

·竞赛与训练·

大学生五人制足球教学比赛负荷特征研究

谢军¹, 庄巍¹, 金少楠², 毛万丽², 彭召方², 张恒亮²

(1.华南理工大学 体育学院, 广东 广州 510641; 2.华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 采取可穿戴心率传感器和 GPS 定位系统采集 10 名大学生五人制足球运动员在 3 场教学比赛中的心率指标和跑动相关指标, 用以量化运动员的内部和外部比赛负荷。结果显示: 运动员比赛平均心率为(171.6±10.7)次/min, 68.6%的比赛时间处于中高强度以上心率区间(>160 次/min), 在比赛时间内运动员跑动(90.9±7.6) m/min, 其中高强度(速度>15 km/h)跑动距离为 6.5 m(占 7.1%), 步行和慢跑(速度<8 km/h)距离为 53.9 m(占 59.3%), 高强度的加速(>2 m/s²)和减速(<-2 m/s²)跑动距离分别为 4.7 和 3.4 m, 运动员在比赛中的最大跑动速度为(22±2.2) km/h。研究结果说明大学生五人制比赛是以中高强度负荷进行的间歇性有氧和无氧混合运动。

关键词: 运动训练; 内部负荷; 外部负荷; 心率; 跑动距离; 五人制足球; 比赛表现

中图分类号: G808.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2018)04-0129-05

A study of collegiate futsal teaching competition load characteristics

XIE Jun¹, ZHUANG Wei¹, JIN Shao-nan², MAO Wang-li²,

PENG Zhao-fang², ZHANG Heng-liang²

(1.School of Physical Education, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China;

2.School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: By using wearable heart rate sensors and a GPS, the authors collected the heart rate index and running related indexes of 10 collegiate futsal players in 3 teaching competitions, used these indexes to quantify the players' internal and external loads, and revealed the following findings: the players' competition average heart rate was (171.6±10.7) beats/min, during 68.6% of the competition time, the players were in the heart rate zone above medium high intensity (>160 beats/min), during competition time, the players ran at a speed of (90.9±7.6) m/min, in which their high intensity (speed >15km/h) running distance was 6.5 m (7.1%), their walking and jogging (speed <8 km/h) distance was 53.9 m (59.3%), their high intensity acceleration (>2 m/s²) and deceleration (<-2 m/s²) running distances were respectively 4.7 m and 3.4 m, during the competitions, the players' maximum running speed was (22±2.2) km/h. The said findings indicate that collegiate futsal competition is an aerobic and anaerobic mixed exercise done in a medium high intensity load condition.

Key words: sports training; internal load; external load; heart rate; running distance; futsal; competition performance

我国在 2003 年举办了首届全国大学生五人制足球联赛, 目前大学生五人制足球联赛作为年度赛事, 其比赛覆盖率和受欢迎程度都越来越高。但是, 大多数高校五人制足球运动员来自于校十一人制足球队, 虽然在技战术水平上有一定基础, 但缺乏科学合理的五人制足球专项训练, 这势必会阻碍五人制足球的进

一步发展。

负荷是运动训练的核心因素^[1]。因此, 要开展科学合理的五人制足球专项训练, 首先必须科学地设计五人制足球的训练负荷。最科学的训练负荷必须以比赛负荷为依据^[2], 因而, 对五人制足球比赛负荷进行科学量化则显得极其重要。

收稿日期: 2018-01-06

基金项目: 广东省普通高校青年创新人才类项目(2016WQNCX015)。

作者简介: 谢军(1964-), 男, 副教授, 研究方向: 体育竞赛与管理。E-mail: xiejun@scut.edu.cn

本研究旨在通过先进的可穿戴电子设备对大学生五人制足球教学比赛中的运动员负荷进行量化研究。基于大学生五人制足球运动员大多来自十一人制足球运动队的现状,本研究还探讨了十一人制足球运动队中的中前场与中后场运动员、有无五人制足球比赛经验运动员在五人制足球教学比赛中的运动负荷特征的差异,以期为大学生五人制足球的科学训练与科学选材提供理论与实践依据。

1 研究对象与方法

1.1 比赛测试

1) 测试对象。

本研究选取的测试对象为五人制足球队队的 10 名大学生运动员:年龄(22.3 ± 1.7)岁,身高(176.1 ± 5.1) cm,体重(68.1 ± 5.9) kg,其中未包含守门员,该 10 名运动员同时为校十一人制足球队运动员。该五人制足球队的最好成绩为省大学生五人制足球联赛亚军。测试的潜在风险在测试之前已告知测试对象,并获得了测试对象以及球队教练员的口头同意。

2) 测试时间。

测试安排在 2016 年 3—4 月进行,共跟踪测试了 3 场教学比赛(3 场比赛的对手皆相同,为当地的一支半职业五人制足球运动队,3 场比赛的最终比分分别为 3:4、5:4 和 5:5,说明比赛双方水平相当。累积测得 29 组比赛数据(每名运动员 3 组数据,第 3 场比赛由于其中一名运动员受伤未参赛,因此缺失了 1 组)。为了尽可能地保证测试的客观性,测试人员完全不干涉或更改教练员的比赛计划。

3) 测试工具与变量。

足球运动员的比赛负荷主要包括内部负荷和外部负荷两部分,内部负荷主要通过运动员的比赛心率来量化,而外部负荷则通过运动员在比赛中的跑动距离、跑动速度和加速度指标来量化^[1]。本研究采取 Polar Team² 心率传感器(芬兰)和 Catapult Optimeye S5 GPS 定位设备(澳大利亚)来采集运动员在比赛中的心率指标和跑动相关指标。两种设备均被前人的研究证实能够准确地采集运动员的实时心率和实时移动位置及速度信息^[3]。每场比赛开始前 25 min,测试人员帮助被测试运动员佩戴并激活心率传感器和 GPS 定位设备,比赛结束后的 10 min 内,测试人员则帮忙解除运动员佩戴的电子设备。心率传感器和 GPS 定位设备的数据都被导出至计算机进行分析。

参照前人的研究成果^[2, 4-8],本研究选取了以下相关变量进行分析:平均心率/(次/min):运动员在上场比赛时间内的平均心率;低强度心率区间/%:心率

<120 次/min 运动时间占总比赛时间的百分比;中等强度心率区间/%:心率 120~159 次/min 运动时间占总比赛时间的百分比;中高强度心率区间/%:心率 160~180 次/min 运动时间占总比赛时间的百分比;高强度心率区间/%:心率>180 次/min 运动时间占总比赛时间的百分比;跑动总距离/m:运动员跑动总距离;步行距离/m:运动员以 0~5.9 km/h 的速度移动的距离;慢跑距离/m:运动员以 6.0~7.9 km/h 的速度跑动的距离;低速跑距离/m:运动员以 8.0~11.9 km/h 的速度跑动的距离;中速跑距离/m:运动员以 12.0~14.9 km/h 的速度跑动的距离;高速跑距离/m:运动员以 15.0~18.0 km/h 的速度跑动的距离;冲刺跑距离/m:运动员以>18.0 km/h 的速度跑动的距离;最大跑动速度/(km/h):运动员最大瞬时跑动速度;高强度减速跑距离/m:运动员以<-2 m/s²的加速度跑动的距离;低强度减速跑距离/m:运动员以-2~0 m/s²的加速度跑动的距离;高强度加速跑距离/m:运动员以>2 m/s²的加速度跑动的距离;低强度加速跑距离/m:运动员以 0~2 m/s²的加速度跑动的距离;加速度负荷($\sum_{i=0}^n A$):

$$A = \frac{\sqrt{(\text{FWD} = i + 0.001 - \text{FWD} = i)^2 + (\text{SIDE} = i + 0.001 - \text{SIDE} = i)^2 + (\text{UP} = i + 0.001 - \text{UP} = i)^2}}{1000}$$

其中, FWD 为前后加速度, SIDE 为左右加速度, UP 为垂直加速度, t 为时间, $i=0, 0.001, 0.002, \dots, n$

1.2 数据分析

五人制足球的换人较为频繁,每名运动员在每场比赛的出场时间都不一样, (27 ± 10) min,最少 9 min,最多 51 min,为了方便对比,本研究通过 Excel 软件将跑动总距离、步行距离、慢跑距离、低速跑距离、中速跑距离、高速跑距离、冲刺跑距离、高强度减速跑距离、低强度减速跑距离、高强度加速跑距离、低强度加速跑距离和加速度负荷 12 个绝对值变量标准化为每分钟的距离/负荷,而平均心率、低强度心率区间、中等强度心率区间、中高强度心率区间、高强度心率区间和最大跑动速度 6 个相对值变量则保留原始值。标准化后的数据被导入到 SPSS(v20.0)软件中进行进一步分析:首先,将所有运动员在 3 场比赛中的每一项变量进行描述性分析,得出大学生五人制足球教学比赛中运动员负荷的总体特征;其次,根据每名运动员在十一人制足球队中的场上位置,将其分为两个组即中后场队员(包括后卫和防守型中场,5 人,15 次出场)和中前场队员(包括前锋和进攻型中场,5 人,14 次出场),采取独立样本 t 检验,对比两组运动员在每一项负荷变量的均值差异;最后,将运动员分为有五人制足球比赛经验组(至少参加过一届省级以上大学生或中学生

五人制足球联赛的运动员,以下简称有经验队员,4人,11次出场)和无五人制足球比赛经验组(从未参加过省级以上大学生或中学生五人制足球联赛的运动员,以下简称无经验队员,6人,18次出场),采取独立样本 *t* 检验,对比两组运动员在每一项负荷变量的均值差异。在两次均值差异对比中, $P < 0.05$ 被认定为具有统计学显著性意义。

2 结果与分析

2.1 五人制足球教学比赛中运动员负荷的总体特征

由表1可见,大学生五人制足球教学比赛中,运动员的平均心率为 (171.6 ± 10.7) 次/min,68.6%的比赛时间处于中高强度以上心率区间(>160 次/min)。通过采取“220-年龄”来估算最大心率,则可得出大学生五人制运动员在比赛中的平均心率约为最大心率的86.4%,而160次/min的心率约为81%最大心率,即大学生五人制足球比赛中有68.6%的比赛时间运动员是处于自身最大心率的81%以上心率区间的。Barbero-Alvarez等^[9]的研究显示,在西班牙五人制职业足球比赛中,运动员的平均心率约为174次/min,占最大心率的90%,且超过70%的比赛时间都处于170次/min以上的心率区间内。Makaje等^[8]对泰国的五人制足球运动员进行了研究,结果认为泰国五人制职业足球运动员在比赛中的平均心率为175次/min,占最大心率的89.8%,而泰国大学生五人制足球运动员的比赛平均心率为170次/min,占最大心率的86.2%。Alexandre等^[10]的文献综述显示,在十一人制足球比赛中,无论是友谊赛还是正式比赛,青年和成年运动员的平均心率介于165~175次/min,占最大心率的80%~89%。由此可见,正式的五人制足球赛的内部负荷要高于十一人制足球比赛,而五人制教学赛和友谊赛的内部负荷则与十一人制足球比赛相接近。

由表1可见,运动员在比赛时间内平均每分钟跑动 (90.9 ± 7.6) m,其中高强度跑动距离为6.5 m(占7.1%),步行和慢跑距离为53.9 m(占59.3%),高强度的加速和减速跑动距离分别为4.7和3.4 m,运动员在比赛中的最大跑动速度平均为 (22.0 ± 2.2) km/h。前人的研究结果显示:澳大利亚国家级别五人制足球联赛运动员在比赛中每分钟跑动距离约138 m,地区联赛运动员每分钟跑动距离约130 m^[11];泰国职业五人制足球运动员在比赛中跑动总距离达到5 087 m,大学生五人制足球运动员跑动总距离为4 528 m,但研究人员并未给出出场时间^[8];西班牙职业五人制足球运动员在比赛中每分钟跑动距离有两个研究结果,一为117 m^[9],另一为121 m^[7];巴西职业五人制足球运动员在正式比

赛中每分钟跑动距离为104 m,热身赛中每分钟跑动距离约为94 m^[2,6]。本研究设定的跑动速度划分标准与后两个研究^[2,6]接近,巴西职业五人制足球运动员在比赛中的跑动距离15%为高强度跑动,57%为步行和慢跑,最大跑动速度为28 km/h。Makaje等^[8]对泰国五人制足球运动员的研究将18 km/h以上速度的跑动划分为高强度跑动(高于本研究的标准),将8 km/h以下速度的跑动划分为步行与慢跑(与本研究相同),结果显示泰国大学生五人制足球运动员在比赛中的跑动距离有13.3%为高强度跑,51.9%为步行和慢跑。由上述结果可见,我国大学生五人制足球运动员在比赛中的跑动距离和高强度跑动偏低,低强度跑动偏高,比赛节奏偏慢。

表1 运动员各项负荷相关变量数值

负荷指标	平均数	标准差	最小值	最大值
平均心率/(次/min)	171.6	10.7	153.0	189.0
低强度心率区间/%	18.6	14.7	6.0	63.0
中等强度心率区间/%	12.8	8.9	2.0	37.0
中高强度心率区间/%	32.8	21.6	5.0	68.0
高强度心率区间/%	35.8	29.0	0	84.0
跑动总距离/m	90.9	7.6	79.3	105.8
步行距离/m	39.2	4.5	32.6	53.0
慢跑距离/m	14.7	2.4	10.4	18.9
低速跑距离/m	21.8	5.0	12.3	33.1
中速跑距离/m	8.7	2.2	5.1	13.6
高速跑距离/m	4.2	1.5	1.5	6.7
冲刺跑距离/m	2.3	1.4	0.3	6.3
最大跑动速度/(km/h)	22.0	2.2	18.0	27.1
高强度减速跑距离/m	3.4	0.6	2.5	4.7
低强度减速跑距离/m	31.4	3.4	25.9	42.6
高强度加速跑距离/m	4.7	0.7	3.6	6.3
低强度加速跑距离/m	51.5	4.3	45.3	60.7
加速度负荷	11.0	1.5	8.2	14.0

2.2 十一人制足球位置对五人制足球比赛负荷的影响

如表2所示,十一人制足球队中后场队员与中前场队员在五人制足球比赛中的平均心率、低强度心率区间、中等强度心率区间和高强度心率区间4个内部负荷变量都不体现出显著性差异,虽然在中高强度心率区间这一变量出现显著性差异,但可以看到这几项变量的标准差都非常大,即无法明确判断两类队员在比赛中内部负荷的差异性。

表 2 十一人制足球中后场队员与中前场队员在五人制足球比赛中各项负荷相关变量对比

负荷指标	中后场队员(n=15)	中前场队员(n=14)	t 值	df	P 值
平均心率/(次/min)	173.2±12.4	169.9±8.6	-0.830	25	0.414
低强度心率区间/%	23.3±19.5	13.6±2.3	-1.896	14	0.078
中等强度心率区间/%	10.5±7.8	15.3±9.7	1.469	25	0.154
中高强度心率区间/%	22.7±17.9	43.6±20.3	2.941	26	0.007
高强度心率区间/%	43.6±29.9	27.4±26.4	-1.545	27	0.134
跑动总距离/m	85.8±5.4	96.3±5.6	5.163	27	0.000
步行距离/m	39.0±2.8	39.4±5.8	0.261	19	0.797
慢跑距离/m	14.2±2.7	15.2±2.0	1.099	26	0.282
低速跑距离/m	19.1±3.8	24.8±4.4	3.706	26	0.001
中速跑距离/m	7.8±2.0	9.6±2.2	2.291	26	0.030
高速跑距离/m	4.0±1.6	4.5±1.3	1.026	27	0.314
冲刺跑距离/m	1.8±1.1	2.8±1.5	2.133	25	0.043
最大跑动速度/(km/h)	21.4±1.9	22.8±2.3	1.753	26	0.091
高强度减速跑距离/m	3.0±0.5	3.8±0.5	4.289	27	0.000
低强度减速跑距离/m	29.4±2.2	33.5±3.2	3.941	23	0.001
高强度加速跑距离/m	4.3±0.4	5.1±0.6	4.451	21	0.000
低强度加速跑距离/m	49.2±3.4	53.9±3.8	3.551	26	0.001
加速度负荷	10.5±1.6	11.7±1.2	2.229	26	0.035

在外部负荷方面,中前场队员比中后场队员出现更多的低速跑($P=0.001$)、中速跑($P=0.03$)和冲刺跑($P=0.043$),与此同时,与加速度相关的所有外部负荷变量中,中前场队员均比中后场队员的数值要高(P 值介于 0.000 与 0.035)。

在十一人制足球比赛中,中后场队员的冲刺跑动距离要显著性低于中前场队员,而低强度加速跑动距离则显著高于中前场队员,而其他速度段和其他加速段下的跑动距离,中后场队员与中前场队员呈现出显著性差异^[12]。由此可见,五人制足球的专项体能并非十一人制足球专项体能的简单迁移,但十一人制足球中的中前场队员在五人制足球比赛中比中后场队员会完成更多的加速和急停动作。

2.3 五人制足球比赛经验对运动员比赛负荷的影响

由表 3 可见,有五人制足球比赛经验的运动员与

无五人制比赛经验的运动员在内部负荷相关变量皆不体现出显著性差异,而大多数的外部负荷相关变量出现显著性差异。无比赛经验的运动员在比赛中的跑动总距离,慢跑、低速跑、中速跑、高速跑、高强度减速跑、高强度加速跑和低强度加速跑距离以及加速度负荷都显著性低于有比赛经验的运动员(P 值介于 0.000 和 0.011),而在步行距离这一项指标上则显著性高于有比赛经验的运动员($P=0.041$)。对于这一研究结果的出现,可能的解释有两种:一是有五人制足球比赛经验的运动员更加熟悉比赛节奏,能在比赛中更合理地分配自己的体能,以较小的消耗完成比赛任务,而无经验的运动员则恰恰相反,因为不熟悉比赛节奏,导致体能消耗偏大;二是可能无比赛经验的运动员在比赛中表现得更加积极主动,试图在教学比赛中给教练员留下更好的印象,争取更多的上场机会。

表 3 有五人制足球比赛经验队员与无经验队员各项比赛负荷相关变量对比

负荷指标	有经验队员(n=11)	无经验队员(n=18)	t 值	df	P 值
平均心率/(次/min)	170.5±13.2	172.3±9.2	-0.383	16	0.707
低强度心率区间/%	25.8±22.1	14.2±4.0	1.724	10	0.114
中等强度心率区间/%	13.3±11.4	12.5±7.4	0.200	15	0.844
中高强度心率区间/%	26.2±20.6	36.8±21.7	-1.323	22	0.199
高强度心率区间/%	34.7±32.2	36.4±27.8	-0.147	19	0.885
跑动总距离/m	84.5±5.8	94.8±5.8	-4.631	21	0.000
步行距离/m	41.5±4.8	37.8±3.7	2.208	17	0.041
慢跑距离/m	12.7±1.5	15.9±2.1	-4.739	26	0.000
低速跑距离/m	18.3±1.8	24.0±5.1	-4.318	23	0.000
中速跑距离/m	7.0±1.2	9.7±2.1	-4.547	27	0.000
高速跑距离/m	3.3±1.1	4.8±1.4	-3.367	26	0.002
冲刺跑距离/m	1.9±0.9	2.6±1.6	-1.536	27	0.136
最大跑动速度/(km/h)	22.6±2.3	21.7±2.1	1.138	19	0.269
高强度减速跑距离/m	3.0±0.4	3.6±0.6	-3.461	25	0.002
低强度减速跑距离/m	30.2±4.5	32.1±2.4	-1.287	14	0.219
高强度加速跑距离/m	4.3±0.5	4.9±0.7	-2.754	26	0.011
低强度加速跑距离/m	47.1±1.5	54.1±3.1	-8.121	26	0.000
加速度负荷	9.9±1.0	11.8±1.4	-4.356	26	0.000

3 结论与建议

大学生五人制足球教学比赛中,运动员的内部负荷特征表现为:赛时平均心率处在中高强度心率区间,70%的比赛时间处于中高强度以上心率区间;运动员的外部负荷特征表现为:跑动距离和高强度跑动距离偏低,低强度跑动距离偏高,比赛节奏偏慢。十一人制足球的中前场队员比中后场队员在五人制足球比赛中出现更多的低速跑、中速跑和冲刺跑,与此同时,中前场队员在加速度相关的所有外部负荷变量中均比中后场队员的数值要高。有五人制足球比赛经验的运动员与无五人制比赛经验的运动员在内部负荷相关变量皆不体现出显著性差异,而在大多数的外部负荷相关变量都出现显著性差异。

本研究的数据结果还可以为大学生五人制足球的科学选材提供一定的理论依据。但是,需要指出的是,运动员在足球比赛中的运动负荷受比赛队伍的实力差距、技战术和比赛的性质影响较大,本研究只是以一支足球队作为研究样本,研究结果的普遍性受到一定的限制,将来的研究应该进一步扩大样本量与取样范围,以获得更加科学精确的研究结果。

本研究由广东普省通高校青年创新人才类项目(2016WQNCX015)资助完成。上海灏江贸易有限公司(澳大利亚 Catapult Innovation 公司在中国大陆的优先供应商)对本研究提供设备支持,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 刘鸿优, GIMENEZ J V, LEON A A. 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(5): 62-65.
- [2] CAETANO F G. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches[J]. Sports Biomechanics, 2014, 13(3): 230-240.
- [3] CUMMINS C, ORR R, O'CONNOR H, et al. Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review[J]. Sports Medicine, 2013, 43(10): 1025-1042.
- [4] TORREÑO N, MUNGUÍAIZQUIERDO D, COUTTS A J, et al. Relationship between external and internal load of professional soccer players during

full-matches in official games using GPS and heart rate technology[J]. International Journal of Sports Physiology & Performance, 2016.

- [5] CAETANO F, BUENO M, MARCHE A, et al. Characterisation of the sprints and repeated-sprint sequences performed by professional futsal players during official matches according to playing position[J]. Journal of Applied Biomechanics, 2015, 31(6): 423-429.
- [6] VIEIRA L H P, DOĞRAMACI S N, BARBIERI R A, et al. Preliminary results on organization on the court, physical and technical performance of Brazilian professional futsal players: comparison between friendly pre-season and official match[J]. Motriz Revista De Educação Física, 2016: 22.
- [7] CASTAGNA C, D'OTTAVIO S, GRANDA V J, et al. Match demands of professional futsal: a case study[J]. Journal of Science & Medicine in Sport, 2009, 12(4): 490.
- [8] MAKAJE N, RUANGTHAI R, ARKARAPANTHU A, et al. Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level[J]. Journal of Sports Medicine & Physical Fitness, 2012, 52(4): 366-374.
- [9] BARBERO-ALVAREZ J C, SOTO V M, BARBERO-ALVAREZ V, et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition[J]. Journal of Sports Sciences, 2008, 26(1): 63.
- [10] ALEXANDRE D, DA S C, HILL-HAAS S, et al. Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application[J]. Journal of Strength & Conditioning Research, 2012, 26(10): 2890-2906.
- [11] DOGRAMACI S N, WATSFORD M L, MURPHY A J. Time-motion analysis of international and national level futsal[J]. Journal of Strength & Conditioning Research, 2011, 25(3): 646-651.
- [12] MALLO J, MENA E, NEVADO F, et al. Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology[J]. Journal of Human Kinetics, 2015, 47(1): 179-188.