

(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 5 期) 2020.5



西安体育学院足球学院 主办

# 编 委 会

主编：席海龙

本期责任编辑：汪嘉雷

本期编委：张心、刘东、李蓝希、郑沛、周蔚豪、张谷宇、  
李椽、赵煜延、段林涛、王雪冰

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 5 期) 2020.5

# 目 录

### 简讯动态

|                 |   |
|-----------------|---|
| 训练大脑成就足球.....   | 1 |
| 第三条法律的临时修订..... | 3 |

### 学术研究

|  |    |
|--|----|
| 足球重复冲刺训练中短休息时间还是长休息时间间隔? .....             | 5  |
| 研究足球比赛中做出创造力表现时球员的脑电图 $\alpha$ 功率活动情况..... | 14 |
| 两种速度耐力训练方法对足球运动员表现的影响.....                 | 23 |

### 著作连载

|                |    |
|----------------|----|
| 美国足球课程(二)..... | 35 |
|----------------|----|

### 思路方法

|              |    |
|--------------|----|
| 训练日记(二)..... | 46 |
|--------------|----|

## 训练大脑成就足球

Train the brain for successful soccer

来源:

<https://www.nature.com/news/2006/060605/full/060605-11.html>

译者: 张心、刘东 足球学院 18 级

### “阅读比赛”的能力似乎是在大脑中而不是眼睛

(夏洛特·舒伯特)

许多传奇足球运动员都因其“阅读比赛”的能力而受到称赞，他们显示出一种不可思议的能力，能够预测比赛中球将出现在哪里。但大脑专家们说，这并不是说说而已：“一流选手的大脑的确与我们其他人的大脑运作方式不同。”

西雅图华盛顿大学的神经学家 Michael Shadlen 说：“伟大的球员都有一定的天赋，我的意思是，这是一种智力问题。”他研究决策，但他最出名的可能是在科学会议的辩论升温时，开玩笑地向同事发出足球式的警告黄牌。

塔拉哈西佛罗里达州立大学 (Florida State University in Tallahassee) 的心理学家保罗·沃德 (Paul Ward) 说，教练们还没有完全领会到心智的力量，而是专注于视觉技能，比如用周边视觉看球。“人们试图训练球员的眼睛，而不是他们的大脑。”

在现代的教练中，让球员接受一连串的空间意识任务已经成为一种时尚，就像战斗机飞行员接受训练以磨练他们的视觉技能一样。但沃德说，他们可能会更好地让球员只是专注于精神上的提高。

### Eyes down (眼下)

目前，心理学家使用虚拟现实系统或连接在操纵杆上的巨大视频屏幕来测试球员对球和眼球运动的反应。沃德说，这样的研究表明，在专业足球运动员和新手之间的差异中，视觉技能只占很小的一部分。

此外，北爱尔兰贝尔法斯特皇后大学的凯茜·克雷格对 AC 米兰和其他俱乐部的球员进行了研究，她报告说，顶尖球员在预测快速旋转的球的轨迹方面并不比新手好多少。

现代职业足球运动员都有很高的健康水平，所以在身体条件上，精英球员和不那么优秀的球员几乎没有区别。

相反，最优秀的球员“增强了感知认知能力”，沃德说：“用足球术语来说，他们对比赛了如指掌。这些明星球员在这些任务中使用的大脑数量与新手相同；但是他们使用的更好，例如通过将磁场视为一个单位，或者通过观察身体的关键部位来预测对手的移动。”沃德说：“我们所认识的足球天才有很多是来自于大脑而不是身体。”

一些心理学家将其与国际象棋的技巧相比较。成为大师的关键是什么？你猜对了：练习。在为英国顶级俱乐部培养人才的英国足球学院进行的一项研究中，沃德发现，进步球员和不达标球员之间只有一个主要区别。“他们加班加点。”

沃德说，一个新手在签约俱乐部之前，估计已经练习了 1 万小时。

感知认知技能可以让球员在游戏中保持年龄和速度；一个例子就是 37 岁的意大利后卫保罗·马尔蒂尼，他以优雅和机敏著称。沃德说，他们可以给年轻球员带来优势，就像 21 岁的英国前锋韦恩·鲁尼。

与此同时，Shadlen 认为法国中场大师齐内丁·齐达内是最聪明的球员，而 Craig 称赞乌克兰的安德烈·舍甫琴科：“他总是在正确的时间出现在正确的地点。”

### Looking the wrong way (看错方向)

沃德承认，一些视觉专家不同意他的观点，并表示视觉感知对这项运动至关重要。最高级别的教练坚持雇佣视觉专家。他说：“一些用来提高视觉技能的设备真的很奇怪：串珠、转动的轮子之类的东西。”

沃德和克雷格等心理学家提出了另一种方法：他们发现，球员可以在模拟的帮助下提高与游戏相关的感知认知技能。但克雷格说，人们对这种方法持怀疑态度：“你的教练往往认为这些都是官方文章。”

### ADVERTISEMENT (广告)

教练们也应该好好考虑一下，除了他们著名的发型，阿尔伯特·爱因斯坦和大卫·贝克汉姆是否还有更多的共同点。“最伟大的科学家关注正确的问题，就像伟大的足球运动员关注正确的策略和战术一样，” Shadlen 说。

如果是这样的话，那么为什么科学家不能把他们在板凳上的技能转移到足球场上呢？

“这是我每个周末都会问自己的问题，” Shadlen 说。

## 第三条法律的临时修订

苏黎世 2020年5月8号

### Temporary amendment to Law 3

来源: The International Football Association Board

译者: 李蓝希、郑沛 足球学院 18 级

尊敬的先生/女士:

新冠肺炎疫情对包括体育在内的全球日常生活产生了深远的影响。随着许多国家疫情的有效控制,人们的焦点正慢慢转向恢复受病毒影响的足球比赛。当比赛恢复时,比赛可能会在一个较短的时间内进行(例如,减少对未来比赛的影响),并且在不同的天气条件下进行,这两种情况都会对球员福利产生影响。

因此,国际足球协会理事会(IFAB)批准了国际足联(FIFA)对《第三条法》进行临时修订的提议——球员在2020年完成比赛时,无论是否已经开始比赛,都必须遵守允许替换球员的最大数量(详见下文和第三页)。

比赛主办机构有权决定是否适用这项临时修订。国际足球协会理事会和国际足联将在稍后阶段决定是否延长这一决定,例如将其延长到2021年完成的比赛。

#### 第三条——球员——临时修正案

确切的措辞这份文件的第三页找到,但总的来说:

- (1) 每支球队最多允许使用五名替补队员。
- (2) 为了减少对比赛的干扰,每支球队在比赛中最多有三次机会进行替补换人;在中场休息时也可以进行替补换人。
- (3) 如果两队同时换人,这将被视为每队的三次机会之一。
- (4) 未使用的替补机会将被带入加时赛中。
- (5) 如果比赛规则允许在加时赛中增加一次换人机会,那么每支球队都有一次额外的换人机会;换人也可以在加时赛开始前和加时赛的中场休息时进行。

注:在高级比赛中替换下场队员不能返回球场比赛。

IFAB也借此机会提请竞赛组织者注意比赛规则中有关运动员和其他参与者福利和安全的选项,特别是第七条中关于补水休息和降温休息的选项。

对于使用视频助理裁判系统(VAR)的比赛,每个比赛组织者可自行决定是否继续使用VAR。但是,在确定保留使用VAR的情况下,比赛将继续按照原规则进行。有资格使用第三条临时修正案的竞赛,或任何其他现有的选项,不需要获得IFAB的许可。

#### 新型冠状病毒(COVID-19)和竞赛规则2020/21

为竞赛(和非竞技性质的比赛)所制定的2020/21竞赛规则从2020年6月开始实施(或者正式生效)。由于冠状病毒,比赛暂停,即使比赛重新开始也是在2020年6月以后,当比赛重新开始时可以选择2019/20的规则或者2020/21的规则来完成比赛。为准备重新开始比赛而进行的友谊赛/热身赛/练习赛等,都应使用比赛重新开始时使用的规则版本。

感谢您的关注,如果您有任何问题或查询,请随时与我们联系。

我们希望您一直安全和健康。

你真诚的朋友: IFAB  
卢卡斯 Brud 秘书

### 第 3 条-球员：替补次数：

#### 正式比赛替换次数

由国际足联，联合会或国家足球协会决定的在正式比赛的任何比赛中，最多可使用 5 名替补球员。除了男子和女子比赛涉及顶级联赛的第一名队伍或 A-高级别世界球队，最多可进行三次替换。

临时修正案：

竞赛组织者可以采用下列一或两种：

- 在比赛期间，各队：
  - 最多可以使用五名替补队员
  - 最多有三个替换名额
  - 此外中场休息可以进行换人
- 加时赛，各队：
  - 可以使用额外的替补换入次数（无论该队是否用完最大替补换入次数）
  - 有一次额外的换人机会（无论该球队是否用完最大换人机会）
  - 此外可以进行换人：
    - ◆ 在加时赛开始之前的时间内
    - ◆ 加时赛中场休息时

如果一个队没有使用它的最大数量的替补或替补机会，未使用的替补名额或机会可以在加时赛中使用。

两队同时换人时，将视为每支球队使用一次换人机会。

## 足球重复冲刺训练中短休息时间还是长休息时间间隔？

Short- or long-rest intervals during repeated sprint training in soccer?

来源:

Department of Biomedical Sciences for Health,  
Università degli Studi di Milano, Milan, Italy,  
Department of Nutrition, Exercise and Sports,  
University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark, ISSUL,  
Institute of Sport Sciences, University of Lausanne,  
Lausanne, Switzerland, Athlete Health and Performance  
Research Centre, Aspetar Orthopaedic and Sports  
Medicine Hospital, Doha, Qatar

原作者:

Marcello Iaia, Matteo Fiorenza, Luca Larghi, Giampietro  
Alberti, Grégoire P. Millet, Olivier Girard.

译者: 周蔚豪 研究生院 19 级 张谷宇 研究生院 18 级

### 摘要:

本研究比较了两个重复短跑训练项目 (RST) 对不同足球运动相关成绩的影响。在比赛季节的 5 周内, 29 名接受过训练的年轻男子足球运动员要么用以短 (5-15; n=9) 或长 (5-30; n=10) 休息时长为间隔特征的 RST 代替他们通常的两次健身训练, 作为对照 (n=10)。5-15 和 5-30 方案包括 6 次 30m (~5s) 的直线短跑重复, 中间分别进行 15s 或 30s 的被动恢复。5-15 提高了 200 米短跑成绩 (2.0-1.5%; p<0.05), 对 20 米短跑成绩有积极影响; 5-30 降低了 20 米短跑成绩 (2.7-1.6%; p<0.05), 但仅对提高 200 米短跑成绩可能有效。Yo-Yo 间歇恢复 2 级测试的覆盖距离在 5-15 后增加 (11.4-5.0%; p<0.05), 这可能优于 5-30 观察到的 6.5% 的无显著性增强。与 5-15 (2.6-1.1%; p<0.05) 相比, 5-30 (3.6-0.9%; p<0.05) 后重复短跑能力测试的总时间改善可能更大。两种 RST 干预均导致重复短跑能力测试的减量分数百分比 (约 30%) 和亚轴运动期间血乳酸浓度 (17-18%) 降低 (p<0.05)。对照组无变化。在足球运动员中, 在赛季中的 5 周内进行 RST 是同时发展与比赛表现相关的不同体能成分的有效手段, 与更长的休息时间相比, 更短的休息时间会带来不同的益处。



## 引言:

重复短跑训练 (RST) 被定义为“一系列短跑 (持续时间 3-7 秒), 每个短跑之间有一个短的恢复期 (<60 秒)”。RST 是一种复杂的训练策略, 其目标是锻炼神经肌肉 (即, 单次短跑成绩) 和代谢功能 (即, 发力间的恢复), 或同时培养这两者。RST 的基本原理是对肌肉代谢环境和离子稳态造成一定的干扰, 以引起有利的肌肉 (即氧化能力、磷酸肌酸恢复、H<sup>+</sup>缓冲) 和神经 (即肌肉激活和招募策略) 适应。在短时间内 (2-5 周), RST 提供了一个有效的策略, 可以同时改善团队运动相关的一系列健身措施, 如爆发力、跑步速度、重复冲刺能力 (RSA) 和高强度跑步表现。

训练计划的优化需要对关键变量进行仔细的操作, 恢复间隔或运动与休息 (E:R) 比率的持续时间起着中心作用, 以实现预期的变化。例如, 对于 RSA 的适应, 在高强度运动训练中改变休息时间的效果产生了不一致的结果。当 13 名年轻的男性职业足球运动员将他们的训练量减少了约 20%, 并用 6-8 次 20 秒的全速跑代替他们习惯性的体能调节工作, 40 秒 (速度耐力维持) 或 2 分钟 (速度耐力产生) 的休息间隔, RSA 测试的总时间 (15×40 米, 30 秒被动休息) 在长时间休息训练计划中减少了 2.5%, 而在使用短时间休息干预后则严重受损。相比之下, 5 周 20 秒休息时间的高重复阻力训练 (最多重复 15 到 20 次, 2 到 5 组) 比 80 秒休息时间的相同训练 (分别为 +12.5 和 +5.4%) 在 RSA (5 x 6 秒最大周期冲刺) 方面有更大的改善。此外, 在间歇训练后, 虽然重复的短跑成绩有所提高, 但在训练强度和训练量相匹配的情况下, 使用短休息 (1 分钟) 并不比使用长休息 (3 分钟) 间隔提供任何优势。然而, 参考 RST 定义, 上

述研究都不能归类为典型的 RST 协议。事实上, 完成的工作要么太长 (即 20 秒), 强度低于最大值 (即与最大摄氧量 (V<sub>O2max</sub>) 相关的最小运行速度的 92 - 111%), 要么没有采用运行/循环模式 (即, 自由重量和机器的组合), 或者表现为恢复时间过长 (60 秒)。

虽然所采用的 RST 协议在 E:R 比 (1:2 到 1:10) 方面存在相当大的差异, 但只有有限的研究直接考察了恢复间隔的持续时间对使用 RST 的性能参数的影响。在这样的研究中, Saraslandis 等人。比较两种干预方案对肌肉代谢和短跑成绩的影响: 第一次训练在 8 周内每周进行 3 次, 包括 2-3 组 80 米短跑 (约 10 秒), 不同的休息时间 (10 秒)。1 分钟)。他们的研究表明, 在 200 米和 300 米跑中, 以 1:1 而不是 1:6 的 E:R 比率进行重复 10 秒短跑的有限次数训练可能更有效地提高速度维持。然而, 由于包括低重复量、适合但未受过良好训练的参与者的参与以及仅限于 80-300 米短跑的成绩 (即, 没有 RSA 或耐力评估), 上述研究对团队运动的相关性/适用性可能受到限制。

因此, 本研究的目的是比较短跑与短跑之间短距离或长距离间歇训练对各种足球相关运动成绩的影响。有人认为, 缩短间隔之间的休息时间会导致更大的运动性代谢紊乱 (即糖酵解的更大激活), 从而提供更强的适应刺激。或者, 也可以认为严重的 E:R 比率 (1:4 到 1:1) 可能会在一定程度上阻碍训练质量 (即疲劳导致的速度降低), 从而导致关键性能结果 (即最大冲刺速度) 的较小改善。我们假设, 休息时间越短的 RST, 其耐受疲劳发展和维持超负荷工作的能力越强, 而休息时间越长的 RST, 其对提高整体速度的刺激越强。

## 研究方法:

### 参与者:

19 名 (年龄  $17.0 \pm 1.0$  岁, 身高  $178 \pm 10$  厘米, 体重  $69.2 \pm 8.0$  公斤) 同一职业俱乐部的优秀男子足球运动员参加了干预训练。所有参与者都有至少 5 年的经验, 定期参加国家级的比赛, 没有一个在接受药物治疗。在这之前签署书面知情同意参与, 参与者或家长/监护人 (如果受试者是轻微的) 完全被告知任何可能造成的风险和不适与实验程序。这项研究根据世界医学会道德规范 (赫尔辛基宣言) 得到了当地伦理委员会 (委员会) (沃州人类研究伦理学, CCER-VD 308/13) 的批准。

### 实验设计:

采用平行的两组匹配工作 (冲刺距离)、纵向 (测试前、测试后) 实验设计来评估足球相关体能的变化由两种不同的 RST 协议诱导。为了确保两组在每次表现测试中都呈现相同的训练前平均分数, 球员根据他们的表现进行匹配初始 (测试前) 运动表现, 随机分配到短期 (5-15;  $n=9$ ) 或基于长时间 (5-30;  $n=10$ ) 休息间隔的第一组。对照组 ( $n=10$ ), 表现其习惯性训练, 并与人体测量学特征 (年龄  $17.2 \pm 0.4$  岁, 身高  $179 \pm 5$  cm, 体重  $73.3 \pm 4.9$  kg) 和竞争水平两个实验小组, 一起参加了这项研究。这项研究是在比赛季进行的 (十一月至一月), 包括: 1) 训练前测试, 2) 为期 5 周的干预训练, 3) 训练后测试。

### 训练干预:

在干预之前, 球员曾经进行过四次训练 (即星期一, 星期二, 星期三, 星期四) 和每周的全场比赛 (星期六)。所有训练课程的持续时间为 90-120 分钟, 包括个人准备/热身活动, 技术/战术技能发展, 身体调节和主动恢复。这个典型的训练工作包括星期一的伤害预防练习和有氧中/高强度训练, 星期二的力量训练和小规模比赛, 星期三敏捷性练习, 星期四快速步伐练习。在 5 周的干预期间, 习惯性的间歇训练和敏捷性训练在周一和周三进行。分别被特定的第一次锻炼所取代, 而每周的其余时间日程安排与研究前保持一致。详细的第一个程序在表 1 中显示。对照组球员继续每周的普通训练计划在干预之前。

表格 1. 重复冲刺训练计划

Table 1. Repeated-sprint training program.

| Week | Training session | Repeated sprint training volume | Recovery (sets) |
|------|------------------|---------------------------------|-----------------|
| 1    | 1                | 1 set x 6 reps                  | -               |
| 2    | 2                | 1 set x 6 reps                  | -               |
| 2    | 3                | 2 sets x 6 reps                 | 2 min           |
| 3    | 4                | 2 sets x 6 reps                 | 2 min           |
| 3    | 5                | 2 sets x 6 reps                 | 2 min           |
| 4    | 6                | 2 sets x 6 reps                 | 2 min           |
| 4    | 7                | 3 sets x 6 reps                 | 2 min           |
| 5    | 8                | 3 sets x 6 reps                 | 2 min           |

5-15 方案包括 6 次 5 秒短跑和 15 秒被动恢复, 而 5-30 训练的特点是  $6 \times 5$

s 短跑,然后在重复,之间 30 s 被动恢复。在每 5 秒的训练中,球员以最大的努力进行了一次 30 米的直线跑。在第一次和最后一次训练期间,冲刺通过使用便携式光电记录(意大利博尔扎诺的 Optojump, Microgate)。此外,此外,在第一次和第二次训练的第一次训练和第六次训练的第一次训练后,在第一次训练前和第六次训练后的第一次训练前和第六次训练后立即从前胸开始采集毛细血管血液样本。用便携式仪器(Lac-tatePro)分析血乳酸浓度([La])<sup>TM</sup>,日本志贺市(KDKCorporation Arkrayfactoryinc.)。

所有培训课程都在人造草坪上进行,并经过仔细监督。除了足球,场地上没有其他的体育活动,为了尽量减少外部变量的潜在干扰,参与者在实验阶段保持了他们的标准生活方式和食物摄入量。

## 性能测试:

所有性能测试均在开始前 10 天内和干预结束后进行,包括: i) 20-和 ii) 200-m 冲刺, iii) Yo-Yo 间歇恢复测试 2 级(Yo-Yo IR2), iv) a RSA 测试, v) 有氧次最大适应度测试。

这些测试分布在四个不同的实验场合(即比赛结束后 72 小时,第 1 组 3 个,第 2 组 1 个)遵循相同的顺序前后干预。试验总是在人工草坪,热身 15 分钟后开始(除了在合成跑道上进行的 200 米短跑和有氧健身测试)相同的环境条件。所有球员都熟悉测试程序(如在开始研究之前进行定期身体反应评估)。

在测试当天,参与者在吃了一顿便餐后约 3 小时去测试点。他们还需避免剧烈的体能活动,并在测试前 24 小时避免摄入酒精和咖啡因。减少饮食可能影响肌肉代谢和随后的运动表现的变化,实验测试参与者在两天前需要确保足够的碳水化合物摄入量(约占总能量摄入量的 60%),并在每个测试日前的 48 小时内记录和补充他们各自的饮食模式。

**20 米冲刺测试:** 对 20 米短跑成绩进行评价。用光电管(意大利博尔扎诺的 Optojump, Microgate)记录时间。运动员从站姿开始冲刺,前脚放在第一个计时门后 10 厘米处。只考虑了三次试验中的最佳表现。每 20 米短跑间隔 1.5 分钟被动恢复。

**200 米冲刺测试:** 在 200 米以上进行了一次全面的跑。如前所述,获得了 200 米短跑测试的时间记录。报道了 200 米短跑测试的高可靠性(变异系数:  $0.8 \pm 0.7\%$ ) 在类似标准的球员。

**Yo-Yo-IR2 测试:** Yo-Yo 间歇恢复测试 2 级包括 2 x 20 米折返以越来越快的速度运行,穿插 10 s 的主动恢复,由音频控制。当参与者不再能够维持所需的测试时,测试终止记录速度和达到的距离作为结果。

**RSA 测试:** RSA 测试包括 15 次重复的 40 米直线冲刺,间隔 30 秒被动恢复[15, 16]。用光电电池测量时间。(意大利博尔扎诺的 Optojump, Microgate, )。确定所有 15 次冲刺的总冲刺时间(RSA<sub>t</sub>)。此外,为了量化 RSA 测试期间的疲劳,百分比递减分数(RSA<sub>Sdec</sub>)

$$RSA_{Sdec} = \left[ \frac{(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{final})}{S_{best} \times \text{number of sprints}} - 1 \right] \times 100$$

当前 RSA 测试报告的高可靠性(RSA<sub>t</sub> 和 RSA<sub>Sdec</sub> 的变异系数分别为  $1.2 \pm 0.9\%$  和  $16.8 \pm 14.9\%$ ) 在类似标准的仪器也与其他 RSA 协议的可靠性得分一致。

**有氧健身测试:** 有氧健身测试包括以 13.5 公里/小时的恒定速度跑 6 分钟。

试验结束后，立即从耳垂采集毛细血管样本，并分析[La]（见训练干预）。

## 统计分析：

用 Shapiro-Wilk 检验各变量的正态分布。未配对 t 检验用于确保试验前测量中不存在组间差异。数据采用双因素重复测量方差分析和一个内因子分析（时间：测试前与测试后）和一个因子间（组：5-15 与 5-30）。当检测到显著的主要影响时，学生 Newman-Keuls 事后分析用于成对多重比较。采用配对 t 检验对 RSA 测验单次短跑成绩前后差异进行评价。

除了零假设检验之外，用基于变化幅度的统计方法验证了其实际意义以便更好的解释结果。对于组间和组内比较，每次训练后的真实平均变化是有益的（即，大于变化时的最小值，计算出 SWC[0.2 乘以受试者之间的标准差]），不清楚/微不足道或对性能有害的信息。对有益、微小或有害变化的定量机会进行定性评估，如下所示：25 - 75%，可能；75 - 95%，可能；95 - 99%，非常可能；以及 >99%，几乎可以肯定。如果出现有益或有害性能变化的几率均大于 5%，则实际差异被定义为不清楚。此外，每个绩效参数变化的影响大小是使用混合训练前标准差计算的，并用于表示组内标准化变化和组间标准化差异。所有分析的统计学意义水平均设为  $p < 0.05$ 。原始数据表示为平均值 ± 标准差，而相对变化为平均值 ± 90% 置信区间。

## 实验结果：

### 训练合规性及结果：

参与干预的 19 名运动员的训练依从性 >85%，因此全部纳入最终分析。干预期间未发生事故伤害。在所有的组测量中，两组之间没有差异 ( $p > 0.5$ )。在前 5-15 训练中，从冲刺 1 到冲刺 6 的平均跑速下降了 2.7% ( $p = 0.048$ )，而在最后一次训练中，平均跑速只有下降的趋势。在这种情况下，与第一次 ( $22.7 \pm 0.5$  km/h) 训练相比，最后一次 ( $23.4 \pm 0.5$  km/h) 重复（第 6 次冲刺）时达到的跑步速度更快 ( $p = 0.049$ )。在 5-30 内，在第一次和最后一次训练期间，在冲刺 1 和冲刺 6 之间没有观察到明显的速度变化（表 2）。在 5-15 测试中，第一次训练期间，[La（乳酸的缩写）] 从冲刺 1 前的  $3.1 \pm 0.8$  mmol/L 增加到冲刺 6 后的  $9.3 \pm 1.6$  mmol/L ( $p < 0.05$ )，干预后相同。在 5-30，运动后 [La] 增加了两倍 ( $p < 0.001$ )，但与第一次训练和最后一次训练时的 5-15 相比 ( $p < 0.05$ ) 明显降低 ( $p < 0.01$ )（表 2）。

表 2. 在第一次和最后一次训练中，对一轮 5-15 或 5-30s 重复短跑训练方案的平均短跑速度和血乳酸反应。

|                              |                 | 5-15                   |                        | 5-30                    |                         |
|------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                              |                 | First training session | Last training session  | First training session  | Last training session   |
| Average running speed (km/h) | Sprint 1        | 23.3 ± 0.8             | 24.0 ± 0.8             | 23.7 ± 0.8              | 24.0 ± 0.9              |
|                              | Sprint 6        | 22.7 ± 0.5*            | 23.4 ± 0.5#            | 23.4 ± 0.8              | 24.0 ± 1.3              |
| [La] (mmol/L)                | Before sprint 1 | 3.1 ± 0.8              | 3.6 ± 1.1              | 3.5 ± 1.1               | 3.4 ± 1.0               |
|                              | After sprint 6  | 9.3 ± 1.6 <sup>§</sup> | 9.3 ± 2.0 <sup>§</sup> | 6.6 ± 1.8 <sup>†§</sup> | 6.0 ± 1.3 <sup>†§</sup> |

# Different ( $p < 0.05$ ) from the First training session.

† Different ( $p < 0.05$ ) from 5-15.

\* Different ( $p < 0.05$ ) from Sprint 1.

§ Different ( $p < 0.05$ ) from Before sprint 1.

doi:10.1371/journal.pone.0171462.t002

### 效率分析:

表 3 列出了第一组的成绩。5-30 能将 20 米短跑时间提高 2.7% ( $p=0.004$ )，而 5-15 只观察到一个趋势 (1.5%;  $p=0.086$ )。在 5-15 内，200 米短跑和溜溜球 IR2 测试成绩分别提高了 2.0% ( $p=0.02$ ) 和 11.4% ( $p=0.005$ )，而在 5-30 内没有变化 ( $p>0.097$ )。干预后 5-15 和 5-30 均能诱导 RSA<sub>t</sub> ( $p<0.001$ ) 和 RSA<sub>sdec</sub> ( $p<0.05$ ) 的改善。此外，5-15 在 RSA 测试的第 3、6 和 11-15 次短跑中提高了成绩 ( $p<0.05$ )，而在 5-30 短跑中，从 1-6 和 8-10 次速度增加 ( $p<0.05$ ) (图 1)。有氧健身测试后，5-15 和 5-30 次干预后，[La] 分别降低  $0.9 \pm 0.8$  和  $1.1 \pm 1.4$  mmol/L ( $p<0.05$ )，两组间无差异。毫摩尔/升)。

### 基于重要性的方法:

表 3 列出了组内分析的相关和标准化变化以及定性推断。图 2 显示了组间变化。Yo Yo IR2 测试性能的变化在 5-15 比 5-30 明显好。相反，5-30 可能比 5-15 方案中观察到的 RSA<sub>t</sub> 改善更大。包括 20 米、200 米、RSA<sub>sdec</sub> 和有氧健身测试的变化差异。

表 3. 5-15 和 5-30 重复冲刺训练的性能变化

|  | 5-15 (n=9)   |               |                     |  |  | 5-30 (n=10)              |              |               |                     |  |  |                          |
|--|--------------|---------------|---------------------|--|--|--------------------------|--------------|---------------|---------------------|--|--|--------------------------|
|  | Pre          | Post          | % change<br>±90% CI | Standardized<br>change<br>(Cohen's d<br>±90% CI) | % chances of<br>detrimental/<br>trivial/<br>beneficial<br>effect | Qualitative<br>Inference | Pre          | Post          | % change<br>±90% CI | Standardized<br>change<br>(Cohen's d<br>±90% CI) | % chances of<br>detrimental/<br>trivial/<br>beneficial<br>effect | Qualitative<br>Inference |
| 20-m (s)                               | 3.30 ± 0.09  | 3.25 ± 0.06   | -1.5 ± 1.3          | -0.51 ± 0.45                                     | 1/10/89  | Likely                   | 3.29 ± 0.08  | 3.21 ± 0.08*  | -2.7 ± 1.8          | -1.12 ± 0.68                                     | 0/2/98   | Very likely              |
| 200-m (s)                              | 29.60 ± 0.90 | 29.01 ± 0.83* | -2.0 ± 1.5          | -0.60 ± 0.44                                     | 1/6/93   | Likely                   | 29.56 ± 1.11 | 29.17 ± 1.12  | -1.3 ± 1.4          | -0.32 ± 0.34                                     | 1/25/74  | Possibly                 |
| Yo-Yo IR2<br>(m)                       | 1000 ± 169   | 1111 ± 171*   | 11.4 ± 5.0          | 0.56 ± 0.24                                      | 0/1/99   | Very likely              | 1016 ± 217   | 1072 ± 156    | 6.5 ± 7.3           | 0.29 ± 0.32                                      | 1/30/69  | Possibly                 |
| RSA <sub>t</sub> (s)                   | 92.91 ± 4.66 | 90.47 ± 4.24* | -2.6 ± 1.1          | -0.47 ± 0.21                                     | 0/2/98   | Very likely              | 91.45 ± 4.35 | 88.22 ± 4.65* | -3.6 ± 0.9          | -0.70 ± 0.17                                     | 0/0/100  | Almost certainly         |
| RSA <sub>sdec</sub><br>(%)             | 5.90 ± 2.21  | 4.12 ± 1.57*  | -30.6 ± 15.1        | -0.72 ± 0.43                                     | 0/3/97   | Very likely              | 5.19 ± 2.09  | 3.67 ± 1.67*  | -30.4 ± 13.2        | -0.86 ± 0.45                                     | 0/1/99   | Very likely              |
| Aerobic<br>fitness<br>test<br>(mmol/L) | 5.49 ± 2.22  | 4.35 ± 1.31*  | -17.5 ± 7.2         | -0.64 ± 0.29                                     | 0/1/99   | Very likely              | 5.71 ± 1.53  | 4.77 ± 1.59*  | -18.0 ± 11.2        | -0.40 ± 0.27                                     | 0/10/90  | Likely                   |

\* Significant difference from Pre ( $p < 0.05$ )

doi:10.1371/journal.pone.0171462.t003

图 1. RSA 测试短跑时平均跑速的相对变化 (±90%CI)。5-15 的前后差异显著 ( $p<0.05$ )。及 5-30 的前后差异显著 ( $p<0.05$ )

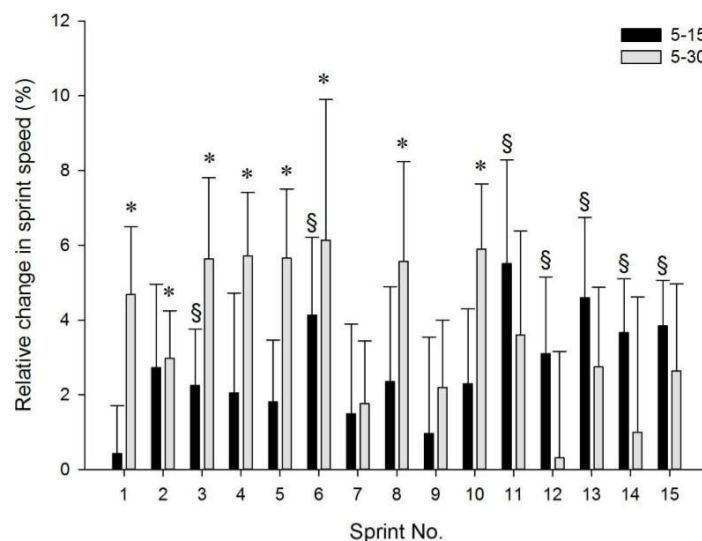
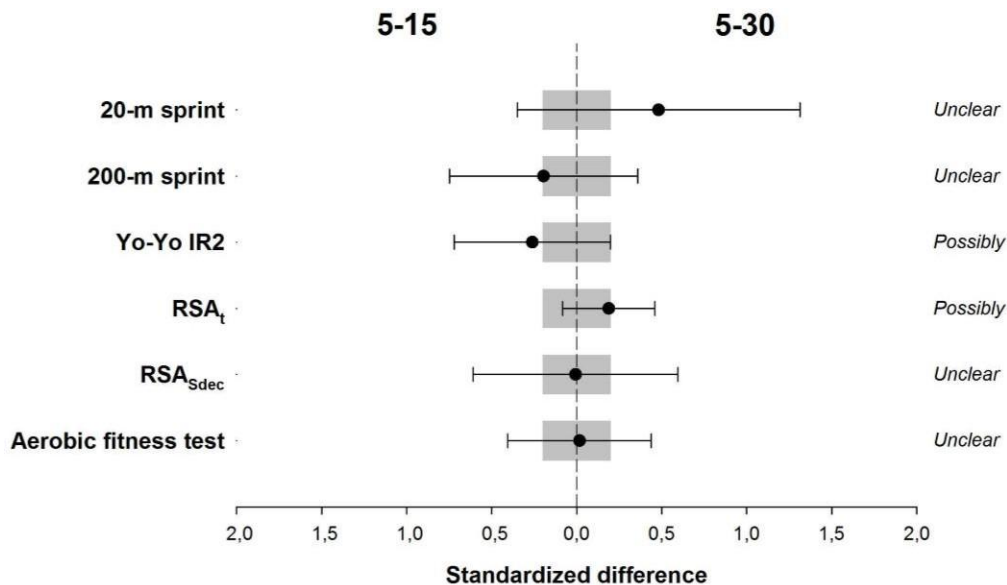


图 2. 5-15 和 5-30 训练对 20 米和 200 米短跑时间、Yo-Yo IR2 测试成绩、总短跑时间 (RSA<sub>t</sub>) 和重复短跑能力测试的百分比递减分数 (RSA<sub>Sdec</sub>) 以及有氧健身测试成绩的影响。数据表示为标准差 (Cohen's d) ±90% 置信区间。



## 结论:

本研究的主要发现是 5-15 可以提高 200 米短跑和 YO-YO IR2 的成绩, 而 5-30 可以缩短 20 米短跑的时间。两个 RST 程序引导的有氧健身和 RSA<sub>t</sub> (RSA<sub>t</sub> 和 RSA<sub>Sdec</sub>) 的积极变化, RSA<sub>t</sub> 在 5-30 后可能比 5-15 有更大的改善。

## 训练的反应:

在训练期间, 最大努力 (30 米或 5 秒) 之间的短暂休息间隔 (即 15 秒) 导致无法保持短跑成绩恒定 (RSA 在 5-30 内没有改变), 在上一次训练中, 这种影响变得不明显。较短的恢复时间也更强调糖酵解能的产生, 5-15 和 5-30 的 [La] 值明显升高, 但两种训练干预后 [La] 值不变。重要的是, 我们的 RST 干预是在“赛季内”实施的, 并采用了这样一种设计, 即 RST 取代了通常的基于场地的调节工作, 以保持干预前和干预期间以及在训练的青少年足球运动员队列中的组群之间的训练负荷相似。

## 20 米短跑:

最近的一项汇总分析 [3] 强调了 RST 对 20 米短跑成绩 (平均差, ±95% 置信限: -0.07 秒, ±0.08) 的无显著影响。在我们的研究中, 短跑之间的长时间休息 (即 30 秒) 间隔允许在重复 (训练期间) 保持更高的短跑速度, 并导致 20 米短跑成绩的显著改善, 相反, 在采用短时间休息 (即 15 秒) 时没有显著改变。这与 Fernandez Fernandez 等人的观点一致。结果表明, 6 周的 RST (共 18 次训练), 采用 3 组 10~5s 的短跑, 中间穿插相对较短 (20s) 的重复恢复时间 (1:4e:R), 对 20 米短跑次数没有影响。综上所述, 这些发现似乎表明, 变化的幅度是使用 RST 方案或 E:R 比率的直接结果, 每次运动回合中最大速度的重复是提高单次短跑成绩的关键因素。支持这种改善的机制, 除其他外, 还可以归因于肌肉激活模式的有益改变 (即减少共同收缩, 臀肌群的更大集合, 有助于更有效的髋关节伸展, 以实现更快的速度)。

## 高强度间歇运动能力:

Yo-Yo IR2 测试的表现, 解释了足球高强度比赛距离的 40% 的方差, 不仅对有氧运动, 而且对连续方向变化固有的加速过程中的无氧能量系统也有很大的影响。在本研究中, Yo-Yo IR2 测试中的距离从训练前到训练后 5-15 后显著增加了 11.4%, 这比在 5-30 的观察中不显著的 6.5% 的增加更多。一个合理的解释是, 短期和长期休息训练计划能促进更好的表现, 这可能与同时刺激有氧和无氧(乳酸)代谢有关。无论休息时间长短, 高强度间歇运动中训练引导的成绩增长与先前的研究结果一致(8-10%), 还是低于团队运动运动员(足球中的 Yo-Yo IR2; 橄榄球; 曲棍球)和球拍(网球中的击球和转身测试)。除了第一次训练内容/方式(即: R 比、直线/穿梭跑)的差异外, 我们的结果和文献研究结果之间的差异可能部分与季节(竞争季节有关, 季前赛和被测个人的特征)

(亚精英对业余球员或 18 岁以下对其他年龄组)。

### 重复冲刺能力:

尽管运动与休息的比率不同, 但目前的 RST 项目在 15 次短跑中都显著改善了运动员的疲劳表现(即 RSASdec 平均下降约 30%)。这种在连续短跑之间恢复能力的增强可能与 RST 诱导离子稳态和缓冲能力的积极变化以及促进骨骼肌氧化表型的特异性有关。这两个训练项目也在总冲刺时间

(RSA<sub>t</sub>) 上产生了显著的有益变化, 与 5-15 项相比, 5-30 项的改善可能更大。总的来说, 这里观察到的 RSASdec (0-39%) 和 RSA<sub>t</sub> (1.5-8.8%) 和球拍运动员以及休闲训练人员在 4-7 周内进行类似的 RST 治疗后。在汇总分析中, 从 8 项研究的分析中发现 RST 对 RSA 无明显的减益作用(效应大小-0.62; 95% 置信限±0.25)。神经肌肉适应或最大有氧能力(即增加对肌肉组织的氧气输送、有氧酶浓度、线

粒体大小和数量以及毛细血管密度)或无氧功能(即增强磷酸肌酸的重新合成、关键糖酵解酶的上调)的增强, 乳酸清除率和无机磷酸盐清除率的增加以及肌肉缓冲能力的增加)被认为是提高对重复冲刺训练中极限的耐受性关键适应因素。重要的是, 5-30 的 RSA<sub>t</sub> 比 5-15 的 RSA<sub>t</sub> 进步更大。这一观察结果表明, 在 RST 期间实现更长的休息时间间隔可能会更大程度上上调某些上述机制, 从而在重复冲刺训练性能方面产生更大的好处。在两种训练干预措施之后, 在 5-30 内, 单次冲刺(重复冲刺系列的第一次用力)和平均成绩(RSA<sub>t</sub>)都出现了类似的表现疲劳改善(RSASdec)。这一新的信息表明, 长时间休息而不是短时间休息的 RST 在提高青少年足球运动员 RSA 方面可能更为有效。

另一个有趣的观察结果是, 在 5-30 的 RSA 测试的前三分之一阶段, 冲刺的速度相对变化更大, 而在 5-15 的重复冲刺系列的最后三分之一阶段(图 1)则有更大的(速度)改进。尽管在一次短跑中氧化磷酸化对总能量消耗的贡献是有限的, 随着短跑的重复, 有氧 ATP(肌肉细胞中的核苷酸)供应水平逐渐增加[35], 这样在重复短跑系列的最后一次重复跑中, 有氧代谢可能贡献多达 40% 的总能量供应。在 RSA 测试的后一个冲刺阶段, VO<sub>2</sub>max 达到了这里的水平(15×40 米, 25 秒休息), 这表明 VO<sub>2</sub>max 可能限制了有氧代谢的贡献。此外, 在 Yo-Yo IR2 中, 5-15 对 5-30 的距离内, 更大的相对持续增益提供了间接证据, 证明在更大程度上增加 VO<sub>2</sub>max 可以在后一个短跑中产生更高的有氧贡献, 潜在地减少疲劳(即, 短跑速度的更大相对变化)。

### 有氧能力:

在恒速跑后观察到较低的 [La] 反应。这可能是由于血液中乳酸的清除

率更高，乳酸的产生量更低（这里没有可能的区别），这与氧化酶活性的增加和脂肪氧化的增加有关。有趣的是，在 8 周的间歇短跑训练（30 次，包括 15 x 6 s 短跑和 1 分钟主动恢复）中，观察到一种主要的肌肉 pH 调节因子 1（亚型 4 没有变化）的含量增加。无论 pH 调节系统的确切基础机制是什么，我们的结果表明，RST 可以在给定的最大固定（13.5km/h）强度下降低 [La]。然而，在训练期间改变休息时间（5-15 vs. 5-30）并不影响 [La] 变化的幅度。也就是说，改进的运动测试处方可能要求在测试前后系统地重新评估无氧速度储备（即最大冲刺速度和与 VO<sub>2</sub>max 相关的最小跑步速度之间的差异），以便设置个性化的跑步速度。

## 总结：

据我们所知，这项研究是第一次比较两个 RST 项目对不同类型的足球相关运动表现的影响，这两个项目在短跑之间的休息间隔（1:3 与 1:6 E:R 比率）不同。我们的主要发现如下：首先，5-15 提高了 200 米，对 20 米短跑成绩产生了积极的影响，5-30 降低了 20 米短跑的时间，但对提高 200 米成绩可能是有效的。第二，YO-YO IR2 测试的距离在 5-15 后增加，这可能比在 5-30 观察到的无显著性变化要好。第三，这两种 RST 干预措施都导致次极量运动后 [La] 和 RSA 测试中减量分数和总时间百分比显著减少，5-30 后 RSA<sub>t</sub> 可能比 5-15 有更大的改善。在青少年职业足球运动员中，在赛季中进行 5 周的 RST 训练是同时发展与比赛成绩相关的不同体能成分的一种有效手段，短时间或长时间的休息可以带来不同的益处。

## 实际应用：

尽管 RST 在提高足球表现在各种健身方面的效率已被证明是有效的，

但对于采用最合适的训练实践（例如，最大化 RSA 收益）仍存在相当大的争议。然而，短休息时间和长休息时间会导致特定的适应，这一观察支持了一种普遍观点，即在团队运动中，没有一种训练可以被推荐来更好地提高身体表现。此外，RST 和高强度间歇训练的效果直接比较表明，后者可能是一种更有效的干预措施，以提高年轻手球运动员的 RSA 平均时间，以及网球运动员和健康人的运动专项有氧健身，但也有相反的结果被报道。此外，在橄榄球运动员中，与单用 RST 相比，用附加振动的 RST 和阻力（蹲）相结合的训练更有利于提高重复短跑成绩。最后，通过在 RST 中加入低氧应激，与海平面的类似训练相比，短期（2-6 周）重复短跑成绩有了较大的提高。尽管上述考虑表明，结合不同的培训做法/方法可能是最有效的方法，如何在繁忙的训练日程中，通过有效的周期性训练来最好地操纵 RST 变量，以达到所期望的训练适应，这一点仍有待确定。

## 观点陈述：

未来的 RST 研究需要更广泛的 E:R 比率，包括肌肉活检样本，以确定在短跑系列中保持速度（即适当的疲劳水平）和运动期间肌肉内代谢和/或酸碱紊乱（即有意义的训练刺激）之间的最佳权衡。如果需要一种不同的方法，并且预计运动量会敏感地减少（即拥挤或逐渐变细的时期），则采用穿梭式短跑进行训练，以达到与直线短跑相似的疲劳程度，可以认为是一个有价值的选择，但需要仔细管理神经肌肉负荷。对比赛体能表现来说，更为关键的是运动员在改变方向和方向的同时加速的能力，因此需要设计有效的训练方法（即使用适当的 e:R 比进行个人训练或小范围比赛），特别是在提高这些重复的冲刺能力方面。



# 研究足球比赛中做出创造力表现时球员的脑电图 $\alpha$ 功率活 动情况

EEG alpha activity during imagining creative moves in soccer decision making situations

原作者：Andreas Finka, , Christian Romingera , Mathias Benedeka , Corinna M. Perchtolda, Ilona Papouseka , Elisabeth M. Weissa , Anna Seidelb , Daniel Memmert

译者：李桢 研究生院 19 级、赵煜延 足球学院 18 级

## 摘要：

本研究调查的是在足球比赛中球员在做出不同反应时脑电图  $\alpha$  功率的变化，在球员进行比赛的过程中做出具有创造力想象力动作的情况下，在呈现一个足球场景的短视频剪辑之后，参与者必须想象自己是参与比赛的球员，并且用创意、原创或明显的常规动作（控制条件）设置一个目标来进行研究。足球研究的表现通常引起比较强的  $\alpha$  功率降低在顶叶和枕骨部位，表明高视觉空间处理需求。在创造力与控制条件下，这种功率下降不太明显，反映了更具内部取向的信息处理状态，其特征是更富有想象力的心理模拟而不是刺激驱动的自下而上处理。此外，在足球研究中更具创造力的研究表现与左侧皮层部位的更强的  $\alpha$  功率同步有关，最突出的是与运动相关的区域。这一发现表明，产生更多创造力动作的个体更倾向于参与与运动图像相关的过程。不同于特定领域的创造力测量，个人的创造潜力，如由心理测量创造力测试评估，在所有皮质部位与  $\alpha$  功率呈研究对比。在调查涉及复杂的创造力行为的创造力过程涉及更多的生态有效的需求，这项研究表明，创造力思维在足球决策情境中招募特定的脑网络支持与视觉空间注意力和运动图像有关的过程，而在更具创造力的条件下，alpha 功率的相对增加和具有更高创造潜能的个体可能反映出在不同创造力领域相关的模式。

**关键词：** 创造力、 $\alpha$  功率、足球运动、视觉想象力

## 说明：

体育领域可以被认为是“在复杂环境中研究行为的有价值的领域”。因为它有利于创造力的表现在生态有效的方式调查。到目前为止，大量的研究表明，在不同种类的体育项目中，体育比赛情境中的成功解决方案需要与在各种创造力相关领域中所见的过程非常相似。例如，为了在足球比赛情境中实现原始和成功的解决方案，球员需要根据他们的环境（队友或对手的位置或预期行为、出乎意料的球员等）来决定他们的决定。为了选择最有希望的解决方案，他们一直需要考虑实际的刺激功率和存储在存储器中的研究相关信息（例如，抑制不适当的解决方案，评估所设想的或预期的移动的有效性和适当性等）。因此，

在体育情境中创造力的解决方案似乎与其他形式的创造力问题解决（如发散性和收敛性思维方式）的过程相似。特定领域的知识和联想能力——被称为创造力的重要成分的过程。

脑电图和创造力的功能成像研究极大地促进了一个共同的概念，即创造力是一个多方面的结构，与注意力和认知控制等认知功能有着密切的联系。在功能性影像学研究领域的回顾创造力，确定了一个“核心创造力网络”，包括横向前额叶皮层的区域，这一直被发现有牵连在各种高阶执行过程，如流畅性，灵活性或认知控制。此外，还包括一组大脑区域（即左角、上颞部和额下回），这些区域与语义过程相关，如激活和检索内部记忆表征。在脑电图领域出现了类似的研究结果，研究揭示了创造力过程与大脑中 $\alpha$ 功率水平增加的一致发现。虽然在特定研究（相对于基线）的执行过程中 $\alpha$ 功率的降低被认为反映了所涉及的皮层区域中神经元兴奋性水平的增加。因此，大脑激活的功能相关 $\alpha$ 功率的增加被解释为反映刺激驱动的自下而上刺激的衰减，这可能干扰成功的研究性能。因此，在创造力思维过程中经常报告的 $\alpha$ 功率增加表明高内部、自上而下的处理需求的状态（，这可以促进内部导向的过程，包括想象和有效的搜索和检索新概念产生过程中的记忆表征。

由于大多数可用的神经科学研究集中于（口头）发散性思维需求，它可以被视为重要的一步，研究脑功能的功能模式，也在其他类型的创造力行为，涉及更多的生态有效的需求。在这项研究中，我们调查了脑电图 $\alpha$ 活动在产生创造力的解决方案在足球决策的情况下（与真实足球比赛场景），动机最近的行为研究强调这一领域的创造力过程的特定相关性。每个足球场景是通过简短的视频剪辑呈现的。参与者被要求想象自己是比赛球员，并根据各自的研究指令，去思考一个创造力的/原创的（可能的和有希望的）或者一个明显的/常规的动作（控制条件），这可能会导致一个目标。一般的实验测试设计是高度标准化的，并且在不同的体育环境中得到了广泛的验证。所采用的研究的一个特别优点是，参与者被迫对许多不同的可比情况作出反应，促进脑电图脑活动模式的可靠分析。期望在足球决策情境中想象创造力的解决方案反映在脑电图 $\alpha$ 波段中与研究相关的功率变化，这已被证明对不同的创造力相关需求特别敏感。视觉创造领域中的证据进一步促使我们预期，支持视觉空间过程和运动相关图像的脑网络同样可以在足球比赛情境中产生创造力的解决方案起着至关重要的作用。

## 方法：

## 参与者：

四十五名男性参加了这项研究。由于脑电图评估期间的技术问题，两个参与者必须被排除在进一步的分析之外，导致在 19 到 31 年的年龄范围内的  $n=43$  的样本（ $M=24.19$ ； $SD=3.16$ ）。作为重要的纳入标准，参与者被要求积极地踢足球至少十年（每周至少一次）。平均来说，参与者一直参与并积极踢足球大约 18 年（ $M=17.71$ ， $SD$ ）。他们表示每周踢足球约 4 小时（ $m=$ ）4.20， $SD=2.98$ 。所有参与者都是业余足球爱好者，他们中的大多数（67%）积极参加各种足球俱乐部（参赛者表示他们参加过的最高足球联赛是第三大联赛），26%的参与者是足球教练。所有参与者都是惯用右脚（用手优势测验评估 HDT）；未经药物治疗，书面知情同意。这项研究得到了地方伦理委员会的批准。

## 创造潜力评价：

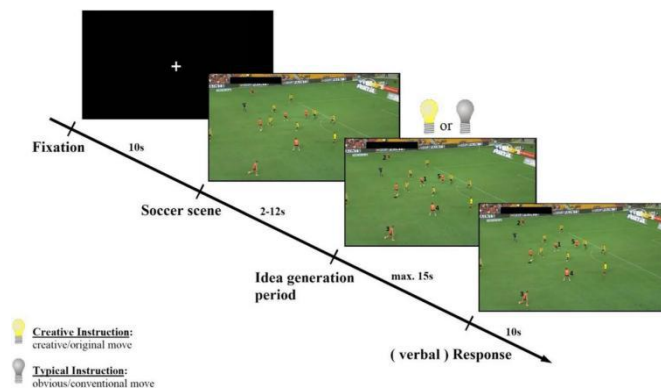
创造性潜能通过图形创造力测试（“测试 ZUM SCHO-PFISISCN Dek 肯-ZeCielnISCH”）、TSD-Z 进行评估；要求参与者以自由联想、原始方式完成抽象图片片段（打印在测试单上）。时间限制为 15 分钟。根据测试手册中给出的指令，对 14 个不同的标准（例如，非常规性、包含新的元素、图形组合等）对生成的图纸进行评价，从而得到参与者的创造力潜力的总分。

## 脑电图评估中的实验研究：

参与者在足球标准化视频研究（SMT-S）上进行修改，其中参与者被要求在给定的足球决策情境中产生欲进球的动作。在前人研究中确立了 SVT-S 的客观性、可靠性和有效性。，如图所示图 1 每一个试验都以 10 秒的时间段的固定十字架为出发点，然后用真实的足球比赛的场景来显示足球决策情景的简短视频片段（长度从 2 到 12 秒）。足球场景的固定图像标志着思想产生期的开始，在比赛中，参赛者必须想象自己是进攻队的球员（他们被固定图像中的下划线标记），并且取决于各自的研究指令——去思考一个明显的、常规的（控制条件）或者一个创造力的原始动作来进球。相应的研究条件分别由亮（即创意、原始）或关闭（即，明显、常规）灯泡指示，在构思生成期间，足球场景的固定图像在屏幕上仍然可见，并且攻击组的球员被分配数字以使它们清晰地识别。与会者不允许发言的想法生成期间。他们被命令用一个占优势的右手按压想法按钮，一旦他们想到一个解决方案/移动（否则在 15 秒内自动停止想法生成周期），然后（在响应期间，10 秒）将想象的移动短暂地发声（例如，传递到 1，然后传递到 3，然后由 5 开头，等等）。参与者被指示仅在每个响应间隔内只发出一个解决方案。通过麦克风记录口服反应并转录进一步分析。在每个条件下（创造力、原始和控制条件）15 个项目被提出，导致总共 30 个试验。试验的结果是随机的，脑电图记录时间约为 15~20 分钟。

## 研究绩效量化：

SVT-S 的 30 个视频取自我们实验室以前的研究。在这项研究中，视频显示给一组参与者，他们必须找到尽可能多的解决方案，从而达到一个目标。然后，给出了相应的答案，连同各自的视频，显示了四名足球专家具有最高的足球教练资格（UEFA 许可证），以评估第一次通过不同的解决方案，每一个视频的创意。



(图一)

(图一) 脑电图评估中 SVT-S 试验的示意时间过程。一个试验开始固定为10秒。然后简短的视频剪辑足球决策情况显示(范围从2到12秒)。在构思产生期间, 足球场景的固定图像在屏幕上仍然可见, 信号参与者将自己想象为比赛球员, 并且根据各自的研究指令来思考明显的、常规的控制条件或创造力、原始移动进球。当他们想到一个解决方案后移动时, 他们被指令按想法做出动作, 并想象的移动(最大10秒; 例如, 传递到1, 然后传递到3, 等等)。

从1到5的刻度, 5为原始的, 或1-7(1不为基础点, 7为终止点)。判断信度系数高于80(组内相关系数)的临界值。这是一个有效的内部判断的可靠性。结果, 答案类别由答案的第一遍形成。专家们在评价答案时指出, 要记住目标定向(要做一个目标)。基本上, 整个视频剪辑允许范围广泛的较少到更原始的研究解决方案。根据解决方案的原创性范围, 倾向于在原始频谱的下端显示更多可变性的视频被分配给控制条件, 而在创意频谱的上端趋向于显示更多可变性的剩余15个视频被分配给产生创造力行为的动作。

为了量化在这项研究中的 SVT-S 的性能, 在脑电图评估中的每个个体反应的独创性在控制和创造力的条件进行了评估。这是通过以下步骤实现的: 每个视频的参与者的答案被分配给由给定答案的第一遍形成的特定类别。这些反应大部分与先前研究中所建立的额定类别一致, 在30个视频中的11个, 参与者给出的答案不符合其中的一个类别。这些答案随后被另一位足球专家评为最高足球资格(UEFA 许可证), 关于他们的创意从1到5, 或1到7。专家没有被告知参与者的研究, 但只显示了各自答案的视频。一个答案类别的所有评分的平均值是参与者在这个类别中为他/她的答案所接收的独创性得分。因此, 参与者获得了他/她给每个视频的每一个答案得分。然后将这个分数除以这个视频项目的最大值(5或7), 以使分数彼此相似。因此, 最高得分为1, 最低得分为0。然后对每个参与者进行平均得分, 以获得一般的得分。

## 脑电图记录与分析:

用19个活性电极记录脑电图, 根据10-20系统定位(ACTICAP; 脑制品)。™) 一个常见的脑电图放大器(BravixIn AccAMP 研究放大器, 脑制品)™1000 Hz 采样率在一个单独和安静的房间。接地电极位于前额、鼻上的参比电极上。垂直和水平眼动电图(EOGS)用两个双极通道测量水平和垂直眼球运动。所有电极的电极阻抗均保持在30 KΩ以下。用280 Hz的高截止滤波器记录脑电图信号。通过去除漂移和低通滤波(50 Hz)对脑电图数据进行预处理。人工检测得到的信号用于伪影。如其他关于发散思维的研究, 通过从激活周期减去参考周期(Pow<sub>i</sub>, 参考)的对数变换功率的中位数(Pow<sub>i</sub>), 将基准和激活周期之间的研究相关功率变化(TRP)量化为电极I的上α功率(10~12 Hz)。

中位数(log(Pow<sub>i</sub>, 参考))。负值表明研究相关α功率从引用到激活周期的减少(α去同步化), 而正数值表示功率增加。

对于TRP分析, 从10秒参考期起的8秒间隔作为参考间隔(从固定十字架开始后的1秒到偏移前的1秒); 两个反映创造力思维过程不同阶段的1秒时间间隔被用作激活间隔: a) 刺激开始后250毫秒至1250毫秒的间隔, 捕捉早期刺激处理; 和 b) 在按钮按钮按下之前的间隔1250至250毫秒; 它反映了与完成研究解决方案相关的过程。

计算每个电极位置和参与者的上α波段(10~12 Hz)的TRP分数。通过对滤波后的脑电图信号进行平方滤波, 得到波功率值( $\mu v^2$ )。只有至少250毫

秒的激活周期和至少 2000 毫秒的参考周期。无伪影脑电图记录用于统计分析。

### 统计分析:

在这项研究中使用的统计方法追求两个重要目标。首先, 研究在足球决策情境下的研究相关  $\alpha$  功率变化的整体模式, 包括研究研究指令、阶段、HEMISPHERE (左与右) 的重复测量的 GLM。区域 (在每个半球中的八个电极位置) 在 alpha 功率上的 TRP 上执行。在应用受试者方法时, 该分析试图测试研究相关的  $\alpha$ -功率变化作为指令和思维过程的阶段功能的潜在差异。

在第二组分析中, 我们追求个体差异的方法来测试一个过程中, 通过在足球研究的执行期间获得的领域特定创造力度量的个体差异来调节在 SMT-S 的创造力研究条件下  $\alpha$  功率的变化。另一方面, 通过心理测量创造力测试评估全球创造力潜能的个体差异。出于这个原因, 计算重复的措施的 GLM 考虑面积和 HEMISPHERE 作为受试者因素和研究性能期间的 ST-S (即, 原创性) 作为连续的受试者因素之间。一个类似的 GLM 进行的创造力潜力得分的 TSD-Z。这些分析被限制在第二阶段的创造力思维过程 (即, 最终研究解决方案), 因为初步分析表明, 研究绩效对 TRP 的影响更为显著, 而参与者与早期刺激处理相比最终完成了动作。TSD-Z 中的电位分别用标准回归分析计算出一个标准偏差和一个标准偏差高于样品平均值的预测 TRP 值。在违反球度假设的情况下, 自由度是温室 GEISSER 修正。使用 TuKy 的诚实显著差异 (HSD) 测试进行事后比较。以部分  $\eta$  平方测度 ( $\eta^2$ ) 给出效应大小的估计。所有统计学检验均以  $\alpha = 0.05$  (双尾) 进行。

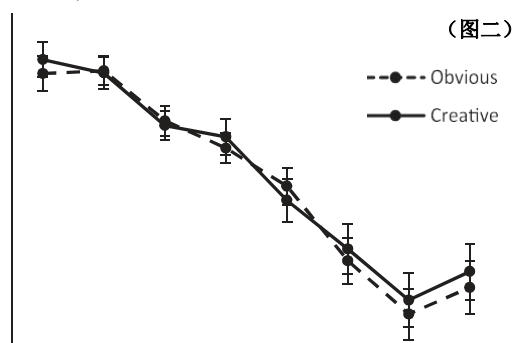
### 结果:

#### 踢球时与做出不同指示动作时的 $\alpha$ 功率变化:

足球决策情境的表现通常与顶叶和枕骨部位上  $\alpha$  功率相对较强的下降有关, 反映在显著的主效应区 ( $F(2.03, 85.34) = 61.06, P < 0.001, \epsilon^2 = 59$ )。重要的区域和 HEMISPHERE 之间的相互作用 ( $F(4.70, 197.29) = 4.70, P = 0.01, \epsilon^2 = 10$ ) 表明  $\alpha$ -功率降低在右顶叶部位特别明显 (P8 对 P7,  $P = 0.02$ , 如 TuKEY-HSD 试验评估)。

此外, GLM 在阶段 ( $F(1, 42) = 17.37, P < 0.001, \epsilon^2 = 29$ ) 中具有显著的主效应, 在阶段和面积之间存在显著的相互作用 ( $F(3.24, 136.23) = 4.80, P = 0.003, \epsilon^2 = 10$ )。因此, 从刺激开始到最终移动,  $\alpha$ -去同步的普遍增加, 在中枢皮质部位最明显 (TUKEY 试验显示在所有皮层部位有显著的阶段相关差异, 除了 F7/8 的趋势,  $P = 0.06$ )。

也有一个重要的互动涉及因子研究指令 (研究 X 区域:  $F(5.19, 218.06) = 2.51, P = 0.03, \eta^2 = 0.06$ )。



(图二) 在足球比赛决策中明显、常规与创造力、原始动作之间的研究相关的  $\alpha$  功率变化 (TRP)。负的 TRP 值指示从参考到激活期的  $\alpha$  功率的降低

如图所示创造力条件与相对相比于需要明显/常规研究解决方案的控制条件, 顶叶和枕骨部位的  $\alpha$  功率 (即  $\alpha$  功率降低) 更大。然而, TUKEY HSD 测试未能揭示任何与研究相关的显著差异。

## 足球研究创造条件下研究相关 $\alpha$ 功率的变化: 研究绩效和创造潜能的函数

这种相互作用的模式表明, 产生更多原始运动的个体在左半球右半球处表现出更强的  $\alpha$  功率去同步, 而在 ST-S 中显示较少原始性能的个体在右侧比左半球显示稍强的  $\alpha$  功率降低。虽然半球、研究绩效和面积之间的交互作用没有达到统计学显著性 ( $F(7287) = 1.65, P = 12, \epsilon^2$ )。

$= .04$ ), 似乎表明, 研究绩效交互作用的大脑半球主要由中枢 (C3 vs C4) 和额叶部位 (F3 vs F4) 驱动; 事实上, 对每个同源皮质位点 (GLM 半球和研究性能作为每个同源电极对的因素) 的额外测试显示仅在 F3 与 F4 ( $F(1, 41)$ ) 之间的研究-性能交互作用的显著半球。

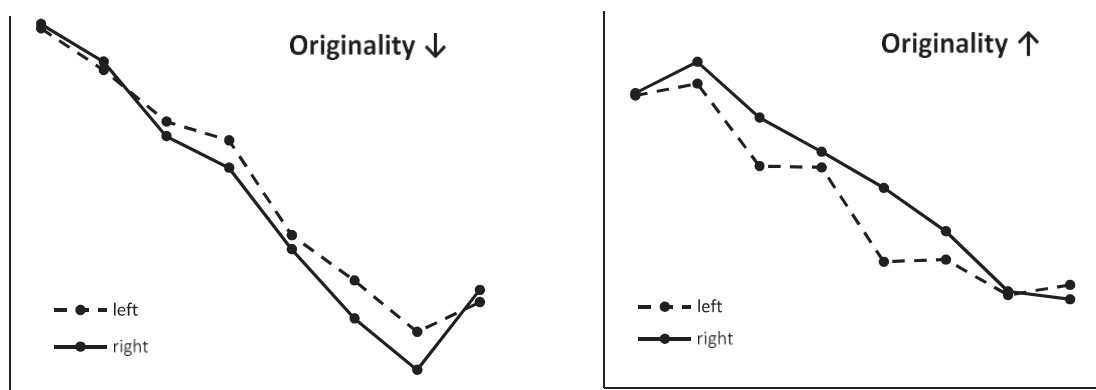
$= 5.41, p = .03, \epsilon^2 = 12$ ), 在 C3 与 C4 之间 ( $F(1, 41) = 5.06, p = .03, \epsilon^2 = .11$ )。

个体的创造潜能的 GLM (TSD-Z) 揭示了 TSD-Z 得分的显著主效应 ( $F(1, 41) = 10.69, P = .002, \epsilon^2 = .21$ ), 这表明较高的创造潜力与较少的  $\alpha$  功率下降或甚至  $\alpha$  功率的小增加有关。没有其他显著的影响涉及创造力潜能得分。

### 行为结果:

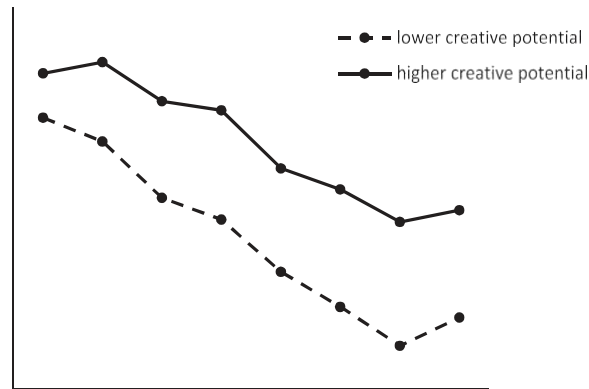
SDS-S 的独创性/原始状态导致比对照条件更原始的反应 (创意:  $M = 69, SD = 05$ ; 对照组:  $M = 61, SD = 04$ ;  $t(42) = 11.18, P < .001$ 。平均值

在创造条件下 ( $M = 7504 \text{ ms}, SD = 1935$ ) 的反应时间显著长于对照条件 ( $M = 6087 \text{ ms}, SD = 1450$ ;  $T(42) = 8.41, P < .001$ )。



(图三)

(图三) 在足球决策情境中创造力/原始动作想象中  $\alpha$ -功率 (TRP) 的研究相关变化作为研究绩效的函数。负的 TRP 值指示从参考到激活期的  $\alpha$  功率的降低。预测的 Trp (使用标准回归分析计算) 分别为每个皮质位置绘制研究性能变化 (SD 以下) (低性能) 和一个 SD 以上 (高性能) 的平均值;



(图四)

(图四)在踢球时做出具有创造力动作中的 $\alpha$ -功率(TRP)的研究相关变化作为创造力潜力的函数(TSD-Z)。负的TRP值指示从参考到激活期的 $\alpha$ 功率的降低。预测的Trp(使用标准回归分析计算)分别为每个皮质位置绘制一个SD(较低的创造潜能)和高于一个SD(更高的创造潜能)的平均值。

## 讨论:

考虑到在踢球时如何做出有创造力动作时可能导致目标功率变化的可能方式,在顶叶和枕骨部位引起相对较强的 $\alpha$ 功率降低。类似于脑电图研究的图形创意这一发现表明在复杂足球场景的执行过程中,高视觉空间处理需求,涉及诸如心理旋转、空间变换、对象的假想操作等过程或运动的想象。此外,与思维过程阶段相关的显著影响表明, $\alpha$ 功率变化在思维过程中不是均匀地发生,而是随着时间的函数而变化。正如这项研究的结果表明, $\alpha$ -功率变化的模式在完成移动之前明显不同于刺激开始时的 $\alpha$ 模式。具体而言, $\alpha$ -去同步化通常在最终确定移动之前更强,可能表明认知负荷增加,但尤其是在中央皮质部位。鉴于神经网络在运动想象和显性运动中的巨大重叠以及运动区域在运动图像中的关键作用这一发现暗示了在思维过程的这一阶段对运动相关图像的需求不断增加。

在踢球时产生的决策情境发现解决方案的整体结果模式在顶叶和枕骨部位引起强大的 $\alpha$ -功率去同步,显然不同于脑语言创造力思维的

脑电图 $\alpha$ 研究,其中发现在创造力思维中研究相关的增加。但关键的是,研究指导也对结果产生了显著的影响。当参与者被要求产生创造力动作时,顶叶和枕骨部位的 $\alpha$ 去同步比在需要常规、明显的研究解决方案的控制条件下稍微不太明显。这对应于创造力期间相对于控制条件略微较高的 $\alpha$ 功率水平。在后部皮质部位的创造力与较少创造力条件下 $\alpha$ 功率的相对增加与目前有关脑电图相关创造力思维的相关文献,并且在创造力构思中,可以指示更内部定向的信息处理状态,而不那么关注基于特定刺激的自下而上处理需求。

这项研究的另一个重要发现很好地契合了当前的创造力文学,即在创造足球研究的创造力条件下,更高的特质创造潜力与不太明显的 $\alpha$ 功率降低或 $\alpha$ 功率的小幅度增加有关。创造力潜能与alpha功率的全球研究对比可以表明,具有较高创造力潜力的个体从事更多的内部驱动的形象性思维过程,同时在足球决策中做出有创造力的动作。引人注目的是,关于足球领域特定领域创造力测量的结果是截然相反的。随着这项研究的发现,更多的研究表现在足球研究与

更强的  $\alpha$  功率去同步在左侧比右皮质部位。补充事后分析显示，这种效应在左侧运动相关部位（C3 和 F3）最显著；因此，似乎产生更多创造力研究解决方案的个体更倾向于参与与运动或运动图像相关的过程。用同样的方法研究在左侧运动相关的脑区中发现较强的激活，而参与者同时观察和想象执行运动动作（足运动），而只观察动作。左侧运动相关脑区也被发现与视觉空间创造力领域有关，表明运动想象和运动规划等过程是视觉创造力的重要组成部分

发现在不同的方式下，SDS-Z 调制的研究相关  $\alpha$  功率的域特异度创造力得分和 TSDS-Z 调制的研究相关  $\alpha$  功率的全局特征创造潜能得分，很好地表明创造力和其神经基础是特定于特定领域的。类似于一般身体上非常活跃和运动的个人未必是一个优秀的足球运动员的观点，这一发现也有力地支持了创造力是一个特定领域中相关知识/专长的功能的观点。

关于左侧运动相关站点在本研究中的作用，一个潜在的批评点可能是，这种效应简单地反映了与运动相关的过程，期望用主右手按压响应按钮。这种替代的解释似乎是不可能的，因为似乎没有明显的理由假设更多的准备或预期的电机相关的过程之前，按钮按下更多的与较少创造力的研究比赛者。此外，也许更重要的是，重新运行的相同的分析，进行了创新的条件下，SVT-S 也为控制条件，没有显示出单一的统计上显著的效果。本研究的另一个局限性是脑电图中研究相关功率变化的分析被限制在  $\alpha$  频率波上。在这项研究中，足球决策研究的创造力背景下，第一次，专注于  $\alpha$  波保证与现有的创造力文献的最佳可能的可比性，这已经积累了大量的证据表明  $\alpha$  活动与不

同的创造力相关的研究需求有关此外，同样重要的是，在  $\alpha$  频波中脑电图振荡的功能意义已经被公认的理论解释。然而，这并不一定意味着创造力相关的影响仅限于该频波。也有越来越多的证据表明，其他频波中的振荡脑活动也与创造力认知相关。最近的一项研究显示，由于快速  $\beta$  神经反馈训练的结果，思维流畅性和独创性（如发散思维研究所评估）的增加因此未来的研究特别是挑战补充现有的证据  $\alpha$  和创造力也由其他脑电图参数和频波产生。此外，在这项研究中，参与者被明确指示去思考一个明显的或创造力的举动。在这种足球决策情境中看到参与者的“典型”行为以及如何反映在大脑活动中也是有趣的。在这个特定的上下文中，需要更大量的试验（足球场景）来可靠地比较大脑活动模式，以响应球员本身的创造力反应的自发变化。这种方法将提供一个重要的附加测试的  $\alpha$  振荡在创造力足球研究表现中的作用，并补充在这里采用的个体差异的方法。最后，在足球领域的未来研究也应该考虑球员的位置（例如前锋、中场、后场、守门员等）。这也将有助于评估更为细致的研究问题，是否创造力相关的脑活动模式在足球研究中关于不同的球员位置的函数在不断的变化。

## 结论:

这项研究采用了一种全新的方法来研究创造力的相关脑活动模式与更复杂的创造力行为，涉及更多的生态有效的研究需求。综上所述，研究结果以几个重要的方式添加到相关文献中。首先，本研究的发现有力地支持了创造力不是一个统一过程的观点，而是涉及依赖于特定创造力领域的多个认知过程。符合一般的观念，创造力依赖于各种神经网络，不同的创造力区域与不同的脑区，这项研究表明，



在体育决策情境中创造力地思考特定的大脑网络，支持与视觉空间注意力和运动图像相关的过程，而在更具创造力的条件下，alpha 功率活动的相对增加和具有更高创造潜能的个体可能反映出在不同创造力领域相关的模式。研究后发现，创造力认知和 alpha 功率激活之间的关联，广义地概括了足球的现实背景。第二，这项研究的结果表明，踢足球是一个非常复杂的过程，包括认知过程，如视觉空间注意力，运动能力和运动图像，以及自上而下的处理需求到过程，也被称为创造力的关键组成部分。

## 两种速度耐力训练方法对足球运动员表现的影响

The Effect of Two Speed Endurance Training Regimes on Performance of Soccer Players

来源: Department of Biomedical Sciences for Health, University degli Studi di Milano, Milan, Italy, Department of Nutrition, Exercise and Sports, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark, ISSUL, Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Lausanne, Switzerland

原作者: F. Marcello Iaia, Matteo Fiorenza, Enrico Perri, Giampietro Alberti, Grégoire P. Millet, Jens Bangsbo

译者: 段林涛 研究生院 19 级、郑沛 足球学院 18 级

### 摘要:

为了更好的理解训练适应的特殊性,我们比较了两种不同的无氧训练方法的效果对各种不同类型足球相关的运动表现的影响。在赛季的最后三周内,有 13 名年轻的男性职业足球运动员(年龄  $18.5 \pm 1$  岁,身高  $179.5 \pm 6.5$  cm, 体重  $74.3 \pm 6.5$  kg)将自身训练量减少了约 20%,并用速度耐力产生(SEP;  $n = 6$ )或持续(SEM;  $n = 7$ )的训练取代了他们习惯的健身训练任务,每星期 3 次。SEP 训练包括 6-8 次 20-s 全速奔跑训练,跑后进行 2 分钟的被动恢复,而 SEM 的特点是 6-8 x 次 20-s 的全速奔跑与 40 s 的被动恢复相结合的训练。SEP 训练将重复冲刺能力测试(RSA<sub>t</sub>)中的总时间减少了( $p < 0.01$ ) 2.5%。SEM 训练改善了 200 米的短跑能力(从  $26.59 \pm 0.70$  s 提升至  $26.02 \pm 0.62$  s,  $p < 0.01$ )以及可能对 RSA 测试的百分比数值产生了有益影响(从  $4.07 \pm 1.28$  到  $3.55 \pm 1.01$  %),但很可能导致 RSA<sub>t</sub> 能力降低(从  $83.81 \pm 2.37$  到  $84.65 \pm 2.27$  s)。YO-YO 间歇恢复测试等级 2 所包括的距离来进行 SEP 和 SEM 训练后,分别增加 10.1% ( $p < 0.001$ ) 和 3.8% ( $p < 0.05$ ),与 SEM 相比,SEP 后可能会有更大的改进。观察 20 和 40m 短跑能力没有很大差异。总之,这两种训练策略针对的是与足球相关的身体能力的不同决定因素。SEP 提升的是重复和高强度冲刺间歇运动能力,而 SEM 在重复全速以及持续的短时最大强度运动中,增强肌肉最大程度地抗疲劳能力并保持速度提升的能力。这些结果为改善受训的年轻足球运动员特定类型的运动表现所需要刺激的准确本质提供了新的见解。

### 简介:

运动生理学的一个难题是如何提高运动成绩。

近年来,运动的特点是持续时间短(最大 10-30 s)而且保持最大或接近最大爆发力,也称为速度耐力训练,已经成为一种快速生理功能重建和增强工作能力的创新且高效的方式。

生物技术日新月异的发展也提供了更多的有关信号标记机制知识,这些信号机制是研究运动引起的骨骼肌适应性的基础支持。特别是揭示了不同的训练干预如何促进所选的那些与增强限制了特定运动表现的生理系统的基因的转录。

因此,对运动,训练适应以及其后的能力改善的基因和分子反应似乎与所施加的刺激高度相关性(即运动模式,运动强度,运动量和运动频率)。但是,尚不清楚训练刺激中的哪些特有的特征是在目标区域诱使参赛最适当的适应所需要的。一个决定适应性反应的潜在关键因素是恢复间歇的时长或在运动中的恢复比率。因此,研究此类过程的第一步是选择无氧训练工作/休息状况不同的机制,然后确定这些机制是如何对不同的各类能力产生相关影响的。

根据推测,为了产生有效的刺激,利用一种可保持较高的输出功率的运动模式,并因此提高工作肌肉的代谢效率。因此,适合此方案的标准,例如约 30s 的全速冲刺后有较长的恢复时间(>运动时长的 6 倍)一称为速度耐力产生(SEP)训练,已证明可以对短期,中长期,重复冲刺以及对最高强度的间歇有所改善,不论对于普通的娱乐型选手还是经历过耐力训练的选手都有改善。这种训练方式的显着效果是很可能与许多关键生理变量的适应性有关,其中包括糖酵解和线粒体氧化酶的丰度和/或最大活性 肌肉中的 pH 调节剂含量增加和 K<sup>+</sup>转运蛋白。

相反,其他理论支持这一点,而不支持肌肉收缩的速度和新陈代谢,这是肌肉细胞内部的“化学”环境,例如导致疲劳累积的因素(例如高浓度的乳酸,细胞内酸性增加,或离子,无机磷酸盐和 AMP 含量升高),它们在促进良好的生理和机能适应中起关键作用。一致的观点是,在未经训练和受过有氧训练的受试者中,干预措施应包括低于 1:4 的运动休息比率(速度耐力持续 - SEM 训练),其对进行反复冲刺的能力上产生了有益的影响,从短期到长期运动和最高强度的运动都会降低糖原利用速率,增强氧化能力以及改善的 pH 调节能力和离子稳态。

但是,对于不习惯间歇性或反复冲刺活动的人群中描述的高强度运动的变化并不能很好地说明以及理解诸如足球运动员之类的团队运动运动员对无氧训练的反应。同样,虽然公认的是,专门设计的速度训练或重复冲刺训练对与身体表现有关的变量,尤其是反复冲刺能力(RSA)产生积极影响,但速度耐力训练对足球运动员特有的身体素质的好处还不那么明显。尤其是,在足球运动员进行 SEM 训练一段时间后,并没有可以证明运动能力发生改变的信号,而只有三项研究研究了 SEP 训练对足球的影响,但还没有达成明确共识。

在 Thomassen 等人的研究中,经历了由两个 SEP 和五个有氧高强度训练组成的为期两周的季后赛的次精英球员的训练课中,观察到 RSA 改善了约 2%,Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>泵 α 2 亚基增加了 14%。相反,Gunnarsson 等人指出,在五个 SEP 训练后,Yo-Yo 间歇性恢复测试 2 级(Yo-Yo IR2)的表现(10.8%)和单羧酸盐转运蛋白 1(MCT1)的蛋白表达(9%)有所增加,而初级运动员[34]在 10 米冲刺(3.2%)和 Yo-Yo IR2(11.3%)中显示了更好的结果,但是在接下来的每两周六次的 SEP 训练课,RSA 没有变化。

不幸的是,将强化训练方案的效果与控制期进行比较可能也不是很有启发性,因为较高的刺激显然会带来更大的运动能力提升。因此,目前研究的目的是比较速度耐力产生和持续训练对足球运动员在最大强度和高强度间歇运动能力方面效果的影响。我们假设 SEP 将在反复的冲刺运动中提高总体的速度,而 SEM

将抗疲劳以及维持最大输出功率的能力。对这些训练方案如何影响已经熟悉高强度间歇性训练的人的不同方面的能力有更多的了解，将增加当前对训练适应性的准确性的理解。

## 方法:

### 目标:

最初招募了 18 个属于同一专业球队的年轻男性室外足球运动员，他们至少有 8 年的经验。他们中的两个因长期受伤而退出，已经被排除在外。其他三名球员参与了一队的训练，没有进行训练干预。结果，完成了 13 个受试者（年龄  $18.5 \pm 1$  岁，身高  $179.5 \pm 6.5$  cm，体重  $74.3 \pm 6.5$  kg）。受试者积极参加了国家级比赛，并在得到他们的书面知情同意书之前就被充分告知与实验程序有关的任何潜在风险和不适。该研究符合世界医学协会的道德规范（赫尔辛基宣言），并得到腓特烈堡当地道德委员会的批准。

### 实验方法:

为了评估由两种不同的速度耐力训练方案引起的能力变化，使用平行的两组，匹配工作的纵向（基准线测试-前测试-后测试）实验设计。该实验项目是在赛季的后期（五月）进行的，包括 2 周的基准期和 3 周的训练干预期。

为了确保两组在每个运动能力变量上均表现出相等的训练前平均值，参与者将根据其初始（测试前）运动表现进行匹配，并随机分配给任一速度耐力产生（SEP； $n = 6$ ）或速度耐力持续（SEM； $n = 7$ ）训练小组。能力测试是在基准线开始以及干预期之前和之后进行的，包括：i) 20-m，ii) 40-m 和 iii) 200-m 冲刺，iv) 重复冲刺测试（RSA）和 v) 悠悠间歇恢复测试等级 2（Yo-Yo IR2）。

### 步骤:

### 训练干预:

在干预之前，球员进行了每周的四次训练和一次打满全场的比赛。在培训干预期间，他们每周进行 3 次训练（星期一，星期三，星期五）和一场 45 分钟的友谊赛（星期六）。

与实验之前一样，所有训练的持续时间均为 90 分钟，包括热身和技术/战术技能提升，最后 20 分钟除外，由之前的习惯性训练部分（即高强度有氧训练，力量训练或速度/敏捷训练）变为速度耐力训练。

SEP 方案包括 6-8 次 20 秒钟全速冲刺练习，间隔 120 秒钟的被动恢复，而 SEM 训练的特点是 6-8 次  $x$  20-s 全速冲刺练习，然后在两次练习中间进行 40 秒钟的被动恢复。在每 20 秒钟的冲刺中，选手会以最大的速度进行大约 140-150 m（70-75 + 70-75 m，取决于组）的单次折返运动，并通过使用便携式光电电池仪器进行记录（Optojump, Microgate，意大利博尔扎诺）。此外，在每次训练后约 20 分钟还收集了运动量感觉（RPE），使用 Borg 的 CR-10 量表和基于 RPE 的训练负荷是由训练持续时间  $x$  RPE 分数而得来。

所有 SEM 和 SEP 训练课均在人造草皮上进行，并受到严格细致的监督。在第一和第二节课中，受试者分别进行了三和五次重复。从第三次开始，球员进行了六到八次重复。在为期 3 周的干预训练期间，受试者每周进行 3 次速度耐力

训练（受试者与者的完成率为 100%）。除了足球训练中规定的运动之外，没有进行其他体育锻炼。为了最大程度地减少外部变量的潜在干扰，受试者在实验之前和实验期间保持了正常的生活方式和正常的食物摄入量。

### 能力测试：

能力测试是在 22 - 27° C 的环境温度下进行的，在基准线和干预期间进行评估，按照相同顺序在三个不同的测试日进行。在初次测试之前，所有球员都已熟悉测试程序。

在第一个测试日，按照之前确定的顺序进行了 20、40 和 200 m 的冲刺测试。接下来，在 24 小时后，受试者接受了 RSA 测试。最后，在 48 小时后，进行了 Yo-Yo IR2 测试。

在测试的那天，受试者在用过简餐后 2 小时 30 分钟到球场或赛道报道。他们还应避免剧烈运动，并且在测试前 24 小时不喝酒和咖啡因。为了减少饮食引起的变化对肌肉代谢和随后的运动表现的可能影响，任何实验测试的受试者应提前两天必须遵循营养方案，以确保充足的碳水化合物摄入（约占总能量摄入的 60%），并在每个测试日之前的 48 小时内记录并复制备份他们的饮食习惯。

### 20 米和 40 米冲刺测试：

在人造草皮上，在 20 到 40 m 的距离上评测了短跑能力。使用光电电池仪器（Optojump, Microgate, Bolzano, 意大利）记录时间。运动员从站立位置开始冲刺，将前脚放在第一个计时门前 10 厘米处。仅留下三个测试中的最佳能力成绩的一次。每个 20-m 和 40-m 的冲刺测试间隔分别进行 1.5 和 2.5 分钟的被动恢复，而在两组冲刺之间有 5 分钟恢复时间。

### 200 米冲刺测试：

40 米冲刺跑测试后 10 分钟，在 400 米田径跑道上进行 200 米全速冲刺跑。对之前进行的短距离冲刺测试所获得时间做好记录。足球运动员无氧训练结束休息 3 分钟后取耳垂毛细血管内的血样。使用便携式乳酸分析仪（Lactate Plus, Nova Biomedical, Waltham, MA, USA）分析血乳酸浓度（[La<sup>-</sup>]）。

此外，在基准线和预测试期间进行测试所有的 13 个测试对象中，需要确定了 200 米冲刺测试的真实性，并且计算了重新测试的变异性作为表示变异系数的典型误差。观察到的变异系数为 0.8 ± 0.7%。

### RSA 测试：

RSA 测试是在人造草皮上进行的，包括重复 15 次的 40 m 冲刺间隔 30 s 的被动恢复。这种具有 15 次重复的 RSA 已在文献中得到了广泛使用。用光电电池仪器测量时间（Optojump, Microgate, 意大利博尔扎诺）。确定所有 15 个冲刺的总冲刺时间（RSA<sub>t</sub>）。另外，为了量化 RSA 测试期间的疲劳程度，减量百分数（RSA<sub>sdec</sub>）的计算公式如下：

$$RSA_{sdec} = \left[ \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_{final}}{s_{best} \times \text{number of sprints}} - 1 \right] \times 100$$

RSA 测试的可靠性是根据 200 米冲刺测试的报告确定的。RSA<sub>t</sub> 和 RSA<sub>sdec</sub> 的变异系数分别为  $1.2 \pm 0.9\%$  和  $16.8 \pm 14.9\%$ ，其数据范围与以前的研究相似。

### Yo-Yo IR2 测试:

在标准热身 15 分钟后，在人造草皮上进行了 2 次 Yo-Yo 等级 2 间歇恢复测试。该测试包括以递增的速度运行 2 x 20 米的往返冲刺运动，并间隔 10 s 的主动恢复，并由音频信号声音控制。当测试者不再能够跟上音频声音所要求的速度时终止测试，并记录所达到的总距离作为测试结果。

### 数据分析:

**使用 Shapiro-Wilk 测试来检查每个变量的正态分布。**

使用两个因素重复测量法 ANOVA 分析数据，其中一项是研究不同的训练方式之间（组：SEP 与 SEM），一项是时间因素（时间：训练前与训练后）。

两因素重复测量方差分析还用于检测各组之间的预测试表现的差异，并研究受试者基准线和预测量之间的差异。

当发现到显著的影响因素时，将 Student-Newman-Keuls 用来后期分析成对的因素多次比较。

除了无效的假设测试之外，为了更好地解释结果，还采用了基于变化幅度的统计方法来检验数据的真实意义性。

对于组间和组内比较，在每次训练方案之后进行的真实均值变化的可能性是有益的（即大于最小的有意义的可能性，SWC [0.2 乘以受试者之间的标准差]），即使是不清楚，无关紧要或对能力表现有害的数值都要计算在内。

对有效的，效果微小的或不利于的定量可能性的定性评估如下：<1%，几乎可以肯定；1-5%，极不可能；5-25%，不太可能；25-75%，可能；75-95%，可能；95-99%，很有可能；几乎可以肯定的是>99%。

如果有效或不利于能力改变的可能性均大于 5%，则将真正的差异定义为不清楚。此外，为了计算 SEP 和 SEM 组之间每个能力参数变化的影响大小（ES），合并使用训练前的标准偏差。Cohen ES 统计量的阈值分别为 > 0.2（小），0.5（中）和 > 0.8（大）。

所有分析的统计学显著性值设置为  $p < 0.05$ 。原始数据用均值  $\pm$  SD 表示，而相对变化为均值  $\pm$  90% 置信区间。

使用 Pearson 的乘积矩相关系数（r）计算 200 米短跑成绩的相对变化与血液乳酸积累速率变化之间的关系。

相关性的大小使用以下标准确定：r < 0.1，极小；0.1-0.3，小；0.3-0.5，中等；0.5-0.7，大；0.7-0.9，非常大；0.9-1.0 几乎完全相关。

计算相关性的置信区间（CI）。如果 90%CI 重叠正负值，则其大小还不明确。统计学显著性值设定为  $p < 0.05$ 。

### 结果:

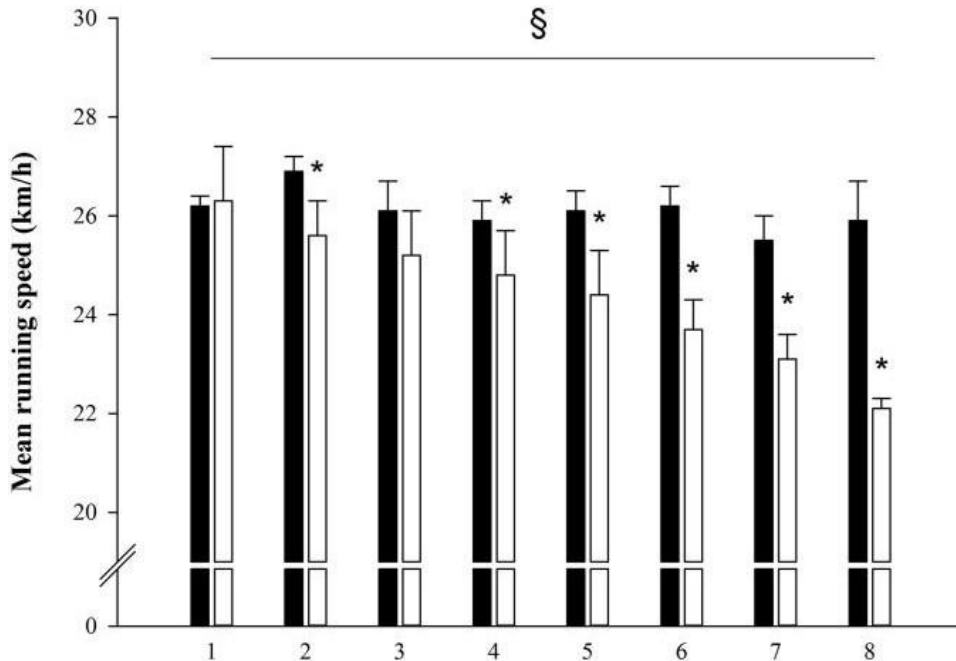
#### 训练负荷测量:

观察到整个训练方案中保持的平均跑动速度与“第 X 组时间”具有显著的相互影响作用（ $p < 0.001$ ）（图 1）。与 SEP（从  $26.2 \pm 0.2$  到  $25.9 \pm 0.8$  km/h）训练相比，SEM 期间的速度下降幅度更大（从  $26.3 \pm 1.1$  到  $22.1 \pm 0.2$  km/h）。

另外,在第二,第四,第五,第六,第七和第八组中的跑动速度看,在 SEM 中比在 SEP 中低 ( $p < 0.05$ )。

在干预训练期间进行的九次训练中,SEP 和 SEM 之间没有发现关于 RPE 的训练负荷 (RPE 训练) 的效果有所差异 ( $p > 0.05$ )。

在 SEP 和 SEM 中,平均 RPE 训练期间的训练负荷分别为  $620 \pm 50$  和  $634 \pm 45$  AU。



(图 1) 训练期

SEP (黑条) 或 SEM (白条) 训练课程的 8 组内的平均跑动速度。\*表示与 SEP 有显著不同 ( $p < 0.05$ )。§显著的“第 X 组时间”的相互影响 ( $p < 0.05$ )

(表 1) 中展现了能力测量情况。

两组之间的干预前能力各项参数没有差异。在进行的身体能力测试前,未检测到基准线和干预前测量值之间有所差异。

在 SEP 和 SEM 中, Yo-Yo IR2 性能分别提高了 10.1% ( $p < 0.001$ ) 和 3.8% ( $p = 0.049$ )。

在 SEP 中,进行训练干预后 RSA<sub>t</sub> 降低了 2.5% ( $p = 0.002$ ), 而 SEM 没有发生变化 ( $p = 0.1$ )。

SEM 改善了 200 米的冲刺所用时间 (-2.1%,  $p = 0.004$ ), 而在 SEP 中仅观察到向好的趋势 (-1.2%,  $p = 0.087$ )。

对于 Yo-Yo IR2 ( $p = 0.04$ ) 和 RSA<sub>t</sub> ( $p = 0.001$ ) 观察到了显著的“第 X 组时间”组间相互影响。

在 SEP 和 SEM 中,在 20 和 40 m 的冲刺时间以及 RSAS<sub>dec</sub> 中都没有观察到明显的变化。

#### 不同训练强度等级的方法——组内调整

小组内分析的相关变化和定性推论概述在图 2 中。两种不同的干预训练后 20 m 冲刺的能力改变还不是很明显,因为真正的变化是有利于/不确定/不利于在 SEM 和 SEP 的概率分别为 78/15/7% 和 45/40/15%。同样,在进行 SEM (62/27/11%) 和 SEP (31/35/34%) 训练后,40 米短跑的变化也不是很明显。

在 SEM 和 SEP 训练中，极有可能提升 200 米短跑冲刺能力（99.0 / 0.7 / 0.3%）和可能对其有利的改变（89/8/3%）。在分别进行了 SEM 和 SEP 训练后，SEM 有可能（91/7/2%）以及 SEP 几乎可以肯定的（99.8 / 0.1 / 0.1%）对 IR2 性能改善。RSA<sub>t</sub> 的结果变化很可能显示 SEM（0/3/97%）产生相反的效果，而 SEP 很有可能产生好的效果（97/2/1%）。SEM 训练后，RSAS<sub>dec</sub> 的变化可能表明有利（88/11/1%），而 SEP 训练后的变化还不明确（55/23/22%）。

**不同训练强度等级的方法——组间调整**

组间的变化结果报告在表 1 中，并显示在图 3 中。SEP 训练对 Yo-Yo IR2 和 RSA<sub>t</sub> 的变化可能比 SEM 训练中观察到的大。目前还不确定的是 20 m，40 m，200 m 和 RSAS<sub>dec</sub> 的变化差异。

**血乳酸**

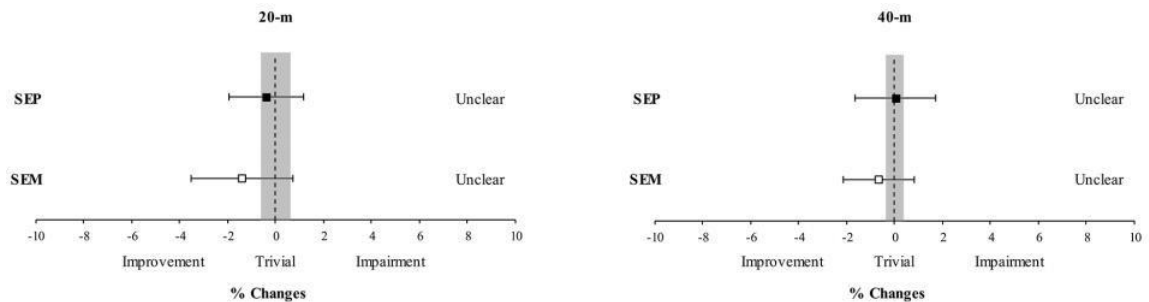
每组在干预前后的静息血乳酸[La<sup>-</sup>]相同（p> 0.05）

|                            | SEP (n = 6)  |                  | SEM (n = 7)  |                | SEP 与 SEM 比较的变化情况             |    |                          |      |
|----------------------------|--------------|------------------|--------------|----------------|-------------------------------|----|--------------------------|------|
|                            | 训练前          | 训练后              | 训练前          | 训练后            | 标准差<br>Cohen's d ±<br>90% CI) | 评级 | 好的/无的<br>/不利的影响<br>效果的概率 | 定性推论 |
| 20m(s)                     | 2.84 ± 0.08  | 2.83 ± 0.12      | 2.91 ± 0.09  | 2.87 ± 0.10    | -0.28 ± 0.68                  | 小  | 12/30/58                 | 不确定  |
| 40m(s)                     | 5.22 ± 0.09  | 5.22 ± 0.17      | 5.24 ± 0.11  | 5.20 ± 0.15    | -0.24 ± 0.80                  | 小  | 17/29/53                 | 不确定  |
| 200m(s)                    | 25.95 ± 0.81 | 25.64 ± 0.99     | 26.59 ± 0.70 | 26.02 ± 0.62 * | -0.27 ± 0.50                  | 小  | 6/34/60                  | 不确定  |
| Yo-Yo IR2<br>(m)           | 927 ± 18     | 1020 ± 155 * §   | 989 ± 226    | 1026 ± 210 *   | 0.28 ± 0.24                   | 小  | 74/26/0                  | 可能   |
| RSA <sub>t</sub> (s)       | 86.09 ± 6.30 | 83.97 ± 4.72 * § | 83.81 ± 2.37 | 84.65 ± 2.27   | 0.28 ± 0.32                   | 小  | 68/31/1                  | 可能   |
| RSAS <sub>dec</sub><br>(%) | 5.03 ± 2.35  | 5.50 ± 2.98      | 4.07 ± 1.28  | 3.55 ± 1.01    | -0.13 ± 0.75                  | 极小 | 21/36/43                 | 不确定  |

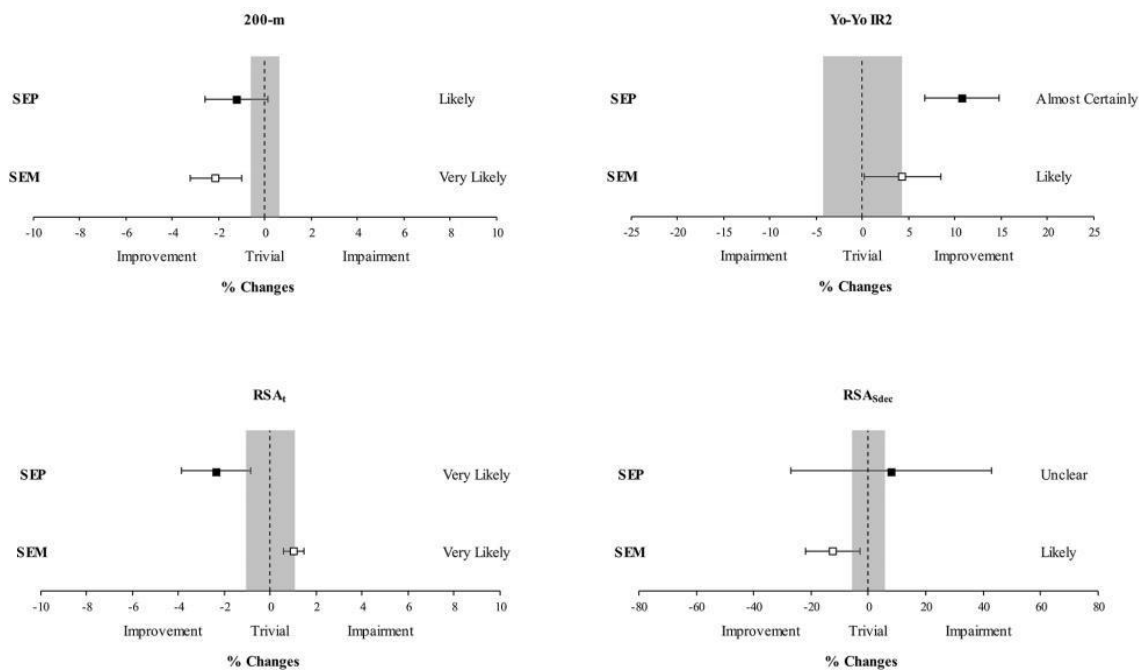
\*表示与 Pre 的差异显著 (p < 0.05)  
§ 表示有显著的“第 x 组时间”间的相互影响 (p < 0.05)

(表 1 ) 速度耐力产生 (SEP) 和速度耐力持续 (SEM) 训练后的能力变化

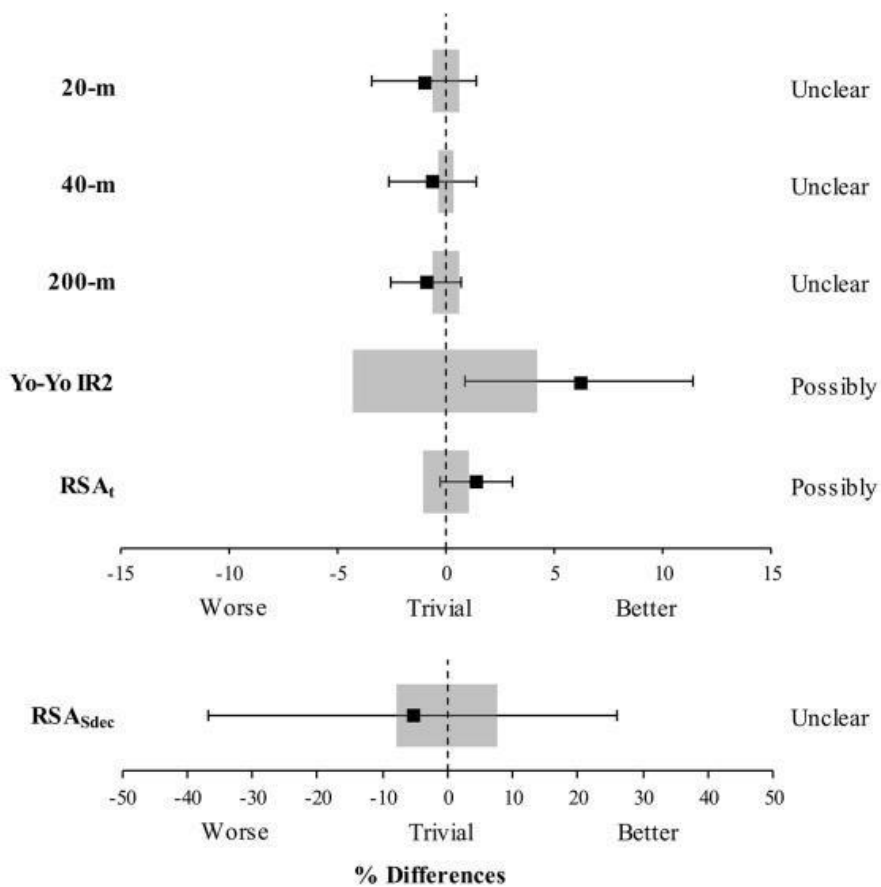
在分别进行 SEP 和 SEM 的 200 米短跑测试后 3 分钟的血乳酸[La<sup>-</sup>]从 6.8±1.7 变为 7.8±1.7 mmol / l (p < 0.05) 和从 5.3±0.7 变为 6.6±1.0 mmol / l (p < 0.01)。在干预训练期间的前后，SEP 和 SEM 的血乳酸[La<sup>-</sup>]均无明显差异变化。







(图 2) 20-m, 40-m 和 200-m 冲刺时间, Yo-Yo IR2 距离, 总冲刺时间 (RSA<sub>t</sub>) 和减量百分比百分比的相对变化中速度耐力产生 (SEP) 和速度耐力持续 (SEM) 训练后的重复冲刺能力测试 (RSA<sub>Sdec</sub>) (条形图表示 90% 的置信区间)。很小一些的面积是根据最小的有意义的变化计算得出的 (请参见方法)。



(图 3) 速度耐力产生 (SEP) 与速度耐力持续 (SEM) 训练的比较。与 SEM 训练相比, SEP 的有效提高了重复冲刺能力测试的 20、40 和 200 m 的冲刺时间, Yo-Yo IR2 总距离以及总冲刺时间 (RSA<sub>t</sub>) 和减量百分比 (RSA<sub>Sdec</sub>)。

## 血液乳酸积累速率与 200 m 冲刺能力之间的关系：

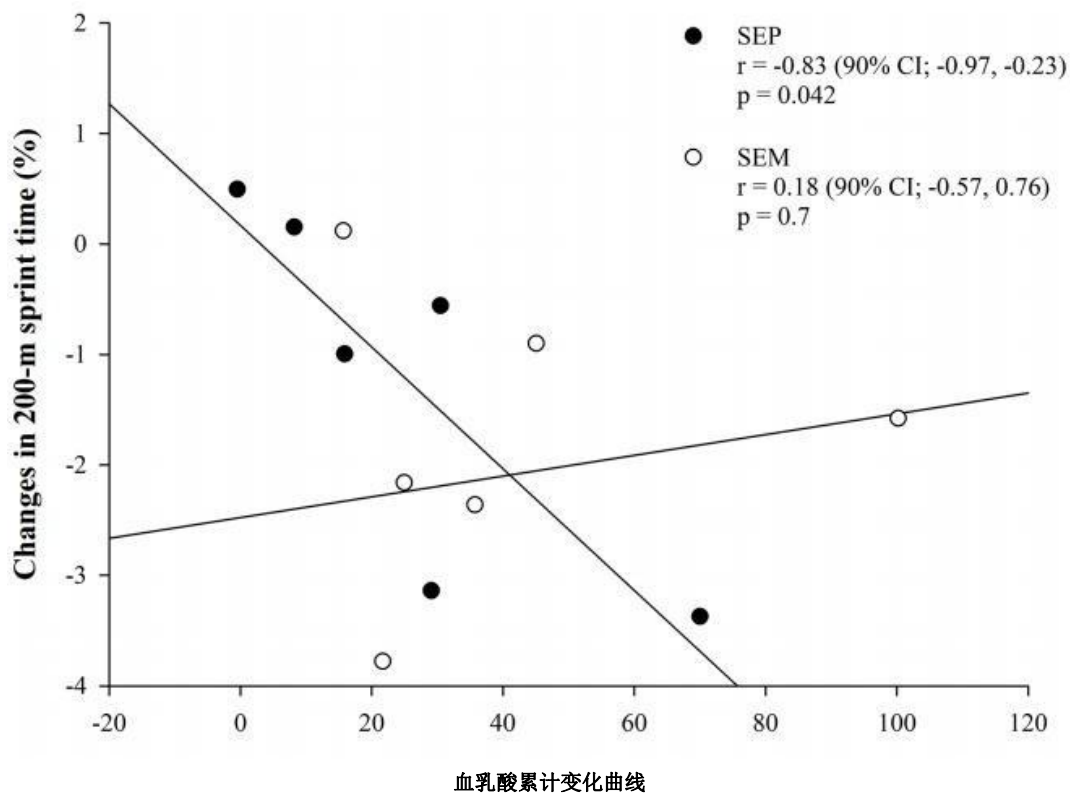
在 SEP 训练中，200 米短跑成绩的改善与血液乳酸积累速率的增加相关 ( $r = -0.83$ ;  $p = 0.042$ ; 图 4)，而在 SEM 训练中则没有发现相关性 ( $r = 0.18$ ;  $p = 0.7$ )。

## 论述

当前研究的主要发现是，SEP 训练减少了重复冲刺测试 (RSA<sub>t</sub>) 的总时间，并显示可能有效地提高了 200 m 的冲刺能力。

SEM 训练提高了 200 米的短跑成绩，并且对重复的短跑测试的百分比减量分数 (RSAS<sub>dec</sub>) 可能产生了有效向好的影响，但很可能导致 RSA<sub>t</sub> 成绩下降。两种训练干预措施都使 Yo-Yo IR2 发生了正向变化，与 SEM 相比，SEP 后可能会有更大的提升。在 20 和 40 m 的短跑能力的提升上没有观察到差异。

据我们所知，本次调查是第一个检验 SEM 训练对足球运动员进行重复性最大和高强度运动能力的影响以及比较两种不同的无氧训练方法 (SEP 和 SEM) 对各种与足球相关的身体能力测试的效率性的研究。



(图 4) 200 米短跑时间的相对变化与血液乳酸积累速率变化之间的关系

## 反复冲刺能力：

SEP 训练后 RSA<sub>t</sub> 的能力得到提升，而 SEM 则很可能降低了 RSA<sub>t</sub> 的能力。速度耐力的产生是以最大或接近最大速度进行的跑动时期，而 SEM 训练导致训练强度随着训练的进行而逐渐降低 (图 1)。

这表明，在习惯于间歇性运动的人群中，产生高功率输出并在整个跑动过程中保持高速是提高完成反复冲刺或全速冲刺能力的关键。显然，为了在每次持

续运动中保持最佳表现,恢复时间必须足够长(以使肌肉恢复或接近其运动前状态),而运动时间应相对较短,但同时也需要足够长的时间来缓解对糖酵解能量系统的负担。目前的发现可以解释为什么采用以 SEM 为指引的运动分配(较低的运动间歇比,即 30 s 运动和 2 min 的休息)或较大强度的长距离(即 40 s)耐力跑运动的研究为什么不能分别在经过训练的初级手球和足球运动员的 RSA 测试中,平均冲刺时间有一个正向改善的结果。相反,根据目前的观察结果和报告显示,一组足球运动员在两周内进行了五次有氧高强度训练和五次针对足球运动的 SEP(25-s 冲刺+3-min 休息)训练课,而且,在本研究中,经历了短距离冲刺跑和反复性冲刺跑的训练后,这些足球运动员所取得了相当大的进步。

因此,根据以前的研究,有理由肯定的是,在足球运动员中,“RSA<sub>t</sub>的最大化与发展球员的最大速度能力相关”,正如本研究表明的那样,通过正确地控制 SEP 训练方案完全可以实现。相反,对于一些本身进行身体锻炼以及耐力型的参加了 SEM 训练的人们,也会出现 RSA<sub>t</sub>降低或 RSA 总成绩增加的情况。显然,从转录的角度来看,那些代谢过程的中间产物也并不干扰肌肉最大程度的收缩,也许它们主要充当触发信号,以促进连续的产生和反复的最大爆发力的良好适应性。

综上所述,这些结果表明,运动能力取决于不同的人及其身体素质状况,同样也可以通过较低的关于速度的刺激来使同样的运动能力提升,并且因此可能依赖于之前研究中所说的不同的生理机制。耐力型跑者和足球运动员[35,36]表现出由 SEP 训练致使的运动能力变化的不同的肌肉适应性。

在检查 RSAS<sub>dec</sub> 的变化时,实际

上只有在进行 SEM 训练后才可能显示出提升效果。目前的趋势与之前的观察结果一致,这些观察结果表明,在不同的面向 SEM 的训练方案之后,RSAS<sub>dec</sub> 发生了向好的变化。因此,与 RSA<sub>t</sub> 结果中所指出的相反,当目的是改善抵疲劳抗能力时,训练干预措施的特点是恢复期短,引起明显的代谢紊乱[11]和离子稳态的扰动,这在反复的短跑运动中对于肌肉力量/速度产生下降的作用影响效果是更好的。

这些结果表明,SEP 和 SEM 训练策略针对 RSA 的不同组成部分,并证实,为了提升 RSA 成绩,最好的也是最利于的单独地测试每个限制机制因素,而不是同时研究 RSA 能力的多个方面。

### 200-m 短跑冲刺:

观察结果是在 SEM 训练后 200m 的短跑冲刺时间才显着缩短,这表明训练模式会导致输出功率逐渐减少,并且随着运动的进行同时出现疲劳,这为增强肌肉力量,保持速度并维持短时间最大或全速冲刺的能力提供了更强的刺激力。一样地,当以 1:1 而不是 1:6 的运动间歇比进行行 10 s 反复冲刺时,在 200 和 300 m 的运动中显示出改善速度维持方面的更大效果。更短的休息间隔确实可能会限制磷酸肌酸(CP)的再合成,其结果是每次连续冲刺时 CP 利用率降低和代谢产物(即 Pi, AMP, ADP)增加。反过来,这将在更大程度上加重糖酵解的负担,如大量糖酵解中间产物(即 6 磷酸葡萄糖,6 磷酸果糖)所体现的那样,并在速度维持方面带来明显的能力优势。

除其他因素外,200-m 冲刺时间的提升还可以归因于毛细血管密度的变化,因为毛细血管密度的变化在持续 30 s 的运动中观察到的变化为 50%,SEM 已显示可增加毛细血管化,但 SEP 没有。然而,目前没有关于 SEM

训练对训练人群中内皮细胞增殖的影响的信息,此后,还不明确所说的改善的血管密度增加是 SEM 训练方案本身的直接作用还是关于詹森等人的对于未经训练的个人的研究所产生的结果。

另一方面,在 SEP 训练中也注意到了对 200 m 能力实际可能产生有益影响,这表明,除了抗疲劳能力外,还牵涉到产生较高输出功率即在较长的时间间隔(例如 30s)内产生并维持最大速度(还包括 FTx 分布)的生物化学过程可能也很重要。两组之间超过 200 m 的冲刺时间减少与较高的血液乳酸积累有关,这一观点得到了支持,但是 SEP 训练(而非 SEM)的能力改善百分比与血乳酸积累的相对增加有关,可能反映了 SEP 训练后通过厌氧糖酵解途径提高了 ATP 的生产能力。因此,无氧代谢能量的高释放率也可能是提升的 RSA<sub>t</sub> 的解释的一部分。还建议通过增加 ATP 再合成来降低肌肉内 ATP 含量的下降,作为观察到的改善的另一个合理解释。

因此,第一次看上去,长时间的全速跑动似乎与典型的足球运动情形没有太大关系,但最近的数据(未发表的观察结果)已证明,较长时的全速冲刺(例如高强度的折返跑)显然是在足球比赛的激烈阶段中出现,此后一些球员可能会配备了更优良的装备从而延长了高速跑动的距离。

### 高强度间歇运动能力:

两种训练干预措施都使 Yo-Yo IR2 测试成绩得到了改善,表明每种训练的典型特点(即快速能力提升和抗耐疲劳性)对于从高速到“全速”反复冲刺的强度训练至关重要。但是,由于观察到的 SEP 训练对 Yo-Yo IR2 的影响很大情况下是确定的,甚至可能比 SEM 更大(分别约为 10% 和 ~4%),因此,可以不难看出 2 级 Yo-Yo 跑能力改善的主要机制。是主要维持

肌肉产生反复冲刺的力,而不是增强运动耐力。SEM 训练期间明显的疲劳进展可能确实限制了一些肌纤维的募集程度,从而导致可用于有效的纤维数量减少。

尽管速度耐力的提升有限(仅九次训练)并且总体上成绩提高了约 20%,但当前 SEP 训练致使的 Yo-Yo IR2 能力变化与以前在受过训练的足球运动员和跑步者中发现的变化幅度相似(分别为 11% 和 19%),但在 SEM 训练后的娱乐性活动所观察的变化幅度(低 3 倍),差异显著。显然,SEM 训练对间歇性疲劳能力的影响似乎完全不同,这取决于所测试的人群,尽管较现在相比,应考虑到 Mohr 等人的关于速度耐力训练量 3 倍之多的研究。

与 SEM 训练相比,SEP 训练期间的平均心率及其峰值(以及可能还有组织血流量, O<sub>2</sub> 输送和 V<sub>O2</sub>)显示更低,这一事实反应的是反复的全速冲刺过程在现代足球比赛中至关重要的适应性跟心血管疾病的相关性不强,尽管需氧系统的负荷较小,但高强度运动能力仍可能得到提高。一样地,在受过训练的人中,SEP 训练致使的多种非常剧烈的运动形式的改善主要与身体结构重塑有关,包括肌肉结构的重建,参与其中调节肌肉 pH 的膜转运蛋白的变化和保持细胞兴奋性,但不增加 V<sub>O2max</sub> 或线粒体酶。

### 20 和 40-m 短跑冲刺:

与大部分研究一致[3, 36, 59],速度耐力训练对单一短跑运动表现(即 20 和 40 m)的影响均未被提及,这表明这种形式的训练模式在团队运动的个人对神经方面和单纯与速度有关能力部分的影响也很小。

### 结论:

总之,SEP 训练是由相对很短的运动时间和较长的恢复时间构成,是一种有效的刺激手段,可以对训练有素

的足球运动员反复冲刺过程中显着提高高强度的间歇性运动表现和整体的速度。相反，以短暂的休息间隔为特征的 SEM 训练注重减低力量减少程度，并在反复的全速连续短时高强度运动中保持了速度提升。

因此，速度耐力训练无疑是改善制约足球有关的运动表现的生理机制。

此外，尽管受训者人数有限，但两种训练方案之间的区别是显而易见的，并且明确地表明适应性是针对训练特点的，从而对刺激本质提供了新的观察视角，可以改善训练有素的足球运动中个人的特定方面的运动表现。

### **实际应用：**

这两种训练方案针对身体能力的不同决定因素。因此，在团队运动的大环境中，最重要的是运动训练应适合预期的生理和能力适应性（例如，产生最大跑动距离与提升抗疲劳性）。应根据球员的特点和个人比赛训练要求来决定优先选择哪种训练方案。

### **观点：**

很有必要进行进一步的研究来探究快速代谢和分子反应以及长期的肌肉适应性，这是在 SEP 和 SEM 训练后观察到的运动表现差异的基础。

## 美国足球课程（二） U.S. Soccer Curriculum

原作者：Claudio Reyna ， Dr. Javier Perez

译者：段林涛 研究生院 19 级

---

### 理论与训练指导方针

---

#### 一. 执教哲学

#### 二. 训练内容

（战术部分 技术部分 身体素质 心理素质 场上布置 阵型安排 守门员技术）

#### 三. 训练内容小结

#### 四. 执教风格

#### 五. 训练组织

#### 六. 营造一个融洽的球队氛围

---

### 一. 执教哲学：执教方法是基于以下关键部分

---

#### 一个核心：

##### 比赛：

一个阶段的训练目标都是为了提高球员的竞争力。从比赛相关的战术，技术，身体素质和心理素质方面来进行提高。

##### 四大组成部分：

##### 战术

这一部分帮助球员更好的适应比赛。我们的目标是创作聪明的球员，能够有很好的适应不断变化场上形式的的能力。

##### 技术

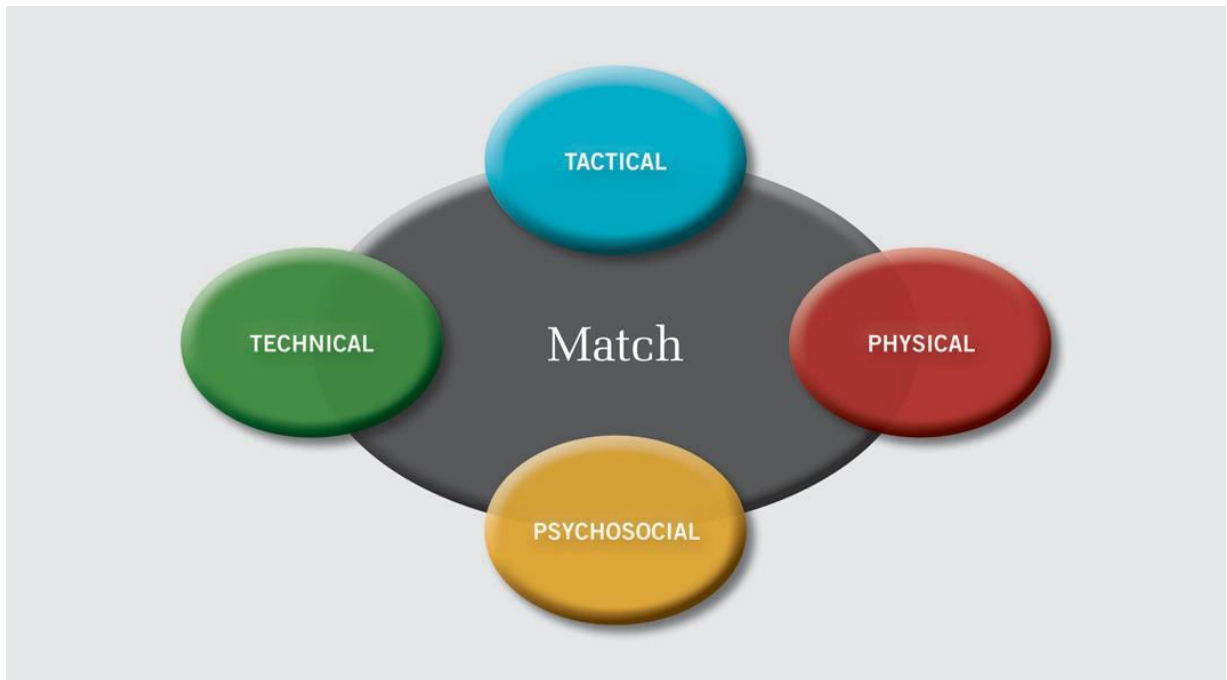
球队中所有的球员都是团队中独特的一员，对于有一种情况都可以有效的使用很重要的技能技巧。举个例子，一个中场球员需要掌握各种不同的技术还得熟练类似于边后卫的技术。

### 身体素质

强大并且有韧性的球员将给球队提供极其重要的一个优势。而一个三流球员只是试图去思考还易犯更多的错误。

### 心理素质

人们总是会受到自己情绪的影响。我们将训练球员利用这些情绪变成他/她们的优点并且将他们变得更强而不是成为他们的弱点。



## 二. 执教内容：概述

### 在足球训练方面需要提升的部分

训练内容：（战术部分、技术部分、身体素质、心理素质、场上布置、阵型安排、守门员技术）

#### \*\*通用术语：足球专业术语的定义：

**战术：**无论一个人或者一个集体的表现都是利用对手，甚至是整个对手团队。

**说明：**战术是提升策略的工具。

例：快速将球从球场的一边转移到另一边。

**策略：**一个基础理论或想法的提出最初来自于想要在比赛中打败对手的意图所提出的。

**说明：**在团队里，策略是与阵型和体系密切相关的。

例：防守策略即三个前锋提的很靠前同时中场队员在中场紧贴对方的队员以防对方在进攻半场转移球或试图抢得球权。

**阵型：**整个队伍的形状或在比赛最开始时球员在球场的分布情况。

**说明:**这个通常是通过三个数字去表示后卫线，中场和攻击线的球员数量。

例：4-3-3 即 4 后卫，3 中场，3 前锋。

**体系:**在阵型上关于位置或一个或多个球员角色具体安排。

**说明:**体系是阵型和策略的融合。

例:4-4-2 是一个拥有菱形中场同时边后卫提供宽度。

## 执教内容:战术

### 提升对比赛理解这方面的能力

1. 进攻原则：（创造空间、接应、宽度、纵深、交叉跑动、斜线跑位  
向前传球、提速比赛、交换位置）

2. 控球

3. 转移

4. 整体进攻

5. 交叉进攻

6. 反击

7. 边路进攻

8. 进攻三区结束进攻

防守原则：（基本：紧盯、压力、保护、平衡）（高阶、追盯、补位）

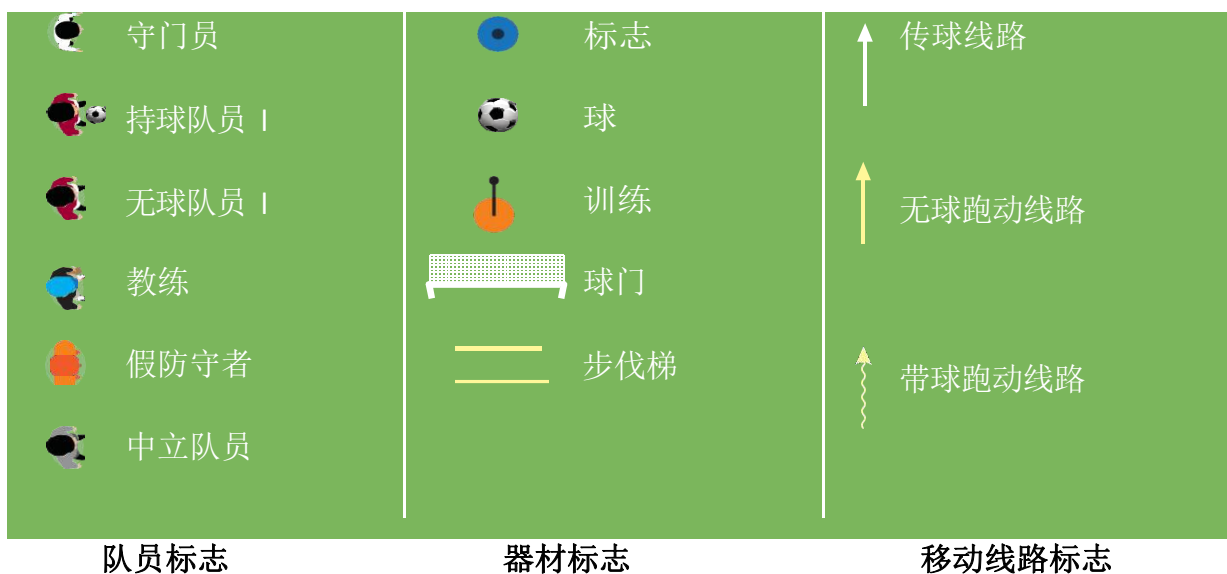
1. 区域防守

2. 施压

3. 退防和回收防线

4. 紧密

### 标志：训练器材和球场上的移动的标志

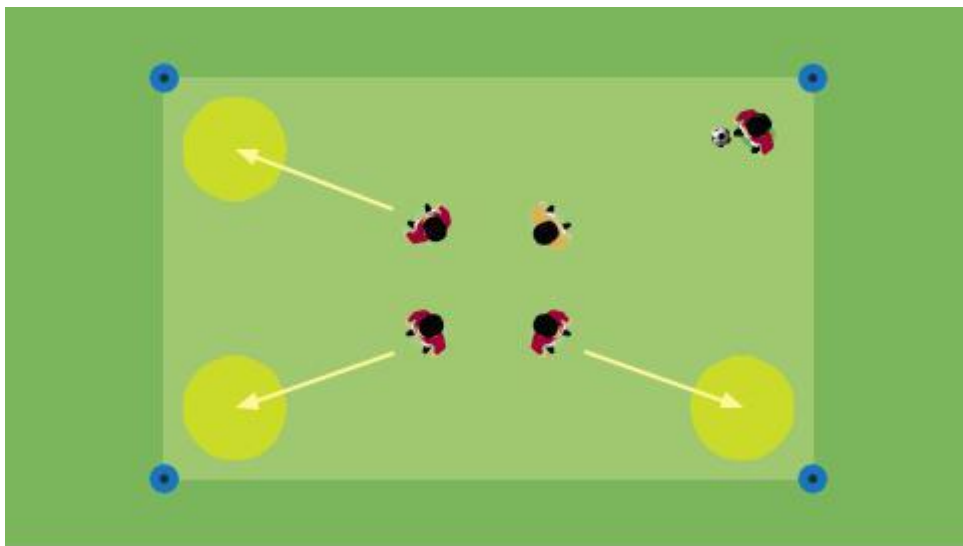




## 战术术语（进攻 - 战术）

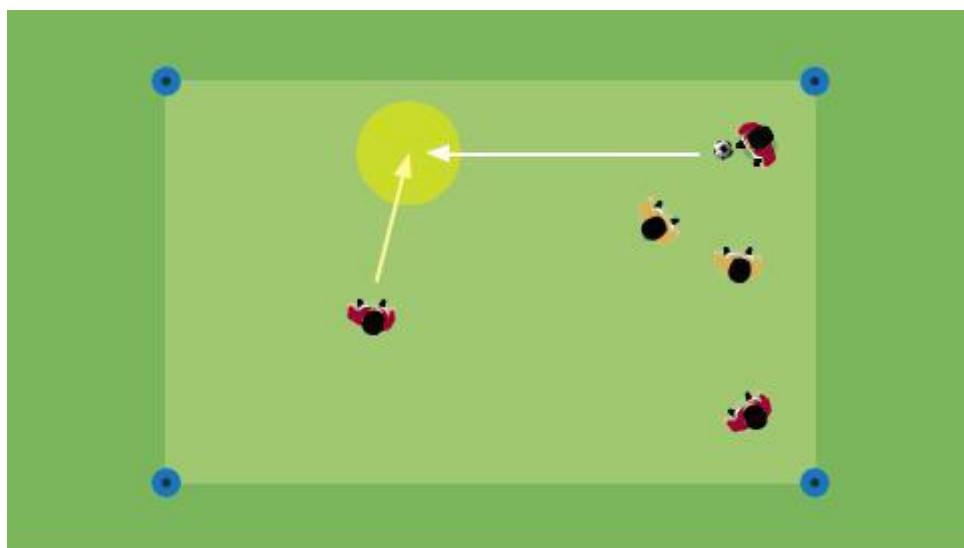
**进攻原则：**个人和集体的进攻表现为整个团队在进攻端提供支持，建立优势。

**1a. 创造空间：**球员在场地上的分布要创造出有效的传球机会。



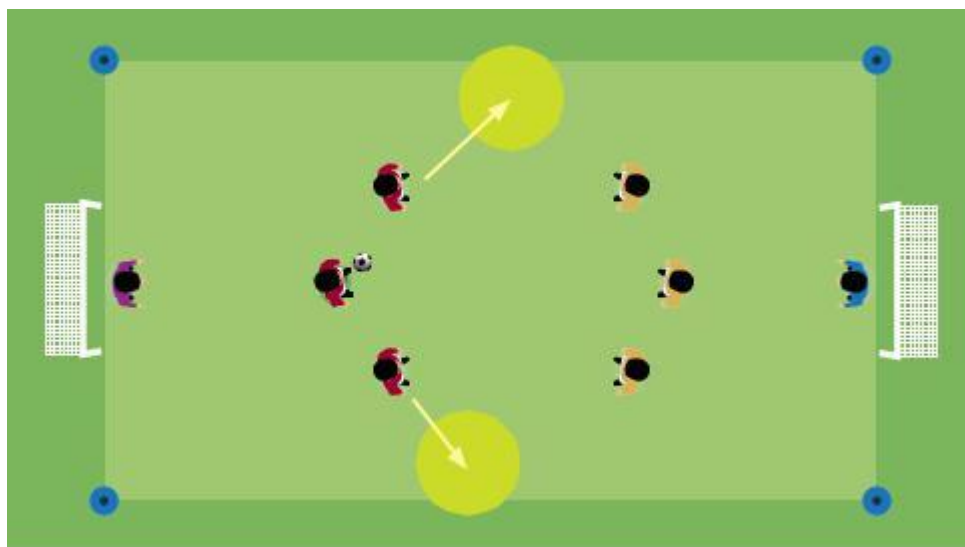
4v1 游戏——球员通过移动到宽阔区域去创造传球选择。

**1b. 接应：**以接到球为目的去为持球队员提供接应。



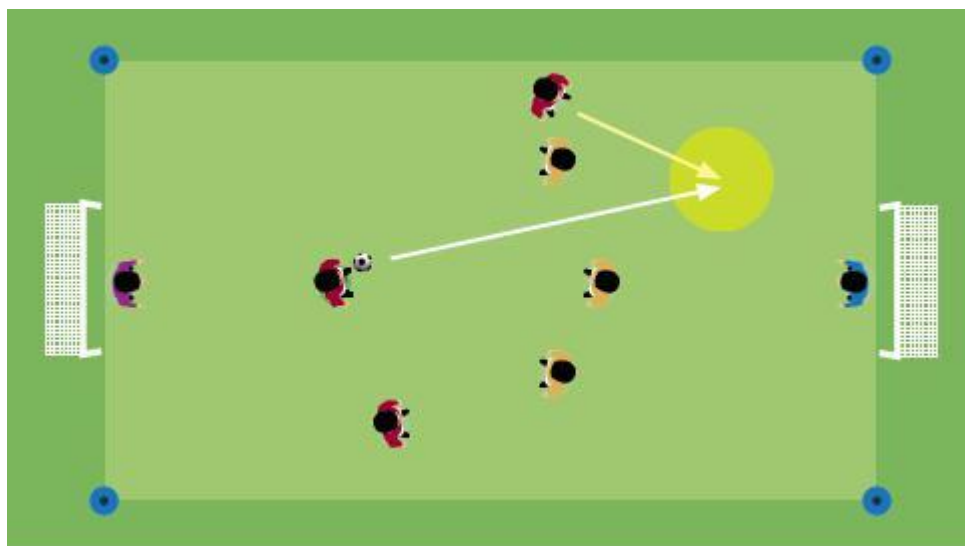
一个球员移动到靠近持球队员的空挡处，目的是为队友创造出一条清晰的传球选择

**1c. 宽度:**进攻队员移动和站位到边路区域，为接下来的比赛创造更大空间和进攻选择。



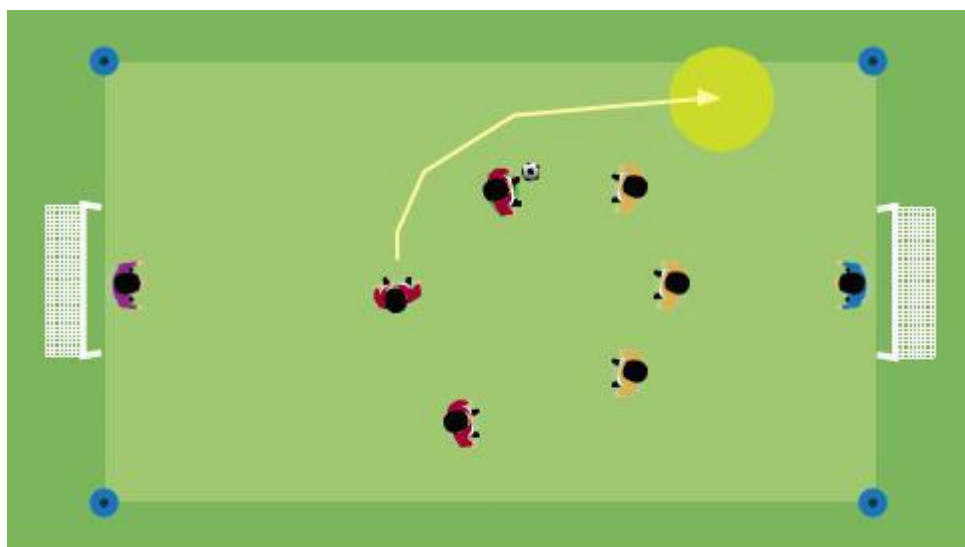
一个球员移动到边路区域去创造空间。其目的使得对手的防守难度加大

**1d. 纵深:**在比赛中一个或多个球员前插去创造进攻选择。



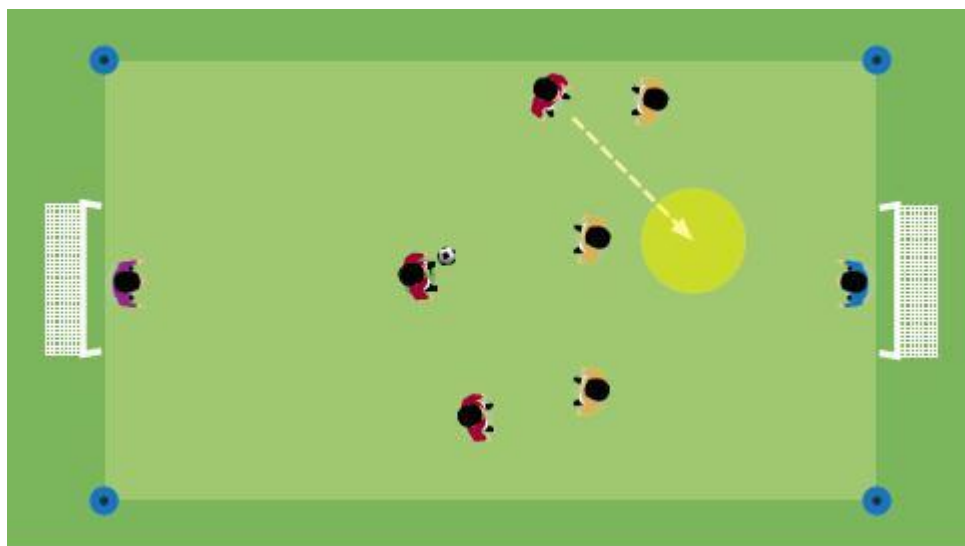
一个队员移动到前场，目的是在更靠近球门的地方得球进攻

**1e. 交叉跑动:**队友的跑动是从持球队员的身后先前前插为团队提供传球选择和人数优势。



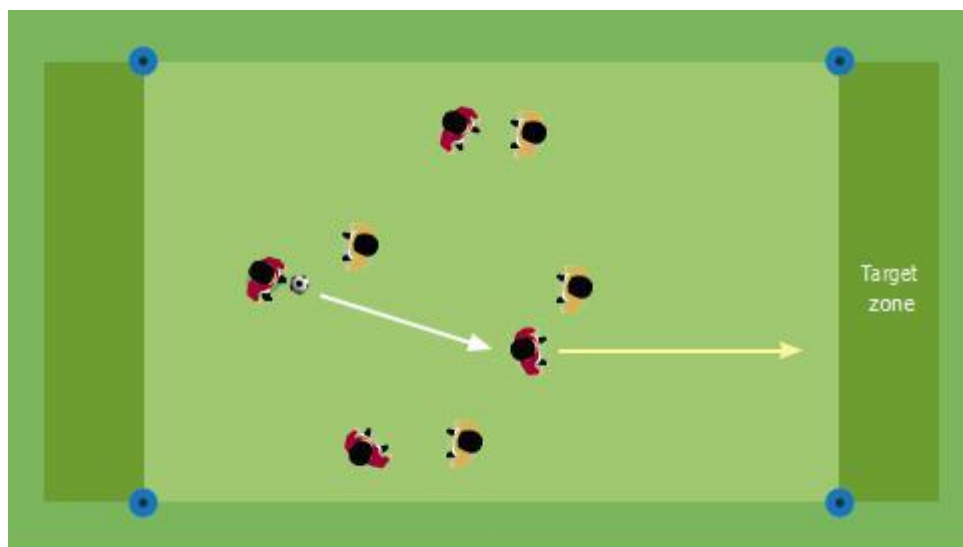
一名中场球员从边翼卫身后前插去创造传球选择

**1f. 斜线跑动:** 一名进攻队员斜线向前移动到空当来创造传球选择，一般这个空当在球前。



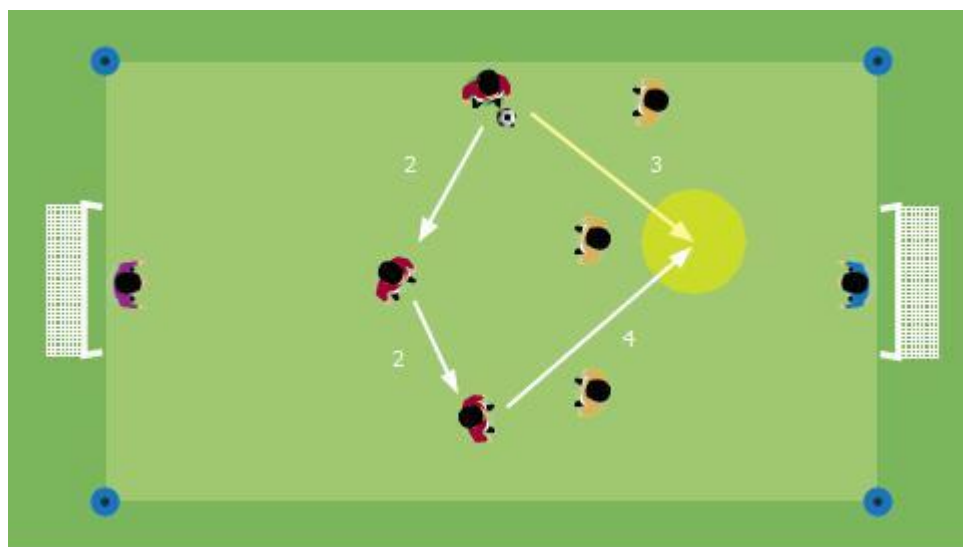
一个边路球员通过斜线向前移动去提供一个传球选择

**1g. 向前传球:** 球最有效和最有威胁的传递是朝着进攻方向或球门。



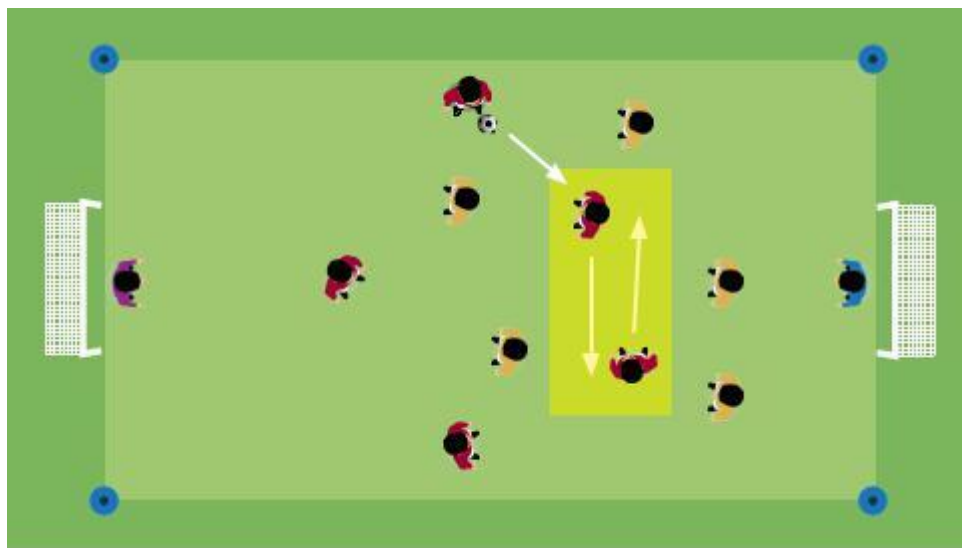
中后卫将球传给中场核心或无人盯防的队友，这样球可以被转移到进攻端

**1h. 提速比赛：**通过快速传球为进攻端在创造超过防守人数的更大优势



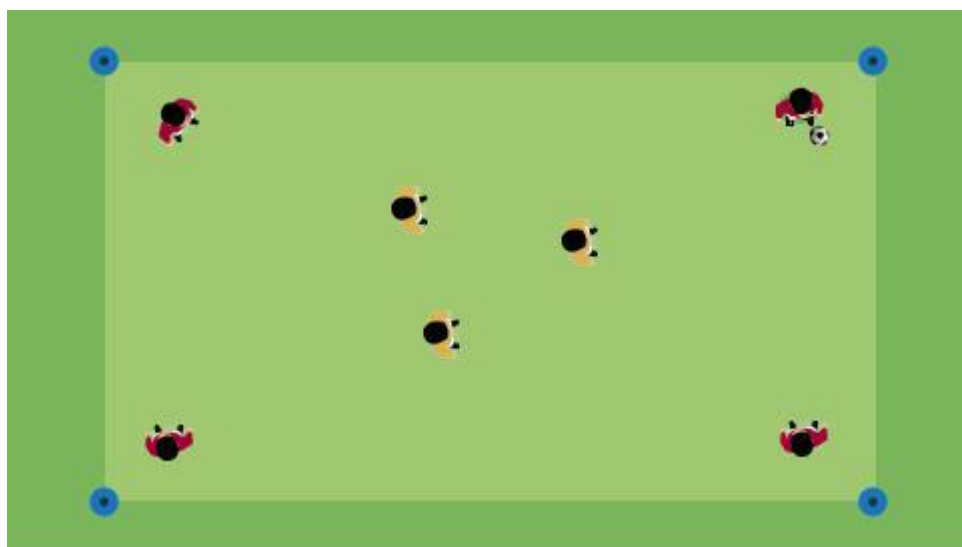
在相近的一个区域内球员通过两三脚的快速传递，将球控制在远离对手的地方

**1i. 交换位置：**在球前的附近一块区域两个球员通过交换位置为防守方制造麻烦并提供传球选择。



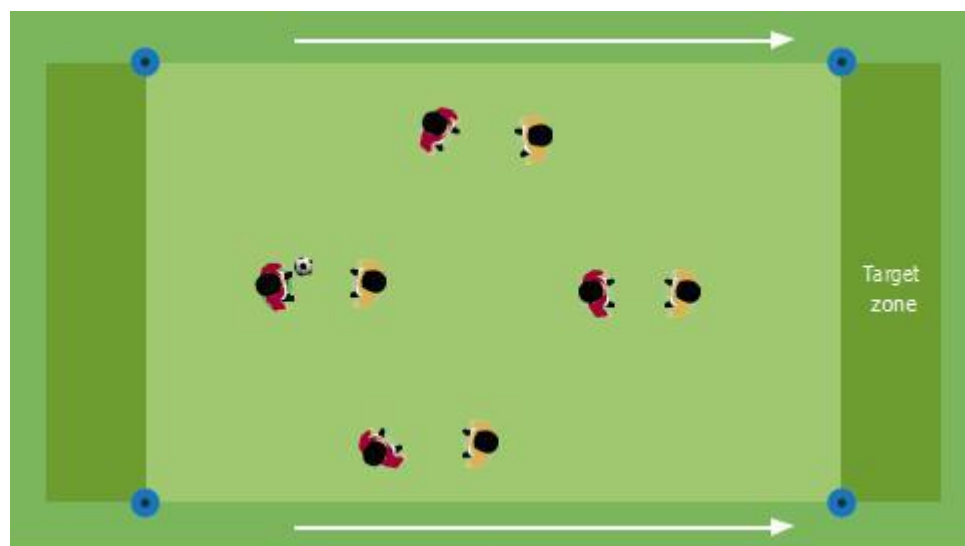
左右前锋通过交换位置去分散防守者的注意力并创造传球选择

2. **控球**：在一定区域内球员不断的进行传球。



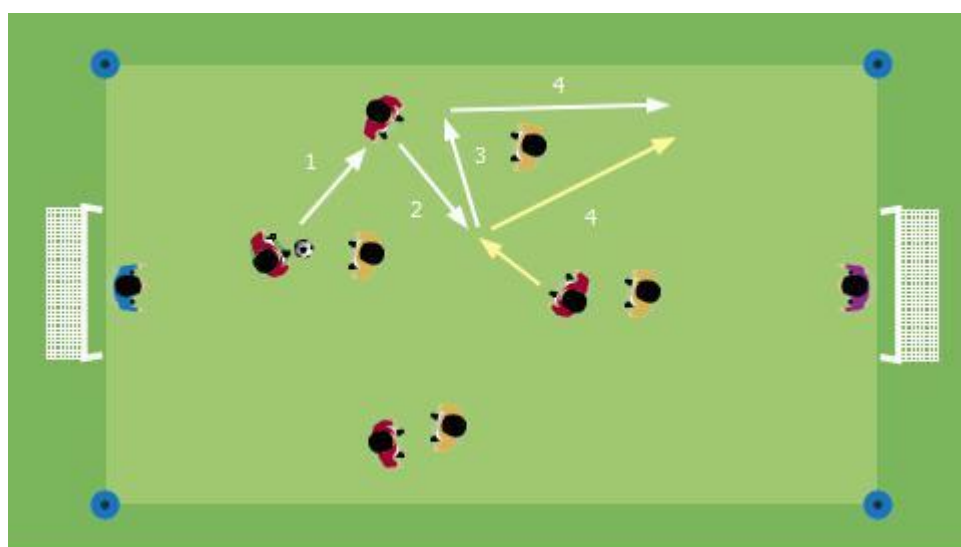
4 名球员在一定区域内传球防止对手抢得球权

3. **过渡**：将球从防守端转移到进攻端需要是一个团队一样的整体的转移。



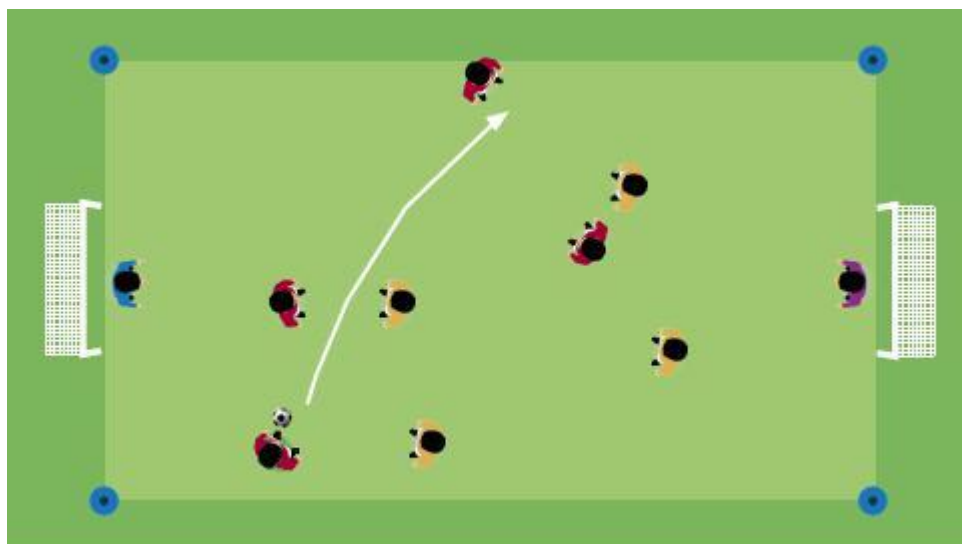
将球从防守端转移到进攻端是集体的努力

**4. 整体进攻：**在团队里通过两个或者更多的球员快速和高效的传递转移球



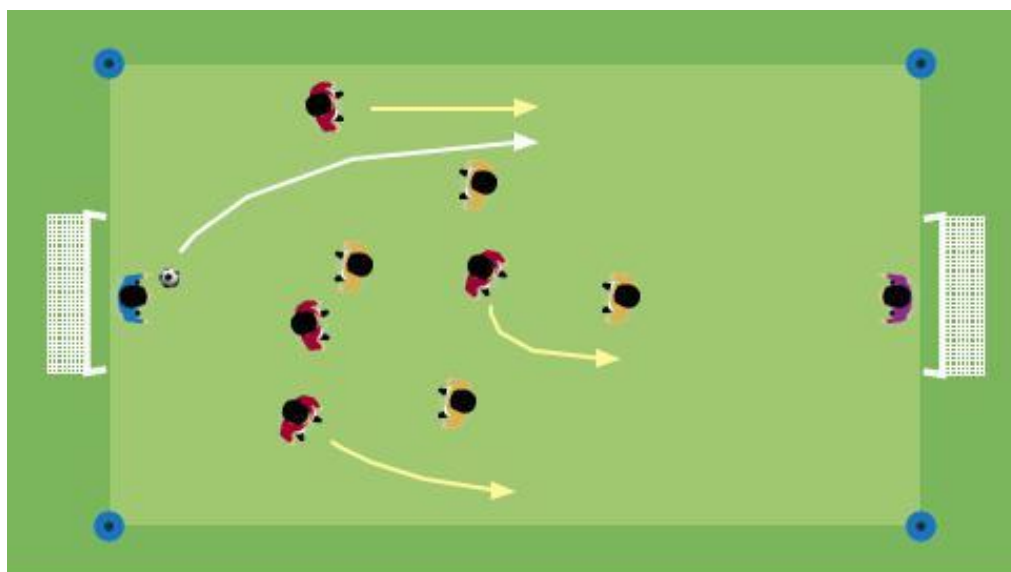
三人间的快速传递为了破掉对方防守

**5. 转移球：**转移球是从球场一侧转向另一侧，通常是边路向对侧转移，目的是为了打乱防守，创造破掉防守的优势



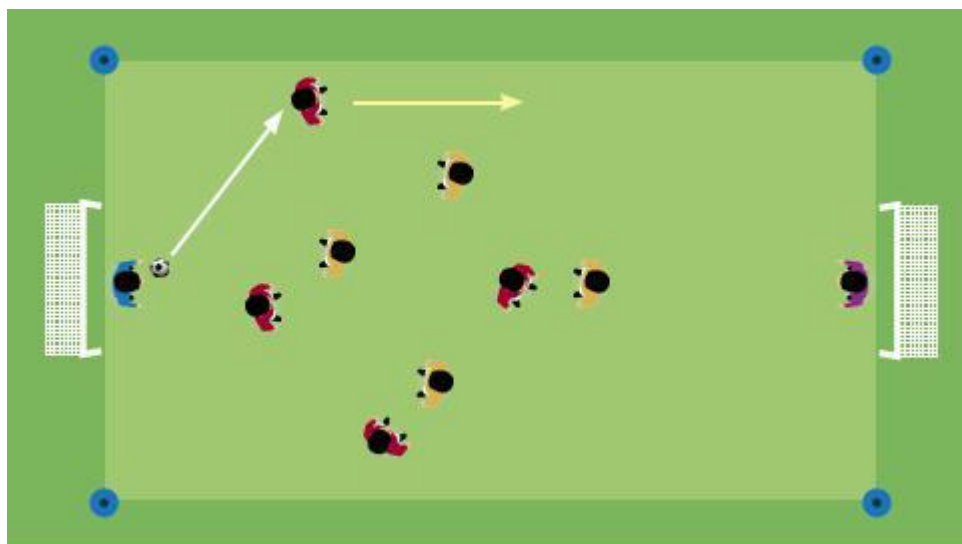
通过边路球员长传将球从右路转移到左路，目的是打乱防守并且有利于向前推进

**6. 反击：**当重新获得球权后快速有效的纵向传递有利于在对方还没有组织起有效的防守时取得进攻优势。



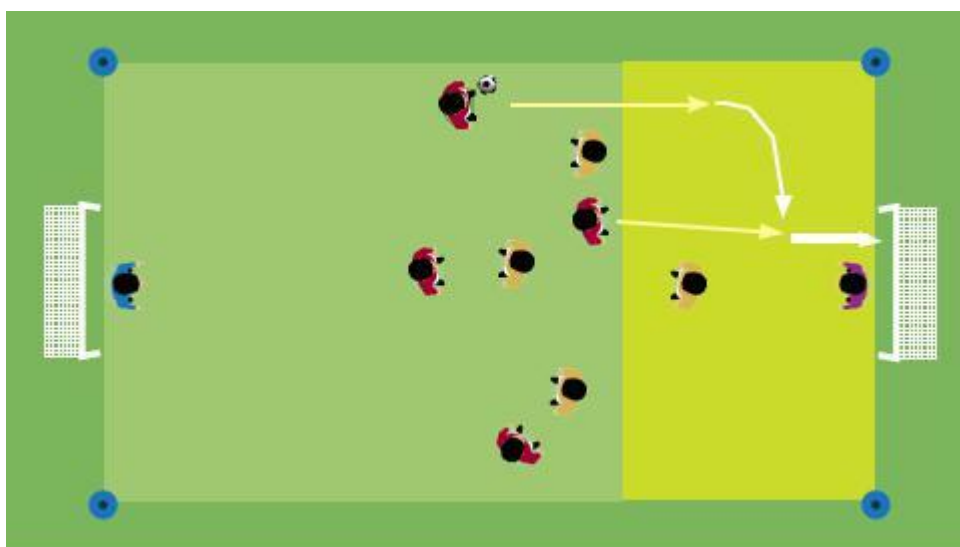
当重新获得球权时由守门员发出长传球给左边路球员，这样可以在对方没有组织有效防守之前发起进攻

**7. 从边路发起进攻：**转移的整体行动是将球从防守三区转移到有利的进攻区域。



守门员向前传球给防守三区的左后卫。左后卫向前带球或传球

**8. 进攻三区结束进攻：**在进攻三区的所有行为的最终目的都是为了创造射门机会。



左路球员运球到进攻三区然后传中，队友终结进攻取得进球



## 训练日记(二)

### [ トレーニングダイアリー ]

来源: J F A アカデミー福島 [男子]

译者: 王雪冰 足球学院 18 级

### [训练日记]

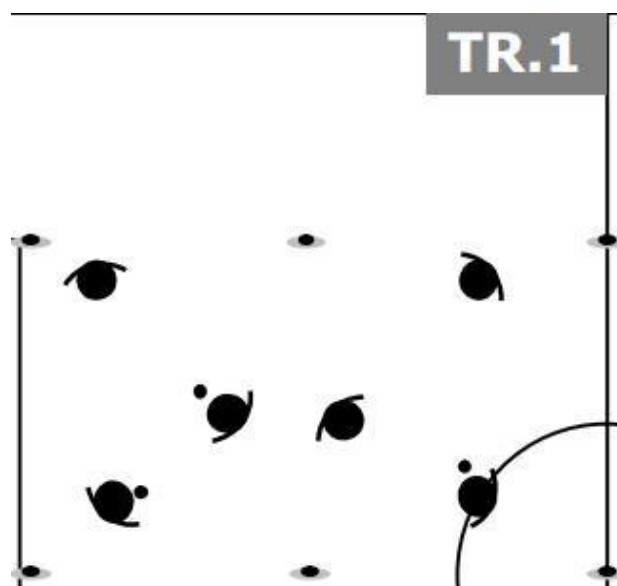
#### TR.1 : 6 人1 组3 个球

##### 1. 在线内交换传球

接球时、接球后不要留在原地!

靠近球!

第一次接触到第二次接触连接很快!



#### TR. 2:

1. 运球到下一个标志物
2. ①开始了, 射门的队员就开始移动
3. 朝标志物传球
4. 控制好射门
5. 为提高了准确性, 最初是传给守门员

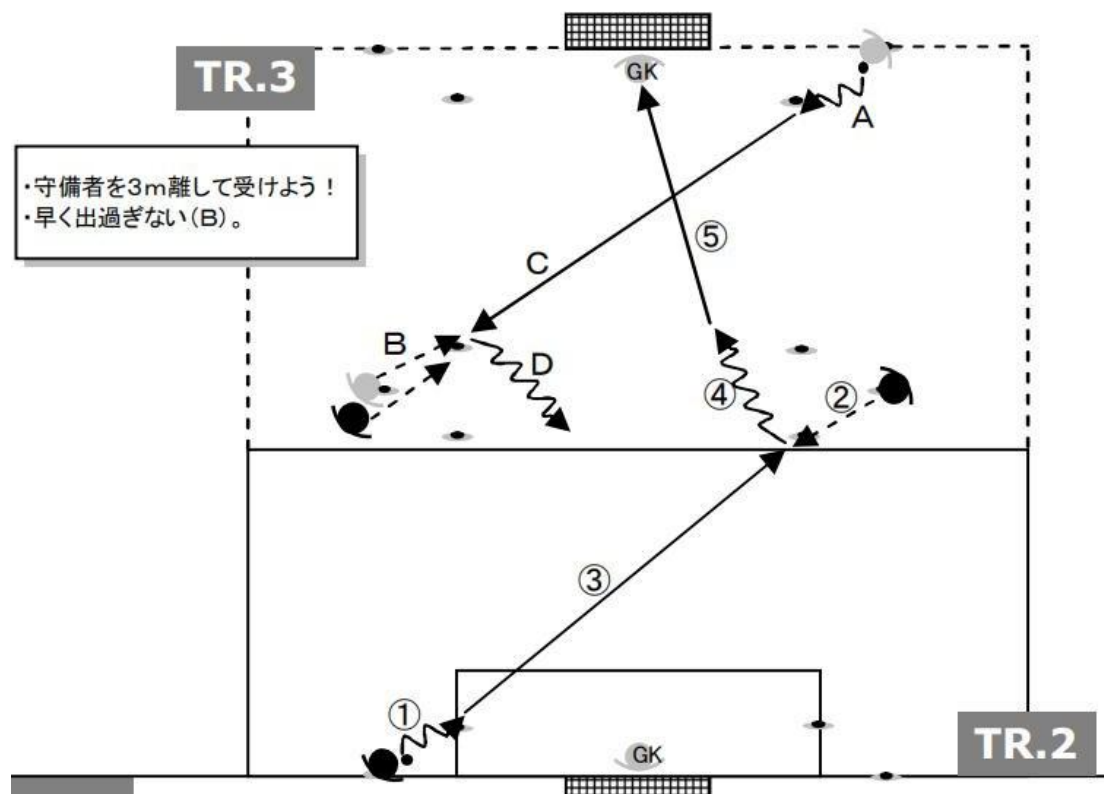
#### TR. 3: 1 v 1, 2 v 1

##### 1 v 1

- A 和 T R. 2 以同样的开始方式
- B 进攻和防守都开始
- C 朝标志物传球
- D 1v1 之后射门

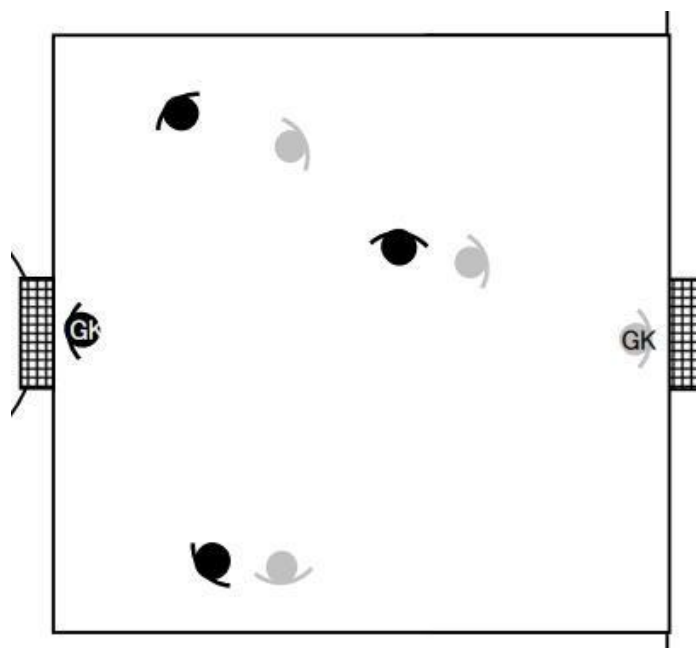
##### 2 v 1

1. 最初传出球的队员也参与进攻, 防守人三米外! 不要太早出来 (B)



GAME: 4 v 4

1 得 2 分就交换。2. 双方都不能得分的情况，双方交换



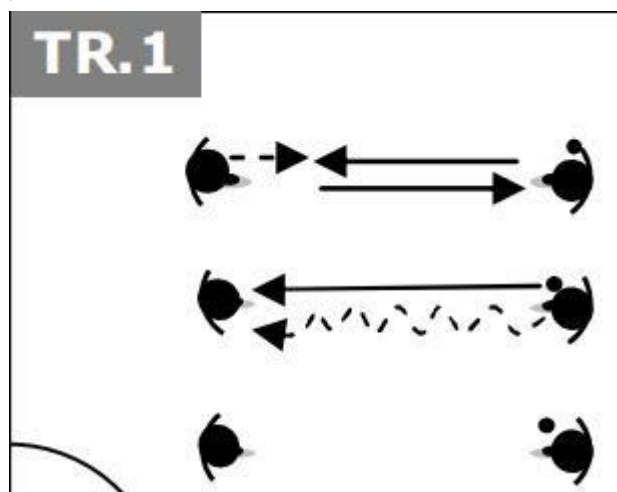
【TR. 2 • 3】要求“抢下对方的球”。在没有空间和时间的现代足球中是重要的因素。向过于依赖球的队员、无法改变速度的队员传达“何时、怎样”行动。同时，队员应该也感受到了一边移动一边发挥技术的必要性。

## [训练日记]

跑十分钟 1. 活动 3 小时后身体放松。2. 各种练习

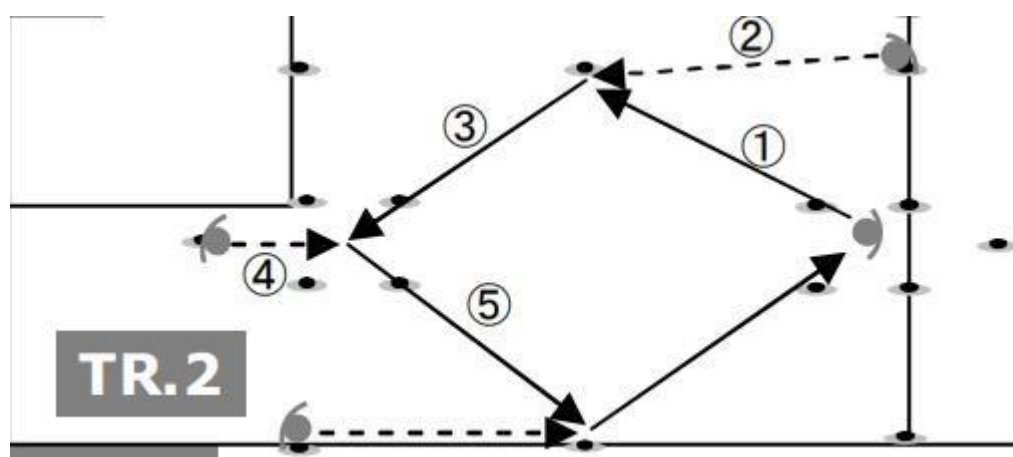
## TR. 1: 面对面传球

1. 传出球后向对面移动
2. 移动中结合各种各样的动作
  - 靠近球!
  - 从控制到传球都快速!



## TR. 2

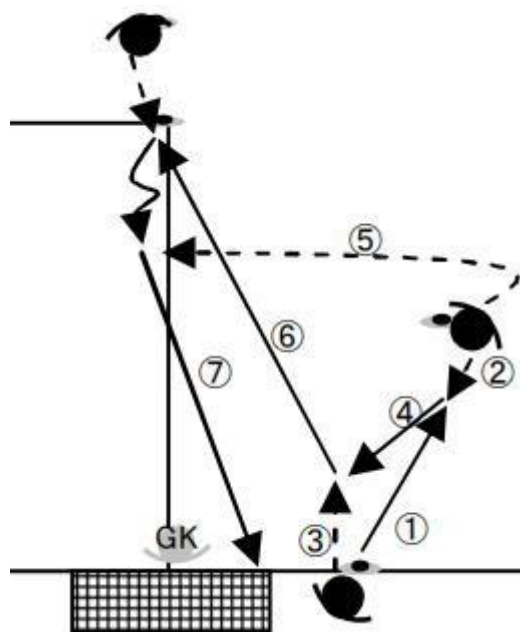
1. 朝向标志物传球
2. 根据球传出的时机，开始在标志物处接球
3. 在方格内传球
4. 在方格内接球
5. 控制后和①一样的传球
  - 启动的时机不要太早!  
(动的早的话对方也能反应)
  - 靠近球



### TR. 3 ; 射门

1. 传球
2. 移动接球
3. ①的球传出后，再次移动
4. 通过①回传
5. 给射门的队员传球
6. 控制好射门

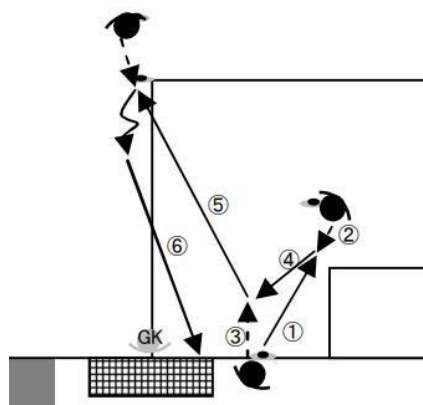
一次触球，当能射了的时候，射



### 1 v 1 之后射门

1. 传球
2. 移动接球
3. ①的球传出后，再次移动
4. 通过①回传
5. ④之后马上成为防守人员
6. 给进攻队员传球
7. 控制好射门

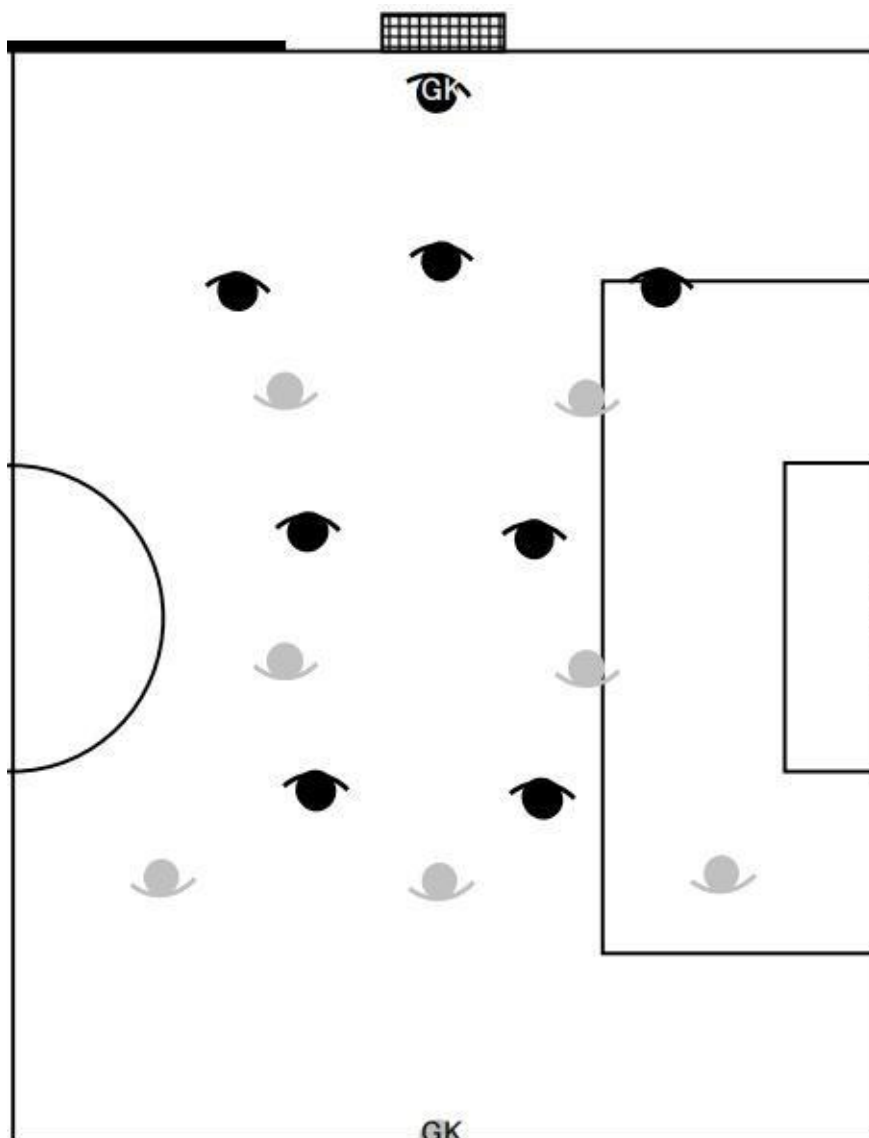
一次触球，当能射了的时候，射



GAME: 1.

8 v 8

2. 1 - 3 - 2 - 2

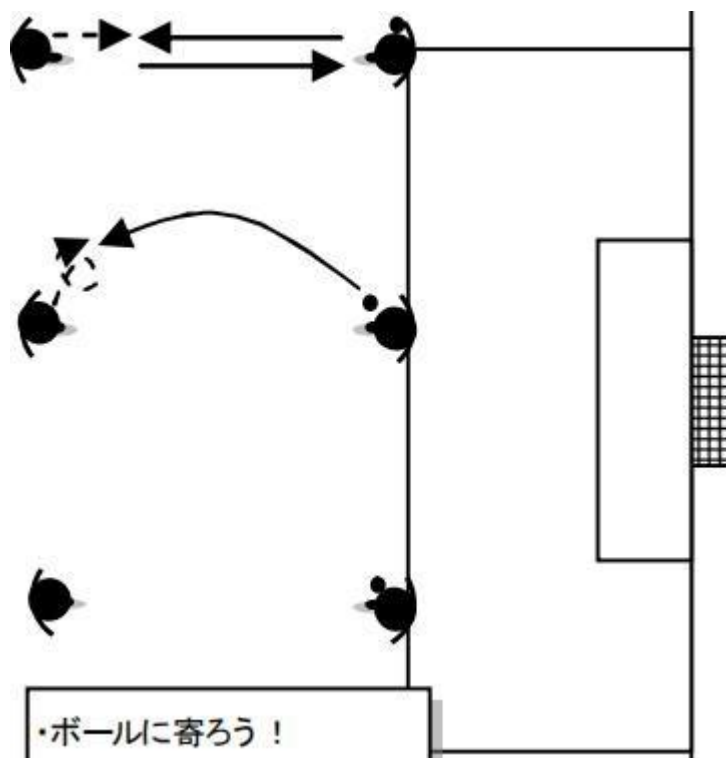


**【TR. 2】** 在学院的训练中，“动着踢着”很重要  
出球人被要求“何时何地”传球，接球人被要求“何时何地”移动。并且，各自的活动都被要求「一边动着」一边进行。

## [训练日记]

TR. 1

1. 手交换传球胸部传球
2. 地滚球传球
3. 一边是头球
4. 凌空(靠近球)

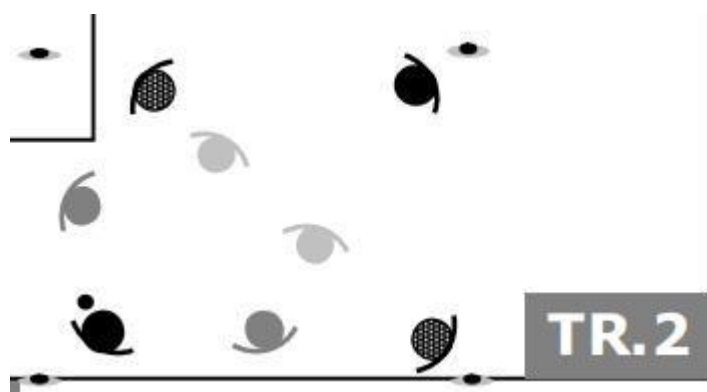


TR. 2

1. 用手传
2. 不能回传
3. 不能给相同颜色
4. 拉开用脚

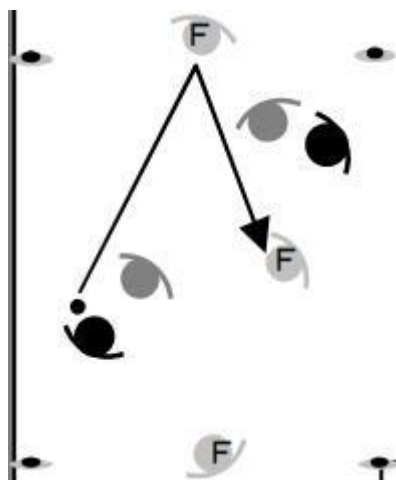
拉开接球

因为能传球的队员有限制，所以考虑到这一点再去做！  
把球接下来没有结束，把球传出去后再移动到远处！



TR. 3: 2 v 2 + 3 自由人

1. 2 个自由人在方格外，1 个自由人在里面
  2. 不能回传
- 可选择
3. 自由人一次触球



**【评价】** 持球人受到可能传球的球员的限制，很多人会先思考，然后停下来。虽然训练的目的是兼顾思考和行动，但却有偏向某一方的倾向。必须在今后继续说明“在思考的同时发挥技术”的重要性。

TR. 1

**【组织】**

1. 传出球后向对面移动
2. 移动中结合各种各样的动作

10m×15m

在不断移动的同时传球或接球

靠近球

控制好球后快速传球

**【目的】**

常常动着踢

绕着标志物接球

靠近球同时防止截断

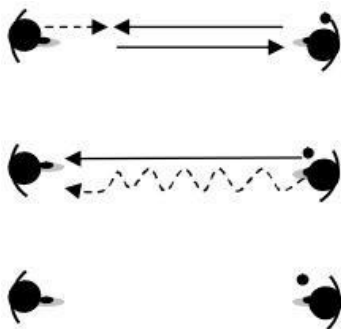
接到球后速度也加快

从控制到传球都要快速

控制到，立刻就能出球的位置

在脚下传出有正确干燥声音的球

（作为踢球的质量，デュソー先生，在要求使用大力传球踢球时发出【pang!】的声音，不是骨碌骨碌滚动，而是指势头不减的传球。）



## TR. 2

**【组织】5 人 1 组**

1. 在标志物边为了接球做移动
2. 朝向标志物传球
3. 在方格内接球
4. 在场地内传球
5. ②之后向锥桶移动
6. ④之后向锥桶移动

有可能的话，②和④用一脚传球

在标志物内接球的队员，仔细观察传球人的状况再开始，有必要调整传球的强度。但是不是很轻的传球×

确实为了踢球，不能一脚出球的话，控制好之后，再传球。

**【目的】**

传球的、接球的双方要相互仔细观察

为了接球，什么时候移动好呢

在比赛中，过早的移动，会被对手看出动作，遭到截断

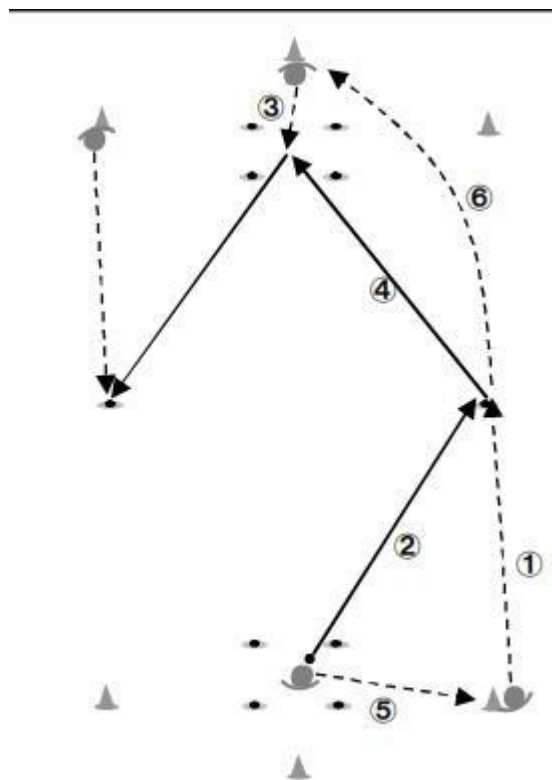
靠近球同时防止截断

接到球后速度也加快

接球的一方，为了不落下速度要快速传球

对正在移动的队员，尽可能地传出大力球

让队员一边动着一边踢





## TR. 3

**【组织】射门**

1. A 和 B 的回传球，配合 B 的移动
2. C 拉开拿球，控制好射门
3. C 能一脚打门就一脚
4. 为了让队员意识到准确性，最初给守门员传球

**可选择****教练追赶 C 的队员**

不能一脚射门的话，控制好之后，再射  
移动的时机不要过早

靠近球

从控制到射门都要快速

**【目的】**

一边动一边控制，然后射门

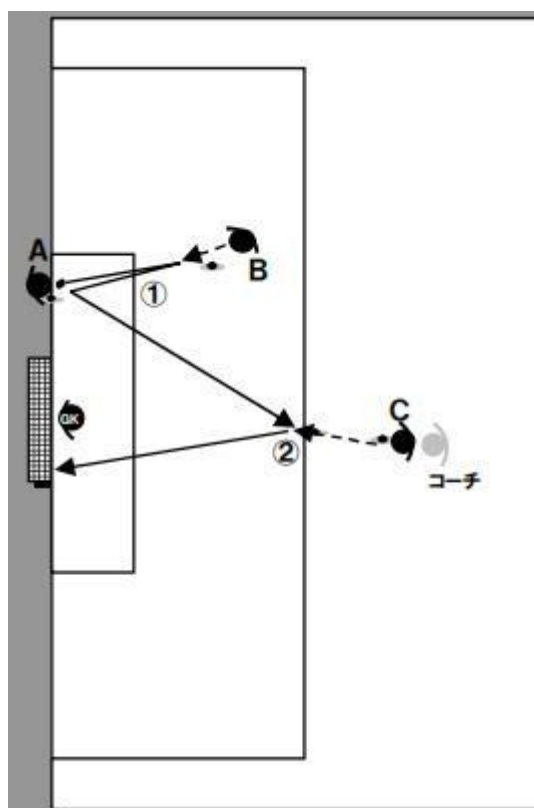
传球的、接球的双方要相互仔细观察

为了接球，什么时候移动好呢

在比赛中，过早的移动，会被对手看出动作，遭到截断

靠近球同时防止截断

接到球后速度也加快



## TR. 4

**【组织】1v1 之后射门**

1. A 和 B 的回传球，配合 B 的移动
2. B 在回传球后立刻防守
3. C 拉开拿球，控制好射门
4. C 能一脚打门就一脚

不能一脚射门的话，控制好之后，再射  
移动的时机不要过早

靠近球

从控制到射门都要快速

如果射门的队员控制失误了的话，不能射门了，B 的队员控制

### 【目的】

传球的、接球的双方要相互仔细观察

为了接球，什么时候移动好呢

在比赛中，过早的移动，会被对手看出动作，遭到截断

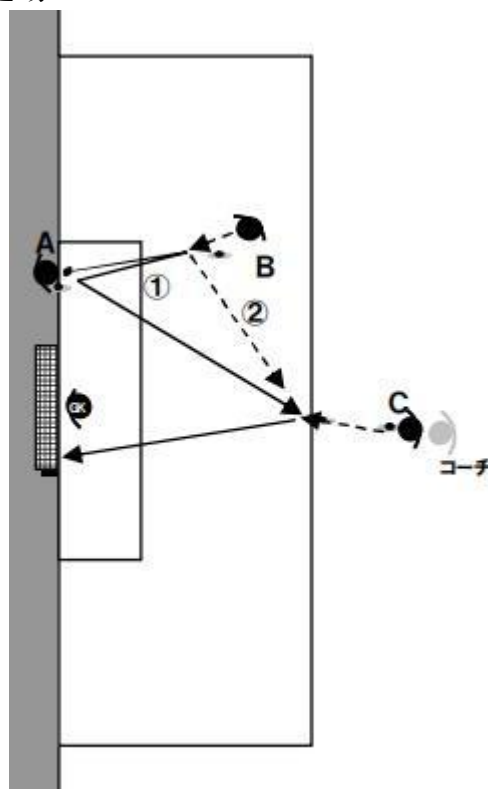
靠近球同时防止截断

接到球后速度也加快

接球的一方，为了不落下速度要快速传球

对正在移动的队员，尽可能地传出大力球

让队员一边动着一边踢



GAME:

【组织】1.

8 v 8

2. 1 - 3 - 2 - 2

**【目的】**

进攻行动的准备

最大限度地拉开

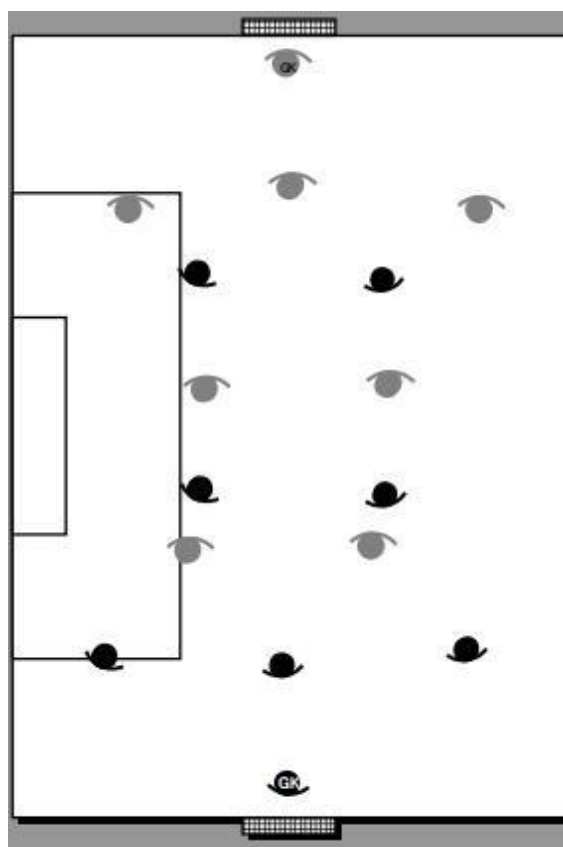
积极主动地防守

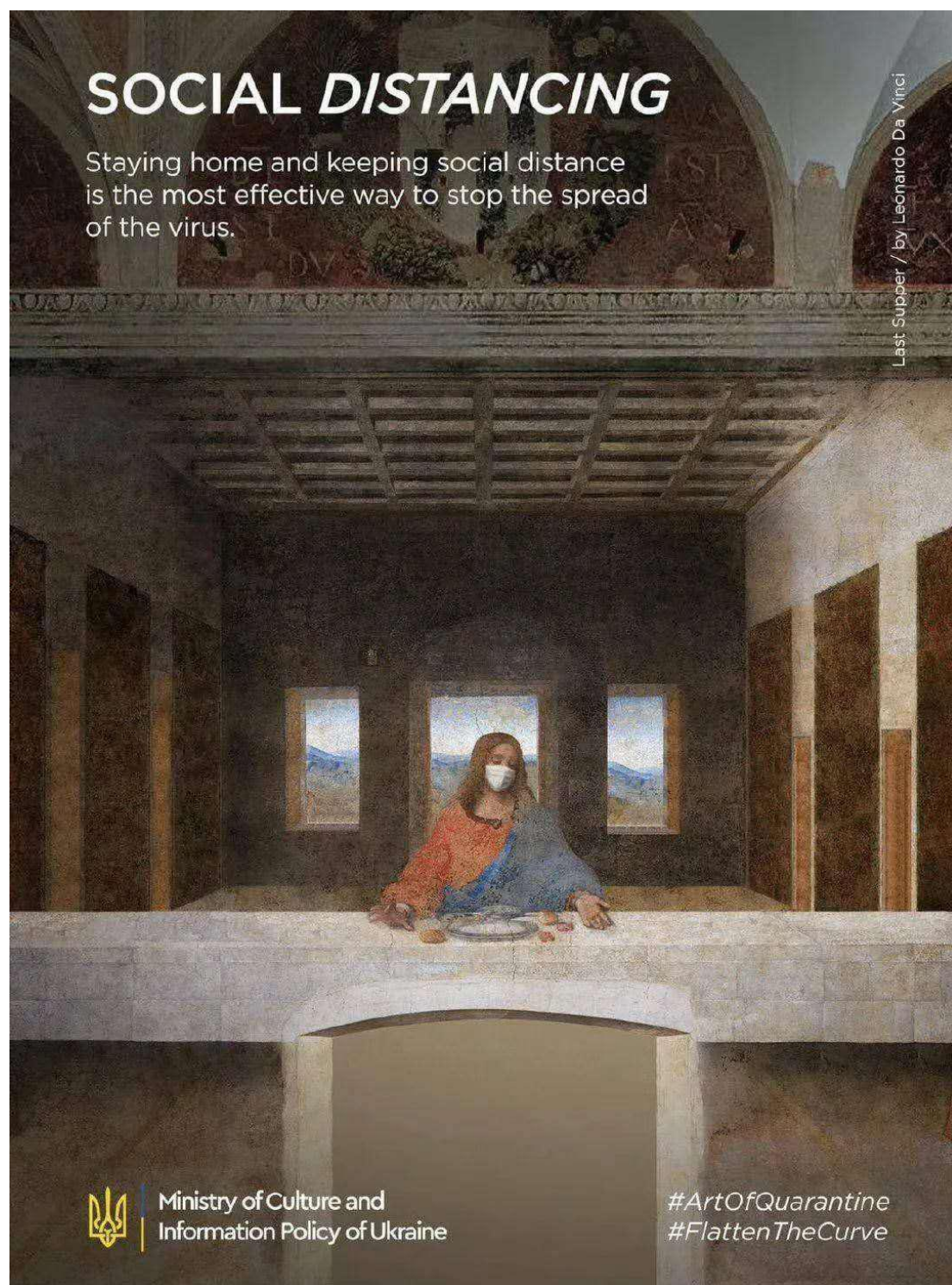
去抢球

防守不会失败

守门员用手传球，或是用脚短传。

在学院的训练中，“一边动一边踢”很重要。接球前在标志物边移动是重要的、传出球后靠近球是重要的。还有，传出球的人，再次移动，要有速度，可以再次接球传球。





(**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。)