



述评专家简介: 陈小平, 先后毕业于山西大学体育系和沈阳体育学院研究生部, 后就读于德国科隆体育学院运动训练学专业, 获德国体育科学博士学位。相继在山西大学、北京体育大学和清华大学任教, 现为宁波大学体育学院教授、副院长。主要从事竞技运动训练的理论与实践的教学与研究, 近年来发表60余篇研究论文, 出版专著3部, 对我国训练理论和实践存在的问题进行了深入地反思和审视, 在我国训练界产生了较大反响。

评析文章: Training and Overtraining Markers in Selected Sport Events

Ulrich Hartmann, Joachim Mester. (2000). *Med.Sci.Sports Exerc.*, 32(1):209-215.

对 Hartmann 等“体育项目中的训练与过度训练特征”一文的述评

陈小平 (清华大学, 中国北京)

关键词: 过度训练; 训练控制; 训练负荷; 训练强度; 血尿素; 肌酸激酶

Comments on the Article "Sports Training and the Characteristics of Over Training" by Hartmann and the Others

Key words: over training; training control; training load; exercise intensity; serum urea; serum creatine kinase

本章提要: 在竞技运动训练中, 训练负荷扮演着极其重要、不可或缺的角色。它直接关系到训练效果和运动水平的优劣, 是运动员从选材到结束运动生涯整个训练过程中最核心和最关键的因素。适宜的训练负荷可以带来优质的训练质量, 而不适宜的训练负荷则不仅不能提高运动水平, 而且会造成运动损伤或过度训练。因此, 在训练过程中, 定期对训练负荷进行检测、分析和评定, 是减少训练盲目性和提高训练效率的重要工作。

德国科隆体育学院哈特曼 (U.Hartmann) 和梅斯特 (J.Mester) 教授的“体育项目中的训练与过度训练特征”是研究训练负荷监控和过度训练问题的一篇优秀论文。该论文的设计缜密、方法严谨、特点突出, 研究结论在理论和实践两个方面均有较大意义。为此, 我们向读者推荐这一研究成果, 并对其进行评述, 以促进我国竞技体育科研的发展。

研究背景和意义

从宏观上看, 运动训练对运动员的影响和作用具有3种可能, 提高、保持或降低运动水平。在长期的训练过程中, 教练员和运动员都期待着前两种结果, 提高或保持运动能力, 而不希望看到运动能力的下降。但是, 良好的愿望并不能改变这一事实, 运动能力有可能在错误的训练下出现降低。如果运动员长期受到高负荷的刺激, 机体得不到有效的恢复, 就会导致运动水平的下降, 严重时还可能引起神经性疲劳, 即被称作“过度训练”的运动性疲劳疾病。

“过度训练 (over training)”是指, 一种持续的运动成绩与运动能力之间的不一致, 即运动员机体在没有明显疲劳的情况下, 出现运动水平的持续下降^[1]。目前, 对于过度训练的生理机制仍然没有定论, 但一般认为, 过度训练是一种由于植物神经功能紊乱而引发的运动能力下降^[2]。过度训练对于运动训练的危害是显而易见的, 许多运动员因此而中断训练, 甚至退出竞技生涯。因此, 过度训练一直是各个运动项目极为关注的问题, 是运动训练监控的主要内容。

运用生理、生化指标对运动员身体机能状态进行监控, 是预防过度训练的发生、提高训练效率的重要途径和方法。在这项工作中, 指标的典型性、可靠性和可操作性决定着训练监控的水平。所选择的指标必须符合专项的特点和要求,

应该准确和客观地反映运动员机体的某种能力或状态, 并且在多次测试中表现出高度的稳定性和可操作性。当前, 对各种训练监控指标的鉴别、筛选和应用已经成为体育科研的一项重要研究内容, 是提高运动训练科学化水平的一个至关重要的环节。

血尿素 (serum urea) 和血清肌酸激酶 (serum creatine kinase) 是目前国内外竞技训练界经常使用的检测和评价运动员机体疲劳程度、监控训练负荷水平的重要指标。一般认为, 运用心率和血乳酸指标检测运动员的训练负荷强度, 运用血尿素指标检测运动员训练负荷总量, 运用血清肌酸激酶检测运动员受到的异常负荷刺激^[3]。

血尿素是氮化合物和蛋白质的最终代谢产物。人体在正常情况下, 血尿素的生成和排泄处于平衡状态, 而在长时间大强度运动后, 机体蛋白质的合成与分解速率出现差别, 分解大于合成, 血尿素的生成量增加。在竞技运动训练中, 人们利用血尿素与机体蛋白质代谢之间的关系, 将其作为检测和评定运动员机体疲劳状态、监控训练负荷的指标。血清肌酸激酶的主要功能是催化磷酸肌酸与肌酸之间的转化, 在竞技训练中一般将其作为检测肌肉应激状态的指标。人们发现, 正常训练情况下, 运动员的血清肌酸激酶变化不大, 但是在异常刺激或长时间能量缺乏的情况下, 血清肌酸激酶活性



出现显著增高^[4]。

然而，从目前的运动生理理论与实际应用情况来看，运用血尿素和血清肌酸激酶指标对运动员的训练负荷以及过度训练进行检测和评定，仍然存在很大的争议。以血尿素为例，一些研究认为，人体血尿素值在安静状态时保持在 5 mmol/l 以下，负荷后增至 5~7 mmol/l，在连续大运动量训练后可以达到 9 mmol/l 左右^[5]。而另一些研究则认为，血尿素值与不同训练负荷之间缺乏显著相关^[6]。血尿素和血清肌酸激酶指标的个体差异性，对疲劳程度的量化评价，以及长期疲劳或过度训练临界值的确定，目前仍然没有定论。

鉴于此，哈特曼和梅斯特选择对“体育项目中的训练与过度训练特征”进行研究，其主要目的是对血尿素和血清肌酸激酶这两个检测和评价训练负荷的典型指标进行研究，分析并评判该指标在监控训练负荷和诊断过度训练的可靠性和准确度。

值得学习的优点

与同类研究比较，“体育项目中的训练与过度训练特征”的研究具有以下特色。

(1) 充分了解和掌握了研究现状

该研究对大量以往的研究成果进行了深入分析与总结，引用了多篇有关过度训练、血尿素和血清肌酸激酶研究的重要成果。该文引用了 Isreal 的研究成果，将过度训练分为由交感或副交感神经为诱因的两种类型，这是截至目前对过度训练机理最具权威的解释^[7]。Lehmann 等人对过度训练的形成过程进行了深入研究^[8]，提出了“过度训练”和“过分训练”的概念，认为过度训练是一种“长期”的超负荷形式，而过分训练则是一种“短期”的过度训练，这也是有关过度训练的经典论述。

作者还对训练负荷和过度训练的生理生化检测和评定进行了综述和分析。认为在对血尿素和血清肌酸激酶指标能否评价过度训练的问题上，目前仍然存在不同的研究结论和看法。一些研究认为，大多数生化指标还不能对过度训练的发生和程度进行准确地诊断，例如 Karvonen、Wilmore 和 Costill、Martin 和 Coe 等人的研究（参考文献见原文）。而另外一些研究则认为，这两个指标可以反映运动员在训练负荷后的机体生理状态，例如以 Dohm 和 Dolny 为代表的研究成果，他们将运动员血尿素的正常值定义在 1.7~8.3 mmol/l 的范围，如果超过 8.3 mmol/l 就可视为出现了过度训练（参考文献见原文）。由此可见，尽管在指标的精确度方面仍然存在许多争议，但是在目前竞技运动训练中，血尿素和血清肌酸激酶仍然是常用的监控训练负荷的指标，这一点也可以从我国许多项目的训练监控工作中得到印证。在这一研究背景下，哈特曼和梅斯特提出了该研究的主要任务——探查血尿素和血清肌酸激酶对训练负荷和过度训练的诊断功能。

对以往研究成果的深入分析与总结，为课题的研究奠定了扎实的基础，人们既可以从中学了解到该领域的研究现状和发展趋势，又可以发现以往研究中存在的问题以及尚未研究的问题。更为重要的是，对前人研究成果的广泛和深入地分析，为本课题的研究在选题和方法上提供了依据，明确了研究的目的和任务，提升了研究的意义和作用。

(2) 高质量、大样本的实验对象

拥有数量大和质量高的实验样本是该研究的一个突出特点。血尿素指标的研究结果建立在对 1 002 名运动员（男子：717 名，女子：285 名）的测试基础之上，血清肌酸激酶的研究结果来源于 847 名运动员（男子：497 名，女子：350 名）的数据。在以运动员为研究对象的竞技体育科研中，拥有数量如此之大的研究对象是十分少见的，尤其是所有受试对象均来自于德国赛艇项目的具有国家和世界水平的运动员，更增大了研究的意义。在大样本、高水平测试对象的支持下，该课题取得了突出的研究成果，根据 6 981 个数据建立了男运动员 5~7 mmol/l 和女运动员 4~6 mmol/l 的血尿素均值，从 2 790 例测试数据中提出了血清肌酸激酶的正常值（女运动员：100~150 U·L⁻¹，男运动员：200~250 U·L⁻¹）。

从哈特曼教授以往的科研成果可以看出，多年来他一直致力于竞技体育的研究工作，其主要研究方向在理论上定位在“耐力和耐力的训练”，在项目上集中于赛艇运动员的训练。他曾经对德国 2 000 多名赛艇运动员进行了 15 年的系统跟踪研究，从中取得了大量的研究成果。在这项研究中，尽管前人已经对血尿素和血清肌酸激酶指标进行了很多的研究，该研究并不是一个全新的课题，但是哈特曼教授凭借着实验样本的优势，对前人的研究成果做了进一步地检验，提出了富有卓见的意见。

我们应该看到，以大样本的高水平运动员为研究对象，对那些与运动训练密切相关的课题进行长期和系统的研究，已经成为当前竞技体育科研的一个发展趋势。这些研究也许在研究方法和手段上并不先进，在研究的问题上也不时髦，但是它们以竞技运动训练中迫切需要解决的问题为对象，运用常规的研究方法和手段，对运动员进行长期的研究，解决训练中的实际问题。

(3) 多年的纵向跟踪研究

作者在研究过程中，不仅做了大样本的横向统计分析，而且对部分运动员进行了多年的纵向跟踪研究。在血尿素的测试中，该研究对 19 名运动员进行了超过 100 次的反复测试，据此将运动员分为长期的低、中和高值群组，从中得出“高均值的运动员显示出较大的数值波动，而低于此数值的运动员则相反”的结果。作者在此基础上指出，“为过度训练状态设定的准确临界值（男运动员 8.3 mmol/l，女运动员 7.0 mmol/l）是没有价值的”。在血清肌酸激酶的测试中，同样根据多次测试的结果（女运动员 > 45 次，男运动员 > 55 次）划分出低、中和高值 3 个组，从中得出了与血尿素相似的血清肌酸激酶变化的规律。文中还对 1 名赛艇运动员长达 5 年的训练进行了跟踪研究，记录了训练与停训期间血清肌酸激酶的变化，由此得出了该指标在运动训练过程中的适应性变化规律。

对运动员的训练进行长期系统的跟踪研究，是体育科学研究的一个重要方法，也是对复杂多变的训练过程进行深入研究的有效途径。与通常的研究相比，多年的跟踪研究在设计和操作上会遇到更多的困难，对一个研究对象进行长期的、在同样测试条件下的测试（例如逐年同样的测试时间，同样的测试仪器和同样的测试规则），无疑加大了研究的难度。但是，这种具有很大难度的长期跟踪研究是不可替代的，它的研究结果反映了运动训练（例如训练负荷）的动态变化。通过对多个研究对象多年的系统研究，就可以从中抽



捉到运动训练的动态走向,总结出纵向的多年训练规律,提高长期训练过程的科学性。面对当前在竞技体育科学研究中存在的大量急功近利研究的状况,我们应该提倡对运动员的训练进行长期的系统研究。在这方面,哈特曼教授已经作了大量的工作,那些建立在多年系统跟踪研究基础上的结论,不仅为运动训练的理论提供了丰富的素材,而且对运动训练的实践具有重要的指导意义。

(4) 研究结果具有重大意义

基于对大量高水平赛艇运动员多年的系统和深入研究,作者认为,目前还“没有(一个或一些)简单的参数可以用来诊断过度训练”。为此,他们明确指出,血尿素和血清肌酸激酶指标具有显著的个体差异,不能用一个确定值作为诊断疲劳程度或过度训练的标准,例如将血尿素值8.3 mmol/l和7.0 mmol/l作为男、女运动员过度训练的临界值没有意义。为此,他们建议,对于包括这两个指标在内的大多数参数,必须根据大样本数据建立参数的基准线,测试至少应该在标准条件下每3天进行一次,如果在一段时间的训练后,同时观察到参数数值显著升高和训练耐力下降,则表明机体的分解/合成代谢活动下降或训练耐力不足的可能性升高。

上述研究结论对于许多运动项目,尤其是体能类项目的训练具有很大的意义。它不仅可以使训练界重新认识血尿素和血清肌酸激酶这两个常用的生化指标,反思以往运用这两个指标对训练负荷和过度训练进行诊断的工作,而且能够使我们从中获得正确运用该指标的实际和具体的建议。

研究引发的问题和思考

科学研究和探索是无止境的。虽然这篇优秀的研究报告从选题、研究方法和结果等很多方面给我们带来了许多有价值的认识和启示,但是,同时也引出一些问题和思考。

认为血尿素和血清肌酸激酶指标具有很强的个体差异性,不能建立统计学意义上的诊断过度训练的临界值,是该研究的一个主要结论。根据这一研究成果,是否可以认为,血尿素和血清肌酸激酶指标在很大程度上受到遗传因素的影响?对这一问题,作者并没有给出明确的结论,有待于做进一步的研究。

另外,尽管文章中报道了训练量的显著增大与血尿素含量的增加相联系,以及认为训练量和强度均会对血清肌酸激酶的活性产生影响,但是在文章中却没有对不同负荷训练后两个指标的变化作进一步的深入研究,只是在研究中提到对低强度、超长训练和连续大运动量训练之后的血清肌酸激酶水平进行了测试,却没有给出相应的测试结果。正如该研究报告所说,“虽然引起过度训练的原因至今仍然不明,但是可以确定,过度训练基本上是由于负荷和负荷耐受力之间的失衡造成的,所以,应该更多地从训练内容的角度对过度训练进行研究”。这也许就是向我们提出,今后应该加强这方面的研究工作。

参考文献:

- [1] W.Hollmann, T. (1976). Hettinger Sportmedizin-Arbeits- und Trainingsgrundlagen[M]. Stuttgart-New York, 501.
- [2] De Marees H. (1996). Sportphysiologie[M]. Koln: Sport und Buch Strau β, 82-90
- [3] M.Engelhardt, G.(1994). Neumann Sportmedizin- Grundlagen für alle Sportarten[M]. Munchen, Wien, Zurich BLV Verlag, 114.

- [4] G.Neumann, K.P.(1994). Schuler Sportmedizinische Funktionsdiagnostik[M]. Barth Verlag, 167-168.
- [5] M.Engelhardt, G.(1994). Neumann Sportmedizin- Grundlagen für alle Sportarten[M]. Munchen, Wien, Zurich BLV Verlag, 112-113.
- [6] ANSSEN, G. M. E., C. P. DEGENAAR, P. P. C. A. MENHEERE, H. H. M. L. HABETS, and P. GEURTEN. (1989). Plasma urea, creatinine, uric acid, albumin, and total protein concentrations before and after 15-, 25-, and 42-km contests. *Int. J. Sports Med.* 10(Suppl. 3): 132-138,
- [7] S.Israel Zur Problematik des Übertrainings aus internistischer und Leistungsphysiologischer Sicht[J]. *Medizin und Sport*, 1976, 1, 1-12.
- [8] LEHMANN, M., C. FOSTER, and J. KEUL. (1993). Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25:854-862,

相关文献推荐:

- [1] ISRAEL, S. (1976). Overtraining: an assessment from medical and sport physiological perspective. *Med. und Sport* 16:1-12.
- [2] LEHMANN, M., C. FOSTER, J. KEUL. (1993). Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25: 854-862.
- [3] LEHMANN, M., W. SCHNEE, R. SCHEU, W. STOCKHAUSEN, and N. BACHL. (1992). Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes. *Int. J. Sports Med.* 13:236 -242.
- [4] LEHMANN, M., C. FOSTER, Dickhuth H.H., et al. (1998). Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30 (7):1140-1145.
- [5] MADER, A. (1991). Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 31:1-19.
- [6] MADER, A. (1988). A transcription-translation activation feedback circuit as a function of protein degradation with the quality of protein mass adaptation related to the average functional load. *J. Theor. Biol.* 143:135-157.
- [7] MARTIN, D., and P. COE. (1992). Overtraining: knowing when enough is enough. *Peak Performance*, London 18:9 -10.
- [8] FOSTER, C, M. A. GREEN, A. C. SNYDER, and N. N. THOMPSON. (1993). Physiological responses during simulated competition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25:877-882.
- [9] FISCHER, H. G., U. HARTMANN, R. BECKER, B. KOMANNS, A. MADER, and W. HOLLMANN. (1991). Influence of training on 17-ketosteroids and 17-hydroxycorticosteroid appearance in urine in elite rowers : *Sports and Medicine: Pro and Con (Sport und Medizin: Pro und Contra)*, P. Bernett and D. Jeschke (Eds.). Munich: Zuckschwerdt, pp. 517-519.
- [10] Kuipers, H. (1998). Training and overtraining an introduction. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30 (7):1137-1139.
- [11] 冯炜权. 运动疲劳及过度训练的生化诊断[J]. *北京体育大学学报*, 23(4):498-502, 2000.
- [12] 廖爱萍, 张军波. 过度训练研究进展[J]. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 1: 134-142, 2006.

(责任编辑: 何聪)