

# 运动生理学视域下女子足球运动员体能训练方法研究

张强<sup>1</sup> 杨程宇<sup>1\*</sup> 王坤<sup>1</sup> 柴林<sup>2</sup> 江居所<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 聊城大学研究生处, 山东 聊城 252000

<sup>2</sup> 聊城大学音乐与舞蹈学院, 山东 聊城 252000

**[摘要]** 为推进女子足球运动的科学发展, 文章运用文献资料法和逻辑分析法, 以女子足球运动员机体代谢特点为切入点, 对女子足球运动员的专项有氧训练方法和专项无氧训练方法进行生理学分析。以期为足球教练员与女子足球运动员的专项体能训练方法的选择与应用提供理论支持。

**[关键词]** 运动生理学; 女子足球运动员; 专项体能训练

DOI: 10.33142/jscs.v4i1.11442

中图分类号: G843

文献标识码: A

## Research on Physical Training Methods for Female Football Players from the Perspective of Sports Physiology

ZHANG Qiang<sup>1</sup>, YANG Chengyu<sup>1\*</sup>, WANG Kun<sup>1</sup>, CHAI Lin<sup>2</sup>, JIANG Jusuo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduate Office of Liaocheng University, Liaocheng, Shandong, 252000, China

<sup>2</sup> School of Music and Dance, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong, 252000, China

**Abstract:** In order to promote the scientific development of women's football, this article uses literature review and logical analysis methods, taking the metabolic characteristics of women's football players as the starting point, to conduct physiological analysis on the specialized aerobic training methods and specialized anaerobic training methods of women's football players, so as to provide theoretical support for the selection and application of specialized physical training methods for football coaches and female football players.

**Keywords:** exercise physiology; female football player; specialized physical training

### 引言

足球运动是一项历史悠久的运动项目, 随着足球运动的不断发展, 女子足球也受到了广泛的关注。现代女子足球运动越来越趋于男性化发展, 比赛呈现出强对抗、时间长、攻防转换快等特点, 这对女性足球运动员的体能提出了更高的要求, 高水平的专项体能训练是比赛中保持体力、发挥运动技能、有效运用战术、保持良好心理状态的基础和保障<sup>[2]</sup>。以往我们对于足球专项体能训练方法的研究主要集中于男子运动员, 但是男性与女性具有较大的生理差异, 所以一些男子足球运动员训练方法并不一定适用于女子足球运动员, 于是本文通过对足球专项体能训练方法的生理学分析, 为女子足球运动员专项体能训练方法的选择与应用提供理论支持。

### 1 基于运动生理学的女子足球运动员机体代谢特点

#### 1.1 女子足球运动员有氧代谢特点

据统计, 在一场高水平足球比赛中, 一名足球运动员在场上运动的总的距离 8706~14274 米, 其中走步占 26.3%, 慢跑占 44.6%, 快速冲刺跑占 18.9%, 高强度冲刺跑在整场比赛中占比较小, 这也就决定了足球比赛大部分时间主要依靠有氧代谢供能<sup>[17]</sup>。人体运动时, 有氧代谢的

供能主要依靠糖和脂肪以及部分蛋白质的有氧氧化供能, 这个过程中需要充足的氧气参与, 底物在己糖激酶、磷酸果糖激酶-1 等酶的催化下, 生成三磷酸腺苷 (ATP), 释放大量能量, 从而维持肌肉长时间工作。

人体运动时, 有氧代谢主要依靠糖、脂肪及部分蛋白质的有氧氧化供能, 代谢底物为糖、脂肪、部分蛋白质, 其中糖的优先级最高, 蛋白质最低。但有研究显示, 女性运动员在进行低强度有氧运动时可以利用脂肪为能源, 而男性运动员则是在进行高强度有氧运动时才会以脂肪为能源<sup>[14]</sup>, 这可能是由于女性运动员机体脂肪含量高, 肌纤维类型差异导致的。

不同类型肌纤维的代谢特点也不相同。人体肌纤维根据肌球蛋白重链同功型划分, 可以分为 MHC-I、MHC-IIa、MHC-IIx 和 MHC-IIb 四种类型, I 型肌纤维属于高氧化低糖分解型纤维, IIa 型肌纤维的有氧能力强, 但无氧能力较弱, 就男性和女性肌纤维类型分布比例来看, 男性为 IIa > I > IIb, 女性为 I > IIa > IIb, 因此, 在运动时女性运动员的脂肪氧化利用率相对高于男性运动员, 而碳水化合物氧化利用率相对低于男性运动员<sup>[10]</sup>。

以往的观念认为, 男性的运动能力优于女性, 这是综合身体形态、生理机能等各方面因素后得出的结论, 但现

有研究表明, 仅对于有氧代谢能力, 女性则要优于男性。Thomas Beltrame 在《Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism》一文中, 选择了 18 位年轻健康的受试者 (9 位男性与 9 位女性), 通过对受试者进行“递增强度跑台运动测试”及 3 项中等强度的跑台运动测试, 得到女性的身体对于氧气恒定循环运用的能力比男性高出 30% 的结论<sup>[12]</sup>。对于这一结论, 滑铁卢大学运动健康科学学院教授 Richard Hughson 给出的解释是, 女性的肌肉能更快速地从血液中提取氧气, 这说明女性具有更优越的有氧系统<sup>[15]</sup>。

### 1.2 女子足球运动员无氧代谢特点

足球比赛中, 运动员要进行大量的短距离冲刺、急停急起等爆发性动作, 球员必须具备出色的机体快速动员的能力, 这对于运动员在无氧状态下的运动能力提出了较高的要求, 人体无氧代谢依靠两个供能系统, 一是糖酵解系统, 其利用的供能底物为肌糖原等, 在将葡萄糖分解为乳酸的过程中, 释放 ATP, 是周期性耐力项目的生理基础; 二是磷酸原系统, 其利用的供能底物是磷酸肌酸 (CP), CP 贮存在肌纤维中, 是与 ATP 密切相关的另一种高能磷酸化物, 其分解时可以释放出大量能量, 以供机体使用, 在这一过程中, 不需要氧气参与, 不产生乳酸, 是短时间、大强度运动的生理基础<sup>[16]</sup>。

在足球比赛的 90min 内, 球员的心肺功能已经得到充分动员, 内脏器官的生理惰性已被克服。在单位时间内, 当有氧代谢所提供的能量不足以支持剧烈运动所需要的能量时, ATP 和 CP 会大量分解, 从而为机体维持运动提供能量, 其中依靠糖酵解提供的能量占比较小, 但在运动的间歇时间, 被分解的 ATP 和 CP 重新合成, 之前因高强度运动所产生的乳酸也会逐渐被机体代谢吸收。表明, 球员机体的能量代谢基本是依靠磷酸原系统供能来完成的<sup>[9]</sup>。

肌纤维根据收缩速度, 可以分为快肌纤维和慢肌纤维。快肌纤维具有更多的磷酸原储备, 能够加快磷酸原分解速度, 但是与男性运动员相比, 女性运动员肌肉纤维比例中的快肌纤维 (类型 II) 相对较少, 因此女性运动员调用磷酸原系统时效能较低。

女性运动员与男性运动员的乳酸阈值不相同, 女性运动员乳酸阈值更低, 因此女性运动员在高强度运动中磷酸原系统的利用会受到限制, 并且会更快地进入到氧化代谢阶段。

### 2 女子足球运动员专项体能训练方法与生理学分析

足球专项体能训练发展机体什么能力、如何训练才能有效提高、如何测评专项体能等问题在学界没有确切定论, 从相关研究知<sup>[4]</sup>, 足球专项体能训练由有氧能力、无氧能力、专项力量和专项协调 4 个部分构成, 依据女子运动员

机体代谢方式, 将足球专项体能训练分为专项有氧训练和专项无氧训练两大类。

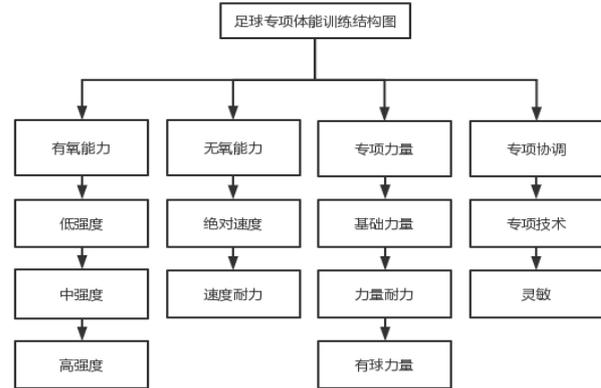


图 1 足球专项体能训练内容结构

### 2.1 专项有氧训练

有氧耐力是竞技体能中最基础的身体能力之一, 能够保证运动员的机体在激烈对抗中动作的质量与长时间工作的能力。足球专项有氧能力是在比赛中多次反复高强度快速运动的间歇期, 有氧代谢系统快速恢复磷酸肌酸 (CP), 以利用其再合成 ATP 的能力。现阶段, 专项有氧训练仍以无球状态下的间歇性重复训练法为主, 例如固定间歇时间 30 m 跑、25 m 折返跑、YOYO 跑、动态 YOYO 跑等。这些训练有利于运动员在高强度冲刺后进行间歇恢复, 发展间歇期机体 CP 的恢复速度, 为下次高强度冲刺做准备。所以女子足球运动员的专项有氧训练应该以提高速度耐力为目的, 主要采取间歇重复训练法, 运动负荷强度要达到亚极量负荷强度 (见表 1)。

表 1 专项有氧训练方法的设计原则

训练目的	训练方法	负荷结构			监控参数
		运动时间	运动强度	间歇时间	
提高速度耐力	间歇重复训练法	≤60s	亚极量负荷	≥60s	血乳酸 (BLA) 7~8mmol/L

注: 重复练习次数以练习质量没有明显下降为标准

YO-YO 间歇恢复测试作为足球运动员体能测试手段, 同时又是有效的发展女子足球运动员专项有氧训练能力的训练方法, 目前该测试一般分为两个运动强度, 即水平 1 (IR1) 和水平 2 (IR2), 在足球运动员的训练与测试中, IR1 适用于女子足球运动员, 而 IR2 则是适用于优秀女子运动员, 二者间歇时间和运动强度都不同。女子足球运动员应该根据运动员自身的机体状况和训练目的选择测试强度, 因人而异, 因场上位置而异, 不要盲目追求高强度。

国内学者任建生<sup>[2]</sup>等人以 U17 足球运动员为实验对象, 对固定 50s 间歇时间的 30m 跑进行研究, 并与运动员比赛临场统计的数据进行了对比, 认为这种训练方式与运动员在比赛中表现出的生理负荷的性质相似, 总体上是符合足球专项体能的代谢特点与性质的。同时根据其他学者研究

结果得知<sup>[7]</sup>，女子足球比赛间断后，间歇时间大多数在 20 s 左右，因此女子足球运动员采取间歇跑训练时，应尽可能地贴近比赛的实际情况，将间歇时间设置在 20~50s 为宜。

## 2.2 专项无氧训练

足球专项无氧能力主要是指磷酸肌酸的快速动员和利用、磷酸肌酸贮存的总量与磷酸肌酸酶活性等。足球比赛中运动员的活动特征包括急停、急起、变向、跳跃、抢截等动作形式，而这些在无氧供能系统支持下的高强度跑动和动作形式在比赛的关键环节中具有十分重要的作用，甚至可以决定比赛结果<sup>[8]</sup>，因此足球运动员专项无氧能力的重要性可见一斑，这也说明在女性足球运动员的训练中应该侧重于专项无氧能力的提高。

足球专项无氧训练方法多种多样，但这些训练方法都是以提升运动员在高速运动中迅速感知、判断和行动能力、短时间内的极量运动能力与大运动强度下持续运动的能力为主要目的，以绝对速度、乳酸速耐、耐酸速耐等相互交叉的组成部分为主要内容<sup>[5]</sup>。

目前发展运动员专项无氧能力的主要训练方法是无氧-低乳酸训练法，运用无氧-低乳酸训练法时应发挥最大速度或最大力量，运动时间控制在 10 s 以内，同时间歇时间不能短于 30 s（见表 2），成组练习的组间歇时间不能短于 3 min，女性运动员由于乳酸阈值较低，为避免乳酸的积累，可以适当延长恢复时间。

表 2 专项无氧训练方法的设计原则

训练目的	训练方法	负荷结构			监控参数
		运动时间	运动强度	间歇时间	
提高快速运动能力与爆发力	无氧-低乳酸训练法	≤10s	超极量负荷	≥30s	BLA≤3mmol/L

注：重复练习次数以血乳酸（BLA）不超过 3mmol/L 的训练次数为标准

常用的训练手段是结合球的模拟比赛训练和专项套路练习，例如小场地多球门的比赛训练，快速攻防转换训练，4v4 多球门攻防转换训练，以提高运动员爆发力和瞬时处理球能力为目的的专项套路训练等。小场地比赛法（Small-sided Games, SSGs）近些年受到国内外学者的广泛关注，Hill-Haas 认为，教练通过改变球场面积、球员人数、训练方案等因素，可以达到对训练强度控制的目的<sup>[12]</sup>。另外 Karahan 以精英足球运动员为实验对象，通过高强度的小场地比赛训练对其进行实验干预，得出结论：小场地比赛训练可以同时提高运动  $VO_{2max}$  和无氧能力。对于足球专项无氧能力的训练设计，我国学者水祎舟提出，在设计时重点应该放在发展运动员结合球的状态下的冲刺能力、冲刺效率、及反复进行高强度运动的速度耐力水平。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

（1）女子足球运动员可以在有氧低强度运动时将脂肪作为能源物质，女子足球运动员机体 II 型肌纤维占比较高，运动时的脂肪氧化利用率相对高于男性运动员。

（2）女子足球运动员机体快肌纤维（类型 II）占比小于男子足球运动员，运动时对磷酸原系统的利用具有先天劣势，同时乳酸耐受阈值较低，在高强度运动下利用磷酸原系统供能的能力会受到一定限制。

（3）足球专项有氧训练是以发展高强度运动的间歇期，有氧代谢系统快速恢复磷酸肌酸以再合成 ATP 的能力为目的。训练方法多采用间歇重复训练法，例如固定间歇时间 30 m 跑、25 m 折返跑、YOYO 跑等，女子足球运动员间歇时间应该适当缩短。

（4）足球专项无氧训练是以提高磷酸肌酸的快速动员和利用能力为目的，训练中主要采用无氧-低乳酸训练法，训练设计上应注重结合球，可以采用小场地比赛训练方法，女子足球运动员间歇时间应该适当延长。

### 3.2 建议

（1）对于女子足球运动员的专项有氧训练时，应该重点放在以有氧耐力为基础的间歇训练上，间歇时间应当适当缩短，贴近比赛实际情况，以 20~50 秒为宜，使其能够充分发挥有氧代谢在运动间歇更加快速分解乳酸的优势。

（2）女子足球运动员进行专项无氧训练时，应该采用无氧-低乳酸训练法，训练次数应以血乳酸不超过 3mmol/L 为度，训练设计时尽量结合球，模拟比赛情景，同时由于女性足球运动员的乳酸阈值较低，为避免乳酸的积累，建议适当延长间歇时间。

### 【参考文献】

- [1]邢颖. 高校女子足球运动员体能训练分析[J]. 吉林省教育学院学报(下旬), 2014, 30(9): 124-125.
- [2]任建生, 曾丹, 凌波, 等. 足球运动员专项体能评定方法的研究[J]. 体育科学, 2004(5): 49-52.
- [3]王瑞元, 苏全生. 运动生理学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2011.
- [4]水祎舟. 足球运动专项体能训练设计理论与实证[D]. 北京: 北京体育大学, 2016.
- [5]水祎舟, 黄竹杭, 耿建华, 等. 足球运动专项有氧耐力训练设计实证研究[J]. 成都体育学院学报, 2016, 42(1): 70-77.
- [6]陈翀, 陈效科, 王朝信, 等. U17 足球运动员专项灵敏和耐力素质分析及评价等级的建立[J]. 北京体育大学学报, 2016, 39(11): 112-118.
- [7]冯连世, 冯美云, 冯炜权. 运动训练的生理生化监控方法[M]. 北京: 人民体育出版社, 2006.

- [8]陈翀,王启荣.足球体能测评理论与实证研究[M].北京:人民体育出版社,2021.
- [9]杨雷,张兴泉.足球运动能量代谢特征探析[J].沈阳体育学院学报,2008(5):101-103.
- [10]朱小宁.三个月健身干预对肥胖成年人运动能量消耗影响的研究[D].武汉:武汉体育学院,2017.
- [11]崔冬冬,刘丹,郑鹭宾.中国女足运动员比赛跑动能力特征与评价标准的研究与建立[J].北京体育大学学报,2009,32(4):131-133.
- [12]Hill-Haas, S. V., et al. Physiology of Small-Sided Games Training in Football: A Systematic Review[J]. *Sports medicine* (Auckland), 2011, 41(3): 199-220.
- [13]Karahana M. Effect of skill-based training vs. small-sided games on physical performance improvement in young soccer players[J]. *Biology of Sport*, 2020, 37(3): 305-312.
- [14]Ghalia Shamlan, Paul Bech, M. Denise Robertson, and Adam L, Collins. Acute effects of exercise intensity on subsequent substrate utilisation, appetite, and energy balance in men and women[J]. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2017, 42(12): 1247-1253.
- [15]Thomas Beltrame, Rodrigo Villar, Richard L, Hughson. Sex differences in the oxygen delivery, extraction, and uptake during moderate-walking exercise transition[J]. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2017, 42(9): 994.
- [16]王瑞元等.运动生理学[M].北京:人民体育出版社,2011.
- [17]陈明.足球运动员的体能训练与疲劳消除[J].北京体育大学学报,2006(2):206-208.
- 作者简介:张强(1999—),男,汉族,山东泰安人,硕士在读,聊城大学,研究方向:足球体能训练与评估; \*通讯作者:杨程宇(1998—),男,汉族,山东聊城人,硕士在读,聊城大学,研究方向:足球体能训练与评估;王坤(1998—),男,汉族,山东菏泽人,硕士在读,聊城大学,研究方向:教育社会学;柴林(2004—),女,汉族,山西忻州人,本科在读,聊城大学,研究方向:舞蹈体能训练;江居所(2001—),男,汉族,山东聊城人,硕士在读,聊城大学,研究方向:体育教学与训练。