学报*, 2019, 53(02): 96-100.
- [56] 康长菊. 《国家学生体质健康标准》数据测试和有效性的因素分析[J]. *当代体育科技*, 2018, 8(29): 21-23.

[责任编辑 江国平]