



高水平青年男子足球运动员赛前热身活动的负荷量化研究

徐丕同¹, Paulo Henriques(葡萄牙)¹, 赵硕¹, 刘鸿优^{2,3*}

摘要: 采用可穿戴电子设备,对2019赛季“全国青少年男子足球超级联赛”19岁以下年龄组的一支参赛球队的24名青年运动员参加的8场正式比赛的赛前热身活动和比赛负荷进行量化分析。结果显示:(1)该运动队的赛前热身时间平均为(27.8±4.6) min,首发球员和替补球员在赛前热身活动中的各项负荷量化指标皆体现出极其显著的中等至非常大程度差异($P < 0.001$, ES值介于0.72和3.17);(2)首发且打满全场的运动员赛前热身活动的跑动总距离占比赛跑动总距离的18.6%±3.2%,加速度负荷总量占24.5%±4.1%,首发打满全场、首发被换下、替补45 min以上和替补未滿45 min四组不同出场时间的运动员的赛前热身活动的各项负荷指标占比赛负荷指标的比重皆体现出显著性差异($P < 0.013$, η_p^2 介于0.10和0.44)。研究认为,赛前热身活动的负荷量应该被计入比赛日的负荷总量,用于足球运动员的训练负荷管理与训练任务设计参照,且不同出场时间带来的负荷差异应该被纳入考量范围。

关键词: 足球;热身;负荷量;负荷强度;跑动距离

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2019)04-0017-05

DOI: 10.12064/ssr.20190403

A Quantitative Study on Pre-match Warm-up Load of Elite Male Football Players

XU Pitong¹, Paulo Henriques¹, ZHAO Shuo¹, LIU Hongyou^{2,3*}

(1. Academy of Shandong Luneng Taishan Football Club, Weifang 261299, China; 2. School of Physical Education & Sports Science, South China Normal University, Guangzhou 510006, China; 3. National Demonstration Centre for Experimental Sports Science Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: A wearable electronic system was used to conduct a quantitative analysis on the pre-match warm-up load and the game load in 8 official competitions participated by 24 male players from a U19 team in the National Youth Super League during the 2019 season. Results showed that: (1) the average pre-match warm-up time of the team was (27.8±4.6) min. All the training load indicators of the starters and the substitutes in the warm-up activities showed differences from moderate to extremely significant ($P < 0.001$, ES value between 0.72 and 3.17); (2) The total distance covered and the total acceleration load in warm-up activities of the athletes who started and played the full game accounted for 18.6%±3.2% and 24.5%±4.1% of the whole; and the proportion of the warm-up training load out of the game load of starters who played the full game, of starters who were replaced, of players who were substitutes for more than 45 minutes and those who were substitutes for less than 45 minutes, all showed significant differences ($P < 0.013$, η_p^2 between 0.10 and 0.44). The study holds that the training load of pre-match warm-up activities should be included in the total load on the match day, which is normally used for the reference of training load management and training task design for football players, and the difference caused by different playing time should be taken into consideration.

Key Words: football; warm-up; load; intensity; distance covered

收稿日期: 2019-06-30

基金项目: 国家社会科学基金项目(19CTY014)。

第一作者简介: 徐丕同,男,硕士。主要研究方向:足球比赛表现与生理生化分析。E-mail:252227287@qq.com。

* 通讯作者简介:刘鸿优,男,博士,副教授,硕士研究生导师。主要研究方向:足球比赛表现与训练监控。E-mail:442688299@qq.com。

作者单位: 1. 山东鲁能泰山足球学校,山东 潍坊 261299; 2. 华南师范大学 体育科学学院,广东 广州 510006;

3. 华南师范大学 运动科学国家级实验教学示范中心,广东 广州 510006。



0 前言

随着电子信息技术广泛地介入体育领域,各年龄段和各水平层次的足球运动队都开始量化运动员的训练与比赛负荷。在正式的足球比赛中,非守门员位置的运动员场均需完成 10 000~12 000 m 左右的跑动距离,其中 1 500~2 500 m 为高强度跑动,还需要完成 20~40 次左右的冲刺跑动^[1,2]。以比赛负荷作为基线参照来设计训练计划和任务,可以达到完善训练负荷分布管理、实现科学训练、降低运动损伤风险等目标^[3]。

然而,在当前的足球实践之中,被作为基线参照物的比赛负荷量却往往不包括赛前热身活动的负荷量。近期的研究显示,美国大学生女子足球甲级联赛的首发球员在赛前热身活动中的平均跑动距离达 2 034 m,高强度跑动距离和次数达 216 m 和 25 次,分别占打满全场运动员的 21.6%、26.7% 和 36.7%^[4]。因此,该研究论文的 authors 认为“很明显,赛前热身活动的负荷量应该被计入比赛日的负荷总量”,用于足球运动员的训练负荷管理与训练任务设计参照,并呼吁对更多的足球运动员群体的赛前热身活动的负荷量及其占比赛负荷的比重进行研究^[4]。

在高水平的成年和青少年足球比赛之前,参赛球队的运动员都会进行 15~45 min 的赛前热身活动^[5],且在大多数情况下,首发球员和替补球员都是分开进行热身的。在正式的成年足球比赛中,一般允许使用 3 次换人,而在我国最高水平的青少年男子足球赛事——“全国青少年男子足球超级联赛”的比赛中,则允许使用 6 次换人。因此,对热身活动的负荷量及其占比赛负荷量的比重进行量化,需划分首发球员和替补球员,还需考虑球员的上场比赛时间。

本研究通过可穿戴电子设备,对一支参加“全国青少年男子足球超级联赛”19 岁以下年龄组(以下简称青超 U19)球队的青年运动员的赛前热身活动和比赛负荷特征进行量化,对比首发球员与替补球员赛前热身活动负荷的差异性,同时对比不同上场时间的首发球员和替补球员的赛前热身活动负荷占比赛负荷的比重差异,以期对我国高水平青年男子足球运动员的比赛和训练负荷量化与管理提供一定的理论与实践参考。

1 研究方法

1.1 研究样本

本研究的样本为参加 2019 赛季青超 U19B 组比赛的一支球队的 24 名青年男子运动员,年龄为 (17.9±0.2) 岁,身高(176.6±5.0) cm;体重(67.7±6.2) kg,于 2019 年 4 月 12 日至 5 月 31 日期间参加的 8 场正式比赛。共获得了 127 人次的赛前热身活动数据和 108 人次的比赛数据。

1.2 测试设备与指标

本研究采取的测试设备为 Catapult Optimeye S5 GPS 定位系统。该系统通过专用运动背心佩戴于研究对象身上,并不影响研究对象的正常活动。该设备已被前人的研究证实能够准确采集足球运动员的跑动距离及速度信息,并被广泛运用于足球比赛负荷量化的研究与实践之中^[6]。

参照前人的研究成果^[7],并结合该运动队外籍体能教练的建议,从 Catapult Optimeye S5 GPS 定位系统生成的上千项指标中,选取了 13 项指标(见表 1)来量化运动员的赛前热身活动和比赛负荷。

表 1 选取的负荷量化指标一览

Table I List of Selected Load Quantitative Indicators

负荷指标	定义
跑动总距离 /m	运动员在热身活动或比赛时间内的跑动总距离
最大跑动速度 /($m \cdot s^{-1}$)	运动员在热身活动或比赛时间内的最大瞬时跑动速度
高速跑动距离 /m	运动员在热身活动或比赛时间内以 $\geq 5 m/s$ 的速度跑动的距离
高速跑动次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $\geq 5 m/s$ 的速度跑动的次数
低强度减速次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $-1.5 \sim 0 m/s^2$ 的加速度跑动的次数
中等强度减速次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $-1.5 \sim -3 m/s^2$ 的加速度跑动的次数
高强度减速次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $< -3 m/s^2$ 的加速度跑动的次数
低强度加速次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $0 \sim 1.5 m/s^2$ 的加速度跑动的次数
中等强度加速次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $1.5 \sim 3 m/s^2$ 的加速度跑动的次数
高强度加速次数 / 次	运动员在热身活动或比赛时间内以 $> 3 m/s^2$ 的加速度跑动的次数
加速度负荷总量 /AU	运动员在热身活动或比赛时间内在水平和垂直方向的所有加速度的平方和
高代谢负荷跑动距离 /m	高速跑动、高强度减速跑动与高强度加速跑动距离之和
高代谢负荷跑动次数 / 次	高速跑动、高强度减速跑动与高强度加速跑动次数之和



1.3 数据分析

每场比赛结束之后, Catapult Optimeye S5 GPS 定位系统生成的原始数据都被导入到个人电脑中进行筛选和处理。整理后的数据被导入到数据分析软件 SPSS20.0 中进行统计学分析。首先, 采用独立样本 T 检验对比首发球员和替补球员赛前热身活动各项负荷指标的均值差异。其次, 采用单因素方差分析, 对比按上场时间分成的 4 个组(首发打满全场、首发被换下、替补 45 min 以上和替补未滿 45 min) 球员赛前热身活动各项负荷变量占比赛负荷比重的差异性。通过 P 值来界定差异是否显著: P < 0.05 表示差异显著; P < 0.01 表示差异很显著; P < 0.001 表示差异非常显著。同时采用效果量(effect size, ES)来界定差异大小。使用独立样本 T 检验时, 通常采用 d 值作为效果量大小的指标, 划分标准为: 微小无意义差异 < 0.2 < 小差异 < 0.6 < 中等差异 < 1.2 < 大差异 < 2 < 非常大差异 < 4 < 极大差异^[8]。方差分析的效果量大小则通过偏 Eta 平方值来界定 (η_p^2): 0.01 < 小效应 < 0.06 < 中效应 < 0.14 < 大效应^[9]。

2 研究结果与分析

2.1 首发球员和替补球员的赛前热身活动负荷量和强度特征

该男子青年足球运动队在 2019 赛季中超 U19B 组 8 场比赛的赛前热身时间平均为 (27.8±4.6) min, 在 20~32 min 浮动。这与 Towlson 等调查的英格兰高水平职业足球比赛的赛前热身时间相仿 [(30.8±8.2) min,

介于 15~45 min]^[5], 但低于美国大学生女子足球甲级联赛的赛前热身活动时间 [(38.8±5.4) min, 介于 25~40 min]^[4]。

表 2 展示了该男子青年足球运动队的首发球员和替补球员在赛前热身活动的负荷量和强度特征。首发球员和替补球员在赛前热身活动中的各项负荷量化指标皆体现出极其显著的中等至非常大程度差异 (P < 0.001, ES 值介于 0.72 和 3.17 之间)。Williams 等的研究发现, 在美国大学生女子足球甲级联赛中, 即使是执行一模一样的热身计划, 首发球员在赛前热身活动中的各项指标都比替补球员高出 11%~19%^[4]。本研究对象的首发球员和替补球员是分开进行热身的, 替补球员的热身活动负荷量(跑动总距离和加速度负荷总量)只达到首发球员的 46%~48%, 而负荷强度(高速跑动距离和次数、高强度减/加速次数、高代谢负荷跑动距离和次数)则只达到首发球员的 6%~16%, 最大速度亦只达到首发球员的 72%。

赛前热身活动的目的是激活运动员的神经肌肉系统、提高肌肉温度和血流速度、提升代谢反应, 从而让运动员更好地准备比赛, 最终优化比赛表现^[10]。尽管目前关于足球比赛的赛前热身活动的形式、负荷量和负荷强度的最优方案尚无定论^[11], 但是替补球员在负荷量和负荷强度方面与首发球员存在的巨大差异依然需要被实践人员所重视。替补球员在上场比赛之前的“二次热身”, 应该补充具有一定运动强度的高速跑和加速、急停活动, 同时应进行一定的次最大速度冲刺跑动, 以更好地适应比赛节奏。

表 2 首发与替补球员赛前热身活动的各项负荷指标一览 ($\bar{X} \pm S$)

Table II List of Load Indicators for the Pre-match Warm-up Activities of the Starting and Substitute Players ($\bar{X} \pm S$)

负荷指标	首发球员 (N=79)	替补球员 (N=48)	t	P	d
跑动总距离 /m	1 713±315	795±247	17.22	0.00	2.91
最大跑动速度 /(m·s ⁻¹)	5.44±0.69	3.91±0.79	11.45	0.00	2.22
高速跑动距离 /m	9.9±10.4	1.1±5.8	5.36	0.00	0.84
高速跑动次数 /次	0.91±1.06	0.15±0.74	4.37	0.00	0.72
低强度减速次数 /次	34.0±9.7	6.7±5.2	18.06	0.00	2.83
中等强度减速次数 /次	11.8±4.8	1.2±2.8	13.96	0.00	2.22
高强度减速次数 /次	2.1±2.1	0.13±0.73	6.52	0.00	0.98
低强度加速次数 /次	37±11	6.6±5.7	17.34	0.00	2.70
中等强度加速次数 /次	10.2±4.1	1.4±3.3	12.42	0.00	2.12
高强度加速次数 /次	2.4±1.7	0.15±0.62	8.75	0.00	1.31
加速度负荷总量 /AU	233±38	113±28	18.95	0.00	3.17
高代谢负荷跑动距离 /m	52±23	8.4±17.6	11.16	0.00	1.87
高代谢负荷跑动次数 /次	5.4±3.6	0.4±2.0	8.83	0.00	1.40



2.2 不同出场时间球员赛前热身活动负荷与比赛负荷的关系

由表3可知,在该青年足球运动队中,首发且打满全场的运动员赛前热身活动的跑动总距离占比赛跑动总距离的18.6%,加速度负荷总量占24.5%。这一结果与Williams等^[4]的研究发现(热身跑动距离占比赛跑动距离的21.6%)类似。但是,本研究发现,在该青年足球运动队首发且打满全场运动员的赛前热身活动中,高速跑动距离和次数仅占比赛的1.6%和1.7%。这与美国大学生女子足球甲级联赛中的赛

前热身活动强度相去甚远,后者打满全场的首发球员在赛前热身活动中的高速跑动距离和次数达到了比赛中的两项指标的26.7%和36.7%^[4]。结合赛前热身活动中高代谢负荷跑动距离和次数两项指标占比赛指标的比重(5.8%和7.6%),说明该青年足球运动队的赛前热身活动相对保守。后续的研究可以扩大样本球队,以探讨该现象是否为我国高水平青年足球运动队的普遍现象。另一个急需探讨的方向则是,该强度的赛前热身活动是否能够有效地实现热身目的,帮助运动员适应比赛节奏,提升比赛表现。

表3 不同出场时间球员赛前热身活动负荷占比赛负荷的百分比($\bar{X}\pm S$)

Table III Proportion of the Pre-match Warm-up Load out of the Game Load for Players with Different Playing Time($\bar{X}\pm S$)

负荷指标(占比赛)/%	首发打满全场 (a, N=39)	首发被换下 (b, N=40)	替补45 min 以上 (c, N=16)	替补未满45 min (d, N=13)	ANOVA			
					F	P	η_p^2	Post-hoc
跑动总距离	18.6±3.2	29±11	17.3±4.4	41±27	12.23	0.00	0.27	a/c<b/d
最大跑动速度	67.5±8.7	69.2±9.5	49.0±12.5	52±10	22.30	0.00	0.41	a/b>c/d
高速跑动距离	1.7±1.9	3.2±3.9	0.7±2.5	0.32±0.80	3.85	0.012	0.11	b>d
高速跑动次数	1.6±1.9	3.5±4.4	0.8±2.8	0.28±1.03	3.76	0.013	0.10	b>d
低强度减速次数	20.9±5.5	33±18	8.9±6.3	17±14	15.84	0.00	0.33	b>a/d>c
中等强度减速次数	21.1±8.1	30±15	4.6±9.9	5.5±8.3	25.78	0.00	0.44	b>a>c/d
高强度减速次数	11.8±12.1	15±20	1.6±6.3	0.00±0.00	4.99	0.003	0.13	b>c/d
低强度加速次数	19.3±4.4	32±17	7.8±6.4	15±11	19.61	0.00	0.38	b>a/c/d; a>c
中等强度加速次数	17.2±6.3	24±12	4.4±10.8	7.6±11.0	17.78	0.00	0.35	b>a>c/d
高强度加速次数	50±58	71±74	4.6±12.7	0.00±0.00	6.86	0.00	0.17	b>c/d
加速度负荷总量	24.5±4.1	38±12	22.9±4.5	57±32	18.72	0.00	0.36	a/c<b<d
高代谢负荷跑动距离	5.8±2.7	8.7±6.1	1.6±3.0	3.0±3.1	10.75	0.00	0.25	a/b>c
高代谢负荷跑动次数	7.6±6.2	11±10	1.4±4.7	0.20±0.73	8.62	0.00	0.21	a>d; b>c/d

相对于前人研究,本论文的主要创新之处是对比了首发打满全场、首发被换下、替补45 min 以上和替补未满45 min 四个不同出场时间的运动员的赛前热身活动负荷占各自比赛负荷的比重的差异性。由表3可见,4个组别球员赛前热身活动的各项负荷指标占比赛负荷指标的比重皆体现出显著性差异($P<0.013$, η_p^2 介于0.10和0.44之间)。总体而言,首发被换下球员赛前热身活动的各项负荷指标占比赛负荷指标的比重皆高于其他组别。在比赛日之后的一个恢复性训练课,教练员往往会根据比赛上场时间将运动员分成不同的组别,设计不同的恢复性训练计划^[12]。当前,这类训练计划的设计依据大多参考首发和替补球员的比赛时间、比赛负荷量和负荷强度^[13],并未有效纳入赛前热身的负荷量和强度。从本研究的结果来看,不同出场时间的足球运动员的赛前热身负荷量占比赛负荷量的17%~57%,显然应该计入比赛日负荷总量之内,纳入恢复性训练计划

的设计依据。另外,不同出场时间的首发和替补球员的赛前热身活动负荷指标占比赛负荷指标比重都存在显著性的差异,在设计训练计划的时候,也应该考虑到这些差异的影响,进行针对性调整。需要特别注意的是,替补球员除了进行赛前热身活动之外,还会在上场比赛之前进行“二次热身”,下半场比赛开始之后上场的替补球员在中场休息期间亦会进行一定的热身活动,后续的研究应该对替补球员的这部分的热身活动负荷进行跟踪和量化。

3 结论与建议

首发球员和替补球员在赛前热身活动中的各项负荷量化指标皆体现出极其显著的中等至非常大程度差异。替补球员的热身活动负荷量只有首发球员的一半不到,而负荷强度则只达到首发球员的一成左右,最大速度亦只达到首发球员的七成左右。不同出场时间的足球运动员的赛前热身负荷量占比赛负



荷量的17%~57%，高速跑动距离和次数仅占比赛的0.28%~3.5%。不同出场时间的首发和替补球员的赛前热身活动负荷指标占比赛负荷指标比重都存在显著性的差异。

替补球员在上场比赛之前的“二次热身”，应该补充具有一定运动强度的高速跑和加速、急停活动，同时应进行一定的次最大冲刺速度跑动，以更好地适应比赛节奏。赛前热身活动的负荷量应该被计入比赛日的负荷总量，用于足球运动员的训练负荷管理与训练任务设计参照，且应该将不同出场时间带来的负荷差异纳入考量范围。

本研究仅跟踪了一支运动队8场比赛的赛前热身活动和比赛负荷，后续的研究宜扩大样本球队，同时跟踪和量化替补球员在上场前的“二次热身”和中场休息时的热身活动的负荷，从而更加准确地探讨我国高水平青年足球运动员的热身活动负荷。另一个急需探讨的方向则是：是否存在理想的赛前热身负荷量和强度以实现最有效的热身，达到帮助运动员适应比赛节奏、提升比赛表现的目标。

参考文献：

- [1] Impellizzeri F. M. Theoretical Framework for Developing Physical Training Programs in Soccer[C]. Wuhan: 6th China Performance Training Forum, 2018.
- [2] Stolen T., Chamari K., Castagna C., et al. Physiology of Soccer[J]. Sports Medicine, 2005, 35(6): 501-536.
- [3] Akenhead R., Nassis G. P. Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions[J]. International Journal of Sports Physiology & Performance, 2016, 11(5): 587.
- [4] Williams J. H., Jaskowak D. J., Williams M. H. How Much Does the Warm-Up Contribute to the Soccer Match-

Day Load?[J]. Sport Performance & Science Reports, 2019, 1: 1-4.

- [5] Towlson C., Midgley A. W., Lovell R. Warm-up strategies of professional soccer players: Practitioners' perspectives[J]. Journal of Sports Sciences, 2013, 31(13): 1393-1401.
- [6] 刘鸿优,唐小明,陈彦龙,等.全球定位系统跟踪足球运动员跑动距离的准确性实验[J].体育学刊,2018,25(1): 132-136.
- [7] 张恒亮,毛万丽,刘鸿优.运用数据级数推断对大学生足球专项课堂教学比赛负荷数据的分析[J].体育科研, 2018,39(6):79-86.
- [8] 刘鸿优,Hopkins W. G.体育统计学新视角:数据级数推断[J].体育与科学,2017,38(3):27-31.
- [9] 谢军,刘鸿优.比赛情境因素对中国足球超级联赛技战术表现的影响[J].北京体育大学学报,2017,40(2):112-116,141.
- [10] Silva L. M., Neiva H. P., Marques M. C., et al. Effects of warm-up, post-warm-up, and re-warm-up strategies on explosive efforts in team sports: A systematic review[J]. Sports Medicine, 2018, 48(10): 2285-2299.
- [11] Hammami A., Zois J., Slimani M., et al. The efficacy, and characteristics, of warm-up and re-warm-up practices in soccer players: a systematic review[J]. The Journal of sports medicine and physical fitness, 2018, 58: 135-149.
- [12] Hills S. P., Barwood M. J., Radcliffe J. N., et al. Profiling the Responses of Soccer Substitutes: A Review of Current Literature[J]. Sports Medicine, 2018, Epub ahead of print.
- [13] Trewin J. S. W. Match-running performance of elite female soccer players: The factors affecting performance and training applications[D]. Auckland University of Technology, 2017.

(责任编辑:刘畅)