

(内部刊物仅供学习交流)

国际足球理论与实践

Doctrine and Practice of International Football

(第 18 期) 2021.6



西安体育学院足球学院 主办

编 委 会

名誉顾问：赵军

主编：席海龙

本期责任编辑：苏鑫、范宇翔、雷旭

本期编委：刘东、王雪冰、王子卓、张博、苏鑫、范宇翔、
段林涛、雷旭

翻译指导：李铁军

图片文字均来自网络

国际足球理论与实践

Doctrine and Practice of International Football

(第 18 期) 2021.6

目 录

简讯动态

国际足联基金会如何通过足球帮助难民.....	1
香港自豪的历史和雄心勃勃的计划.....	3
在尼泊尔展示足球的多样性.....	5

学术研究

亚精英青少年足球每周训练负荷与恢复变化的量化研究.....	7
男女青少年足球运动员有目的头球过程中球的特征对头部加速度的影响.....	18
高水平青少年足球运动员重复冲刺能力的年龄相关性差异.....	27

著作连载

美国足球教练员最佳训练课程(六).....	35
-----------------------	----

思路方法

当今比赛中前锋的培养.....	37
-----------------	----

国际足联基金会如何通过足球帮助难民

How The FIFA Foundation Helps Refugees Through Football

来源：FIFA 官网

译者：王雪冰 足球学院 18 级

每年 6 月 20 日，联合国在联合国世界难民日表彰难民的奋斗和勇敢。这个日子的目的是提高人们的意识，加强公众对难民每天经历的了解，并关注以建设性的方式帮助他们。

国际足联基金会致力于利用足球作为改变和改善人民生活工具，它与几个非政府组织(NGOs)密切合作，通过足球帮助难民。

通过其社区行动计划，国际足联基金会帮助 78 个国家的 169 个非政府组织开展草根行动，惠及全世界数千人。

在谈到与非政府组织合作支持难民的工作时，国际足联基金会首席执行官尤里·乔凯夫说：“国际足联基金会的使命很简单，我们想用足球给人们的生活和社会带来积极的影响。我很自豪能够支持开放场地、莱茵兰科球场和基琴奥恩格兰森球场，因为他们在通过足球让难民感到宾至如归的过程中扮演着非常重要的角色。

“他们的活动和方案对于支持和指导难民融入新的文化和社会至关重要。足球是世界通用的语言，它为有需要的人提供了机会和希望。国际足联基金会致力于用足球作为一种工具来帮助人们使他们的希望和梦想成为现实。”

开放场地—美国

开放场地利用足球向居住在匹兹堡低收入和边缘化社区的难民、移民和美国出生的少数族裔年轻人传授生活技能。

它的领导者是接受过该项目培训的青少年，他们现在担任教练和裁判，指导参与该项目的更年幼的孩子。因此，青少年参与者会向来自相似文化背景的同龄人学习，并与他们住在一起。

谈到他们的方法，创始人兼首席执行官贾斯汀·福扎诺说：“阻止孩子们参加有组织的足球的两个主要障碍是成本和交通。他们的家庭可能没有汽车，或者他们的父母可能会用汽车去上班，所以我们正在填补这个空白。我们向他们展示如何在匹兹堡兴旺发达；不仅仅是踢足球。它还提供了一座通向更美好未来的桥梁。”

莱茵兰科球场——德国

莱茵难民计划的主要目标是为年轻难民(主要来自叙利亚、阿富汗、伊拉克、伊朗和非洲冲突地区)提供劳动力市场的立足点和融入社会的机会。

该组织开展了一个名为“希望”的项目，旨在帮助参与者融入社会。通过“希望”建立了一支名为 Spielvereinigung Arminia 09 的足球队，现在在德国足球金字塔的第 11 层踢球。

莱茵弗兰克的埃琳娜·皮菲亚斯说：“我们开发这个项目是因为，在 2015 年和 2016 年难民潮到来后，很多人住在初始注册设施或酒店里，无事可做。我们的想法是给他们一个安全的空间，在那里他们可以认识朋友、玩得开心和学习运动。”

基琴奥恩格兰森球场——奥地利

申请庇护的难民面临的最大问题之一是等待过程，这可能需要数年时间才能融入教育系统和就业市场。

“在这里等待可能要五六年，这真的很令人沮丧。奥地利无国界足球组织的卡琳娜·莱克纳说：“人们很难保持积极性、保持自尊或为自己未来的计划而努力工作。”“如果你坐在家无所事事，这可能会对年轻人造成伤害。”

基琴奥恩格兰森球场利用足球训练和研讨会来发展软技能，帮助发展团队合作，自信和领导能力，发展职业生涯的基本技能。

卡瑞娜·莱克纳概述了基琴奥恩格兰森球场将足球作为一种工具来传授生活技能的方法：“当你不会说当地语言时，足球提供了一种简单的交流方式，让你在社区中感到受欢迎和安全。”这是一种简单的解释动机、目标设定、挫折容忍和决策的方法。足球是教授软技能的一种非常实用的方式。”

除了这些倡议外，基琴奥恩格兰森球场每年还组织一场足球锦标赛，将至少300名参与者聚集在24支混合球队中比赛。

香港自豪的历史和雄心勃勃的计划

Proud History and Ambitious Plans in Hong Kong

来源：FIFA 官网

译者：王子卓 足球学院 19 级

- 香港自夸是亚洲最古老的足球联赛之一。
- 香港足协成立于 1914 年，是亚足联 12 个创始成员之一
- 在经历了多年的低迷之后，现在正在为未来建设

香港位于中国大陆南端，是世界上最美丽、最富有的城市之一。但早在它成为金融中心和旅游目的地之前，香港就已经成为亚洲足球的先锋力量。

事实上，这个美丽的游戏在英国前殖民地有着悠久的历史，它的第一个俱乐部——香港足球俱乐部早在 1886 年就成立了。它的第一个足球比赛，香港足球杯（后来更名为香港高级挑战盾杯），在 12 年后举行，至今仍在比赛，1908 年成立了一个职业联赛，即香港甲级联赛。

骄傲的过去

香港足球协会成立于 1914，是 1954 年度亚洲足球协会（AFC）的 12 个创始成员之一，并于同年加入国际足联。这标志着他们足球队黄金时代的开始。

香港在 1956 举办了亚洲足联首届亚洲杯，并获得第三名。虽然他们分别在 1964 年和 1968 年获得了值得称赞的第四名和第五名，但这次登上领奖台的成绩仍然是他们在大陆展台上有史以来最好的成绩。

之后国际足联世界杯资格赛的冒险经历接踵而至，首先是 1974 年德国世界杯预选赛，当时他们战胜了日本和越南队，但却未能击败韩国队。随后 1986 年在墨西哥世界杯预选赛比赛中击败了中国队，在北京以 2:1 战胜了对手，但在四强赛中以微弱优势输给日本。

香港足球协会目前的目标

- 促进当地足球活动，激励人们参与足球运动
- 提高香港队在国际足联/可口可乐世界排名中的地位
- 吸引更多观众支持当地足球联赛
- 促进基层培训，注重培养青年球员
- 提供更多不同级别的教练教育研讨会
- 推广女子足球

新时代

随着经济的蓬勃发展，香港足球在 20 世纪 70 年代和 80 年代达到了新的高度，进一步巩固了它作为该地区头号体育运动的地位。联赛尤其繁荣，甚至吸引了外国明星球员，其中包括 1966 年世界杯冠军艾伦·鲍尔和格雷厄姆·帕顿。

就像维多利亚港的潮起潮落一样，香港足球的命运在随后的几十年里持续波动。尽管香港在亚足联亚洲杯前四届比赛中表现出色，但从那之后，香港一直未能获得任何一届的参赛资格。他们在世界杯预选赛中的表现也遵循类似的轨迹。

然而，在国际足联和亚足联的支持下，香港足协在新千年伊始展开了雄心勃勃的重建计划。与香港政府合作发起的“凤凰计划”对青年发展和女子足球给予了前所未有的重视。通过其国际足联前进项目，世界足球管理机构提供了财政支持，协助香港足协兴建包括发展基地和一个六个球场的训练中心在内的设施。

这些努力很快取得了成效。2009 香港队在决赛中击败日本队，在首届东亚运动会上夺得足球金牌。随后，他们又连续夺得龙腾杯冠军，随后在 2018 年世界杯的征途上两次战平中国队。

在俱乐部层面上，香港超级联赛是在 2014 成立的，两年后，东方足球俱乐部在陈婉婷的带领下获得了他们回归亚冠联赛的冠军。通过这样做，陈婉婷成为世界上第一位带领男队夺得顶级职业联赛冠军的女教练。

“我们曾经是亚洲足球的先驱之一，”香港足协代理首席执行官文森特文泉先生告诉 FIFA.com。因此，我们基本的目标是成为一个领先的足球管理机构，以支持我们的球队提供高水平的表现。

“这对我们来说是一个很大的挑战，但我们需要设定目标来达到这样的标准。我们知道，这不仅仅是一个或两个球队，而是整个足球圈。我们将从基层做起，从精英做起。”

在尼泊尔展示足球的多样性

Football Diversity on Display in NEPAL

来源：FIFA 官网

译者：刘东 足球学院 18 级

- 自从 1921 年进入尼泊尔，足球已经成为尼泊尔最受欢迎的运动
- 在国际足联的支持下，A NFA 取得了显著的发展进步
- 作为青年队进入 2014 年联合资本公司 U - 16 锦标赛的重要里程碑

在风景如画的尼泊尔奇特旺国家公园，大象节在过去的十五年里每年都会举行。令人惊讶的是，足球比赛是该活动的主要吸引力之一，比赛不是由男子，而是由大象与骑手在他们的背上玩。

这从某种意义上反映了美丽的游戏在这个内陆的南亚国家是多么的受欢迎。事实上，足球运动遍布尼泊尔的山村和城市，在 28 万人口中，足球是无可争议的第一运动。

这项运动在这个多山的国家的历史——它是地球上最高的地方——可以追溯到 1921 年的拉纳王朝，当时一群年轻人从海外学习了这项运动，开始在公共场合踢足球。这项新引进的运动产生了立竿见影的效果，随着比赛吸引了巨大的关注，这项运动很快扎根。

皇家批准

最早热衷于这项运动的是皇室成员，他们经常开发自己的足球场。20 世纪 30 年代，随着这项运动在各行各业的人中越来越受欢迎，当地的球队和皇宫球队都被发现在一些宫殿中共享场地，如辛哈杜巴、乔尼、高查兰、贾瓦拉海勒和莱恩丘尔。

这些年来，尼泊尔的政治发生了很大的变化，但尽管如此，当地人对足球的热情却丝毫未减。该国的第一个足球比赛，即拉姆贾纳基杯，出现在 1934 年之前的第二个最古老的比赛，特里布万挑战盾组织 15 年后。然而，直到 1954 年，也就是全国足球管理机构全尼泊尔足球协会（ANFA）成立三年后，全国联赛才得以呈现。

由 ANFA 主办的烈士纪念甲级联赛一直是传统的顶级联赛，而尼泊尔国家联盟成立于 2011 年，2021 年见证了尼泊尔超级联赛的开幕。

在国家队层面，阿根廷足协于 1972 年加入国际足联，此后尼泊尔开始让人感受到他们的存在。这支绰号为 Gorkh alis 的球队，在同年以 6-2 不敌中国公关队的比赛中完成了他们的国家队首秀。他们以东道主身份在 1984 年的南亚运动会上获得金牌，取得了地区冠军，他们在 1993 年、2016 年和 2019 年的比赛中获得了三次金牌。

关注下一代

ANFA 非常清楚，如果他们想要取得持续的进步，并将他们的比赛提高到一个更高的水平，青年队的发展是关键。在国际足联的大力支持下，ANFA 开始改善足球设施，包括完成一系列基础设施项目，如技术中心、训练场地和足球学院。

同时，为了吸引更多的孩子参与到足球运动中来，ANFA 最近开始在基层推广青少年足球。在 FIFA Forward 的资助下，这些项目的目标是改善尼泊尔 45 个地区的足球基础设施，其中包括巴格隆、丹库塔、多拉卡、伊拉姆、朱姆拉、卡夫雷、拉姆戎、帕尔帕、潘切塔尔、新图巴尔乔克和辛加等 11 个山区。

毫不奇怪,在青年发展方面取得了显著进展,培养了一批有前途的明日之星。排在他们青训天才榜首位的是比马尔·加尔蒂·马加尔和安扬·比斯塔,他们两人都在 2014 年亚冠 U-16 锦标赛预选赛中表现出色,尼泊尔在巴林、伊拉克和土库曼斯坦等国之前获得了参加亚锦赛的资格。

更令人印象深刻的是尼泊尔女子比赛的发展。女子足球在该国仍处于早期阶段,但 ANFA 已经设定了崇高的目标,旨在成为南亚领先的国家。从某种意义上说,他们已经表现出了巨大的潜力,尼泊尔在 SAFF 地区女子锦标赛中四次获得亚军。

尼泊尔即将迎来的下一个重要里程碑是世界杯亚洲预选赛,他们仍然在寻找第一次的世界杯亚洲预选赛的资格。下个月,尼泊尔将在中立的科威特结束 2022 年卡塔尔世界杯预选赛,与中国台北、约旦和澳大利亚的比赛。

亚精英青少年足球每周训练负荷与恢复变化的量化研究

Quantifying Sub-Elite Youth Football Weekly Training Load and Recovery Variation

作者: José E. Teixeira, Pedro Forte, Ricardo Ferraz, Miguel Leal, Joana Ribeiro, António J. Silva, Tiago M. Barbosa and António M. Monteiro

译者: 范宇翔 研究生院 20 级

摘要:

监测足球训练负荷是提高运动成绩的重要策略,也是有效的训练周期。这项研究有两个目的:(1)量化 15 岁以下、17 岁以下和 19 岁以下的亚精英足球运动员的每周训练负荷和恢复状态变化;(2)分析年龄、训练天数、周微周期、训练和比赛位置对训练负荷和恢复状态的影响。2019-2020 赛季第一个月,20 名 15 岁以下、20 名 17 岁以下和 20 名 19 岁以下球员接受了为期 2 周的监测。采用全球定位系统技术(GPS)收集外部训练负荷:总跑动距离、平均速度、最大跑动速度、相对高速跑距离、高代谢负荷距离、冲刺距离、动态应力负荷、加速度和减速。采用自感劳累评分(RPE)和感知运动强度分级(sRPE)监测内部训练负荷。采用总质量回收率(TQR)量表测定回收率。结果表明,年龄对外部训练负荷有显著影响($p \leq 0.001$; $d=0.29-0.86$; 内部训练负荷($p \leq 0.001$, $d=0.12-0.69$; 最小到最强的影响)和恢复状态($p \leq 0.001$, $d=0.59$; 强效应)。外部训练负荷在训练日间有显著性差异($p < 0.05$, $d=0.26 \sim 0.95$; 中等到强烈的影响)。比赛姿势对每周训练负荷的影响最小($p < 0.05$); $d=0.06 - 0.18$)。每周微周期对 TD ($p < 0.05$, $d=0.39$)、RPE ($p < 0.05$) 有中度影响; $d=0.35$) 和 sRPE ($p < 0.05$, $d=0.35$)。减速分析的四个因素之间($F=2.819$, $p=0.017$)以及总跑动距离的日间、周间和年龄之间($F=8.342$, $p=0.008$)存在交互作用。本研究提供了有关亚精英青少年足球训练负荷与恢复状态的具体见解,以监测训练环境与负荷变化。未来的研究应包括更长的监测期,以评估训练负荷和恢复在不同季节阶段的变化。

关键词: 监测; 工作量; 自感劳累; 足球; 周期化

介绍

监测足球训练负荷是提高运动成绩和有效训练周期的重要策略。确定个体适应可以评估身体和生理反应,收集关于疲劳恢复状态的见解。此外,有证据表明,最佳的负荷管理可以减少过度训练和受伤的风险。

训练负荷被定义为训练结果的输入变量。在外负荷和内负荷中转化是可能的。外负荷是指运动员所承担的工作,而内负荷是指运动员所承担的生理和心理上的

生理需求。外部负载可以通过全球定位系统（GPS）设备和微机电系统（MEMS）进行监测。这些跟踪系统可以精确地测量距离、速度、加速/减速和加速计变量（例如，运动员负荷、身体碰撞或动态应力负荷）。采用客观和主观方法评估内部荷载。自感劳累程度（RPE）是评价个体内负荷最常用的量表。RPE 的效度和信度在不同年龄、不同专业水平的体育活动中得到了很好的验证。据报道，与 RPE 相比，感知运动强度分级（sRPE）可以作为一个更好的训练负荷指标来解释训练强度。

压力和恢复之间的适当平衡被认为是优化运动表现的必要条件。Kenttä和 Hassmén 提出了“总质量恢复”（TQR）来预测个体和主观恢复。TQR 量表使用身体和心理两部分描述疲劳恢复。研究已经证实，TQR 并不能预测年轻人的足球表现。然而，当只分析每周的训练负荷时，这一假设得到了部分证实。

训练负荷量化在职业足球训练条件中得到了广泛的研究。训练负荷在每周微周期内呈现高负荷变化。相比之下，累积训练负荷沿中周期变化有限。关于训练模式，训练负荷也有很大的变化。位置角色应该被认为是量化训练负荷的一个重要变量，考虑到插入的差异。一般来说，在高强度区域中，中前卫的跑位距离更长，边前卫的跑位距离更长。中后卫和边后卫在低强度区域的距离更大。此外，前锋的冲刺频率似乎明显低于中后卫。

在青少年足球中，从比赛行为和约束性训练任务两方面分析了年龄和位置角色对活动轮廓的影响。对优秀青年足球运动员的典型周训练负荷进行了分析；年龄对每周总训练负荷有影响，且似乎随年龄增加而增加。例如，Abade 等人报告了 17 岁以下（U17）球员的总距离更高，其次是 19 岁以下（U19）和 15 岁以下（U15）球员。在同一研究中，U15 运动员的身体总影

响和相对影响较低。Coutinho 等人报告了 U19 赛后训练中更高的总距离（ $< 13\text{km h}^{-1}$ ）、身体冲击和高强度区域以上的时间。在此基础上，精英典型的周训练负荷在周微周期内和训练模式之间存在显著差异。

据我们所知，关于亚精英青年队在一个竞技赛季中训练负荷和恢复变化的文献是缺乏的。具体来说，关于亚精英青少年足球的研究较少，关于训练负荷与恢复的研究课题较少。在此基础上，亚精英球员的训练负荷变化可能取决于社会经济、人口统计、经验和竞技水平。据我们所知，目前还没有任何研究评估葡萄牙亚精英足球运动员的训练负荷和恢复状况。此外，之前的研究是在精英青年足球学院进行的；因此，这是首个在次精英学院进行的研究。另一个研究空白是恢复状态评估。目前只有一项研究针对青少年足球的恢复期，了解整个赛季恢复期的变化是很重要的。此外，这项研究将允许我们确定亚精英球员是否有显著的训练负荷变化的年龄组，每周微周期，训练天数和位置角色。

基于上述信息，本研究的目的是：(1) 量化亚精英足球学院 U15、U17 和 U19 年轻球员的周训练负荷和恢复变化；(2) 分析年龄、训练天数、周微周期、训练和打球位置对训练负荷和恢复状态的影响。假设不同年龄组、不同周微循环、不同训练日、不同比赛位置的训练负荷和恢复期差异有统计学意义。

材料和方法

参与者

60 名男性足球运动员在葡萄牙的一个亚精英足球学院进行了为期 2 周的监测：20 名 U15 球员（年龄： $13.2 \pm 0.5\text{y}$ ；高度： $1.69 \pm 0.78\text{m}$ ；体重： 55.7 ± 9.4

kg), 20 名 U17 球员 (年龄: $15.4 \pm 0.5 \pm 1.2$ y; 高度: 1.8 ± 0.5 m; 体重: 64.38 ± 6.6 kg) 20 名 U19 运动员 (年龄: $17.39 \pm 0.55 \pm 1.8 \pm 0.7$ y; 高度: 1.82 ± 0.01 m; 重量: 68.9 ± 8.4 kg)。在 2019-2020 赛季的第一个月, 连续监测三个年龄组的每日训练负荷。所有参与者都被告知了调查的目的和风险。这项研究只包括签署了知情同意书的球员。本研究是根据《赫尔辛基宣言》的道德标准进行的。该实验方法得到了 Trás-os-Montes e Alto Douro 大学当地伦理委员会的批准和遵循(3379-5002PA67807)。

实验方法

训练数据共对应 18 个训练课时和 324 个观察案例。个人数据集的资格标准考虑了一周一场比赛的赛程和完整的训练课程。微周期包括每周 3 次训练 (约 90 分钟)。匹配数据不包括在分析中。训练日分为“比赛日减法”(MD): MD-3 (星期二)、MD-2 (星期三) 和 MD-1 (星期五)。

抽样球员的特点是五分之一的职位: 中后卫(CD), 后卫(FB), 中前卫(CM), 边前卫(WM) 和前锋(FW)。每个职位角色的观察次数为: CD ($n = 79$); FB ($n = 65$); CM ($n = 70$); WM ($n = 62$); FW ($n = 48$)。守门员参加了训练, 但被排除在本次训练负荷分析之外。训练班平均有 18 名球员。所有年龄段的人都在户外球场接受正式训练 (国际足联标准; 100×70 米)。训练课程在人造草坪球场进行, 时间为上午 10:00 至晚上 8:00, 环境条件相似 ($14-20^{\circ}\text{C}$; 相对湿度 52-66%)。

在与教练员进行讨论后, 根据具体的重点对抽样培训课程进行分类。所有的取样训练都以标准的低强度跑步热身、动力拉伸主要运动的下肢肌肉、技术动作和控球开始。每周的训练概览在不同类别之间呈现出潜在的变数, 即不同的训练模式强调基于游戏的情况和针对足球的特定运动技能。

方法

外场球员在整个训练过程中使用便携式 GPS 进行监控 (STATSports Apex®, 纽里, 北爱尔兰)。GPS 设备提供原始位置速度和距离在 18hz 的采样频率, 包括加速度计 (100 Hz), 磁力计 (10 Hz) 和陀螺仪 (100 Hz)。每个球员都将这种微型技术保存在由制造商提供的定制背心的一个迷你口袋里, 背心被放在上背部两个肩胛骨之间。所有设备在训练数据收集前 30 分钟被激活, 以便能够清晰地接收卫星信号。关于测量人体运动的最佳信号, 匹配数据将 8 个可用卫星信号作为观测的最小值。全球导航卫星系统 (GNSS) 的有效性和可靠性, 如 GPS 跟踪, 已经在文献中得到了很好的证明。当前变量和阈值应该考虑在 10hz STATSports Apex® 单位中报告的大约 1-2% 的小误差。

训练负荷的措施

外部训练负荷

外部训练负荷由时间-运动数据得到: 行驶总距离 (TD) (m)、平均速度 (AvS)、最大运行速度 (MRS) ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)、相对高速运行 (rHSR) 距离 (m)、高代谢负荷距离 (HMLD) (m)、冲刺距离 (SPR) 距离 (m)、动应力负荷 (DSL) (a. u.)、加速度数 (ACC) 和减速数 (DEC)。GPS 软件仅提供 $19.8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上运动者类别的信息: rHSR ($19.8-25.1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) 和 SRP ($>25.1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)。以短跑次数和平均短跑距离 (m) 为指标。HMLD 是一个代谢变量, 定义为运动员在代谢功率超过 $25.5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时所覆盖的距离, 以米表示。HMLD 变量包括所有高于 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

的高速运行、加速和减速。两个加速变量 (ACC/DEC) 都考虑了在最大强度区 ($> 3\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ 和 $< 3\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) 的运动。DSL 变量通过集成到 GPS 设备中的 100Hz 三轴加速度计进行评估。三个正交运动轴 (X、Y 和 Z 平面) 上的加速度总和包括以下量级矢量 (表示为 G 力):

$$((a_{y1} - a_{y-1})^2 + a_{x1} - a_{x-1})^2 + (a_{z1} - a_{z-1})^2)$$

其中 a_x = 中横向加速度, a_y = 前后加速度, a_z = 垂直加速度。DSL 用任意单位表示 (a. u.)

高强度活动阈值是根据以前的研究改编的。记录了每个球员的 GPS 变量。在数据收集错误、受伤事件、缺席训练或早期退出的情况下, 训练数据被排除在分析之外。排除标准排除 36 个观察案例。

内部训练负荷

Foster 等人提出的 RPE 量表修改了 Borg 的 Category Ratio-10 (CR-10) 来监测运动。每日总训练负荷以累计训练负荷之和计算。在足球训练中, 通过 RPE 变化和心率测量之间的相关性, 这种有效性已经得到了证实。RPE 评分是在每次培训后大约 30 分钟使用 Microsoft Excel® 电子表格分别收集的。玩家在收集数据前几周就已经熟悉了 RPE 报告的过程。sRPE 是通过乘以每个 RPE 得分的总训练时间 (sRPE = RPE × 课程时间) 得到的, 量表从 6 到 20。

恢复状态

为了监测恢复情况, 每个运动员都被要求报告 TQR 分数, 从 6 到 20。该量表由 Kenttä 和 Hassmén 提出, 用于衡量运动员的恢复知觉。先前的研究将青少年足球中感知压力和疲劳的 TQR 评分进行了整合。在我们的研究中, TQR 量表的应用是在数据收集前几周熟悉的。TQR 是在每个培训课程前大约 30 分钟使用 Microsoft Excel® 电子表格进行的。

统计分析

描述性统计、Kolmogorov-Smirnov 和 Levene 检验用于评估正态性和同质性。采用单因素方差分析 (ANOVA) 对重复测量进行检验, 以确定年龄组、场上位置和训练天数之间的差异。采用因子方差分析 (因子 1: 年龄组, 因子 2: 训练日, 因子 3: 每周微循环, 因子 4: 场上位置) 分析训练期间外部训练负荷、sRPE、RPE 和 TQR 的变化。当发生显著差异时, 使用 Bonferroni 事后检验来确定局部效应。如果方差不均匀, 则应用 Games-Howell 事后检验。计算效应大小指数 (η^2) 并解释为: (i) 如果 $0 < \eta^2 \leq 0.04$, 则无效; (ii) 如果 $0.04 < \eta^2 \leq 0.25$, 则为最小; (iii) 如果 $0.25 < \eta^2 \leq 0.64$, 则为中等; (iv) 如果 $\eta^2 > 0.64$, 则为强的。进行独立的 t 检验以分析每周微循环之间的差异。用 Cohen's d 计算标准化效应量 (ES), 分为: $d < 0.2$ 无效, $d > 0.2 > 0.5$ 有中等效应, $d > 0.5$ 有强效应。统计学显著性设定为 $p < 0.05$ 。数据表示为平均一个标准差 (SD)。平均差异 (d) 以绝对值和百分比 (%) 表示。所有统计分析均使用 SPSS for Windows Version 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 进行。

结果

年龄组分析

表 1 列出了每个年龄组平均每周训练负荷和恢复状况的描述统计学。除 DSL 外, 年龄组在所有外部训练负荷测量方面均存在显著差异。内部训练负荷测量在 RPE 和 sRPE 的年龄组比较之间呈现显著差异。TQR 评分在年龄组内呈现显著差异。

	Variables	U15 (n = 102)	U17 (n = 99)	U19 (n = 120)	F	p	η^2	Post-Hoc
External load	TD (m)	5316.18 ± 1354.45	6021.45 ± 1675.64	4750.43 ± 1593.46	18.465	0.000	0.103	a,b,c
	AvS (m·min ⁻¹)	49.96 ± 16.35	56.84 ± 34.51	45.83 ± 15.60	6.192	0.002	0.037	a
	MRS (m·s ⁻¹)	6.58 ± 0.82	7.94 ± 3.12	7.43 ± 1.15	13.014	0.000	0.075	a,b
	rHSR (m)	53.23 ± 58.34	166.06 ± 458.95	72.41 ± 65.95	5.525	0.004	0.033	a,c
	HMLD (m)	489.11 ± 228.44	730.56 ± 483.38	524.90 ± 291.37	14.395	0.000	0.082	a,c
	Average sprint (m)	28.13 ± 41.66	130.42 ± 462.56	40.16 ± 50.43	4.773	0.009	0.029	a,c
	Number of sprints	1.85 ± 2.46	4.83 ± 4.81	3.12 ± 2.92	18.363	0.000	0.103	a,b,c
	DSL (a.u.)	247.21 ± 135.86	261.28 ± 121.73	245.19 ± 144.87	0.439	0.645	0.003	-
	ACC (m·s ⁻²)	33.62 ± 18.80	53.76 ± 20.62	49.90 ± 20.19	26.636	0.000	0.156	a,b
	DEC (m·s ⁻²)	30.27 ± 19.77	49.77 ± 25.08	44.01 ± 22.53	20.103	0.000	0.111	a,b
Internal load	RPE (a.u.)	13.73 ± 1.91	13.51 ± 1.76	12.45 ± 2.50	11.964	0.000	0.069	a,c
	sRPE (a.u.)	1235.29 ± 171.87	1215.46 ± 158.71	1120.24 ± 224.69	11.964	0.000	0.069	a,c
Recovery status	TQR (a.u.)	16.38 ± 1.92	16.24 ± 1.81	15.21 ± 2.16	11.923	0.000	0.103	a,c

表 1. 所检查的每个年龄组的平均训练负荷和每次训练的恢复状态

显著差异验证如下: a) U15 对 U17; (b) U15 对 U19; (c) U17 对 U19。

缩写: ACC-加速度; a. u.-任意单位; AvS-平均速度; DEC-减速度; F-F 统计量; HMLD-高代谢负荷距离; m-米; min-分钟; MRS-最大运行速度; p-p 值; RPE-自感疲劳程度; s-秒; sRPE-感知运动强度分级; TD-总距离; TQR-总质量恢复; u-以下; η^2 -eta-平方。

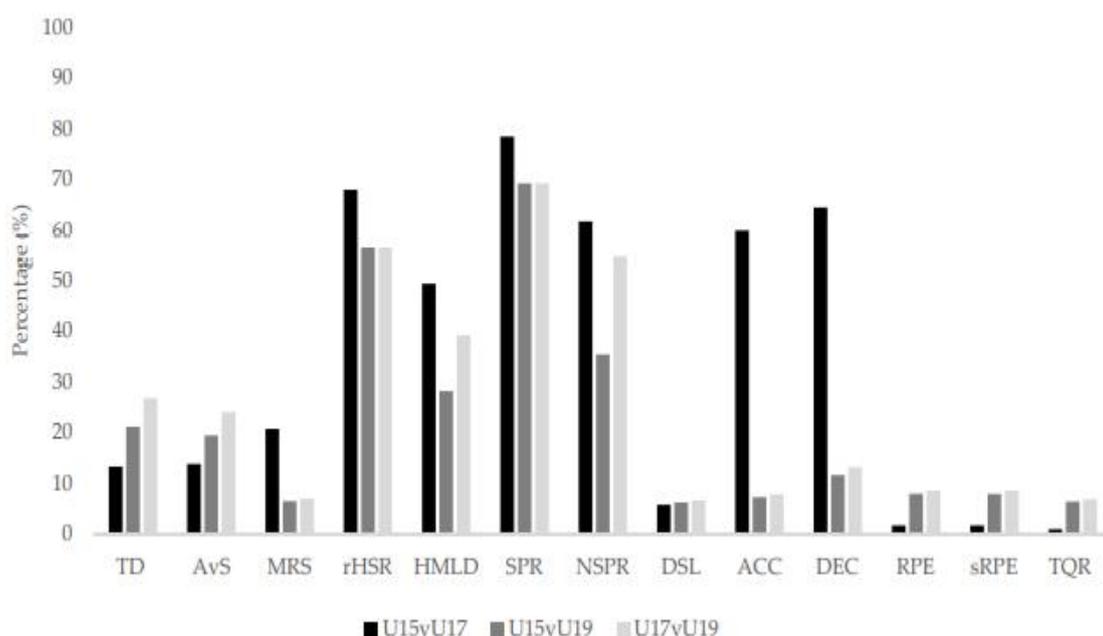


图 1. 年龄组之间的比较, 每次训练的平均负荷和恢复状态

年龄组差异发现在 TD ($p < 0.001$, $\Delta = 705.27-1271.02\text{m}$, $d = 0.46 - 0.78$)、AvS ($p = 0.002$, $\Delta = 11.01\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, $d = 0.41$)、MSR ($p < 0.001$, $\Delta = 0.86-1.36\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, $d = 0.60$)、rHSR ($p < 0.05$, $\Delta = 93.65-112.83\text{m}$, $d = 0.29-0.35$)、HMLD ($p < 0.001$, $\Delta = 93.65-241.45\text{m}$, $d = 0.29$)、平均短跑距离 ($p < 0.05$, $\Delta = 90.26-102.30\text{m}$, $d = 0.31$)、冲刺次数 ($p < 0.05$, $\Delta = 1.72-2.97$, $d = 0.29-0.43$)、ACC ($p < 0.001$, $\Delta = 16.29-20.14\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, $d = 0.86-1.02$)和 DEC ($p < 0.001$, $d = 13.74-19.50\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, $d = 0.29$)。

RPE 和 sRPE 在各年龄组间具有统计学意义 ($p < 0.001$, $\Delta = 1.28-1.58\text{a.u.}$, $d = 0.12-0.58$)。TQR 评分在各年龄组间存在显著差异 ($p = 0.000$, $F = 11.2$, $d = 0.52-0.58$)。图 1 显示了外部负荷、sRPE、RPE 和 TQR 各年龄组间的平均差异 (%)。

Inter-Day 分析

表 2 给出了每周平均训练负荷和每个训练日恢复状态的描述性统计。Inter-Day 分析显示 TD、MRS、AvS、rHSR、HMLD、平均短跑距离、DSL、DEC 差异有统计学意义；Inter-Day 分析显示 RPE、sRPE、TQR 评分差异无统计学意义。

	Variables	MD-3 (n = 41)	MD-2 (n = 38)	MD-1 (n = 44)	F	p	η^2	Post-Hoc
External load	TD (m)	5372.00 ± 1452.14	5795.99 ± 1773.31	4728.01 ± 1618.62	9.90	0.000	0.058	a,b
	AvS ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)	53.11 ± 17.90	44.64 ± 13.71	51.82 ± 36.42	3.80	0.023	0.007	a
	MRS ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	7.50 ± 2.17	6.81 ± 1.00	7.52 ± 2.33	3.90	0.021	0.024	a,c
	rHSR (m)	75.42 ± 63.06	68.45 ± 73.08	87.64 ± 102.71	3.29	0.001	0.001	-
	HMLD (m)	591.17 ± 284.94	568.24 ± 287.70	488.79 ± 293.58	3.52	0.008	0.002	-
	Average sprint (m)	39.71 ± 49.09	40.40 ± 51.11	58.09 ± 76.46	3.90	0.048	0.024	a
	Number of sprints	3.13 ± 2.94	2.90 ± 3.71	3.80 ± 4.68	1.45	0.237	0.009	-
	DSL (a.u.)	267.55 ± 144.38	252.17 ± 127.67	219.21 ± 120.30	3.55	0.030	0.022	b
	ACC ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)	48.85 ± 22.83	43.58 ± 20.54	43.21 ± 19.87	2.61	0.075	0.016	-
	DEC ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)	45.99 ± 25.58	40.33 ± 20.80	34.44 ± 21.81	10.65	0.001	0.041	b
Internal load	RPE (a.u.)	13.29 ± 2.35	12.51 ± 1.74	13.27 ± 2.28	1.12	0.328	0.007	-
	sRPE (a.u.)	1196.05 ± 211.17	1158.05 ± 211.17	1194.35 ± 205.23	1.12	0.328	0.007	-
Recovery status	TQR (a.u.)	15.99 ± 2.26	15.82 ± 1.76	15.81 ± 1.95	0.10	0.907	0.002	-

表 2. 每个训练日的平均训练负荷和恢复状态

显著性差异被证实为：(a) MD-1 与 MD-2；(b) MD-1 与 MD-3；(c) MD-2 与 MD-3。

缩写：ACC-加速度；a.u.-任意单位；AvS-平均速度；DEC-减速度；F-F 统计量；HMLD-高代谢负荷距离；m-米；MD-比赛日；min-分钟；MRS-最大运行速度；p-p 值；RPE-自感疲劳程度；s-秒；sRPE-感知运动强度分；TD-总距离；TQR-总质量恢复； η^2 -eta-平方。

析因分析后发现 MD-1 的 TD 明显低于 MD-2 ($p = 0.009$, $\Delta = 643.99\text{m}$, $d = 0.26$) 和 MD-3 ($p = 0.000$, $\Delta = 1067.98\text{m}$, $d = 3.04$)。MD-2 的平均值明显高于 MD-1 ($p = 0.023$, $\Delta = 8.46\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, $d = 0.63$)。MD-2 中 MRS 低于 MD-1 ($p = 0.032$, $\Delta = 0.68\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, $d = 0.43$) 和 MD-3 ($p = 0.000$, $\Delta = 0.71\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, $d = 0.95$)。MD-3 在 MD-1 之后显示出明显较高的 DSL ($p = 0.024$, $\Delta = 48.34\text{a.u.}$, $d = 0.47$)。rHSR 和 HMLD 在比赛日无显著性差异。图 2 显示了外部负荷、sRPE、RPE 和 TQR 检查的每个训练日之间

的平均差异 (%)。

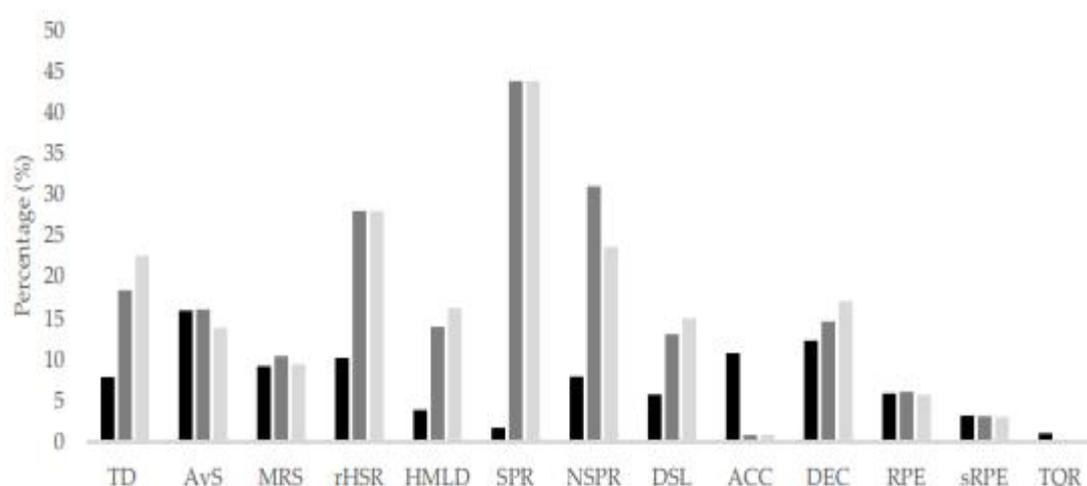


图 2. 根据训练日之间的比较, 每节课的平均训练负荷和恢复状态

Inter-Week 分析

表 3 给出了每周平均训练负荷的描述性统计数据 and 每个周微周期的恢复状态。

	Variables	Wk1 (n = 60)	Wk2 (n = 42)	Total (n = 122)	F	p	d
External load	TD (m)	5700.74 ± 1356.59	4766.80 ± 1159.89	5316.90 ± 1630.62	5.323	0.022	0.39
	AvS (m·min ⁻¹)	48.97 ± 19.19	51.38 ± 11.19	50.49 ± 23.61	12.404	0.000	0.18
	MRS (m·s ⁻¹)	6.53 ± 0.81	6.65 ± 0.84	7.32 ± 1.99	2.777	0.097	0.23
	rHSR (m)	51.23 ± 60.87	56.07 ± 55.11	94.98 ± 262.50	0.118	0.732	0.06
	HMLD (m)	515.93 ± 216.44	450.79 ± 242.05	576.47 ± 360.56	0.380	0.538	0.20
	Average sprint (m)	26.20 ± 41.56	30.88 ± 42.16	50.49 ± 23.61	0.847	0.358	0.06
	Number of sprints	1.73 ± 2.02	2.02 ± 2.60	3.24 ± 3.68	0.136	0.712	0.16
	DSL (a.u.)	249.90 ± 134.94	243.36 ± 138.71	250.74 ± 135.07	0.524	0.470	0.003
	ACC (m·s ⁻²)	36.35 ± 18.85	29.71 ± 18.25	45.95 ± 21.59	1.765	0.185	0.22
	DEC (m·s ⁻²)	30.60 ± 17.69	29.79 ± 22.62	41.44 ± 23.83	1.523	0.218	0.31
Internal load	RPE (a.u.)	12.83 ± 2.20	13.59 ± 2.10	13.17 ± 2.18	0.447	0.002	0.35
	sRPE (a.u.)	1154.75 ± 197.66	1222.65 ± 189.27	1185.56 ± 196.54	0.447	0.002	0.35
Recovery status	TQR (a.u.)	15.84 ± 2.17	15.96 ± 1.89	15.90 ± 2.05	3.079	0.608	0.06

表 3. 每周每节课的平均训练负荷和恢复状态

每周之间存在显著差异。

缩写: ACC-加速度; a. u.-任意单位; AvS-平均速度; DEC-减速度; F-F 统计量; HMLD-高代谢负荷距离; m-米; min-分钟; MRS-最大运行速度; p-p 值; RPE-自感疲劳程度; s-秒; sRPE-感知运动强度分级; TD-总距离; TQR-总质量恢复; Wk-周; η^2 -eta-平方。

Inter-Week 分析显示 TD 存在显著差异 ($p=0.022$, $\Delta=620.11$ m, $d=0.39$)。RPE 和 sRPE ($p=0.002$, $\Delta=0.76$ a. u., $d=0.35$) 和 sRPE ($p=0.002$, $\Delta=67.90$ a. u., $d=0.35$) 差异显著。TQR 评分在 Inter-Week 分析中没有显著差异。图 3 显示了外部负荷、sRPE、RPE 和 TQR 检测的每个周微循环之间的平均差异 (%)。

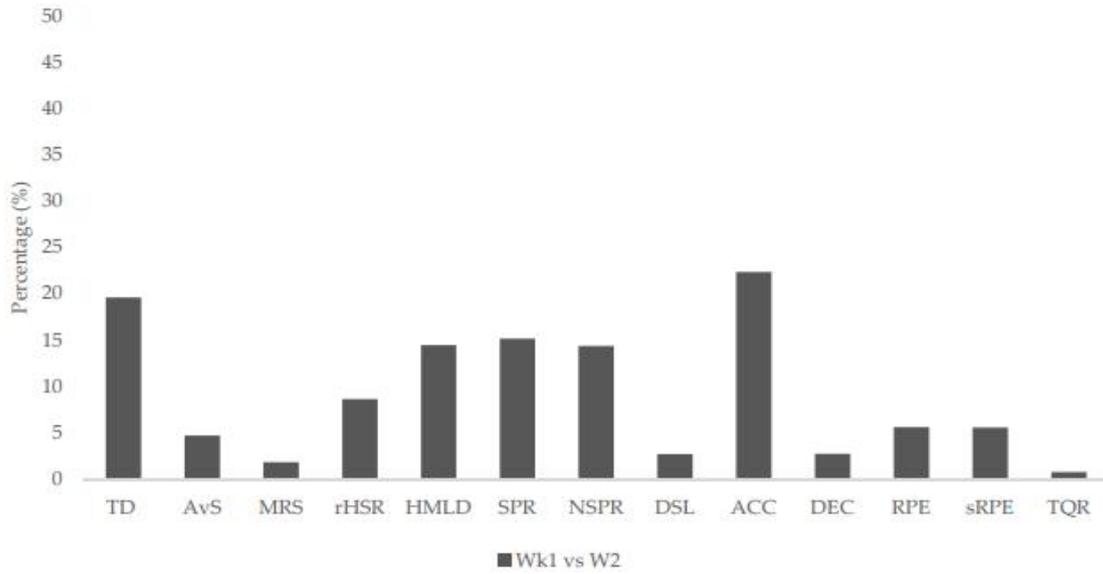


图 3. 根据每周微周期的比较，平均训练负荷和恢复状态

场上位置分析

表 4 为分析的每个场上位置组的平均每周训练负荷和恢复状态的描述性统计。

Variables	CB (n = 79)	FB (n = 65)	CM (n = 70)	WM (n = 62)	FW (n = 48)	F	p	η^2	Post-Hoc
TD (m)	5282.28 ± 1407.51	5275.94 ± 1774.61	5456.91 ± 1565.86	5370.07 ± 1692.56	5156.90 ± 1820.92	0.20	0.037	0.003	-
AvS (m·min ⁻¹)	47.27 ± 13.98	51.15 ± 26.55	52.09 ± 23.08	52.16 ± 28.96	50.44 ± 25.53	0.47	0.758	0.007	-
MRS (m·s ⁻¹)	6.95 ± 1.04	7.29 ± 1.58	7.49 ± 1.54	7.28 ± 1.54	7.77 ± 3.77	1.36	0.246	0.18	-
rHSR (m)	75.32 ± 71.00	66.29 ± 54.89	82.41 ± 74.30	71.73 ± 70.04	91.53 ± 110.93	0.30	0.018	0.037	a
HMLD (m)	541.31 ± 243.65	548.51 ± 282.09	602.16 ± 275.41	562.16 ± 275.41	529.47 ± 360.56	0.88	0.475	0.012	-
Average sprint (m)	44.29 ± 56.91	51.15 ± 26.55	49.06 ± 57.09	38.84 ± 48.85	56.58 ± 77.79	3.18	0.14	0.039	a
Number of sprints	3.17 ± 3.30	2.69 ± 3.09	3.41 ± 3.63	3.08 ± 3.38	4.06 ± 5.14	1.02	0.400	0.013	-
DSL (a.u.)	261.17 ± 141.37	230.52 ± 118.24	265.34 ± 149.59	238.11 ± 135.04	255.98 ± 123.91	0.73	0.573	0.010	-
ACC (m·s ⁻²)	44.63 ± 19.41	45.55 ± 20.04	47.77 ± 21.94	46.61 ± 24.01	45.25 ± 23.83	0.16	0.957	0.003	-
DEC (m·s ⁻²)	39.63 ± 18.71	40.22 ± 19.51	43.27 ± 22.19	41.18 ± 25.98	43.75 ± 34.44	0.30	0.875	0.005	-
RPE (a.u.)	261.17 ± 141.37	230.52 ± 118.24	265.34 ± 149.59	238.11 ± 135.04	255.98 ± 123.91	2.89	0.023	0.034	b
sRPE (a.u.)	44.63 ± 19.41	45.55 ± 20.04	47.77 ± 21.94	46.61 ± 24.01	45.25 ± 23.83	2.89	0.023	0.034	b
TQR (a.u.)	39.63 ± 18.71	40.22 ± 19.51	43.27 ± 22.19	41.18 ± 25.98	43.75 ± 34.44	1.28	0.279	0.016	-

表 4. 每个年龄组的平均训练负荷和恢复状态

显著差异验证如下：(a) 中后卫 vs 前锋；(b) 边前卫 vs 前锋。

缩写：ACC-加速度；a. u.-任意单位；AvS-平均速度；DEC-减速度；F-F 统计量；HMLD-高代谢负荷距离；m-米；min-分钟；MRS-最大运行速度；p-p 值；RPE-自感疲劳程度；s-秒；sRPE-感知运动强度分级；TD-总距离；TQR-总质量恢复； η^2 - eta-平方

前锋运动员的跑位比较显示，运动员相对高速运行的距离 ($p=0.037$, $\Delta=139.26m$, $d=0.17$) 和平均冲刺距离 ($p=0.029$, $\Delta=142.13m \cdot s^{-1}$, $d=0.18$) 显著高于中后卫队员。内部训练负荷测量在 RPE 和 sRPE 的比赛位置组有显著差异。边前卫队员 RPE 和 sRPE 高于前锋队员 ($p=0.038$, $\Delta=1.21 a. u.$, $d=0.065$)。TQR 得分在比赛位置组中没有显著差异。图 4 显示了外部负荷、sRPE、RPE 和 TQR 检测的每个场上位置之间的平均差异 (%)。

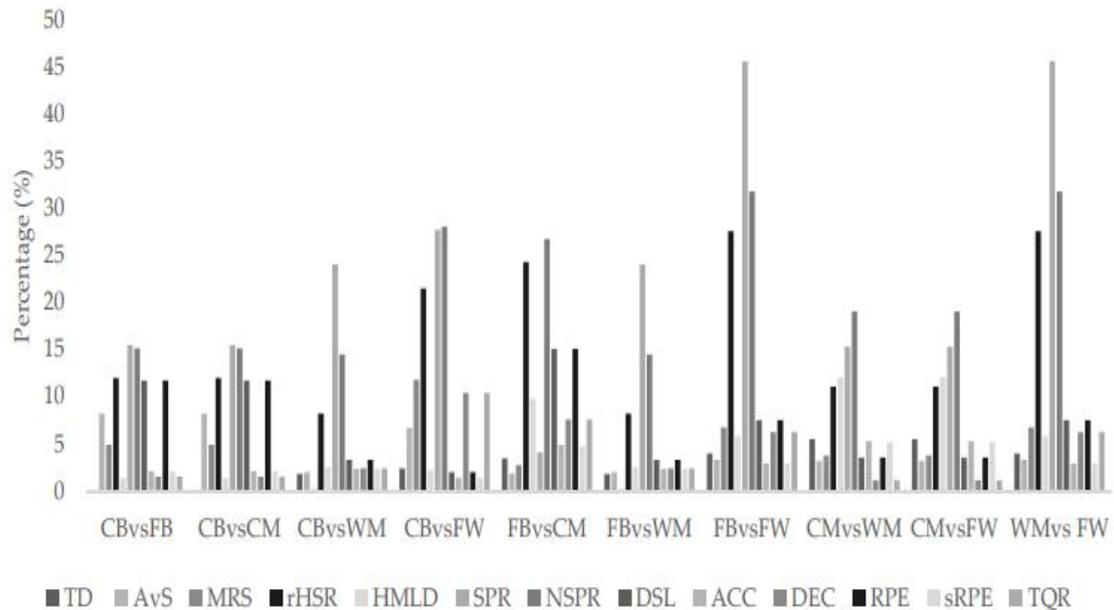


图 4. 根据场上位置的比较，每一此训练平均训练负荷和恢复状态

年龄、Inter-Week、Inter-Day 和场上位置间的交互影响

析因方差分析表明，Inter-Day、Inter-Week 和年龄之间的 TD 交互效应 ($F=8.342, p=0.008$)。分析的四组间的相互作用对 DEC 有影响 ($F=2.819, p=0.017$)。

讨论

本研究的目的是：(i) 量化亚精英足球学院 U15、U17 和 U19 年轻球员的周训练负荷和恢复状态；(2) 分析年龄、训练天数、周微周期、训练和场上位置对训练损失和恢复状况的影响。根据年龄组、周微周期、训练日和场上位置的不同，本研究假设周训练负荷存在显著差异。总之，本研究的结果描述了年龄组和训练日之间的显著差异。Inter-Week 分析显示，只在所涵盖的 TD 中存在差异。场上位置对每周训练负荷的影响最小。恢复状况仅在年龄组之间存在显著差异。为了方便起见，我们的研究结果分为四个分析：(i) 年龄组分析；(ii) Inter-Day 分析；(iii) Inter-Week 分析；(四) 场上位置分析。

年龄组分析

在本研究中，除了 DSL (表 1) 外，所有外部训练负荷指标均呈现显著差异。U17 运动员的 TD、AvS、MSR、rHSR、HMDL、平均冲刺次数和冲刺次数均较高 (中到强效应)。与 U19 运动员相比，U17 运动员在 rHSR、平均冲刺距离、ACC 和 DEC 方面没有显著差异。我们的研究结果与 Abade 等人的研究结果一致，他们报告了 U17 运动员更高的 TD 覆盖率和平均冲刺距离。作者也没有发现 U17 和 U19 运动员在身体冲击和相对冲击方面有任何差异。相比之下，Wrigley 等人报告说，年龄较大的人群 (即 U18) 每周的总训练负荷较高。然而，作者测量生理强度，诉诸于基于心率的方法，这可能会偏向高强度的努力。此外，本研究的数据显示，U15 运动员在训练中的 rHSR、平均冲刺距离、冲刺次数、ACC 和 DEC (强效应) 强度最低。随着年龄的增长，训练强度增加，训练量增加。奇怪的是，与 U19 球员相比，U15 球员表现出更高的 TD 和 MSR (强效应)。随着年龄的增长，训练强度增加，训练量增加。由于这个事实，与更自觉的步调策略和随着年龄增长更

好的比赛解释相关联，也有可能增加锻炼的经济性。在 TD 的 Inter-Day、Inter-Day 和年龄之间发现了更多的交互作用，证实了在衰老过程中起搏策略的增加。训练周期似乎也会影响所涵盖的训练日和每周微周期。本研究证实亚精英足球训练强度随年龄增长而增加。然而，加速度指标在时间相关和瞬时减少之后具有很高的可变性。尽管如此，从这个加速过程中还不清楚不同年龄组的变量是否增加了。我们的研究提供了有关加速运动中年龄影响的新的见解。我们发现年龄、周数、训练日数与场上比赛位置之间的 DEC 之间存在交互作用。在当前年龄组分析中，U19 运动员表现出较高的内部训练负荷（最小到强效应）和较低的恢复状态（强效应）。这些发现与 Wrigley 等人的研究结果一致，Wrigley 等人注意到老年组（即 U18）每周 RPE 负荷较高。有证据表明，更高的训练负荷和良好的恢复有望改善身体表现。此外，我们能够验证年轻球员的训练量更高（即 U15 和 U19）。有理由认为，当涉及到年轻球员时，教练组倾向于以更大的量和更少的强度来编写训练计划。此外，据报道，在较年轻的年龄组中，使用受限训练任务侧重于基本战术原则和技术技能。然而，花在高强度区的时间和正常化的会话时间可能会影响感知的劳累。

Inter-Day 分析

目前的 Inter-Day 分析显示，外部训练负荷在 TD、MRS、AvS、rHSR、HMLD、平均短跑距离、DSL 和 DEC 方面存在显著差异（表 2）。我们的训练数据显示 MD-1 覆盖的 TD 较低（中度至强度效应）。我们的主要发现似乎收敛在一个基于逐渐减少的策略中，直到 MD 前的最后一天。正常情况下，训练负荷模式呈现一个逐渐增加到 MD-3 和/或 MD-4，然后减少到 MD-1。关于青少年足球，文献报道在赛前训练课之前有一次卸荷。我们的数据显示 MD-2 中的 AvS 和 MRS 更高。相比之下，MD-3 呈现更高的 DSL 和 DEC。在同一条线上，以前的研究报告在一周中甸的每周训练负荷较高。此外，训练日和训练课程之间的差异很大。卸载阶段通常是采取由于一个最佳的健身恢复状态的竞争。例如，在 MD-1 期间在加速计变量中发现的高值可用于监测神经肌肉疲劳。

在本研究的结果中，内部训练负荷和恢复状态在日间分析中没有显著差异。相比之下，以前的研究报道了年轻球员关于 RPE 值的卸载阶段。Wrigley 等人证明了 U18 球员人数的减少。另一方面，U14 和 U16 运动员在每周的微循环中呈现出相对较高的训练负荷。事实上，当年龄和竞争焦点增加时，可以建议教练选择不同的逐渐减少策略。

Inter-Week 分析

外部训练负荷显示 TD 的周间差异（中等效应）（表 3）。这表明每周微循环之间累积训练负荷的小变化。评估季节性负荷的研究与本研究的结果一致。文献报道季节性训练负荷轻微增加。据报道，跨季节阶段的培训量也有小幅增加。

取样的 RPE 和 sRPE 在每周的微循环（中等效应）中表现出显著的差异。我们的发现与描述每周感知负荷变化（即 5-72%）的文献一致。作者认为长期和系统的训练监测可以更好地了解阶段发展。累积的训练负荷和不同发展阶段的季节性变化仍然是关于青少年足球的研究热点。此外，sRPE 在整个赛季提供了关于内部训练的一致信息。Inter-Week 分析的 TQR 评分没有发现显著差异。以前的研究与感知疲劳评分相同。Selmi 等也表明，感知的内部强度不受恢复状态的影响。

Inter-Playing Positions 分析

在本研究中,不同位置的运动员的外部 and 内部训练负荷有显著差异(表 4)。这些差异 在 前锋与中后卫运动员之间 rHSR 和平均冲刺距离(最小至中等效果)中得到验证。在一些针对成年男性和女性职业足球的研究中证实了位置间的变化。在青少年足球比赛中,位置对身体和生理表现的影响是有据可查的。虽然位置已经在训练环境中进行了分析,但训练负荷分析主要集中在约束训练任务上。因此,了解位置对运动员在每周训练负荷中的影响是重要的。比较优秀和亚优秀足球院校也是一个重要的研究差距,研究检查累积的每周训练负荷没有包括在比赛位置分析。在本研究中,TQR 得分在比赛位置组内没有显著差异。相比之下,成人训练足球中运动位置对恢复状态的影响已被记录。这项研究的结果似乎表明,比赛位置对每周训练负荷和恢复状态 的影响尚不清楚。可能的解释可能与培训任务有关,这可能不代表位置特异性。然而,未来的调查可能会集中在高要求的变化上。我们的研究结果显示,两个高强度变量(即 rHSR 和平均短跑距离)存在显著差异。此外,每周训练负荷量化应考虑比赛模式和有代表性的比赛情况,以提高比赛位置的特殊性。

我们的研究提出了一些局限性,结果应该谨慎解释。首先,由于 2019 冠状病毒疾病大流行的限制,训练数据仅包括 2 周的监测。因此,样本量相当小,这降低了对整个竞争季节的训练负荷和恢复变化的理解。此外,只针对一个亚精英足球学院的训练数据不能扩展到其他球队和地区。这样,在进一步调查中应考虑纵向样本,以检查季节变化。其次,没有考虑生物成熟,这可能会偏向年龄组分析。第三,目前的研究分析整体训练课程,而不是考虑每个 训练练习的训练模式。在进一步调查青少年足球时,应考虑整合累积的训练负荷和匹配数据。事实上,有必要研究考虑不同周计划(即一周,两周和三周比赛周)的影响。目前的文献分析了职业足球的累积训练负荷。此外,目前实验方法中的速度和加速阈值是 基于精英标准指南。未来的研究应该集中在精英和亚精英青年足球的调整阈值上。

实际应用

本研究根据年龄组别、训练日数、每周微循环量以及比赛位置,对亚优秀足球运动员的每周累积训练和恢复状态提出了新的见解。因此,目前的训练数据有几个实际应用。首先,报告累计训练负荷可以比受限制的任务更好地提高生态有效性。其次,研究人员和实践者应该考虑与年龄相关的差异来设计培训计划。同样,鉴于周内差异较大,周间差异较小,周期策略必须侧重于短期和中期实施。最后,位置似乎并不是影响年轻亚精英足球运动员每周训练负荷的主要因素。

结论

这项研究使我们得出结论,每周累积的训练负荷根据年龄组,训练日,周间和比赛位置而变化。外部训练负荷(中度到强度效应)、内部训练负荷(最小到强度效应)和恢复状态(强度效应)与年龄有关。外部训练负荷呈现训练日之间的差异(中等到强效应)。外部和内部训练负荷在不同的位置之间有显著差异。然而,比赛位置对每周训练负荷的影响是最小的。这项研究提供了关于亚精英青年足球训练负荷和恢复状态的具体见解,以监测训练环境和负荷变化。未来的研究应该包括更长的监测期,以评估不同赛季阶段的训练负荷和恢复变化。

男女青少年足球运动员有目的头球过程中球的特征对头部加速度的影响

The effect of ball characteristics on head acceleration during purposeful heading in male and female youth football players

作者: Kerry Peek, Marnee McKay, Allan Fu, Tim Meyer, Vincent Oxenham, Carrie Esopenko, Jaclyn Caccese & Jordan Andersen

译者: 苏鑫 研究生院 20 级

摘要

目标: 本横断面研究旨在探讨不同球型和特征对青少年足球运动员有目的头球时头部加速度的影响。方法: 年龄在 12-17 岁之间的有经验的男女运动员 ($n = 61$) 用 4 种不同的球 (球 1 质量 192 克, 压力 5.0 磅每平方英寸 (psi)) 完成头球试验; 球 2 432 克, 5.0 磅/平方英寸; 球 3 255 克, 5.0 磅/平方英寸; 球 4 430 克, 10.5 磅/平方英寸), 同时佩戴头戴式加速度计和陀螺仪。球 1、2 和 4 是 5 号球; 3 号球是 4 号球。

结果: 多变量方差分析和事后单变量分析揭示了球型和头部加速度在两种线性加速度下的统计学显著差异 (调整后的 $R^2 = 0.68$; $F = 140.90$; $p = <0.001$) 和角速度 (调整后的 $R^2 = 0.28$; $F = 26.52$; $p = <0.001$)。球 1 (最轻的 5 号球) 和球 3 (4 号球) 与球 4 (5 号调节比赛球) 相比, 线性头部加速度降低了 59% ($p = <0.01$)。

讨论: 有目的的头球过程中的头部加速度受球压、球大小和/或球质量变化的影响。改变球的特点, 特别是在青少年足球训练中, 当正在教头球时, 应该是一个容易实施的策略。

介绍

在澳大利亚, 2018 年至 2019 年有 200 万足球运动员, 总增长率为 6% (女性为 11%)。考虑到足球在全球范围内的持续普及, 预防球员受伤从未像现在这样重要。循证转化研究对于识别特定运动损伤风险因素和帮助制定预防建议和策略至关重要。足球中有目的的头球是一种特定运动的特定运动技能, 其中头部被故意用来击球以改变方向。这是一项复杂的技能, 需要精确的时机、协调性和力量, 可以在运动员站立、跑步、跳跃时进行。澳大利亚男子足球每 1000 个比赛小时的头球发生率从 10 岁以下的 483 次增加到 12 岁以下的 1515 次。男性青少年球员每 1000 个比赛小时的平均成绩从 13 岁以下的 1523 到 15 岁以下的 2117 不等, 女性从 13 岁以下的 909 到 17 岁以下的 2090 不等。

尽管绝大多数有目的的头球不会导致脑震荡, 但人们担心足球比赛中频繁的有目的的头球会对大脑功能产生长期的有害影响。有相互矛盾的证据表明, 足球比赛中频繁的头球导致并与发育中的大脑在神经心理学评估和大脑成像结构变化上的更差认知结果相关。尽管如此, 世界各地的一些足球组织, 包括美国足球协会以及英格兰、苏格兰和北爱尔兰足球协会, 已经禁止或限制儿童和青少年球

员的头球。虽然采取这种方法可以防止与头球相关的伤害被禁止在训练和/或比赛中使用这项技能的年轻球员的头球相关伤害,但在允许头球的情况下,这并不能防止青少年球员的这种伤害。此外,被禁止在训练中学习头球技术的球员不会自动知道如何在允许头球的情况下安全地头球,因为指导方针仅基于年龄而不是技能发展。相反,可能有其他可修改的减少伤害的策略,可以提供一种更安全的方式来发展年轻球员的头球技术,同时也减少头球负担。

一个这样的策略是探索不同的球特性对头球过程中头部加速度的影响。具体的球类要求由国际足球协会理事会制定的比赛规则。2020/2021年比赛规则规定,5号比赛用球在海平面上的压力必须等于8.5-15.6磅/平方英寸(psi),重量在410-450克(g)之间。建议年轻球员使用3号(311-340克)和4号(350-390克)较小的球,规则通常由每个国家的足球协会决定。大多数球员在14-15岁时都会过渡到5号球。在唯一已知的探索改变球压对成年业余足球运动员($n = 7$)头部加速度的影响的研究中,在有目的的头球过程中,线性头部加速度降低了10%,球压降低了大约50%(从11.0磅/平方英寸时的15.91克降低到5.8磅/平方英寸时的14.48克)。

虽然头球仍然是足球不可或缺的一部分,但我们探索所有减少伤害的方法是至关重要的,包括球的特性,这可能会降低头球过程中的伤害风险。因此,这项新颖的研究考察了不同类型和特征的球对男女青少年足球运动员在有目的的头球过程中头部加速度(即线性加速度和角速度)的影响。在青少年球员的头球训练中,球的特性可以表现出较低的线性加速度和较低的角速度,这可能为发展头球技术提供一种更安全的方法。

方法

学习设计和设置

这项横断面描述性研究是在加强流行病学观察性研究报告指南的指导下进行和报告的。

所有在澳大利亚新南威尔士州一家高水平青年足球俱乐部注册的球员都被邀请参加。该俱乐部拥有注册参加新南威尔士州全国超级联赛(一项针对13岁以下或以上球员的比赛)的男女队,球员被认为是与他们的年龄相适应的高技能水平。俱乐部球员每周训练3次,全年训练40周,竞技赛季持续约22周。悉尼大学人类研究伦理委员会批准了这项研究。这项研究是根据《赫尔辛基宣言》中概述的道德标准进行的。

补充

所有在足球俱乐部注册的男女球员($n = 122$)年龄在12-17岁之间,都会收到一封电子邮件邀请他们参加,邮件中包含了研究的目标和要求。如果球员报告最近有脑震荡或其他头部或颈部受伤(在过去28天内),他们将被排除在外。在收集球员及其父母/法定监护人的数据之前,已获得书面同意。

数据收集

数据是在2020年7月开始恢复训练和比赛时收集的,此前由于为应对新冠肺炎大流行而实施的社区体育限制,赛季开始日期推迟。

措施

在相同的外部条件下收集人体测量数据,包括身高和体重。球员们穿着由轻质衬衫和短裤组成的标准训练装备。在标题试验之前,每个球员都与第一作者(一名经验丰富的物理治疗师)进行了面对面的调查,以确认资格并获得社会人口统计数据,包括球员自我报告的标题暴露。为了确定头球曝光率,我们问了所有球员同样的开放式问题“你平均每周有多少头球,包括练习和比赛?”。航向试验使用三轴加速度计和三轴陀螺仪运动传感器完成。

标题试验

在头球测试中使用了四个球。选择球 1 和 2 是因为它们是从知名体育商店购买的商业上可获得且价格合理的 5 号球(每个大约 20 澳元)。这两个球也显示了球质量的巨大差异,代表了销售给球员(特别是年轻球员)在家中打球和练习球技时使用的球。3 号球是开发商专门为头球开发的 4 号球。4 号球是一个 5 号球,符合 IFAB 比赛用球规则,与该俱乐部参加的青少年足球比赛中使用的球相似。所有的球都被充气到制造商建议的范围内(表 1)。

Table 1. Summary of ball characteristics.

Ball number	Brand	Size	Mass (g)	Pressure (psi)
1	KickerBall™	5	192	5.00
2	Adidas Starlancer™	5	432	5.00
3	Heading-Pro™	4	255	5.00
4	Deploy Envision™	5	430	10.50

Key: g = grams; psi = pounds per square inch.

表 1: 球的特性总结

标题试验由第一作者使用标准化程序进行监督,该程序在大学生物力学实验室的早期试点测试中进行了改进。一个紧密贴合的弹性“泳帽”放在球员的头上,其中装有运动传感器,测量线性加速度(三轴加速度计)和角速度(三轴陀螺仪),确保加速度计位于枕骨底部的中心。这个位置是根据加速器的大小来选择的,并且它是一个很容易在球员之间定位的解剖标记。在这项研究中,一名职业足球教练,前国际球员,用头顶抛投的方式将球送出。掷界外球被用于支持投球机,以复制早期研究中使用的比赛场景。在澳大利亚,12-17 岁的球员有 10-28%的头球来自足球比赛中的抛球。运动员被要求站在一个 1*1 米的盒子里,盒子位于标准室外足球场边线 5 米处。在这个盒子里,球员们被要求总共头球 9 次(3 次头球完成,球 1、球 2 和球 3 依次完成)。然后,球员最多可以选择 3 次前往 4 号球。在测试中,由于头球负担被强调为一个问题,球员们可以选择是否头球攻门。球员们被要求保持脚踏实地,呆在禁区内,但除此之外,他们可以采取任何站姿或技术来头球。球员被要求留下任何他们不喜欢的球。在球员开始标题试验之前,第一作者向每个玩家提供了相同的比赛场景:

“想象一下,你在一场比赛中,球已经不打了,你的队友正要从边路把球扔给你。你要把球顶回队友的脚下,这样他们就可以继续比赛了。”

这意味着球必须朝着投掷的方向返回,即球的方向发生 180 度的变化。

研究小组的一名成员使用数据记录表记录每个头球,记录的字段包括:头球时间(小时:分钟:秒)、球号、球员姓名和出生日期,以及头球是否有效。为了让头球有效,球员必须在前额(相对于头顶或侧面)接球,在头球时不要移动脚,并且要位于禁区内。无效的头球只有在球没有接触球员头部的情况下才会重复,以减轻多次尝试的头球负担。3(或 4)个球以同样的顺序发给每个球员。

每个轴的线性加速度在 16 克范围内以 800 赫兹采样,陀螺仪数据以 800 赫

兹采样。一旦玩家完成了航向试验，加速度计的数据就会下载到 OmGui 软件，包含沿每个正交轴的线性加速度的时间序列数据以及陀螺仪数据。对应于每个标题的加速度计和陀螺仪数据被导出到 excel 中。由最后一位作者在 MATLAB 中创建和处理的 csv 文件，该作者不知道数据收集和球交付的顺序。在对原始数据进行审查并删除带有剪切数据的试验后，使用毕达哥拉斯方程从原始数据中计算出合成的线性加速度和角速度。从每次航向试验中提取峰值合成加速度和角速度来表示航向加速度。图 1 显示了一个运动员的航向轨迹的例子，得到了线性加速度。

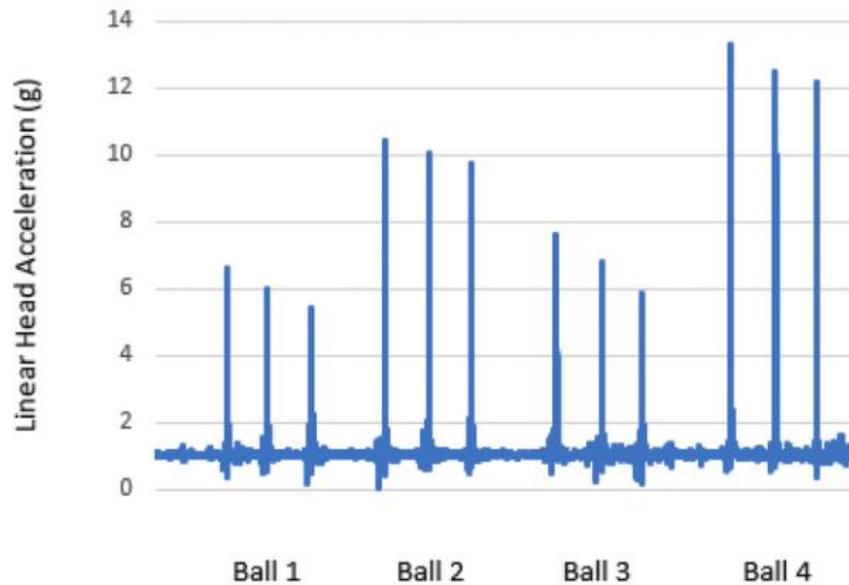


图 1：一名球员在有目的的头球过程中合成线性加速度(g)的加速度计轨迹示例

测试器内可靠性

来自不同球员的 40 个头球(见下面的力量计算)的子集(每个球 10 个)使用慢动作视频捕捉，并使用 Runmatic(一个智能手机应用程序)中的秒表功能进行分析。使用精选头球的慢动作视频，我们能够计算出球从球离开掷界外球教练的手点到球接触球员头部的 5 米距离所花费的时间。这些数据随后被用于计算每次记录投掷速度的测试者内可靠性。

样本量

基于早期研究，使用 PASS 2019 使用中等效应大小($d > 0.07$)进行先验样本量计算。使用多变量方差分析要求至少 40 名参与者的小组规模，以证明测试期间头部加速度的变化。该样本量增加到 48，以考虑 20%的无效集管或设备错误的

数据分析

使用 Stata 14.0 进行分析。参与者社会人口统计的描述性数据使用计数、平均值和标准差来表示。性别特征测量的基线差异通过连续变量的 t 检验进行分析。显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。

使用双向混合效应模型分析了插入的评分者内可靠性，以确定类别内相关系数(ICC)，其大小被解释为差(小于 0.50)、中等(0.50 - 0.75)、好(0.75 - 0.90)

和优(大于 0.90)。

以平均峰值线加速度和角速度为因变量,球型为自变量的单因素方差分析(MANOVA)用于分析男性和女性的组合数据。然后在每种性别中完成单向 MANOVA。为了揭示球之间因变量的显著差异,使用了单独的单变量方差分析。最后,进行独立的 t 检验,以确定基于球类型的线性加速度(或角速度)是否有显著差异(首先使用球 4,然后使用球 2 作为参考球)。球 2 和球 4 被选为参考球,因为它们都是符合 IFAB 球质量规定的 5 号球。球 4 也符合压力。此外,所有球员都头球攻门 2 号球,而只有男性头球攻门 4 号球。

为了确定哪些变量预测线性加速度和角速度,对每周进行的球压、球质量、球大小、性别、年龄和头球进行了单独的直接入口多元回归分析。平均值(标准差)、F 值、R² 值和 p 值以 $\alpha = 0.05$ 的先验显著性水平进行报告。

结果

在受邀参与的 122 名球员中,有 62 名玩家及其监护人提供了同意书。一名球员被排除在外,原因是最近一周在学校被诊断为脑震荡,剩下 61 名球员完成了头球测试。

在总共 624 个头球中,有 23 个(3.6%)被认为是无效的(18 个是球员头顶的接触点,5 个是因为球员移出了禁区)。此外,12 个集管超过了 Axivity 线性加速度、角速度或两者的最大阈值。这 12 个头球主要出现在年轻的男性球员身上,除了 2 个头球之外,其他都是针对 4 号球的。这使得总共有 589 个标题包含在分析中。所有球员在 1 号球和 2 号球中每球至少记录 2 次头球;10 名男性没有头球 3 或 4;没有一个女性选择 4 号球。下降的主要原因是球员想在测试时减少头球数量。

慢动作分析显示,四种球类的球速差异极小。在掷球过程中,所有球的平均速度为 6.25 米/秒(22.5 公里/小时),速度范围为 5.95 至 6.41 米/秒。这一速度与早先报道的 6.8 米/秒(0.5 米/秒)的掷球速度一致,掷球距离稍大,为 6.5 米。投掷的国际商会计算为 0.76,显示出良好的可靠性。

球员社会人口统计

表 2 分别汇总了男性和女性球员的社会人口数据。男女在年龄($p = 0.95$)、体重($p = 0.15$)、踢球经验($p = 0.64$)和训练量($p = 0.22$)方面的差异不显著。然而,男性和女性在身高($p = 0.01$)和自我报告的每周头球次数($p = 0.02$)方面存在统计学上的显著差异,女性球员自我报告的平均头球数为 5 次,而男性球员为 10 次。

Sex (n)	Age (yrs)	Height (m)	Body mass (kg)	Playing experience (yrs)	Training volume per week (hrs)	Headers performed per week (n)
Combined (n = 61)	14.52	1.66	54.26	8.86	5.31	8.07
	(1.37)	(0.09)	(9.42)	(1.96)	(1.97)	(8.99)
	12-17	1.49-1.88	37-77	3-13	3.5-16	0-35
Male (n = 35)	14.51	1.69	55.77	8.97	5.56	10.34
	(1.20)	(0.09)	(9.69)	(1.94)	(2.24)	(10.72)
	12-16	1.52-1.88	37-75	3-12	4-16	0-35
Female (n = 26)	14.63	1.63	52.59	8.73	4.98	5.00
	(1.66)	(0.06)	(9.05)	(2.05)	(1.52)	(4.88)
	12-17	1.49-1.72	37-77	4-13	3.5-9	0-20

Key: yrs = years, m = metres, kg = kilograms, hrs (hours).

表 2: 年龄、身高、体重、比赛经验、训练量和每周男女自报头球数的球员特征(平均值、标准差、范围)以及综合数据

球型的效果

结果显示, 球型和因变量之间有统计学意义的差异 ($F = 53.68, p = <0.001$)。事后单变量分析揭示了线性加速度的统计学显著差异 (调整后 $R^2 = 0.68$; $F = 140.90$; $p = <0.001$) 和角速度 (调整后的 $R^2 = 0.28$; $F = 26.52$; $p = <0.001$)。按性别进行的单向 MANOVA 的结果表明, 男性的球类型与线性加速度和角速度之间存在统计学上的显著差异 ($F = 35.66, p = <0.001$) 和女性 ($F = 21.04, p = <0.001$) 用于球 1-3。表 3 总结了男性和女性选手的数据。

线性加速度 ($p = <0.001$) 和角速度 ($p = <0.001$) 存在显著的性别差异。

Combined male and female players:							
Ball	Participants (n =)	Linear acceleration (g)			Angular velocity (rad/s)		
		Min	Max	Mean (95%CI)	Min	Max	Mean (95%CI)
1	61	3.75	9.88	6.34 (5.98-6.70)	1.37	11.48	5.00 (4.28-5.71)
2	61	5.78	16.51	11.37 (10.76-11.97)	1.27	16.64	6.91 (5.97-7.85)
3	51	4.39	12.34	8.12 (7.56-8.67)	1.42	11.37	5.93 (5.13-6.72)
4	25	9.54	21.51	15.44 (14.42-16.46)	5.42	16.79	11.64 (10.33-12.95)
Male players only:							
Ball	Participants (n =)	Linear acceleration (g)			Angular velocity (rad/s)		
		Min	Max	Mean (95%CI)	Min	Max	Mean (95%CI)
1	35	4.90	9.61	6.55 (6.16-6.93)	1.37	10.65	5.75 (273-386)
2	35	7.48	16.50	11.70 (10.77-12.62)	5.36	11.37	8.28 (7.47-9.09)
3	25	6.48	12.34	8.84 (8.11-9.57)	1.27	16.63	7.50 (6.02-9.08)
4	25	9.54	21.51	15.44 (14.64-16.24)	5.42	16.79	11.64 (10.61-12.67)
Female players only:							
Ball	Participants (n =)	Linear acceleration (g)			Angular velocity (rad/s)		
		Min	Max	Mean (95%CI)	Min	Max	Mean (95%CI)
1	26	3.75	8.21	5.53 (5.07-5.98)	1.54	7.06	3.22 (2.62-3.80)
2	26	5.78	15.87	10.54 (9.57-11.51)	1.98	10.21	5.42 (4.45-6.41)
3	26	4.39	10.59	4.39 (3.75-5.03)	1.42	8.40	3.93 (3.18-4.68)
4	-	-	-	-	-	-	-

表 3: 男女选手有目的的头球过程中的线加速度和角速度数据以及综合数据的汇总

表 4 显示了每种球类型的线加速度和角速度之间的百分比差异。与 4 号球相比, 3 号球在头球过程中球员头部的平均线性加速度要低 47%。平均值之间的差异 (使用第一个球 4 作为参考球, 然后是球 2) 对于所有的比较球都具有统计学显著性, 无论哪个球被用作参考球。

球的影响和社会人口特征

对于线性头部加速度, 3%的方差是由年龄预测的 (老年运动员表现出比年轻运动员更低的峰值线性加速度), 11%是由性别预测的 (女性表现出比男性更低的峰值线性加速度), 38%是由球压预测的 (较低的球压与较低的峰值线性加速度相关), 56%是由球质量预测的 (较轻的球与较低的峰值线性加速度相关) (见表 5)。对于角速度, 11%的方差是由年龄预测的 (年龄越大, 角速度越低), 23%是由性别预测的 (女性角速度越低), 10%是由每周头球次数预测的 (经常头球的球员角速度越低), 24%是由球压预测的 (球压越低, 角速度越低), 13%是由球质量预测的 (较轻的球与角速度越低)。

讨论

本研究被认为是首次探索不同球型和特征对男女青少年足球运动员头球过程中头部加速度的影响。我们的研究表明,与5号球(430克)相比,使用更轻的5号球(1号球-192克)可以降低59%的头部加速度,使用更轻的4号球(3号球-255克)可以降低47%,使用球压降低的5号球(2号球,5磅/平方英寸)可以降低26%;10.5磅/平方英寸)。与低压(5磅力/平方英寸)5号球和高压(10.5磅力/平方英寸)5号比赛调节球相比,使用4号球(5磅力/平方英寸)也观察到了较低的头部加速度。多元回归支持较轻的球或压力较低的球与较低的峰值线性加速度和峰值角速度相关。

Ball	Reference Ball 4		Reference Ball 2	
	Linear	Angular	Linear	Angular
1	59% ↓ *	57% ↓ *	44% ↓ *	28% ↓ *
2	26% ↓ *	41% ↓ *	ref	ref
3	47% ↓ *	49% ↓ *	29% ↓ *	14% ↓ **
4	ref	ref	36% ↑ *	69% ↑ *

*p < 0.01; **p < 0.05; ↓ lower compared with reference ball; ↑ higher compared with reference ball.

表 4: 与参考球 4 和参考球 2 相比, 每种球类型的线加速度和角速度的变化汇总(T 型试验)

Variable	Linear acceleration (g)			Angular velocity (rad/s)		
	R ²	F	p-value	R ²	F	p-value
Age	0.03	6.31	0.01*	0.11	21.63	<0.001*
Sex	0.11	1.71	<0.05*	0.23	49.47	<0.001*
Headers performed per week	0.01	0.19	0.19	0.10	20.53	<0.001*
Ball pressure	0.38	103.55	<0.001*	0.24	54.53	<0.001*
Ball size	0.003	0.57	0.45	0.01	1.70	0.20
Ball mass	0.56	217.93	<0.001*	0.13	24.40	<0.001*

*Statistically significant.

表 5: 线性加速度和角速度的预测因子总结(回归分析)

早期的研究利用数学模型探索了球的属性和头部加速度之间的关系,人头模型力板或成年球员。休琴科等人的一项研究是唯一已知的利用7名积极踢足球的成年参与者评估头部加速度与头球过程中球质量和压力之间关系的研究。该研究报告称,球压降低50%时,线性头部加速度降低10%,球质量降低20%时,头部加速度降低10%。探索球的大小、质量和/或压力与头部加速度之间关系的其他研究都没有使用人类参与者。相反,使用数学模型的研究报告了相互矛盾的发现。Queen等人报告说,球的大小或压力的增加对头部加速度几乎没有影响。然而,他们研究中使用的最低压力(10磅/平方英寸)与我们的5号比赛球(4号球,10.5磅/平方英寸)中使用的最高压力相当。当与较低压力的球(如我们研究中使用的5psi球压)相比时,高于某一压力(如10psi)的球可能不会显示出相同的头部加速度降低。是否存在球压阈值需要进一步研究。后来的一项研究使用数学和人体计算模型模拟评估了球速、质量和刚度对头球过程中所受力的影响,报告称,头部所受力主要受球速的影响,速度越高的球表现出的加速度越高。尽管我们在研究中没有评估球速,但一项使用与我们的球2(尺寸为5的阿迪达斯Starlancer)相同的球的研究报告称,虽然峰值冲击力(使用力板评估)受到球速的影响,但降低球膨胀压力在降低峰值冲击力方面提供了最大的回报。球压从16磅/平方英寸降至8磅/平方英寸(从IFAB球规的高端降至低端),球冲击力降低了20%。此外,邓恩等人报告称,与标准(410克)和标准轻型(350克)5号球相比,4号(370克)球较小的人头模型撞击加速度较低。最后,另一项使用人头模型的研究显示,随着球速的增加,峰值线性加速度(p = 0.001)和峰值旋转加速度(p = 0.002)增加,而随着球压的降低,峰值线性加速度(p < 0.001)和峰值旋转加速度(p < 0.001)减少。

与早期发表的文献一致,我们的结果表明头部加速度受不同的球特性如球质

量和压力的影响。我们的结果表明,与球4(比赛调节球)相比,其他3个球在有经验的青少年足球运动员中表现出26%到59%之间的低头部加速度。这一点需要注意,因为目前世界上很多足协都还没有制定出头球攻门的指导方针,而且大部分确实存在的指导方针一般只针对球员可以开始头球的年龄提出建议。美国足球禁止10岁及以下球员在训练和比赛中头球,限制头球练习至14岁。我们的结果表明,尽管年龄较大和女性与头球过程中较低的头部加速度有关,但在较低的头部加速度和较低的球质量和压力之间有更强的关系。改变球体质量和压力也是易于实施的策略。最近更新航向指南的一个足协是英格兰足球协会,他们的指导方针不建议在11岁以下和11岁以下球员的训练课程中使用头球,12岁以下至18岁以下年龄组的训练中使用受限头球。比赛期间没有关于航向限制的报道。在球员在训练中学会这种复杂的技术之前,允许在比赛中头球的一个主要问题是,年轻球员的第一次头球经验可能是来自高速踢腿的高压调节比赛球,而不是来自低速抛球。即使年轻球员用较小的3号球(8岁及以下)和4号球(8-12岁)进行比赛,但仍然建议这些球具有与5号球相同的压力(8.5至15.6磅/平方英寸)。这意味着年轻球员可能会在没有头球技术训练的比赛中头球,这可能会使他们面临比在训练中使用较轻/较低压力的球时更高的头部加速度。

学习安全的头球技术不仅仅是掌握头球接触的点,还要学习如何为起跳计时、安全定位身体和激活颈部肌肉,以降低受伤风险和头球对大脑健康的潜在影响。据报道,足球运动中与头球相关的头部和颈部损伤更多地取决于头部的加速度,而不是施加的力。使用头顶的头向增加颈椎的轴向负荷也与更高的受伤风险相关。此外,大多数脑震荡发生在足球比赛中,因为头部撞击头部或头部撞击肘部/肩部。在训练中限制年轻球员在教练的指导下发展这些高度复杂的技能,最终可能会增加球员在比赛中受伤的风险。

一种更实用的头球方法可能是欧足联采用的方法,在这种方法中,在所有年龄段的训练中都允许头球,强烈反对不必要的头球训练(如头部网球),并在IFAB“游戏规则”(欧洲足球协会联盟2020)授权的最低压力下,为每个比赛年龄段使用合适的球尺寸。这并不意味着头球练习应该在非常年轻的球员或高练习负担的球员中开始,但确实允许教练在他们开始在比赛中头球更高压力的比赛球之前,与使用轻质和/或低压球的球员一起练习头球,这对于一些9至11岁左右的球员来说。

在我们的研究中,女性的头部加速度比男性低($p < 0.001$)。这与之前发表的研究相反,该研究一直表明,女性在头部运动中的头部加速度高于男性(Peek等人,2020b)。虽然我们没有客观地衡量头球技术的结果,但主观上注意到,在我们的研究中,男性和女性的头球方式有明显的差异,尤其是他们的起始站立位置(除了确保球员脚保持接地之外,我们没有控制这一点)。男性球员倾向于采取一个站立的姿势,一只脚放在另一只脚的前面,而女性球员倾向于把自己的位置放得更靠近球。这意味着,男性球员通常表现出从后脚到前脚的重量转移,以迎接球,而女性球员往往保持更稳定,等待球来到他们身边。男性运动员的这种增加的运动可能导致加速度计记录到更高的加速度。未来研究的一个建议是分析男女之间以及不同年龄组的球员之间在不同球速下的头球技术差异(对于更高速度的球,许多女性采用的头球技术可能会显示不同的头部加速结果)。这种分析可以使用视频或光电分析以及在运动员身上放置额外的标记和加速度计来执行,从而可以进一步探索与躯干运动相关的头部加速度,以解释体重变化

优势和局限性

这项新颖研究的优势在于使用了一个被接受的比赛场景(即通过头球控制抛投)供玩家复制。我们还使用了比以前使用 7 名成年足球运动员的样本量或人头模型的研究更大的运动员样本量($n = 61$)。

还有几个应该承认的限制。首先,早期的研究表明,与实验室条件下的护齿传感器相比,头戴式传感器可能会由于耦合不良而高估航向期间的峰值加速度。对我们的措施进行的试点测试显示,在视频分析中,航向期间没有可检测到的滑动和“泳帽”的良好耦合。然而,我们承认,我们的数据可能高估了所有 4 个球,但这不应该影响结果的解释,因为每个球和头球都受到相同的条件。

少量头部加速度数据超出了加速度计的限制,这意味着这些数据无法使用。尽管这仅影响了 2%的记录头球总数,但大多数都出现在球 4 上——比赛用球。这可能表明,需要一个上限更高的加速度计来记录来自压力更大的球或以比我们研究中使用的投掷速度更高的速度传递的头部加速度。这也意味着我们的球之间的比较数据可能被低估了,因为没有记录球 4 的最高头部加速度。此外,4 号球的头部加速度仅代表男性球员,因为没有女性头球,这也可能影响我们的结果。运动传感器放置在枕骨上而不是头部的质心也可能限制结果的解释。选择枕骨是因为它是一个很容易在球员之间快速定位的解剖标志。此外,所有参与者都为同一个俱乐部效力,这可能会限制结果对其他人群的可推广性。最后一个限制是我们没有掌握头球技术,也没有记录头球之后的球速。这些将为未来的研究增添有趣的内容,以探索头球表现结果是否受到球类特征、性别、年龄和技术的影响。

结论

考虑到频繁头球是否与大脑健康的长期问题相关的矛盾证据,谨慎的做法是探索能够将对球员的潜在伤害降至最低的策略。这项研究提供了证据,表明降低球压、球的大小和/或球的质量可以降低青少年球员的头部加速度。改变球的特点,尤其是在练习头球的训练中,是一个容易实施的策略,但可能需要足球组织自上而下的支持,以增加球员和教练的认可。

实际影响

为了减少头球过程中的头部加速度,建议足球组织和教练考虑球的大小、质量和压力,只使用适合每个比赛年龄组的球(从监管角度来看,这是一种易于实施的策略)。

高水平青少年足球运动员重复冲刺能力的年龄相关性差异

Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players

作者: IGO MUJIK, MATT SPENCER, JUANMA SANTISTEBAN,

JUAN JOSE' GOIRIENA & DAVID BISHOP

译者: 张博 研究生院 20 级

摘要:

本文研究了 134 名青少年足球运动员反复冲刺能力和血乳酸反应的年龄差异。来自职业俱乐部发展计划的球员按照他们的未成年球队(U-11 至 U-18)分组。随后,参与者进行了重复冲刺能力测试[6×30 米冲刺,间隔 30 秒,主动恢复(2.0-2.2 m/s)]。测试变量包括总时间、百分比冲刺减量和测试后乳酸浓度峰值。U-11 至 U-15 年龄组的总时间有所改善(范围为 33.15±1.84 vs 27.25±0.82 s),而 U-15 至 U-18 年龄组的总时间没有进一步的显著改善。各组间在冲刺减量百分比方面没有显著差异(范围为 4.0±1.0% 至 5.5±2.1%)。测试后乳酸值从一个年龄组增加到下一个年龄组(范围为 7.3±1.8—12.6±1.6 mmol/L),但是经过年龄相关的体重差异调整后,仍然保持不变。乳酸峰值与短跑时间呈中度相关($r=0.70$, $P>0.001$)。我们的研究表明,在高水平训练的青少年足球运动员的成熟过程中,反复冲刺能力的表现有所提高,尽管 15 岁以后会出现一个平台期。与基于先前建议的预期相反,重复冲刺中冲刺减少的百分比并没有随着年龄的增长而降低。

关键词: 成熟, 恢复, 血乳酸, 团体运动, 足球

引言

足球、曲棍球和橄榄球等场地团体运动要求运动员进行大量短跑,间或进行中低度活动或被动休息。许多这样的冲刺被主动或被动的每分钟足够长的时间(>1 分钟)来完成或接近完全恢复,因此随后的冲刺表现并没有受到明显的损害。然而,比赛分析表明,这些冲刺中的一些被短暂的休息时间隔开(<30 秒),这已经被证明对后续冲刺的表现有负面影响,不管是在实验室还是在室外场地。因此,团体项目运动员的身体素质要求之一就是短间歇时间内(<30 秒)完成短距离冲刺跑(<6 秒)的能力,这种能力被称为“反复冲刺能力”。许多研究表明,重复冲刺能力是足球和其他间歇性团队运动成绩的重要决定因素。

尽管人们对重复冲刺能力的认识和兴趣不断增加,但是关于高水平训练者、发展中运动员和团体运动员重复冲刺能力随年龄变化的信息却很少。这些信息很重要,因为很多研究都调查了儿童从高强度运动中恢复的能力。然而,有人认为,儿童在短跑运动中比成年人恢复得更快。这部分归因于儿童(10.3±1.4 岁)对氧化代谢的依赖性更高,对糖酵解的依赖性更低比年轻成年人(21.6±1.6 岁)在最大、长时间、反复冲刺期间。此外,据报道,儿童(6-12 岁)的磷酸肌醇合成速

度快于年轻成年人(20-29岁),这种差异被认为是由于儿童对氧化代谢的依赖程度更高。重复冲刺能力与磷酸肌酸合成率呈正相关,与厌氧糖酵解对第一次冲刺的贡献呈负相关,这进一步支持了重复冲刺能力在儿童中可能比在成人中更强的假设。

虽然可以假设,冲刺运动的恢复能力可能会随着儿童年龄的增长而恶化。随着年龄的增长,短跑分数的下降幅度越大),我们也可以假设,在重复冲刺能力测试中,单次冲刺和总冲刺时间(即更快的冲刺时间)会出现相反的模式。这是因为,即使校正了体重差异后,儿童(11.4±0.5岁)的最大无氧功率也明显低于年轻人(24.1±2.0岁)。作为结果,乳酸生产的绝对水平也会直观地更少。的确,有报道称,在最大运动量下,儿童(9.3±1.0岁)与成人(33.7±6.9岁)相比,乳酸生成率有所下降,尽管这种差异似乎与肌肉质量的差异有关。此外,儿童的乳酸峰值通常低于成人。据报道,儿童(12.0±0.6岁)获得乳酸峰值的时间延迟也比青少年(16.3±0.7岁)和成年人(27.2±4.5岁)要短。

因此,本研究的目的是调查高水平训练男孩和青少年足球运动员(U-11至U-18年龄组)的重复短跑能力。基于上述研究,我们的主要假设是,年轻组在重复短跑之间能够更快地恢复,因此短跑减少的百分比较小。我们的第二个假设是,由于身体尺寸和肌肉质量和无氧能力的增加,在重复的冲刺能力测试中,年龄较大的组会显示出更快的总冲刺时间和更高的峰值血乳酸浓度。

方法

对134名高水平的青年男子足球运动员进行调查(U-11, n=22;U-12, n=17;U-13, n=15;U-14, n=16;U-15, n=19;U-16, n=17;U-17, n=17;U-18, n=11)。所有参与者都是同一个职业足球俱乐部发展计划的成员,在研究期间参与了常规的U-11到U-18足球比赛。考虑到根据足球联合会的规则,球员是按年龄而不是按生理成熟度配对和比赛的,球员是按年龄组集合的,这正是他们在训练和比赛中配对的方式。U-11和U-12组每周进行3次1.5小时的训练,周末进行60分钟的比赛。U-13和U-14组每周进行4次相同时间的训练,每次70分钟的比赛。U-15和U-16组球员每周训练4-5次,每次80分钟的比赛,而U-17和U-18每周也训练4-5次,但都是90分钟的比赛。参与者的身体特征见表一。在充分了解研究的目的和潜在风险后,获得了受试者的家属/监护人的书面同意。所有实验程序都得到了宾夕法尼亚大学 Euskal Herriko Unibertsitatea 分校伦理委员会的批准。

	Height (m)	Mass (kg)
U11	1.46 ± 0.05 [§]	38.4 ± 4.2 [§]
U12	1.51 ± 0.06 [†]	41.9 ± 3.8 [†]
U13	1.57 ± 0.08 [†]	46.0 ± 6.1 [#]
U14	1.67 ± 0.06 [‡]	55.2 ± 9.3 ⁺
U15	1.74 ± 0.07 [*]	61.1 ± 5.5 [¢]
U16	1.75 ± 0.07 [*]	65.6 ± 7.5 [*]
U17	1.78 ± 0.06 [*]	69.7 ± 7.2 [¥]
U18	1.79 ± 0.09 [*]	72.0 ± 8.3 [¥]

表一 U-11~U-18年龄组青少年足球运动员的身体特征

显著不同(P<0.05) from: U-13 to U-18; †U-14 to U-18; U-15 to U-18; *U-11 to U-14; #U-11 and U-14 to U-18; +U-11 to U-13 and U-16 to U-18; ¢U-11 to U-13 and U-17 to U-18; U-11 to U-15.

实验设计

实验在 2008 年 2-3 月比赛季的第二、三分之一结束时进行。所有参与者在测试前一周进行了两次重复冲刺测试的熟悉测试。测试在最后一场比赛后至少 3 天的同一时间(17:00-20:30), 在相同的实验条件下, 在室内足球场进行。在测试的前一天, 球队的训练强度和运动量都被降低了, 并且要求球员们在测试的前一天保持正常饮食。测试前 2-3 小时内不允许进食。每次只测试一名队员, 每个队员都得到指导和口头鼓励, 在每次重复冲刺中付出最大努力。在标准和监督的 16 分钟热身后 5 分钟开始性能测试, 包括低强度的前跑、侧跑和后跑, 跳跃式运动, 4 次 40 米加速跑, 4 次 10- 30 米最大速度冲刺。

6 次 30 米重复短跑测试

测试课程分 2 周进行 在第一周, 室内设施的温度为 16.5 至 19.4C, 湿度为 60.5 至 77.9%; 在第二周, 温度为 11.6 至 14.3C, 湿度为 40.172.2%。两次都是在人造足球场上进行反复的短跑, 队员们穿的是钉子足球鞋。测试包括 6 次 30 米最大冲刺 (Spencer 等人, 2006 年), 以 30 秒为一个周期, 通过放置在离地面 1.0 米处的光电门测量 30 米直线冲刺的时间。每次冲刺都是从个人选择的站立位置开始的, 在光电门后 0.3 米处, 光电门启动了一个数字定时器。当选手越过第二组光电门时, 在距离起点 30 米处, 冲刺时间被置换并记录。在完成每个 30 米的冲刺后, 参赛者减速到放置在 30 米标志以外 10 米处的锥体上, 转身, 并在 18-20 秒内慢跑回起点线 (2.0-2.2m/s), 确保在开始下一次冲刺前有 4-6 秒的被动恢复, 也是从一个静止的位置开始。参赛者在慢跑回到起跑线时得到口头反馈, 以确保他们在分配的时间内准备好进行下一次冲刺。

测试成绩的计算

测试分数是根据 Spencer et 等人 (2006) 的方法计算的。这包括总冲刺时间和冲刺减量百分比。总冲刺时间是所有六个冲刺时间的总和, 以秒为单位。据报道, 该值的可靠性非常高 (典型误差为 0.7%, 95%的置信度为 0.5-1.2%)。

冲刺递减百分比的计算方法如下。

$$((\text{总冲刺时间}/\text{理想冲刺时间}) \times 100) - 100$$

冲刺减量百分比已被证明具有中等程度的可靠性 (典型误差=14.9%, 95%的置信区间-10.8-31.3%), 但最近被认为是评估重复冲刺工作期间疲劳的最有效和最可靠的措施。

血乳酸测定

完成重复短跑试验后 1、4、7 和 10 分钟从耳垂采集的 5 毫升毛细血管血液样本中测定血乳酸浓度, 参与者以坐姿休息。每个运动员的最高血乳酸浓度被保留为血乳酸峰值浓度。对乳酸前体分析仪进行评估的研究表明, 该分析仪准确可靠, 并与其他实验室分析仪高度一致。

统计分析结果

以平均值±标准差表示。采用单因素方差分析变异数分析法(ANOVA)评价不同年龄组之间的差异。霍尔姆-斯达克波斯特-霍克测验用于指出显著差异所在。皮尔逊相关系数用于确定变量之间的关系。为了调整身高差异对短跑成绩差异的

贡献,使用半部分相关性(Thomas & Nelson, 1990)对身高差异与短跑成绩差异之间的相关性进行了重新研究。统计学显著性设定为 $p < 0.05$ 。

结果

11岁组和12岁组的总冲刺时间无显著性差异,但两组均明显慢于其他年龄组。U-13组的总冲刺时间与其他各组相比有显著性差异,其中U-11组和U-12组较慢,U-14至U-18组较快。同样地,U-14组与其他所有组别都有显著差异,U-11至U-13组较慢,U-15至U-18组较快。U-15,U-16,U-17和U-18组之间的总冲刺时间没有显著差异。

各年龄组之间的短跑递减百分比没有显著差异。15岁至18岁年龄组之间的六个短跑记录时间也没有显著差异。相比之下,11岁至14岁年龄组之间的单次冲刺时间有明显的差异。表1列出了总短跑时间、短跑递减百分比和每项短跑的平均(s)数据。

G	Sprint 1 (s)	Sprint 2 (s)	Sprint 3 (s)	Sprint 4 (s)	Sprint 5 (s)	Sprint 6 (s)	Total time (s)	Decrement (%)
U-11	5.24 ± 0.25 [§]	5.45 ± 0.31 [‡]	5.56 ± 0.32 [§]	5.63 ± 0.34 [§]	5.62 ± 0.35 [§]	5.65 ± 0.34 [§]	33.15 ± 1.84 [§]	5.5 ± 2.1
U-12	5.09 ± 0.18 [†]	5.22 ± 0.21 [#]	5.39 ± 0.20 [§]	5.45 ± 0.24 [§]	5.49 ± 0.27 [§]	5.53 ± 0.26 [§]	32.18 ± 1.26 [§]	5.5 ± 1.9
U-13	4.95 ± 0.27 [#]	5.05 ± 0.33 [#]	5.17 ± 0.34 [‡]	5.21 ± 0.31 [‡]	5.25 ± 0.29 [‡]	5.25 ± 0.28 [‡]	30.88 ± 1.73 [‡]	4.1 ± 2.0
U-14	4.60 ± 0.10 [‡]	4.70 ± 0.10 [‡]	4.79 ± 0.11 [‡]	4.82 ± 0.13 [‡]	4.86 ± 0.13 ⁺	4.88 ± 0.13 [‡]	28.65 ± 0.58 [‡]	4.0 ± 1.6
U-15	4.35 ± 0.15 [*]	4.45 ± 0.14 [*]	4.56 ± 0.15 [*]	4.58 ± 0.14 [*]	4.65 ± 0.15 [¥]	4.65 ± 0.16 [*]	27.25 ± 0.82 [*]	4.4 ± 1.6
U-16	4.29 ± 0.12 [*]	4.37 ± 0.13 [*]	4.45 ± 0.13 [*]	4.52 ± 0.13 [*]	4.55 ± 0.14 [*]	4.58 ± 0.15 [*]	26.76 ± 0.73 [*]	4.0 ± 1.0
U-17	4.26 ± 0.09 [*]	4.34 ± 0.10 [*]	4.42 ± 0.08 [*]	4.48 ± 0.10 [*]	4.54 ± 0.10 [*]	4.56 ± 0.13 [*]	26.61 ± 0.53 [*]	4.1 ± 1.1
U-18	4.20 ± 0.15 [*]	4.29 ± 0.17 [*]	4.37 ± 0.17 [*]	4.43 ± 0.14 [*]	4.49 ± 0.20 [*]	4.56 ± 0.17 [*]	26.34 ± 0.94 [*]	4.6 ± 1.1

Significantly different ($P < 0.05$) from: *U-11 to U-14; [§]U-13 to U-18; [†]U-14 to U-18; [#]U-11 and U-14 to U-18; [¥]U-11 to U-13; ⁺U-11 to U-13 and U-16, U-18; [‡]any other group.

表二 从U-11到U-18年龄组的每组青少年男性足球运动员6×30米重复冲刺测试的总时间、减量百分比和个人冲刺时间(平均值±s)

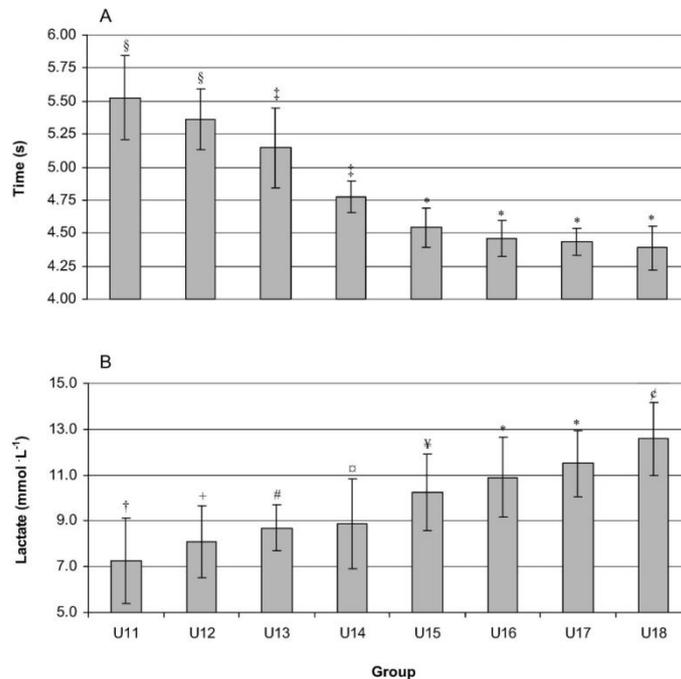


图1 每组U-11至U-18青年男子足球运动员6630米重复冲刺试验的平均冲刺时间(A)和血乳酸峰值浓度(B)。

significantly different ($P < 0.05$) from: *U-11 to U-14; ^xU-13 to U-18; {U-14 to U-18; [#]U-16 to U-18; [¥]U-11 to U-13; [†]U-15 to U-18; U-11 and U-16 to U-18; [‡]U-11, U-12, and U-18; [§]U-11 to U-15; {any other group. Values are mean ± s

平均冲刺时间和血乳酸峰值浓度的平均 (s) 数据见图 1。U-11 组的平均 30 米冲刺时间比 U-15 组慢了大约 1 秒。U-15 组的平均 30 米冲刺时间比 U-18 组慢 0.15 秒,但在 U-15 至 U-18 年龄组之间没有显著差异。相反,U-15 组和 U-18 组的血乳酸峰值浓度有显著差异。在 U-16、U-17 和 U-18 组之间没有明显的差异。此外,U-11、U-12 和 U-13 组之间没有显著差异,但 U-11 组的血乳酸峰值浓度明显低于 U-14 组。U-18 组的血乳酸峰值浓度为 $12.6 \pm 1.6 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$,比 U-11 年龄组的高 58%。当血乳酸峰值浓度根据体重进行调整时,各年龄组之间没有明显差异(数值在 0.17 至 0.19 毫摩尔·l 之间)。各年龄组在完成重复冲刺能力测试后 1、4、7 和 10 分钟的血乳酸浓度值列于表 III。

峰值血乳酸浓度和总冲刺时间之间存在着适度的负相关(图 2a)。此外,血乳酸峰值浓度与重复冲刺测试的冲刺 1 时间之间存在稍强的负相关关系(图 2b)。相比之下,重复冲刺试验的第 1 次冲刺时间与冲刺减量百分比之间没有显著的相关性 ($R^2=0.049$)。此外,血乳酸峰值浓度与冲刺减量百分比之间也没有显著的相关性 ($R^*=0.008$)。然而,身高的差异与总冲刺时间的差异之间有显著的相关性 ($r=0.95, P<0.05$; 图 3a) 和冲刺 1 的时间 ($r=0.93, P<0.05$; 图 3b)。身体质量的差异也与总冲刺时间 ($r=0.84, P<0.05$) 和冲刺 1 的差异 ($r=0.86, P<0.05$) 紧密相关。当剔除体重差异对冲刺时间差异的影响后,身高差异和冲刺时间差异之间的相关性不再显著 ($0.42 < r < 0.46, P > 0.05$)。

讨论

据我们所知,这是第一项彻底研究高度训练的儿童和青少年的重复冲刺能力的演变的研究。我们的主要发现是,从 U-11 到 U-15 年龄组,6×30 米重复冲刺测试的总时间逐步提高,而在 U-15 到 U-18 年龄组之间没有进一步的明显提高。这些短跑时间的差异与各年龄组之间身体质量和身高的差异密切相关。此外,尽管以前有人认为儿童从剧烈运动中恢复得比成人快,但我们首次报告说,各年龄组之间的短跑下降百分比没有明显差异。相反,测试后的血乳酸峰值浓度有从一个年龄组到另一个年龄组逐渐增大的趋势,但在根据体重进行调整时保持不变。据报道,血乳酸峰值浓度与总冲刺时间和重复冲刺测试的冲刺 1 时间之间存在中等程度的负相关。

在本研究中,典型的与年龄有关的身高和体重的差异是明显的。11 岁至 15 岁年龄组的平均身高差异为每年 7.0 厘米。相比之下,U-15 至 U-18 年龄组的平均身高差异仅为每年 1.8 厘米,这些差异在各组之间并不显著。最大的平均身高差异是在 13 岁和 14 岁年龄组之间观察到的(10.2 厘米)。这些数据与 Abbassi (1998) 的研究结果一致,他说男孩的身高速度峰值发生在平均年龄 13.5 岁,第一年的全年身高增长为 9.5 厘米。与平均身高数据相似,13 岁和 14 岁年龄组的平均体重差异最大(9.2 公斤)。此外,随着年龄的增长,平均体重有一个典型的渐进式差异。

	Blood lactate concentration ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)			
	1 min	4 min	7 min	10 min
U-11	6.3 ± 1.6	6.8 ± 1.9	6.3 ± 2.1	5.6 ± 2.0
U-12	7.0 ± 1.7	7.8 ± 1.7	7.1 ± 2.0	6.3 ± 1.7
U-13	7.4 ± 1.4	$8.5 \pm 0.9^*$	7.9 ± 0.9	7.1 ± 1.1
U-14	7.0 ± 2.2	$8.8 \pm 1.9^*$	$8.4 \pm 2.0^*$	$8.0 \pm 2.1^*$
U-15	7.2 ± 1.7	$10.1 \pm 1.8^{\#}$	$9.7 \pm 1.5^{\dagger}$	$9.2 \pm 1.5^{\ddagger}$
U-16	7.9 ± 2.8	$10.4 \pm 1.9^{\ddagger}$	$10.3 \pm 1.6^{\S}$	$9.7 \pm 2.0^{\S}$
U-17	$8.7 \pm 2.4^*$	$10.9 \pm 1.5^{\S}$	$10.9 \pm 1.7^{\S}$	$10.1 \pm 1.7^{\S}$
U-18	$9.2 \pm 2.4^*$	$11.9 \pm 1.8^{\S}$	$12.3 \pm 1.5^{\S}$	$11.6 \pm 1.6^{\S}$

Significantly different ($P < 0.05$) from: *U-11; [#]U-11 and U-12; [†]U-11 to U-13; [‡]U-11 to U-14; [§]U-11 to U-15; [¶]U-11 to U-16.

表三 U-11 至 U-18 年龄组各青年男子足球运动员 6×30 米重复冲刺试验后 1、4、7、10 分钟血乳酸浓度(平均值±s)

总时间和个人短跑表现的巨大差异,特别是在U-11至U-15年龄组,与以前研究成熟度对最大努力运动的影响的研究一致。这些随年龄增长的短跑表现的改善可能与上面讨论的身体质量和高度的差异有关。

我们观察到最大的成绩差异发生在13岁到14岁之间,也是我们观察到身体质量和身高差异最明显的地方(表I和I1),这一点得到了支持。此外,身体质量和身高的差异与各年龄组之间的短跑时间差异之间存在着明显的关联性。因此,随着年龄的增长,生长似乎对运动性能的提高有很大的贡献。

1586 I. Mujika et al.

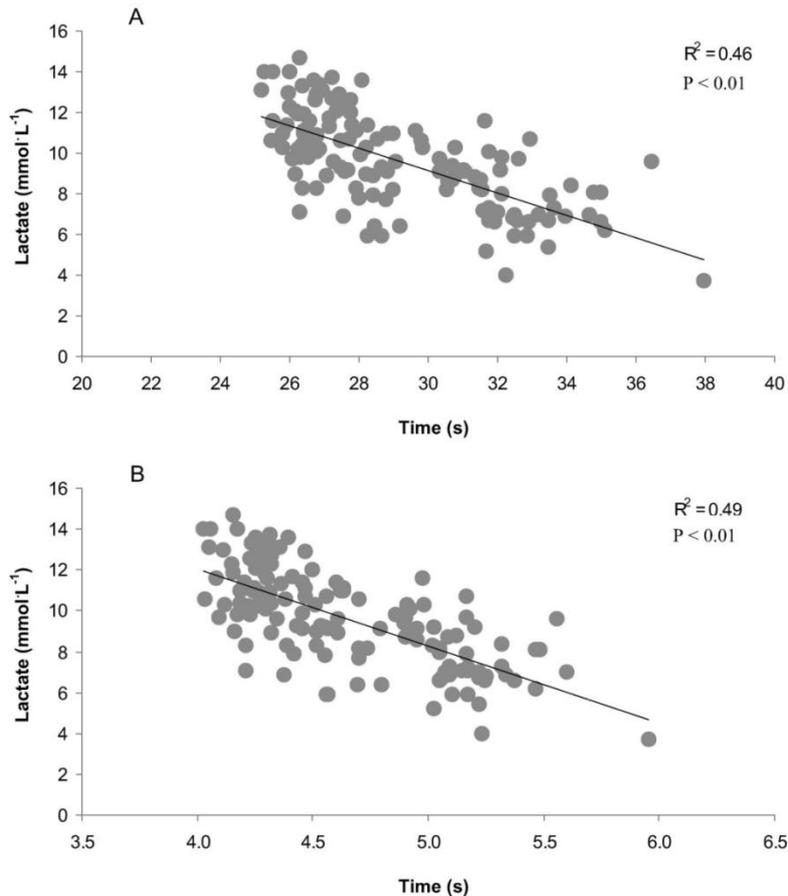


图2 (A)身高差异和总短跑时间的差异, (B)身高差异和冲刺时间的差异,所有年龄组从U-11到U-18。每个数据点代表了连续年龄组之间的身高差异

随着年龄的增长,短跑成绩的提高也可能与青春期男孩比青春期前男孩有更大的糖酵解能力和乳酸峰值浓度有关。我们的结果也支持这一点,因为血乳酸峰值浓度在每个连续的年龄组都有所增加(图1)。这些变化似乎主要是由于与年龄有关的身体质量的增加,正如其他人所报告的那样。此外,与年龄有关的印刷性能的改善可能与青春期后期I1型纤维的更大比例有关,观察到两性的肌肉纤维大小峰值在16岁时达到一个高峰,以及男性的肌肉横截面积在17岁前呈指数增长。

本研究的6×30米重复冲刺测试中使用的主要性能变量是总时间(或平均)。据报道,这项测试的总冲刺时间的可靠性非常高,变异系数(CV)为0.7%(Spencer等人,2006)。这一报告的可靠性与其他从精英团队运动运动员的实地测试中获得的重复短跑能力测量结果相似(CV=0.8%)。调查青少年足球运动员重复冲刺能

力的年龄相关差异的公开数据有限,无法与本研究的結果进行比较。Abrantes et al (2004)比较了三组青少年球员(U-12、U-14和U-16)的重复冲刺能力和高级球员的重复冲刺能力,测试内容包括7 x 34.2米,有一个改变方向的部分,在冲刺之间有40米的主动恢复。作者报告说,U-12、U-14和U-16的平均短跑时间显著减少。虽然这一趋势与我们的研究结果一致,但通过测量更多年龄组,我们能够更准确地记录成熟对重复冲刺能力的影响。此外,我们的研究首次报告了在U-15、U-16、U-17和U-18年龄组之间重复冲刺能力没有进一步显著的提高;也就是说,随着成熟,当运动员达到U-15时,重复冲刺能力进入一个平台期。尽管如此,从U-15到U-18的年龄组中观察到很小但没有统计学意义的改善。

在这项研究中,不同年龄组的短跑减量没有显著差异,数值在4.0到5.5%之间。这些百分比递减分数与其他基于现场的重复短跑能力测试报告的分数相似,这些测试是由受过训练的成人和优秀团队运动员进行的;然而,与重复短跑能力总时间的可靠性相比,短跑减量百分比的可靠性仅为中等程度(即CV%15至30%)。据报道,随着更多的家庭化试验,sprint减量百分比的可靠性有了实质性的提高;然而,减量值超过15%的变异系数仍然存在。因此,如上述研究所述,应谨慎解释冲刺减量百分比值。

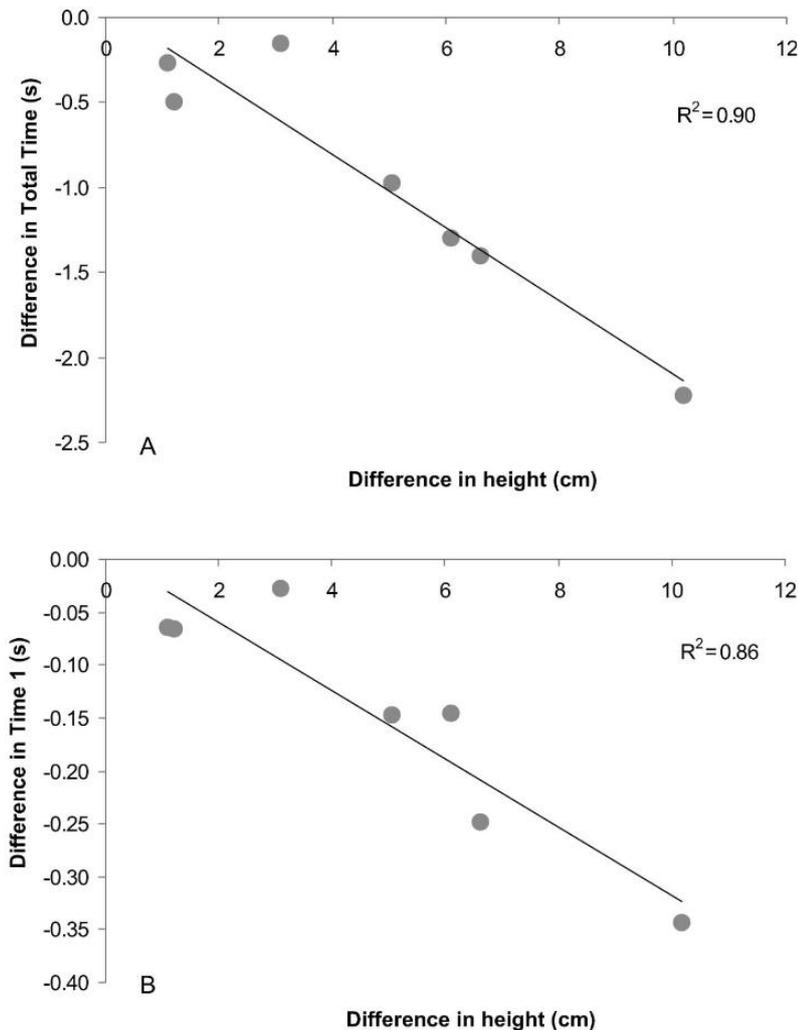


图3 (A)身高差异和总短跑时间的差异,(B)身高差异和冲刺时间的差异,所有年龄组从U-11到U-18。每个数据点代表了连续年龄组之间的身高差异

有相当多的证据表明,幼儿从高强度运动中恢复得比年轻人快,这是因为(1)氧化代谢的比例更高,(2)磷酸肌酸的重新合成更快,(3)膝关节伸展和屈曲运动时相对最大无氧功率较低;(4)渐进高强度运动中乳酸生成速率降低。因此,我们假设,年轻的年龄组将能够更快地恢复之间的重复短跑,因此显示出更小的百分比的短跑衰减。然而,与我们的假设相反,在本研究中,各年龄组的短跑下降百分比没有明显的差异。

这一有趣且出乎意料的发现可能与之前的报告有关,即重复短跑能力与第一次短跑的无氧贡献呈负相关,与有氧健身呈正相关。因此,随着无氧能力和氧动力学在成熟过程中的增加,这些因素可能会平衡,导致观察到的各年龄组之间的打印减少量差异不大(表二)。与年龄相关的减量百分比的差异不大可能是由于不同年龄组的恢复慢跑相对强度的差异。有趣的是,第一次冲刺的时间与冲刺减量的百分比没有显著相关。尽管这一发现似乎有悖常理,并与一些现有的发现相冲突,这与派恩及其同事最近的研究结果一致,他们认为重复短跑能力与短跑素质的关系比耐力素质的关系更大。

测试后的乳酸峰值随着每个年龄组的增加而增加,从U-11到U-15组增加了1.5倍,从U-11到U-18组几乎增加了2倍。U-18组、U-11组和U-15组血乳酸峰值浓度有显著性差异。这些结果与儿童血乳酸浓度峰值低得多的研究结果一致。这些发现与儿童中磷酸果糖激酶和乳酸脱氢酶活性降低的报道一致。与之前一项涉及成年人的研究一致,我们也观察到血乳酸峰值浓度与总时间和冲刺时间之间有很强的相关性(图2a和2b)。这种相关性可以归因于厌氧糖酵解对短跑成绩的重要贡献。

本研究的一个局限性在于,运动员是按年龄顺序分组的,各组之间的比较没有考虑到运动员的生理成熟度。此外,运动员之间的肌肉质量差异也没有确定。目前的研究结果是在一个只有成年青少年足球运动员的样本上获得的。考虑到女性的生长和成熟、肌肉的质量因素和表现变量与男性的不同,读者应谨慎,不要将这项研究的结果概括为女性青少年。

结论

本研究描述了青少年足球运动员反复冲刺能力的横截面演变。我们的研究结果表明,从U-11到U-15,反复冲刺能力测试的总时间随着年龄的增长而显著提高,但是在此之后就慢多了,而且这些与年龄有关的差异与运动员的身体特征和糖酵解能力的差异密切相关。与我们最初的假设相反,年轻运动员在短跑间歇中的减幅与年长运动员相似。这个意外的发现与普遍的看法形成了鲜明的对比,普遍认为儿童从短跑锻炼中恢复得更快,因为他们更依赖氧化代谢作用,更快的磷酸肌酸合成,以及降低糖酵解潜能。

美国足球教练员最佳训练课程（六）

Best Practices for Coaching Soccer in the United States

来源:美国足协官网

译者:段林涛 研究生院 19 级

◆ 比赛中可能会发生的一些情景的描述

这个年龄段的球员每个赛季应该只会参加几场有组织的比赛,他们应该很少或不会去外出打比赛。请记住,这些是年幼的孩子,他们还需要几年的时间才能以成人的方式去接触足球。让他们真正为成人比赛做好准备的最佳途径是不要让他们练习参与成人比赛;相反,而是通过给他们重复的更适合他们年龄的形式去体验足球的机会。

一支由 9 岁孩子们组成的球队,他们死守防线并拥有着稳定的后卫,他们很少冒险参与进攻,看起来像是一支纪律严明、组织良好的球队。但是,美国足协不建议将此作为培养这个年龄段球员的正确方法。它没有培养出优秀的足球运动员。这种方法阻碍了球员体验和享受比赛最本质内在的能力。它没能让球员有平等的机会去根据他们从比赛中看到的东西去“发现”比赛或处理球并体会比赛的本质。而这些是他们在年龄较大时需要的技能,而大年龄段的球员往往缺乏这些技能。这种方法虽然在短期内可以“成功”,但从长远来看会让队员失败,因为现在的情况不需要队员发展相关的能力,在需要去提升真正的“竞争力”,例如:在大年龄段时,即准备好应对比赛。

◆ 这一年龄段有关换人调整模式的讨论

球员应该有长时间不间断地踢足球的机会。这使他们能够更流畅地感受足球比赛的过程。例如,一个球员连续打 12 分钟比他或她打两个 6 分钟的时间段更有益。应该使用换人来解决受伤、疲劳和缺乏努力的问题。它不应该用于惩罚与球员的临场抉择的表现。这个年龄的球员至少应该打满半场的比赛。理想情况下,比赛参加人数足够少时,可以让每个人都有接近 100% 的上场时间。

◆ 应该考虑如下内容:是否你的队伍里的水平参差不齐?

很多时候,在年轻的球队(8-10 岁)中,你会注意到每支球队都有少数相对能力较强的球员,球总是在他们周围。他们有一些优秀的素质:速度、力量、顽强和球技,使他们与队友与众不同。其余的队员更像是场上的旁观者,从不积极寻求参与感。如果球确实落在了他们的脚下,他们会尽可能快地把球传出去,使得球再一次远离自己。对于青年教练和球员来说,一个始终存在的问题是球队的能力水平非常参差不齐。这是全国大多数年轻球队的正常情况,尤其是但不限于兴趣社团。造成这种不平衡的原因有以下几个:1) 孩子们在不同的年龄开始参与足球。可能会有初学者和已经踢了几个赛季的孩子一起踢。2) 这个年龄段的孩子在身体和心理上的发展速度不同。3) 对于许多缺乏基本足球技术的孩子来说,一场正式的比赛可能会令人生畏。为了应对这一问题,请尝试同时进行 3 个球的比赛。另一种选择是在为“迷你比赛”选择组队时发挥创意,将更自信的球员放在一起互相对抗,让更有发展空间的球员在不同的区域内踢。偶尔使用这些方法允许所有球员在适合其自身发展水平的水平上接受一定挑战。

◆ 一些关于教练员传达给球员的信息的描述:

教练应该发表评论,帮助球员保持参与感并跟踪自身的发展情况,而不是给他们所有的答案:“参与比赛”、“主动处理球”、“去接球”、“不要隐藏”等。这

个年龄段的教练不要强调位置，而是鼓励每个人都参与攻守。试图为您的球员在练习或比赛后立即收到的相关信息或反馈。在当今的青少年足球大形势中，这些年龄段的孩子被成人反馈和评估所淹没。过多或不准确的信息可能会适得其反。

◆ 这个年龄段的优秀教练应该具备的品质

充满活力、练娱结合、激发思维。

◆ 每年度的比赛次数

建议队员每年度最多代表俱乐部打 20 场比赛。每场比赛应该有 2 或 3 次赛前训练。球员每周应该休息两天。在联赛中，每个周末训练强度不应超过相当于 1 场比赛的强度。不用有积分榜或季后赛和一定数量的小场地循环赛。不鼓励去参加竞赛形式的比赛。

◆ 打破有组织的强迫性足球训练：

在这些年龄段，不建议父母鼓励他们的孩子专攻或只踢足球，应鼓励他们参加许多不同的运动和活动。

◆ 外出比赛

只在州（县）内参加一个小时车程内的比赛。

◆ 锦标赛，足球节，等

每年可能会参加一些娱乐为主的狂欢节或节日。

◆ 国家，地区和国家锦标赛

无

应该考虑如下内容：

在青少年的后期（U-10 到 U-12），目标是通过 3V3 到 9V9（U12）比赛模式提供训练机会和比赛环境，促进足球技能的不断增长、提高比赛意识，以及在比赛中勇于承担进攻所带来的风险。小场地比赛模式是提升球技和加强比赛意识的有效方法，因为它增加了球员接触球的机会，所有人参与进攻和防守，并且不存在像十一人制那样复杂的战术安排。

当今比赛中前锋的培养

Developing Strikers In Today' s Game

原作者：查理·斯莱格

译者：雷旭 研究生部 20 级

查理·斯莱格：首都地区足球联盟（CASL）首席执行官

Charlie Slagle 是位于北卡罗来纳州罗利的首都地区足球联盟的首席执行官，该组织拥有 800 多支注册球队和 9,000 名球员。

自 2001 年以来，查理一直在 CASL 俱乐部效力。在此之前，他在戴维森学院担任男子足球教练 21 年（1980-2000 赛季），并于 1992 年带领球队进入最后 4 场比赛同年，查理获得了 NCAA 一级国家年度最佳教练、比尔杰 3 雷奖和夏洛特年度最佳运动员奖。

除了在 CASL 担任职务外，查理还在 NSCAA 董事会担任秘书，并且是 NSCAA 教练文凭总监的讲师和大师教练计划的导师。

概括

Charlie 的课程重点介绍了中锋和边锋在进攻三号位中的作用。Charlie 强调了教练在帮助球员理解他们的职责方面的重要作用，并将其与促进训练和指导训练进行了比较。

与辅导员不同，教练必须控制变量、纠正技术/决策并在整个课程中激励球员。教练将不断评估活动的成功，并在适当的时候做出改变。

查理概述了与前锋合作时的几个关键考虑因素：

1. 心态——与球员合作，在有机会时尽早出手是很重要的。为此，得分活动应尽可能复制比赛环境，在禁区内和周围进行活动，并且对手试图阻止投篮机会。

2. 定位——与球员一起在球上和 o3 上移动以创造空间，此外，他们的身体定位和准备接球和射门。

3. 身体准备——运动速度快、脚步敏捷以及建立强壮而平衡的体型是成功射手的特征。

4. 技术——重复和加强正确的技术来击打远离前锋的球是至关重要的。对于教练来说，复制源自边路位置的发球以及前锋背对球门的发球也很重要。

第一时间的射门

（第一时间的射门需要大量的控球和技术。这个练习中的自由人会给队员很多掌握技巧的机会）

为什么使用它：

此练习适用于在类似竞争性比赛的情况下直接射门。它适用于射门技术和战术定位以开放射门。

设置:

标出一个 40x44 码的区域 (罚球区宽度)。

怎么练:

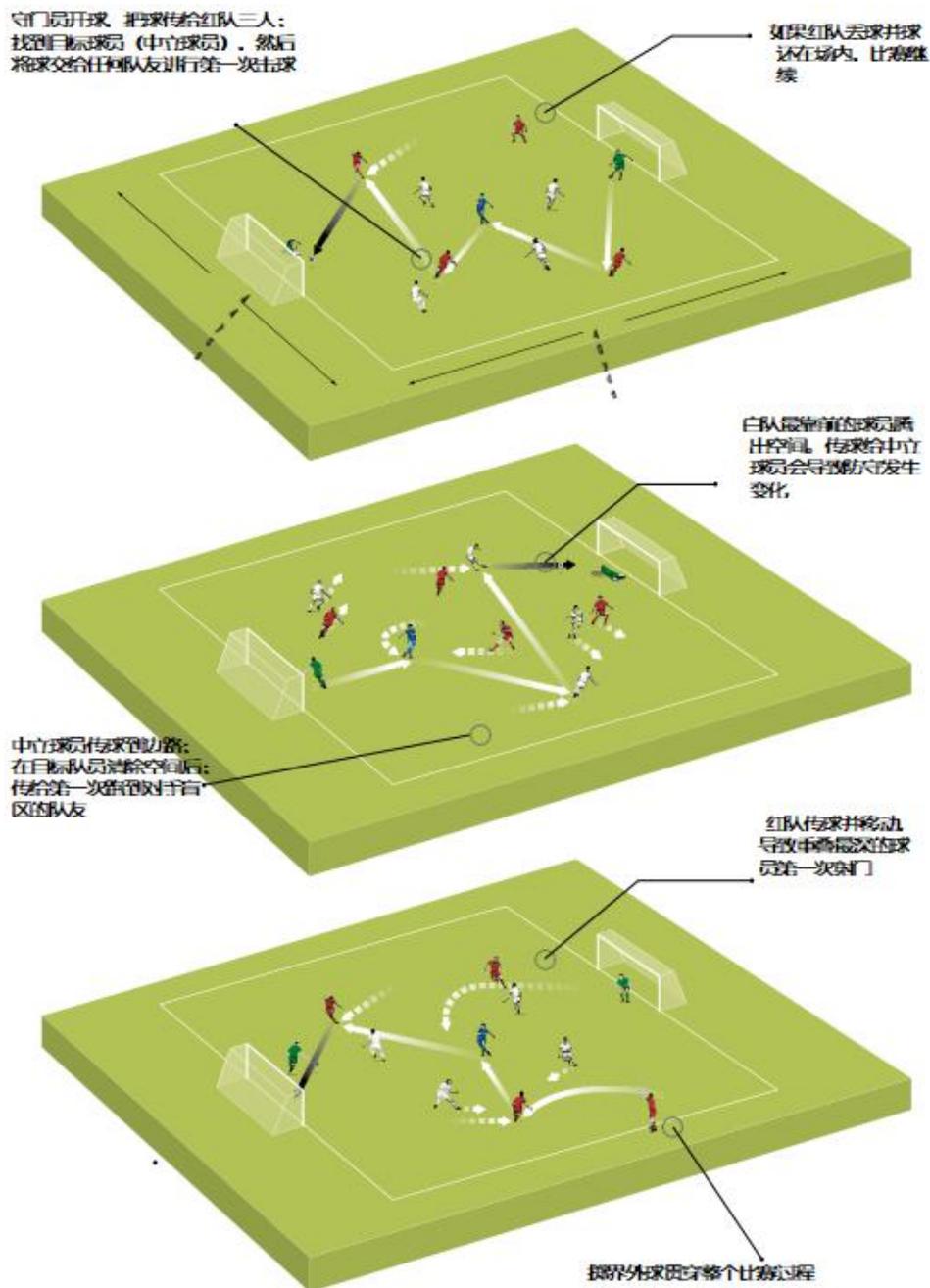
球由任一守门员开始, 球员得分, 唯一的限制是必须第一次射门。

中立的进攻型球员会增加射门机会。这是一个持续的练习, 两支球队都试图超过另一支球队。

守门员控制角球和球门球。掷界外球照常进行。

技术:

这项活动强调从不同的角度、高度等射出移动球的正确技术。同时也强调将可射球传给队友的技术。



盲区跑动

（为了有效地使用盲侧跑动，球员必须在侧翼创造空间。这项练习将使他们一起配合）

为什么使用它：

这项练习让队员在类似比赛的竞争情况下使用盲侧跑来创造得分机会。

设置：

标出一个 40x44 码（罚球区宽度）的区域，两端各有一个球门。打 4v4 + 1，外加 2 个守门员。

怎么练：

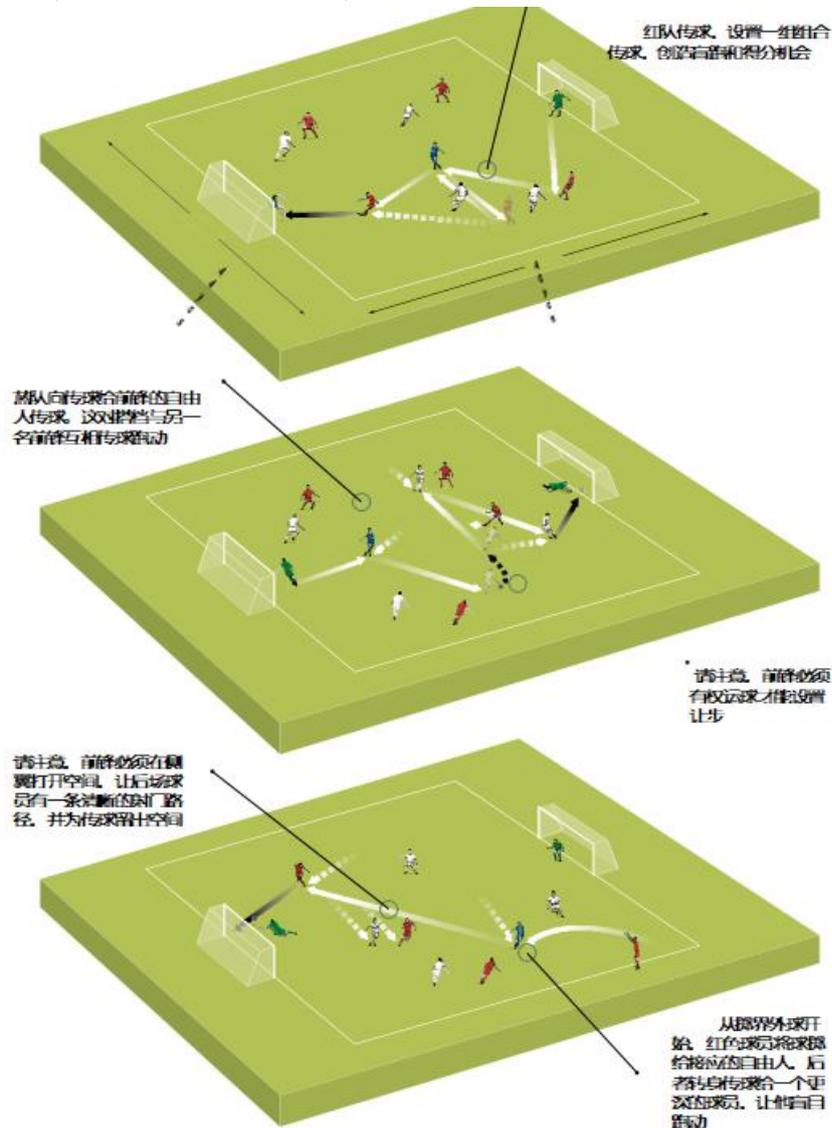
球由任一守门员开始，球员得分的限制是完成必须是 1 或 2 触球。

进球数为 1，由于盲跑而得分的进球数为 2。中立球员不能得分，但会增加盲跑导致射门的机会。

这是一个持续的练习，两支球队都试图超过另一支球队。守门员在角球和球门球上占据球权。掷界外球照常进行。

技术：

重点介绍传球、接球、射门、传球和移动技术。



狭小的空间传球跑动

(在严密的防守中，传球跑动是选择路线的重要工具。此练习将帮助您的队员掌握技能)

为什么使用它：

这个练习教球员在球门附近的狭小空间里打球。时间的紧迫使得在狭小的空间里比赛变得很重要。为了不浪费时间，竞争也增加了在尽可能狭小的空间内进行这项技能的重要性。

设置：

标出一个 15x38 码的区域，两端各有一个球门。使用锥体在中间标记一个 8 码的通道。在每个目标中放置两个锥体。

练习队员数量为 3 的倍数。

怎么练：

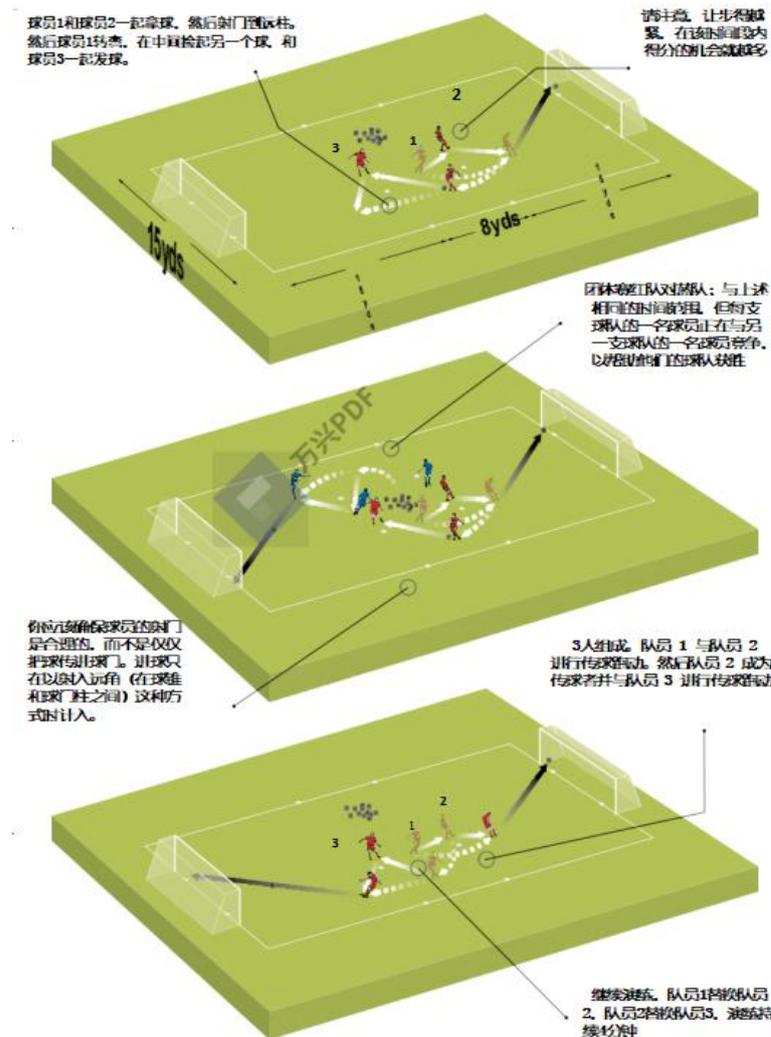
一次一个队员（1 分钟）。

球员利用队友进行传球和射门，试图在一分钟内尽可能多地得分。球员必须把每一个球都射出去，即使球在射门时跑掉了。

所有的射门都要远点。每次一个队员，但与另一组 3 人竞争（中间图片）。以每个球员完成 3 个点中每一个点围成的圈结束。

技术：

控球、传球、接球、射门。



所有人自由射门

（门前争抢是足球中最令人兴奋的事情之一。准备好让您的球员在球落到他们脚下时将球送入网中，从而确保您名列前茅）

为什么使用它：

该游戏模拟了角球和长距离球等比赛情况，其中在门前发生争抢。球员必须时刻准备着射门。

设置：

标出一个 30x25 码的区域，两端各有一个球门。

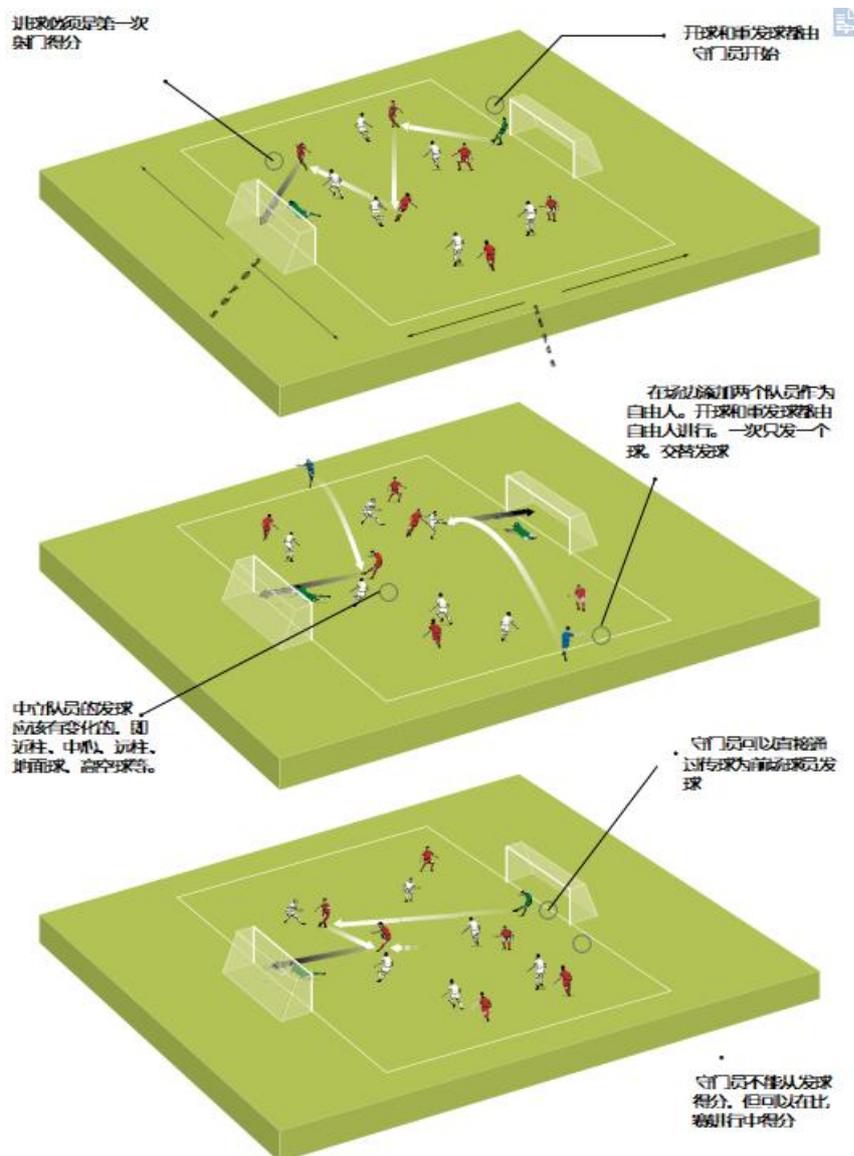
打 6v6 加 2 个守门员。

怎么练：

将球打入比赛并进行近距离比赛。这是一个保持分数的竞技游戏。进球必须从第一次射门开始。比赛要连续进行——角球正常发；球门球为守门员控球，界外球也正常进行。

技术：

在时间和空间限制的情况下快速射门。



跑动中得分

（跑动得分就是关于时机的问题。使用这个练习让你的球员在正确的时间到达正确的地点，以达到致命的效果）

为什么使用它：

在球门前从中路拉开防守可以提供很多很好的得分机会。在这项练习中，球员将看到来自 3 个不同区域的发球，并有机会在防守时得分。进攻性跑步的时间和地点至关重要。

设置：

标出一个 50x25 码的区域，每个长边都有一个球门。

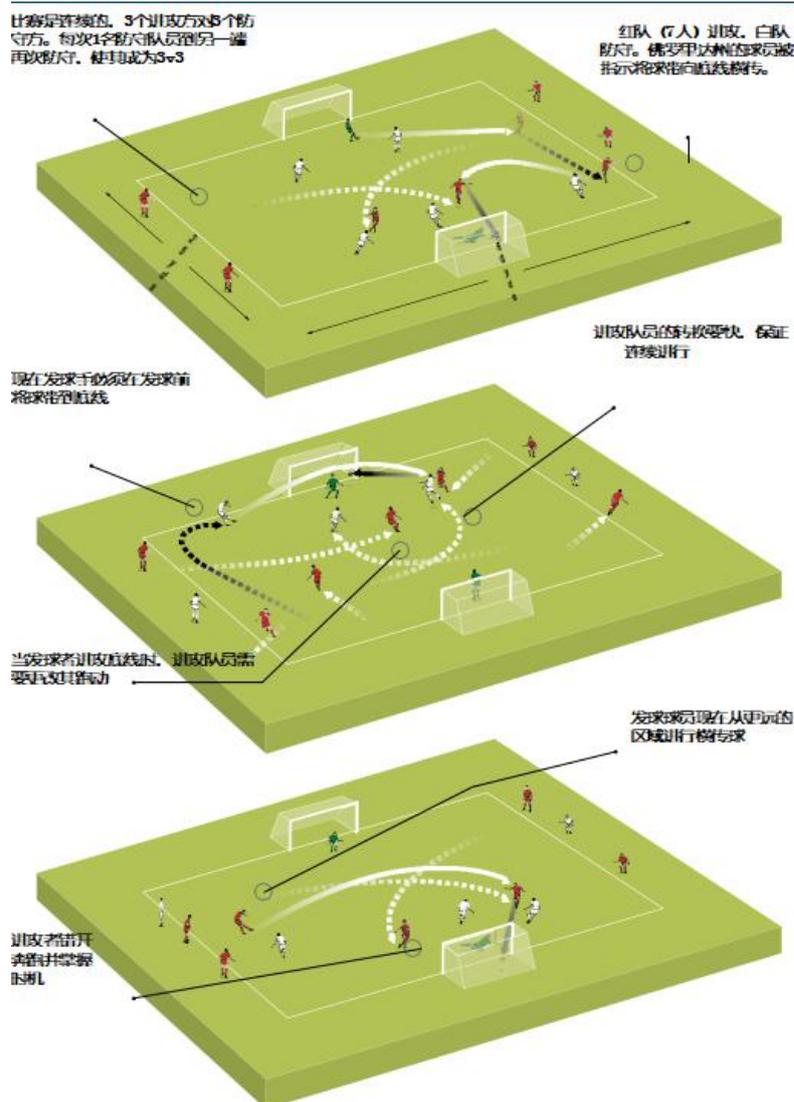
使用 7 名进攻球员、5 名防守球员和 2 名守门员。

怎么练：

发球队员从 3 个不同的位置将球传给对方（主要是在禁区内）。球员跑动并试图在一个球上得分，然后去另一端并试图在那里得分。得分区是 3v3，进攻和防守双方都有休息区。如果你想让这场比赛成为一场比赛，进球得 5 分，防守停球得 1 分。

技术：

第一时间射门，包括头球射门。



完成 1v 守门员

(有能力的球员应该在 1v1 比赛中击败守门员。通过在这个不错的练习中预演 1v1 分离来确保这一点)

为什么使用它：

当队员成功或失败突破性的 1v 守门员时，游戏可能会赢也可能会输。这项活动将使您有机会在与守门员的比赛中获得突破。

设置：

在禁区外，设置一个 20x20 码的网格，一侧在禁区顶部。

玩 4v4+1 加守门员。

怎么练：

球员控球时和控球后：

a) 一队连续 5 次传球或多次，一名球员可通过运球或传球进入禁区，进攻球员进入禁区后，对方可进入禁区，从后面或角度提供挑战

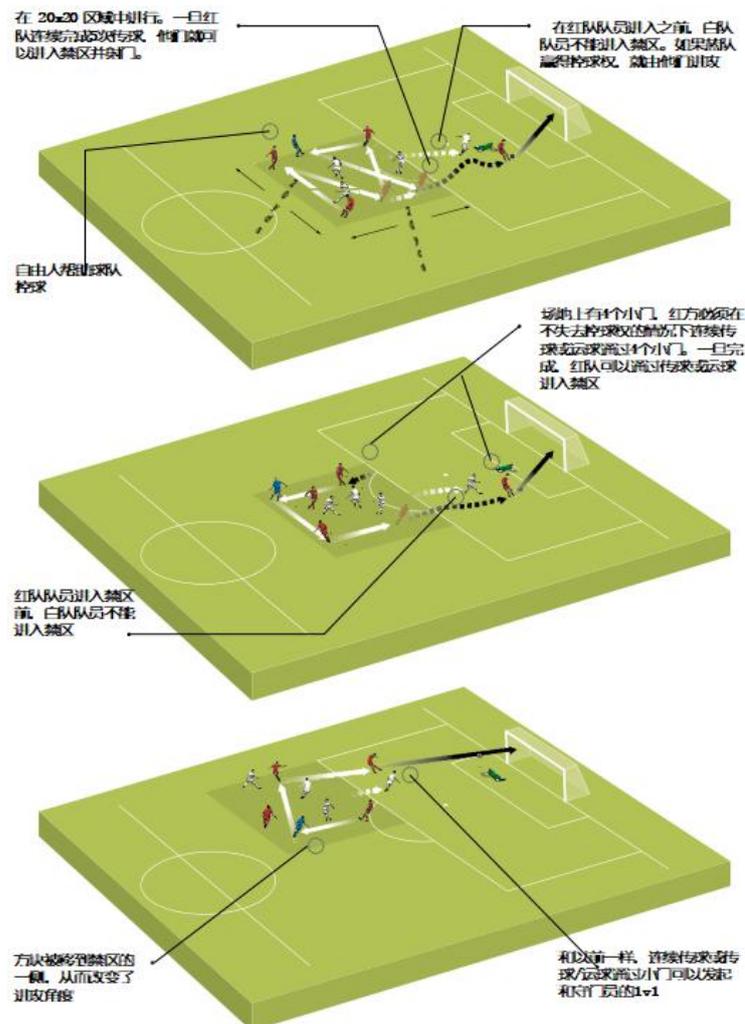
b) 一队连续 4 个球通过大门，规则与 a 队相同。

通过移动 20x20 网格穿过禁区顶部来改变 1v 守门员的角度这是一个有赢家和输家的竞争活动。

注意，积极的中立球员可以是 1v 守门员球员。

技术：

传球、接球、终结 1v 门将。





（**声明：**本内部刊物重在分享，内容来自网络，对所包含内容的准确性、可靠性或者完整性不提供任何明示或暗示，仅供参考借鉴使用，版权属于作者，如有侵权烦请联系删除。）