国际竞技体育科技前沿

2026 年 11 月　　第 4 期　　总 第 4 期

目　录

1. 数智训练与人工智能	生成式人工智能是否正在催化运动科学的范式转变？——一项混合方法系统综述的证据	1-3
2. 训练策略与应用效果	训练哲学：它是什么？其主要构成要素有哪些？	4-5
	力量训练引起的肌间协调适应：不同负荷深蹲中肌肉协同分析的启示	6-8
	自行车运动员的抗阻训练：科学证据与实践建议	9-10
	奥林匹克冰上项目：表现决定因素与训练实践综述	11-12
3. 损伤预防与恢复策略	训练负荷对半精英与精英运动员肌肉损伤标志物及运动表现的急性影响：系统综述与 Meta 分析	13-14
	伤病监测、场上康复与重返赛场标准：男子职业足球现行实践的调查研究	15-16
4. 表现评估与科研方法	负荷—速度曲线的信度、设备间一致性与效度：系统综述与 Meta 分析	17-19
	实验室表现指标与越野滑雪雪上竞赛成绩的关联：瑞士国家队 15 年数据分析	20-22
	整合性现场健康与运动表现研究：在运动员比赛与训练营中开展研究的实验方法与组织实施叙述性综述	23-26

国家体育总局科教司　　国家体育总局体育科学研究所　　合编

生成式人工智能是否正在催化运动科学的范式转变？——一项混合方法系统综述的证据

生成式人工智能（GAI）已能快速生成教案、训练计划和康复建议，但方案“写得像专业人士”，并不等于能持续改善运动表现或健康结局。这项纳入 64 项研究的混合方法系统综述发现，GAI 在内容生成、指南遵循和决策支持效率方面表现出潜力，结构清晰、信息充分的提示词尤其有助于提高输出质量。不过，现有证据仍以内容评价和探索性研究为主，个体化不足、输出不稳定及安全风险尚未解决。作者的判断是：GAI 是一种有前景的辅助工具，但目前不足以支持广泛推广，更不能据此认定运动科学已经发生范式转变。

一、研究如何梳理现有证据

研究遵循 PRISMA 指南，并在 PROSPERO 预注册。检索覆盖 Web of Science、PubMed、SPORTDiscus 和 Scopus，辅以其他来源，最终检索日期为 2026 年 2 月 1 日。纳入研究涉及体育教学 11 项、运动训练 17 项、运动康复 13 项及健康促进 23 项；研究团队结合文献计量分析、潜在狄利克雷分配（LDA）主题模型和叙述性综合，识别研究方向并解释实践意义。

研究数量增长，干预证据仍少：64 项研究中，随机对照试验仅 2 项，另有 5 项准实验研究、31 项横断面研究、7 项定性研究，以及 19 项系统开发与验证研究。主题分析归纳出两条主线：一是评价 AI 生成内容是否准确、可靠；二是考察 AI 如何进入训练、教学、康复与健康管理的实际场景。

质量评分不等于疗效已经确立：45 项研究接受 JBI 工具的量化评价，平均得分为 81%，其中 37 项被评为低偏倚风险、8 项为中等风险；另 19 项系统研究仅作描述性评价。两项随机试验均存在分配隐藏和盲法不足，横断面研究也常缺少混杂因素控制，因此不能仅凭总体评分推断应用效果可靠。

二、四类应用的进展与边界

1. 体育教学：能生成教学资源，动作学习仍需监督

GAI 可辅助生成教学资源、解释运动知识和提供学习反馈，部分实验研究观察到学习效率、参与度和学习表现改善。但动作技能学习结果并不一致，缺少专家监督时，模型“幻觉”可能给出错误技术描述。一项融合多模态大语言模型和

专项知识库的乒乓球教学系统，错误识别与反馈的平均准确率为 0.67，显示初步应用潜力，也说明其判断仍需教师核验。

2. 个体化训练：能搭建计划框架，精细处方仍有缺口

在结构化提示下，AI 训练计划的整体结构、周期安排和指南一致性通常达到中等至良好水平；提供更充分的个人信息有助于提高质量和稳定性。但增肌与最大力量目标的区分、中高强度区间、能量系统分配及健康筛查仍常需人工修订。3 项准实验研究提示部分体能和心理指标可改善，但专项耐力、双侧爆发力等复杂目标上的效果不及教练设计方案，尚不足以支持 AI 独立决定训练。

3. 运动康复：适合知识支持，临床决策证据不足

在前交叉韧带重建、骨关节炎等情境中，信息充分的提示可使 AI 回答具有较好的准确性和指南一致性，尤其适用于一般知识解释与患者教育。难点集中在运动剂量、进阶逻辑、临床推理及复杂病例决策。融合动作骨架、生物力学数据或虚拟现实的系统，在动作质量评估与反馈方面表现出潜力，但证据主要来自系统验证，仍缺少长期临床结局评价。

4. 健康促进：短期结果可期，行为维持尚待验证

GAI 能够快速生成运动与健康建议，但对合并多种慢病、功能受限或临床情况复杂的人群，建议常较笼统、不完整，需专家复核。一项针对超重青年人的随机对照试验发现，ChatGPT-4 生成的 8 周运动干预改善了身体质量指数、运动后心率及肌耐力，但该研究存在中等偏倚风险。行为改变应用更擅长识别已采取行动或正在维持行为的人群，对尚未考虑或仍在考虑改变的人群支持较弱。

三、为什么尚不能认定发生了范式转变

内容质量与实际效果之间仍有证据缺口：专家认为计划合理、用户觉得好用，或模型在某项识别任务中接近专家水平，都不能直接证明长期依从性、竞技表现或康复结局得到改善。多数研究样本较小、干预较短，缺少多中心试验和长期随访；许多系统仍停留在原型或可用性验证阶段，真实场景下的效果与成本尚不清楚。

“大体正确”仍不够精确：同一提示词重复生成时，计划结构仍可能变化；不同模型与提示方式也会带来不同结果。通用模型对专项情境、实时身体状态和渐进负荷的理解有限，对老年人、慢病患者等高风险人群尤其缺少充分的安全边

界。更详细的提示词可以改善输出，却不能替代个体评估，也不能自动保证安全。

综述自身也有边界：研究对象、干预方式、评价指标和报告格式差异很大，无法进行正式荟萃分析或给出统一效应量；同一干预对力量、耐力等不同结局的作用也可能不同。综述仅纳入同行评议文献，可能遗漏新近研究、行业应用和未发表的阴性结果；研究分类仍包含一定解释性判断。因此，其结论反映总体证据格局，不能直接推算某一项目或人群的获益大小。

四、总结与实践应用建议

采用专家主导的人机协作：现阶段可把 GAI 用于整理知识、生成方案初稿和辅助反馈，由教师、教练或康复专业人员复核并作最终决策。用于高风险或临床人群前，应进行系统验证；扩大应用前，先在本地真实场景开展试点，AI 生成的建议仍应接受人工审查。

把提示词写清楚，同时检查输出：围绕目标、个体特征与约束提供结构化信息，训练任务可结合 FITT 原则，即频率、强度、时间和类型。应关注输出的科学性、前后的一致性及个体适用性，不能因表述流畅就直接采纳。教师、教练和临床人员也需要相应培训，以识别错误、偏倚及过度依赖的风险。

将数据、知情同意与责任落实到使用流程：训练负荷、动作视频、生理信号和健康记录均可能涉及敏感信息，应明确收集、保存、二次使用及访问权限；让使用者理解 AI 的能力和局限，并保留拒绝建议或选择人工服务的权利。还需持续监测不同性别、年龄及健康状况人群中的偏倚，厘清开发者、机构和专业人员的责任。

下一步要验证真实获益：未来研究应优先开展大样本、多中心随机对照试验和长期随访，检验效果、安全性及作用机制；同时发展融合视频、传感器和生理数据的领域专用模型。GAI 正从信息辅助走向部分决策支持，但能否催化范式转变，仍取决于它能否在专业监督与可靠治理下，持续带来可验证的实际改善。

编译来源：Liu S, Huang Y, Shen Y. Is generative artificial intelligence catalyzing a paradigmatic transformation in sport science? – Evidence from a mixed-methods systematic review. Biol Sport. 2026;43:1693–1712. doi:10.5114/biolsport.2026.162050.

译者：邓盛基

训练哲学：它是什么？其主要构成要素有哪些？

要提升运动表现，运动员必须着力发展取得成功所需的生理、技术和心理决定因素。在此过程中，教练员发挥着关键引导作用：既要采用循证、系统的训练方法，也要在调整训练时保持勇于尝试的思维。在个人项目中，几乎所有精英教练员都形成了旨在提升运动员竞技表现的“训练哲学”。出人意料的是，以该术语在 PubMed 中检索未获得有效结果，表明其定义及核心构成要素仍不明确。因此，本文结合作者 25 年来与教练员合作的工作经验，以及一项针对奥运会耐力项目成功教练员的大型研究项目数据，对这一术语进行探讨。该项目的总体目标是全面、深入地理解教练员的整体性训练哲学。阐明顶尖教练员训练哲学中长期积淀的智慧，有望提供新的认识，并为该领域的未来研究奠定起点。

一、训练哲学的定义

根据《剑桥词典》，“哲学”可定义为与理解某一特定主题相关的一组理论和观念。

1. 什么是“训练哲学”

基于近期对世界级耐力项目教练员的研究，作者提出，“训练哲学”可定义为一种旨在提升竞技表现的整体性、长期性训练策略，体现对训练“是什么”“如何做”以及“为什么”等基本问题的思考。训练哲学聚焦于训练的组织与实施，以优化适应反应、提升运动表现。

2. 什么是“执教哲学”

“执教哲学”与“训练哲学”存在明显区别。执教哲学的大多数定义侧重于教练员作为领导者和导师如何思考与行动。它由一系列指导原则和信念构成，指引教练员如何训练、培养、指导和引领运动员；并为训练方法、沟通及关系建立等方面的决策提供框架，使教练员与运动员的目标相互协调，从而形成一致、有效且符合伦理的执教实践。

3. 二者的联系与区别

尽管执教哲学与训练哲学相互交织，且二者均为运动成功不可或缺，但它们关注的是运动员发展过程中的不同要素：训练哲学更聚焦于训练本身如何组织与实施，以优化适应反应和提升表现；执教哲学则更侧重教练员作为领导者和导师

的思考与行动，以及其如何通过原则、信念和决策框架指导执教实践。

二、训练哲学的主要构成要素

1. 训练哲学的表达与负荷因素统筹

根据 12 位世界级耐力项目教练员的观点，他们通过所采用的一般训练原则来描述自己的训练哲学。这些原则用于平衡训练量、强度分布、频率、方法及运动方式等负荷因素，同时也涉及如何根据各运动项目的独特要求，量身调整训练课设计、周期化策略和恢复方案。然而，教练员的训练哲学并不止于对这些负荷因素进行配置，还包括对其进行有意识的统筹安排，以确保训练刺激与恢复之间保持平衡，并将个体化因素纳入考量。

2. 训练质量的双维迭代与持续学习

此外，大多数教练员还将“训练质量”这一概念纳入训练哲学。他们认为，训练质量意味着持续迭代并改进相关影响因素，以提升两个层面的质量：一是优化单次训练课，二是完善整体训练过程。在这两个层面上，教练员的方法不仅包括计划制定，还包括精准执行和反思性总结，从而营造持续学习的环境。

3. 实施基础：教练员主导、以运动员为中心的关系联盟

最后，这些策略的实施植根于一种教练员主导、以运动员为中心的方法，其基础是建立在信任和相互理解之上的牢固教练员—运动员联盟。这种相互促进的关系成为顺畅整合个性化训练方法的渠道，确保运动员获得与其生理和心理特征相适应的针对性指导。

三、总结

总之，本篇社论界定了体育运动中的训练哲学概念，并阐明了其多维性质。作者希望，对训练哲学的初步定义及其核心构成要素的探讨，能够提供一个坚实的范式，为教练员以及运动生理学和运动表现领域的未来研究带来启发。

编译来源：Sandbakk Ø, Tønnessen E, Bucher Sandbakk S, et al. Training Philosophy: What Is It, and What Are the Main Components? Int J Sports Physiol Perform. 2025;20(1):1. doi:10.1123/ijspp.2024-0473.

译者：唐玥

力量训练引起的肌间协调适应：不同负荷深蹲中肌肉协同分析的启示

力量训练不仅能够提高肌肉力量，还可能改变神经肌肉系统的协调控制策略。然而，肌间协调如何在不同训练阶段发生适应仍不明确。Santos 等人通过分析不同负荷深蹲过程中的肌肉协同，探究 6 周力量训练引起的短期适应，并比较不同训练经验个体的协调特征。研究纳入 32 名男性受试者，利用表面肌电图记录 7 块下肢肌肉的活动，通过非负矩阵分解提取肌肉协同。结果显示，6 周训练使最大力量提高 24.87 ± 7.36%，但肌肉协同整体结构基本保持稳定。相比之下，长期训练者表现出更明显的肌肉协同激活时间差异及踝关节周围肌肉的相对贡献变化。研究提示，力量训练引起的肌间协调适应可能随着训练经验积累而逐步发展。

一、研究对象与训练方案

研究将 32 名健康男性分为未训练组（n = 11）、短期训练组（n = 11）和长期训练组（n = 10）。短期训练组完成 6 周杠铃背蹲训练，每周 3 次，每次 5 组、每组 10 次，负荷为 75% 1RM，每 2 周重新测定 1RM 并调整训练重量。长期训练组由具有至少 2 年训练经验的力量举或举重运动员组成。

研究在训练前、第 2 周、第 4 周及第 6 周结束后进行测试，记录臀大肌、股外侧肌、股直肌、股内侧肌、股二头肌长头、腓肠肌外侧头及胫骨前肌的表面肌电信号。测试包括约 42.5%、57.5%、72.5%和 87.5% 1RM 四种负荷。研究采用非负矩阵分解提取肌肉协同，并分析各肌肉的相对权重及协同激活时间。

二、短期训练显著提高力量，但肌肉协同整体保持稳定

6 周训练后，短期训练组的 1RM 由 104.5 ± 11.4 kg 增加至 130.2 ± 13.7 kg，增幅为 24.87 ± 7.36%，训练时间效应显著（$F(3,30) = 85.20$，$p < 0.001$）。

尽管最大力量明显增加，肌肉协同整体结构并未发生显著变化。研究发现，仅需两个肌肉协同即可解释四种负荷下 93.6%–95.1%的肌电信号变异。其中，协同#1 主要由膝关节伸肌群和胫骨前肌构成，主要活跃于离心阶段及向心阶段初期；协同#2 主要由腓肠肌外侧头、臀大肌和股二头肌构成，主要活跃于向心阶段后期。

训练前后的交叉验证分析未发现协同整体结构存在显著差异，表明短期力量增长并不一定伴随肌间协调模式的大幅重组。

三、短期训练引起局部肌肉激活调整

虽然整体协同结构保持稳定，但部分肌肉的相对权重及激活时间发生变化。

在轻负荷条件下，股直肌在协同#1 中的相对权重显著降低（$p = 0.007$，$d = 1.03$）；中轻负荷条件下，胫骨前肌的相对权重表现出显著时间效应（$p = 0.013$）。重负荷条件下，腓肠肌外侧头在协同#2 中的相对权重增加（$p = 0.044$，$d = 0.74$）。

激活时间方面，训练后臀大肌在轻负荷和重负荷条件下分别提前激活 2.70% ± 1.91%（$p < 0.001$）和 1.85% ± 2.55%（$p = 0.037$）。

这些结果提示，短期力量训练可能主要通过调整既有协同中部分肌肉的相对贡献和激活时间实现适应，而非形成新的肌肉协同。

四、长期训练者表现出不同的肌间协调特征

未训练组、短期训练组和长期训练组的 1RM 分别为 100.0 ± 13.1 kg、130.2 ± 13.7 kg 和 175.6 ± 20.0 kg，组间差异显著（$p < 0.001$）。

尽管三个群体均表现出两个主要肌肉协同，但长期训练者在协同组成及激活时间方面存在差异。肌肉权重的组间差异主要集中于踝关节周围肌肉，包括腓肠肌外侧头和胫骨前肌。

与未训练组相比，长期训练组在所有负荷下的协同#1 均延迟激活约 4.89%–9.13%（均 $p < 0.002$），而协同#2 提前激活约 5.20%–9.20%（均 $p < 0.001$）。

与短期训练组相比，长期训练组同样表现出协同#1 延迟激活，而协同#2 主要在中重负荷和重负荷条件下提前激活。短期训练组在部分较轻负荷条件下已表现出类似特征，提示不同负荷下的协调适应可能具有不同的时间进程。

五、总结与实践应用建议

本研究表明，力量训练引起的肌间协调适应可能主要表现为既有肌肉协同的局部调整，而非全新协同模式的形成。6 周深蹲训练能够显著提高最大力量，但肌肉协同整体结构仍保持稳定，仅部分肌肉的相对贡献和激活时间发生变化。相比之下，长期训练者表现出更明显的协同激活时间差异，尤其是协同#1 延迟、协同#2 提前，以及踝关节周围肌肉在不同协同中的相对贡献变化。这些发现提

示，力量训练的神经肌肉适应可能具有不同的时间进程，最大力量增长与肌间协调变化不一定同步。训练实践中，除关注力量水平外，还可通过肌电分析进一步了解不同训练阶段的神经肌肉控制特征。

编译来源：Santos PDG, Vaz JR, Gomes M, et al. Intermuscular coordination adaptations to strength training: Insights from muscle synergy analysis during squats with different loads. J Sports Sci. 2026;44(15):2034–2054. doi:10.1080/02640414.2026.2705723.

译者：陶美玲

自行车运动员的抗阻训练：科学证据与实践建议

许多自行车运动员担心力量训练会增加体重、造成额外疲劳，进而影响耐力表现。然而，现有研究表明，合理的抗阻训练不仅能够提高骑行表现，还可能改善长时间骑行后的功率维持能力，并有助于骨骼健康。本文综述了自行车运动员抗阻训练的主要证据，并提出相应的训练建议。

一、力量训练如何改善骑行表现

抗阻训练能够提高肌肉力量和功率输出能力，改善骑行经济性，并有助于运动员在长时间运动后维持较高功率。其价值不仅体现在短距离冲刺，也体现在计时赛及耐力表现中。

二、力量训练会让运动员增重吗

自行车运动员，尤其是爬坡型选手，常担心肌肉增长会增加体重、降低爬坡表现。但现有证据显示，传统力量训练通常不会造成明显的体重增加，即使下肢肌肉量有所增长，功率输出能力也可能获得更大幅度的改善。

因此，评价力量训练效果不能只看体重，还应关注绝对功率、相对功率及专项表现的变化。

三、力量训练还有助于骨骼健康

自行车运动属于非负重运动，长期骑行对骨骼的机械刺激有限。研究显示，低骨密度在竞技自行车运动员中较为常见，长期训练还可能伴随骨密度进一步下降。

合理安排抗阻训练及其他适当的骨骼负重刺激，可能有助于改善这一问题。不过，力量训练对自行车运动员骨健康的具体效果仍需更多研究验证。

四、如何安排抗阻训练

训练负荷：优先考虑 60%～85% 1RM。

训练量：每周 1～2 次，每个动作 2～4 组，以深蹲等下肢复合动作为主。

控制疲劳：建议将组内速度损失控制在 10%～20%。

协调耐力训练：合理安排力量训练与骑行训练的时间间隔，避免力量训练产生的疲劳过度影响关键骑行课。

五、骑行台上的高负荷训练能否替代健身房训练

高负荷骑行扭矩训练是一种在自行车上直接进行力量刺激的方法，可能适用于无法方便使用健身房的运动员。

扭矩可以理解为脚踏曲柄受到的转动力矩。研究显示，当相对机械负荷足够高时，这类训练可能改善蹬踏力量、冲刺表现及部分耐力指标。但传统低踏频训练并不一定能提供足够的力量刺激，不能简单地认为踏频越低，力量训练效果就越好。

此外，高负荷骑行扭矩训练仍需要专门的负荷评估与设备支持，其安全性和对不同人群的适用性还需进一步研究。

六、执教启示

自行车运动员不应仅因担心增重或疲劳而排斥抗阻训练。现有证据支持将合理的力量训练纳入全年训练计划，但具体效果取决于训练强度、训练量、组内疲劳控制，以及与耐力训练的协调。

对于教练员而言，关键不是简单增加力量训练，而是以适当负荷发展力量，在控制疲劳的前提下，将力量适应转化为骑行表现的提升。目前部分训练建议仍借鉴了非自行车运动员的研究，因此在高水平运动员中的最佳方案仍有待进一步明确。

编译来源：de Pablos R, Sánchez-Redondo IR, Alejo LB, et al. Resistance Training for Cyclists: Scientific Evidence and Practical Recommendations. Scand J Med Sci Sports. 2026;36:e70377. doi:10.1111/sms.70377.

译者：武凡超

奥林匹克冰上项目：表现决定因素与训练实践综述

冰上项目都需要在低摩擦表面完成推进和滑行，但各项目的限制因素差异很大。本叙述性综述检索 PubMed/MEDLINE、Web of Science 和 Google Scholar，重点纳入 2005—2025 年与高水平运动表现相关的研究，并将项目分为三类：高训练量滑行类（速度滑冰、短道速滑）、起步与重力主导类（雪车、钢架雪车、无舵雪橇）以及场馆类（冰球、花样滑冰、冰壶）。该分类用于比较生理、技术和训练重点，并不意味着同一类别中的项目完全相同。

一、结果

1. 速度滑冰：在低姿势、耐力与技术之间取得平衡

长道速度滑冰在高速时主要对抗空气阻力，较低且稳定的躯干、髋和膝姿势有助于减小迎风面积并提高蹬冰效率，但也会限制大腿血流，使运动员更难在疲劳下维持动作。精英长道运动员年训练量通常约 800—900 小时或更长，其中约 75%—80%的耐力训练为低强度，冰上专项训练约 150—200 小时，其余大量使用自行车等交叉训练。团队项目中，跟滑可使风阻降低约 25%，并使生理强度降低约 3%—5%，提示同步、位置和配速本身就是可训练能力。

2. 短道速滑：体能只是基础，比赛情境决定输出方式

短道不仅要求有氧基础，还强调反复加速、快速力量、弯道技术、跟滑超越和压力下决策。500 米和 1000 米内道起跑的获胜概率约提高至 28%，1500 米约为 22%，说明出发位置与战术选择会显著影响结果。训练应加入起跑抢位、破包加速、不同轮次和对手数量下的比赛模拟，而不能简单复制长道训练。深而稳定的弯道姿势有利于施力，但不对称负荷、局部缺氧和恢复需求也需监控。

3. 雪车、钢架雪车与无舵雪橇：起步速度是首要杠杆

重力滑行项目在装载雪橇或停止划冰后几乎没有继续推进的机会，因此前 15—65 米的速度对最终成绩贡献很大。雪车和钢架雪车需要类似短跑运动员的水平加速与下肢功率，训练通常包括大负荷深蹲、增强式训练、高速冲刺和专项推车；在钢架雪车中，15 米冲刺、反向纵跳和高速腿举功率的组合可解释约 86%的雪橇速度差异。无舵雪橇则以坐姿拉把和快速划冰起步，更依赖上肢最大力量、爆发力和动作顺序。

4. 场馆类项目：冰球、花样滑冰和冰壶的需求不可互换

冰球由约 30—80 秒高强度轮换和 2—5 分钟间歇组成，约 40%—50%的冰上距离以较高速度完成；有氧能力主要支持反复冲刺和轮换间恢复，不能替代速度耐力与专项滑行。花样滑冰的成绩高度依赖高价值多周跳的起跳速度、角动量、空中紧凑姿势和稳定落地，同时需要力量、灵活性、平衡与节目重复能力。冰壶则依赖投壶精度、刷冰力量耐力、感知判断、沟通和实时策略，体能训练应服务于技术一致性和决策，而非追求无关的高训练量。

二、建议

先按项目限制因素设计训练：长道优先发展在低姿势下的耐力与技术稳定性；短道强化反复加速、弯道施力和战术模拟；雪车与钢架雪车围绕起步速度和水平功率；无舵雪橇突出上肢爆发力；场馆项目分别对应轮换、跳跃落地或投壶与刷冰技术。

把专项训练留给最有价值的内容：当冰上时间或局部负荷限制训练量时，可用自行车、有氧间歇和力量训练建立一般能力，再把有限的冰上训练集中于姿势、起步、弯道、跟滑、比赛情境和器材控制等难以在陆上替代的能力。

监控应同时覆盖外部与内部负荷：结合冰上速度、加减速、轮换或起步分段、动作质量、心率、主观用力和恢复状态。冰球按位置和轮换需求个体化；花样滑冰在成长发育期重点监控跳跃次数与落地质量；重力滑行项目用起步速度曲线区分加速能力和装载技术。

谨慎看待证据强度：本文是叙述性而非系统综述，没有正式偏倚评估或 Meta 分析。速度滑冰证据相对丰富，而无舵雪橇、花样滑冰、冰壶及女性运动员的纵向数据明显不足，部分建议来自相关项目或机制研究的外推。实践中应把这些结论作为制定和检验训练假设的框架，而不是固定处方。

编译来源：Sperlich B, Zoppirolli C, Hettinga F, et al. Olympic Ice Sports: A Narrative Review and Perspectives Toward Milano-Cortina 2026. Scand J Med Sci Sports. 2026;36(2):e70213. doi:10.1111/sms.70213.

译者：邓鉴峰

训练负荷对半精英与精英运动员肌肉损伤标志物及运动表现的急性影响：系统综述与 Meta 分析

一、背景

高强度训练是精英和半精英运动员备战比赛的必然要求，但训练负荷突然增加会引起运动诱导的肌肉损伤（EIMD），表现为肌酸激酶（CK）、炎症因子升高，肌肉酸痛增加，肌肉收缩能力下降。若损伤持续存在，可能影响后续训练质量、适应过程和伤病风险。过去关于 EIMD 与训练负荷关系的研究多集中在普通人群或非赛季阶段，对精英和半精英运动员在整个赛季不同阶段、尤其是微周期和中周期转换时的急性反应，还缺乏系统整合。因此，本文通过系统综述和 Meta 分析，重点回答三个问题：赛季前集训初期 EIMD 如何变化；相似训练负荷的两个时间点之间是否出现“重复运动效应”（RBE）；训练负荷急性升高或降低时，EIMD 和表现指标是否同步变化。

二、方法

作者按照 PRISMA 指南，检索 CINAHL、PubMed、Scopus、SPORTDiscus 和 Web of Science 等数据库，纳入半精英或精英运动员、团队或个人项目、至少 2 周结构化周期训练、测量急性训练反应的研究。排除动物研究、非英文文献、会议摘要、综述和病例报告。研究质量采用 Kmet 工具评价。定量分析主要针对 CK 生成森林图，其他炎症因子、主观酸痛和体能表现因研究数量不足作定性总结。

三、结果

最终纳入 32 项研究，共 493 名运动员，男性 419 人、女性 74 人，平均年龄约 22.6 岁，研究质量总体较高。Meta 分析显示：赛季前集训初期，CK 显著高于休赛期（$Z=4.99$，$p<0.00001$，$I^2=74\%$），炎症因子和其他间接肌肉损伤指标在多数研究中也有升高。相似训练负荷的两个时间点之间，CK 总体无显著变化（$Z=1.43$，$p=0.15$，$I^2=74\%$），但团队项目亚组出现小的 RBE 效应（$p<0.01$，$ES=0.40$），个人项目不明显。训练负荷升高时 CK 显著升高（$Z=4.26$，$p<0.0001$，$I^2=36\%$），训练负荷降低时 CK 显著下降（$Z=4.33$，$p<0.0001$，$I^2=79\%$），团队和个人项目反应基本一致。定性分析中，炎症因子、主观酸痛和体能表现对负

荷变化的反应并不一致，部分研究报道升高，部分报道不变或下降。

四、讨论

结果说明，CK 对训练负荷的急性变化比较敏感，尤其在赛季前集训初期和负荷明显增减时，可作为监测运动员生理应激的实用指标。相似负荷下 CK 总体稳定，提示一定程度的适应可能存在，但 RBE 是否真正出现仍不能确定。原因包括：碰撞性项目还存在撞击诱导的肌肉损伤，可能掩盖或干扰 EIMD 反应；不少研究没有同时报告内部和外部训练负荷，难以确认两个时间点的负荷是否真正相似；不同项目、位置、年龄和水平也会影响反应。体能表现指标较少，且部分研究以赛季前基线作比较，可能把急性下降掩盖在长期训练适应中。研究局限还包括女性比例低、组水平分析无法反映个体差异、异质性较高等。

五、结论

精英和半精英运动员在赛季前集训初期会出现明显的肌肉损伤标志物升高；相似训练负荷期间 CK 总体不显著变化；训练负荷急性升高或降低时，CK 会同步升高或下降。CK 可作为一种敏感、实用的监测工具，帮助教练在赛季阶段转换或中周期调整时了解运动员的生理反应。但现有证据尚不足以确认 RBE，未来研究应同时记录内外负荷，加强女性运动员和个体化监测，并结合体能表现指标，以更全面判断运动员是否适应训练刺激。

编译来源：Simmons R, Doma K, Sinclair W, et al. Acute Effects of Training Loads on Muscle Damage Markers and Performance in Semi-elite and Elite Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Med. 2021;51:2181–2207. doi:10.1007/s40279-021-01486-x.

译者：徐恺

伤病监测、场上康复与重返赛场标准：男子职业足球现行实践的调查研究

球员受伤后恢复训练，并不等于已经具备比赛所需的全部能力。伤病监测、场地康复与重返赛场之间如何衔接，一直是教练组和医疗团队共同面临的难题。2025 年 5 至 9 月，研究者对 81 名职业男足俱乐部的医疗与体能从业者进行了问卷调查，梳理了当前各队的实操现状以及复训、复赛的决策依据，旨在为球队完善康复流程提供参考。

一、研究结果

伤病记录标准尚未统一：各队对“康复何时结束”“复训后还要监测多久”并没有统一的界定。

复训复赛阈值仍缺乏共识：在场地外部负荷监测方面，99%的团队采用全球导航卫星系统。总跑动距离、加速次数和减速次数是最常用的三项指标，使用率分别为 98%、96%和 96%。不过各队设定的复训、复赛目标差异较大，目前尚缺乏复训复赛标准的统一阈值。

复训与复赛的考察重点不同：复训决策阶段，球员既往伤病史的影响权重最高；复赛决策阶段，影响权重排名前三的核心因素依次为球员主观准备状态、身体机能水平与跑动能力目标完成度。进入复训后期，场上位置专项要求、战术匹配度及高速跑、冲刺相关指标的权重会显著提升。

团队沟通协作问题：60%和 65%的受访者分别在复训和复赛决策中采用了多部门共同决策的模式，多数团队也重视球员本人的参与，但跨部门沟通仍是普遍认为需要改进的环节。

二、实践应用建议

统一伤病记录的口径：明确界定“全面复训”和“重返比赛”的含义，对伤病部位、性质、发生时间以及与既往伤病的关联做出统一记录规范，并指定专人负责记录与审核，确保能够连续追踪。

康复推进应结合专项要求：根据伤情、球员伤前表现以及场上位置，逐步恢复跑动总量和训练强度。

将负荷监控与球员反应相结合：应将跑动数据与力量测试结果、疼痛和球员

主观疲劳反馈、心理准备结合起来综合判断。球员恢复合练后，仍需根据伤病严重程度和个人反应持续监测，不能仅凭康复天数或某一项测试达标就决定复赛。

建立清晰的决策流程：由教练、队医、康复师、体能人员与球员共同沟通，明确各阶段目标、当前局限和下一步安排，并记录决策依据。

编译来源：Dixon B, Alexander J, Harper D. Injury surveillance, on-field rehabilitation and return-to-play criteria: A survey of current practices in male professional football. J Sports Sci. 2026. doi:10.1080/02640414.2026.2745280.

译者：殷明越

负荷—速度曲线的信度、设备间一致性与效度：系统综述与 Meta 分析

最大力量是制定抗阻训练强度和评估训练适应的重要指标，通常以 1 次重复最大重量（one-repetition maximum，1RM）表示。然而，频繁进行 1RM 测试耗时且可能增加疲劳，因此利用不同负荷下的动作速度建立负荷—速度（load-velocity，LV）关系，并据此监控训练状态或预测 1RM，已成为基于速度的训练中的常用方法。该方法的前提是速度测量本身具有足够的效度和信度，同时预测模型产生的误差处于可接受范围。当前商用设备包括线性位置传感器（linear position transducer，LPT）和惯性测量单元（inertial measurement unit，IMU）等，但不同设备、动作和负荷条件下的结果并不一致，高相关性也未必意味着设备之间能够直接互换。

Claassen 等人于 2026 年发表在《Sports Medicine - Open》的系统综述与 Meta 分析，将研究分为两个部分：第一部分评价商用速度传感器的效度、设备一致性及日内和日间信度，共纳入 63 项研究；第二部分评价基于 LV 关系的 1RM 预测模型，共纳入 38 项研究。研究进一步考察传感器类型、动作类型、训练强度、速度指标和预测方法等因素对结果的影响，旨在明确速度监控和 1RM 预测在训练实践中的适用边界。

一、负荷—速度曲线的测量质量与 1RM 预测表现

1. 商用速度传感器总体可靠，但不同技术路线差异明显

Meta 分析显示，商用速度传感器总体具有较高的相对测量质量。以金标准系统为参照时，速度传感器的合并效度达到良好至优秀水平，ICC 约为 0.91；不同设备之间的一致性同样较高，合并 ICC 约为 0.92。日间和日内重复测量的合并 ICC 分别约为 0.90 和 0.91，说明多数设备能够较稳定地反映个体之间以及重复测试中的速度差异。

然而，高总体指标掩盖了明显的设备差异。LPT 的结果相对稳定，其效度范围整体较集中；IMU 的研究结果波动更大，不同设备和动作中的相关或一致性从较低到优秀均有出现。作者认为，这可能与两类设备的测量原理有关：LPT 通常直接根据位移随时间变化计算速度，而 IMU 需要通过加速度信号积分获得

速度，更容易受到噪声、漂移和校准方式影响。因此，不能根据“IMU”或“LPT”的类别简单判断某一设备是否可靠，而应关注具体设备在特定动作条件下的验证证据。动作和训练强度同样会影响测量表现，中高强度负荷下部分设备之间的一致性高于低强度条件，而复杂多关节动作中的测量结果更容易波动。

2. 高相关性不等于测量误差小，设备互换仍需谨慎

该综述特别指出，当前文献普遍依赖 ICC 或 Pearson 相关系数评价设备性能，但这些指标主要反映个体排序的一致性或变量之间的相关程度，并不能直接说明两次测量或两台设备的数值有多接近。因此，即使 ICC 或相关系数很高，也不能据此认定不同设备可以直接替换使用。

真正判断实际应用精度还需要报告系统误差和随机误差，例如 Bland-Altman 一致性界限、平均绝对误差、平均绝对百分比误差或测量标准误等。然而，纳入研究中只有少部分系统评价了这些绝对误差，部分研究甚至仅展示相关性或对一致性结果解释不足。这意味着，目前关于速度传感器“相对可靠”的证据较充分，但对于教练最关心的“速度变化多少才是真实变化”“不同设备相差多少可以接受”等问题，证据仍不完整。尤其在利用速度变化监控细微疲劳或训练适应时，仅依靠较高 ICC 并不足以支持实践决策。

3. 基于负荷—速度关系预测 1RM：动作与个体化的影响

基于 38 项研究的结果，LV 关系预测 1RM 总体表现出较高的相对信度和效度。日间信度的合并 ICC 约为 0.90，预测值与实际 1RM 之间的总体相关也较高。然而，不同动作之间存在显著差异，其中深蹲和硬拉等复杂下肢动作的预测稳定性和效度相对较低，而上肢动作的结果总体更加稳定。作者认为，下肢复合动作位移范围更大、杠铃轨迹更复杂，可能降低 LV 关系的稳定性和可预测性。

预测方法方面，目前尚不能简单认定两点法优于多点法。研究提示，负荷点所处的位置及其覆盖的速度范围可能比单纯增加测试负荷数量更加重要。个体化则显示出较明确的优势：个体化回归方程的预测表现优于通用方程，针对个人优化最小速度阈值也可能减少深蹲和硬拉等动作中的预测偏差。值得注意的是，群体水平的高相关性仍可能掩盖较大的个体误差。例如，有研究在硬拉中观察到整体约 5～10 kg 的高估，但个体误差范围明显更大。因此，LV 预测可以作为实际 1RM 测试的辅助甚至替代手段，但前提是其绝对误差对具体训练目的而言可以

接受。

二、总结与实践应用建议

现有证据表明，商用速度传感器总体具有良好至优秀的相对效度和信度，LPT 的表现通常比 IMU 更稳定；基于 LV 关系预测 1RM 也具有较高的平均信度和效度。但这些总体结果不应被理解为所有设备、动作和预测模型都具有同等精度。传感器技术、动作复杂程度、训练强度以及预测模型均会影响结果，尤其是深蹲和硬拉等复杂下肢动作，其预测误差和个体差异更值得警惕。

在训练实践中，速度监控应优先选择具有相应动作验证证据的设备，并尽量在长期监控中保持设备、安装位置、动作标准和速度指标一致，避免不同设备之间直接替换。评价设备或运动员状态时，不应只关注 ICC 和相关系数，还应结合绝对测量误差判断观察到的速度变化是否超过设备本身的误差范围。利用 LV 关系预测 1RM 时，应优先建立个体化负荷—速度曲线，合理选择能够覆盖较大速度范围的负荷，并在条件允许时使用较高负荷提高外推稳定性。对于复杂下肢动作，还应定期以实际 1RM 或其他参考测试核验预测结果。总体而言，基于速度的训练能够提供高效、低疲劳的力量监控手段，但其价值取决于是否充分考虑设备特性、动作特异性和绝对测量误差，而不能仅凭“高相关”判断其准确性。

编译来源：Claassen N, Siegel SD, Sproll M, et al. Reliability, Device Agreement and Validity of Load–Velocity Profiles: A Systematic Review with Meta-analysis. Sports Med Open. 2026;12:131. doi:10.1186/s40798-026-01102-0.

译者：戴思雨

实验室表现指标与越野滑雪雪上竞赛成绩的关联：瑞士国家队 15 年数据分析

越野滑雪的实验室测试能否反映雪上比赛能力，是训练监控和运动员评价中的核心问题。距离赛与短距离赛均需要有氧能力、无氧能力、力量及技术战术能力，但各项能力的相对重要性有所不同。既往研究多为小样本横断面分析，难以说明同一运动员在职业生涯中的指标变化与比赛表现如何联系。本研究整合瑞士国家队 15 年测试资料，比较不同实验室指标与雪上比赛成绩的关联，并分析性别和年龄的影响。

一、研究设计

1. 研究对象与资料来源

研究纳入 106 名瑞士国家队越野滑雪运动员，其中男性 62 名、女性 44 名，涵盖青年和成年运动员，包括世界杯、世锦赛及奥运会冠军。研究采用开放队列设计，分析 2008—2023 年每年 9—10 月的赛前测试，并与随后冬季的比赛成绩配对。运动员平均贡献 4.4 ± 3.6 年的资料，范围为 1～16 年，各项测试的有效样本量有所不同。

某一年度纳入分析须至少完成 1 项有效实验室测试，并在随后冬季相应比赛类别中参加至少 5 场国际滑雪联合会（FIS）赛事。雪上表现采用赛季末公布的距离赛和短距离赛 FIS 积分评价，积分越低代表成绩越好。测试失败、相关赛事不足，以及已知伤病或过度训练迹象对应的无效观察资料予以剔除。

2. 测试指标与分析方法

距离赛相关指标包括 24 min 双杖推撑测试平均相对功率、第二乳酸阈（LT2）相对功率、相对最大摄氧量及相对血红蛋白总量。双杖推撑测试由 3 组 8 min 自主配速跑台滑轮计时测试构成，组间被动恢复 2 min；每组包括 3° 坡度 5 min 和 5° 坡度 3 min。LT2 通过递增负荷滑轮测试确定。

短距离赛相关指标包括 1 min 跑台滑轮滑行平均绝对功率、无负重蹲跳峰值绝对功率、绝对最大摄氧量及去脂体重。1 min 测试采用 G3 自由式滑行技术；蹲跳从膝关节约 90° 的静止姿势开始，双手叉腰，取 3 次测试中的最高峰值功率。血红蛋白总量采用一氧化碳重复呼吸法测定，身体成分采用双能 X 线吸收

法评价。

研究分别建立线性混合效应模型，以 FIS 积分为结局，纳入单项测试指标、性别、年龄及相关交互作用，并以运动员个体作为随机效应处理重复测量。因此，模型解释率反映测试指标与性别、年龄等固定效应的共同解释能力。

二、主要结果

1. 距离赛表现与专项耐力和有氧能力关系密切

24 min 双杖推撑、LT2、相对最大摄氧量及相对血红蛋白总量均与距离赛 FIS 积分显著相关。上述指标对应模型的边际决定系数分别为 0.43、0.28、0.42 和 0.36，即固定效应共同解释 28%～43%的积分变异；进一步计入个体随机效应后，条件决定系数为 0.80～0.85。整体而言，双杖推撑专项耐力和相对最大摄氧量与距离赛表现的关联较强。

女性双杖推撑和 LT2 指标与距离赛积分的关联强于男性，性别交互作用分别达到 P=0.019 和 P=0.002。双杖推撑的标准化模型系数在女性和男性中分别为−0.58 和−0.35，LT2 分别为−0.44 和−0.13。相对最大摄氧量与血红蛋白总量的性别交互作用未达到统计学显著水平。

2. 短距离赛更突出专项高速输出与爆发力

1 min 专项滑行、蹲跳峰值功率、绝对最大摄氧量及去脂体重均与短距离赛积分显著相关（均 P≤0.001）。对应模型的边际决定系数分别为 0.66、0.50、0.50 和 0.33，计入个体随机效应后的条件决定系数为 0.81～0.94。1 min 专项测试对应模型的解释率最高，反映短时间内持续输出高功率的重要性。

1 min 专项滑行的性别交互作用显著（P=0.001），女性和男性的标准化模型系数分别为−1.08 和−0.25。蹲跳功率、绝对最大摄氧量及去脂体重的性别交互作用未达到显著水平。1 min 测试分析实际包括女性 10 名和男性 26 名，其结果应结合样本规模解释。

3. 指标与比赛表现的关联随年龄变化

年龄与距离赛和短距离赛积分均显著相关。较年轻运动员的双杖推撑、LT2 和血红蛋白总量改善，与距离赛积分下降的关联更强；在短距离赛中，1 min 专项滑行、蹲跳功率和绝对最大摄氧量也呈现相似的年龄交互作用。相对最大摄氧量对距离赛、去脂体重对短距离赛的关联则未呈现显著年龄交互作用。

三、实践启示

测试组合应对应比赛任务。距离赛运动员可重点跟踪双杖推撑专项耐力、相对最大摄氧量和乳酸阈表现；短距离赛运动员应同时关注 1 min 专项输出、下肢爆发力、绝对有氧能力和身体成分。将专项计时测试与生理、力量指标结合，有助于识别不同能力环节的变化。

女性运动员的双杖推撑表现与距离赛成绩联系较强，可将上肢主导的专项耐力作为重点评估内容；短距离赛应重视专项高速输出和下肢爆发力。男性不同指标的关联较为均衡，训练评价宜覆盖多种生理能力。上述关联可用于确定关注方向，训练安排仍需结合运动员的个体发展资料。

长期监控应同时考虑年龄和竞技水平。青年阶段测试改善与积分变化的联系更明显；随着运动员进入较成熟阶段，技术、战术、比赛经验及项目环境等因素可能更能解释剩余表现差异。教练员应比较同一运动员跨赛季的能力组合与比赛表现，结合赛道、器材和比赛条件解释实验室结果。

四、结论

瑞士国家队长期资料表明，越野滑雪的实验室测试价值具有比赛类别、性别及职业生涯阶段的特征。专项计时表现、有氧能力、爆发力和身体成分共同构成较完整的能力评价框架。研究为纵向监控提供了依据；其观察性设计、队伍选拔造成的留存差异及连续训练资料缺失，使结果更适合用于解释表现关联和选择测试项目。

编译来源： Bucher E, Wehrlin JP, Trösch S, et al. Associations Between Laboratory-Based Performance Indicators and On-Snow Competitive Success in Elite Cross-Country Skiing: A 15-Year Analysis of the Swiss National Team. Int J Sports Physiol Perform. 2026;21(6):715–724. doi:10.1123/ijspp.2025-0230.

译者：殷明越

整合性现场健康与运动表现研究：在运动员比赛与训练营中开展研究的实验方法与组织实施叙述性综述

高水平运动员的训练与比赛为认识人体运动能力提供了独特条件。便携式气体代谢分析仪、血液分析仪、动作捕捉和可穿戴设备的发展，使研究者能够在真实训练与比赛中同步记录健康与运动表现数据。现场研究能直接回应训练实践问题，同时需要处理环境难以控制、测试时间有限及运动员负担等挑战。本叙述性综述整合生理、营养与能量代谢、生物力学、神经肌肉、认知及心理社会研究方法，为比赛和训练营中的研究设计与组织实施提供指导。

一、研究范围与基本原则

本文将现场运动研究界定为：在运动员或运动队日常训练、比赛及医疗康复环境中采集数据的研究。运动生态效度强调研究设计和结果对特定项目、运动员及运动队的适用性。研究团队应根据问题选择经过验证、能够实施且对运动员干扰较小的方法，在科学控制与真实情境之间作出合理安排。作者由各领域专家分别检索有关测量方法与组织实施的文献，重点评价适用性、科学依据、可行性、人员设备条件，以及时间、经费和运动员参与成本。

二、研究筹划与组织实施

1. 尽早明确目标、分工与可行性

项目启动时，应与运动员、教练员、科研和医疗人员、赛事组织者及相关管理机构共同确认目标，评估经费、设备、人员、场地和时间条件。不同合作方可能同时关注竞技表现、科学成果或产品应用，需要提前明确各方需求、沟通机制和职责。研究团队还应在实施前商定成果发表计划，并考虑涉及竞争优势的信息发布时机。

2. 将研究测试嵌入训练安排

运动员的首要目标是完成训练并取得最佳比赛表现。研究方案宜与运动员和教练员共同制定，测试应结合训练课、进食、恢复及比赛时间安排。将力竭测试放在休息日，可能破坏负荷与恢复计划。增加测试人员和并行设备、在驻地采样等方式能够缩短等待及往返时间；重复测试还应尽量统一设备、测试时刻和相关营养状态。

3. 结合个体正常波动判断实际意义

精英运动员的表现差异很小，微小进步也可能改变比赛名次。解释干预效果时，应同时考虑个体既往成绩的正常波动、重复测量结果及教练员对改善幅度的合理预期。原文以奥运会赛艇运动员的研究为例：20 人中 18 人在干预后计时表现改善，多数人的变化超过既往正常波动。此类信息有助于判断小幅变化的竞技意义，研究结论仍应与设计能够支持的解释范围一致。

4. 提前处理伦理、知情同意与数据权限

现场研究同样需要伦理审批。方案应交代身体与心理安全、测试负担、保密、利益冲突及数据管理。当科研人员同时承担营养、医疗或表现支持工作时，应充分考虑其与运动员之间的关系对自愿参与的影响，知情同意宜由与运动员没有既有服务关系的研究人员完成。使用可穿戴设备前，还应确认比赛规则、反兴奋剂要求、第三方平台的数据权限及敏感健康信息的保护方式。

三、主要现场测量方法

1. 生理监测与临时实验室

数据可在正式比赛、模拟比赛或日常训练与训练营中采集。便携设备能够测量血乳酸、呼吸气体和局部肌氧等指标，但选择时应核查其在目标运动强度及环境下的误差。温度、气压、高通气量和运动伪差都可能影响结果。近红外光谱可用于测量局部肌氧饱和度，其可靠性会随运动强度和动作条件变化。现场实验室的运输、设备防护、校准和测试流程应在出发前完成规划。

2. 可穿戴设备与关键事件记录

轻便传感器有利于连续采集生理、动作和环境数据。设备的精度、采样能力及佩戴方式应符合研究目的与专项要求。采集过程中应记录开始与结束、补给、休息、暂停及换人等事件，使后续分析能够对应真实训练比赛过程。对于无法重复的比赛，应准备备用电池、备用设备及可行的冗余采集方案。解释数据时，还需考虑环境和运动员个体差异。

3. 无标记动作捕捉

基于视频的无标记动作捕捉减少了对运动员的干扰。相机视野重叠、帧率、分辨率、曝光和光照条件直接影响三维重建质量；与测力台或惯性传感器联合使用时，应做好同步和校准。现有方法对跑步等直线、重复性动作的可靠性通常较

好，对复杂多平面动作、小肢段运动及多人同时追踪的测量更具挑战。正式采集前应在相近环境下进行预试，并准备数据存储与备份。

4. 神经肌肉与认知运动疲劳

现场肌力或力矩测试需要兼顾仪器的稳定性和便携性。采用神经或肌肉刺激方法时，应提前说明测试价值并安排熟悉过程。认知运动测试可以使用平板或笔记本电脑完成，但学习效应会干扰疲劳判断，因此正式测试前应给予充分练习。测试时尽量提供安静空间，并记录测试时刻、睡眠、咖啡因摄入等可能影响结果的因素。

5. 膳食摄入与能量消耗

研究者应先明确目标是控制短期饮食、记录习惯性摄入，还是评价干预后的变化，再选择记录工具。食物份量判断、漏报、赛事补给及旅行安排都会增加误差。原文引用的综述显示，运动员自报能量摄入与客观总能量消耗比较时平均低估约 19%，个体误差较大。应提前培训记录方法，保持沟通，并确认训练营和比赛期间的供餐能够满足运动员需要。

能量消耗评估应区分静息、运动和全天总能量消耗。便携式间接测热设备的准确性与测量范围有关，许多可穿戴设备在运动员中会低估能量消耗。双标水法适于现场全天总能量消耗测量，但需准确记录剂量、体重及采样时间，妥善密封、运输样本并保留备份。饮食记录本身也可能影响行为，对存在进食问题风险的运动员，应结合专业意见设计和实施方案。

6. 心理社会体验

问卷、访谈和现场观察能够揭示运动员的情绪、疼痛、自我调节及环境体验。针对人数有限的精英运动员，纵向访谈与训练比赛观察有助于理解定量指标背后的具体情境。研究者应围绕研究问题确定重点，并与运动员核对和讨论解释，使其经验与观点得到准确呈现。

四、女性运动员研究的特殊考虑

月经周期、激素避孕方式及个体内分泌状况可能影响测量结果，且同一运动员不同月份的情况也可能变化。仅凭自报月经规律，不能确认正常排卵。作者建议，涉及女性运动员的研究应记录月经状态，至少开展周期追踪并确认排卵；当激素环境、周期阶段或性别差异为主要研究目标时，应直接测量相关激素。训练

营和比赛难以统一所有人的周期阶段，应根据研究目的与资源，明确记录方法和测试条件。

五、结论与实践启示

现场研究的成功依赖于对专项的深入理解、运动员与教练员的信任、严密的组织协调，以及可靠的方法学能力。作者报告，一项围绕 6 天超长距离比赛的综合研究筹划约 1.5 年，29 名研究人员分为 6 个专业小组，在包含赛前赛后测试的 12 天内累计工作约 2400 h，产生超过 1 TB 数据。这说明现场科研的质量需要充分的前期准备和人员协作。

对运动队而言，应从能够改善健康与运动表现的具体问题出发，优先选择负担较低且测量可靠的核心指标；对研究团队而言，应将预试、标准化采集、应急安排和情境记录纳入同一方案。通过把现场观察与实验室研究相结合，可进一步理解高水平训练比赛的实际要求，并提高研究结果在专项实践中的应用价值。

编译来源：Stellingwerff T, Burke LM, Caldwell HG, et al. Integrative Field-Based Health and Performance Research: A Narrative Review on Experimental Methods and Logistics to Conduct Competition and Training Camp Studies in Athletes. Sports Med. 2025;55(6):1377–1403. doi:10.1007/s40279-025-02227-0.

译者：殷明越

主　　编：陈志宇　曹景伟　　**副主编：毛丽娟　赵杰修**
执行主编：程　谦　徐建方　　**编　委：陈小平　黎涌明**
地　　址：北京市东城区体育馆路 11 号　　**邮　编：100061**
电　　话：010-87182595　　**传　真：010-87182600**