

有关超量恢复理论的辩与疑

李雪娇, 张宪亮

(山东大学体育学院, 济南 250061)

摘要: 虽然超量恢复理论在运动训练领域的应用已达半个多世纪, 但却一直饱受争议。运用文献资料法、逻辑分析法对超量恢复理论有关争论点进行全面梳理, 以更深入认识该理论的优劣, 更好发挥该理论在运动训练中的指导作用。首先, 对超量恢复现象的发现及理论的提出、发展进行了回顾, 总结了超量恢复理论的不同观点。其次, 从实体性与功能性方面分别梳理有关研究对超量恢复理论的质疑。从实体性方面梳理, 国内学者认为, 超量恢复理论缺乏对人体极限的认识, 忽视了个体差异及遗传因素对运动能力的影响, 只从综合的角度进行统一的描述。国外学者则建立了“机能储备模型”“改变—适应的时间模型”“竞技潜能元模型”等理论模型对超量恢复理论的合理性提出质疑。从功能性方面梳理, 很多教练员指出超量恢复理论在实际训练应用中的效果欠佳。如果个体按此训练只会使疲劳和负荷增多, 导致运动机制崩溃。最后, 对超量恢复理论进行总结, 认为应与其他理论相结合才能发挥更大的作用, 并进一步指出与结构存在理论、溢水理论、突变理论相结合是未来研究的新方向。

关键词: 超量恢复; 超量代偿; 竞技; 训练; 机能; 负荷; 质疑; 结合

中图分类号: G808.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596 (2019) 03-0074-05

超量恢复是指机体在负荷后, 机能水平和物质水平先下降后上升到超出原始水平的现象^[1]。运动训练中的超量恢复理论即超量代偿训练理论, 是机体在运动前后关于能量、机能消耗、恢复过程的理论。该理论解释的是整个运动训练的机制, 自提出以来在运动训练领域的应用长达半个多世纪。但是随着科学研究的不断深入, 引起的争论、受到的质疑也从未停止。本文通过对超量恢复理论的争论点进行全面梳理, 以加深对该理论的认识, 为采用更科学的运动训练方法提供借鉴。

1 超量恢复理论的发展与观点

1.1 超量恢复现象的发现

19世纪末20世纪初, 德国科学家发现在肌肉的收缩过程中无机磷酸盐会从有机化合物中释放。这一发现使人们开始关注人体运动对能量代

谢等生理功能的影响。1919年, 丹麦科学家发现人体在停止运动后, 肌肉的收缩立即停止, 摄氧量在一段时间内仍高于基础代谢, 这表明机体的能量代谢并没有随着运动的停止而结束, 参与机体运动的器官需要一定时间恢复到最初安静状态时的机能水平。这是对“超量恢复”最早地发现, 也为后来超量恢复理论的提出和研究奠定了基础。

1.2 超量恢复理论的提出

瑞典科学家以成年人为实验对象, 使用肌肉生物活检针技术, 发现人体在进行力竭性运动后, 第一天肌糖原的水平会加速恢复, 在第二天、第三天仍会继续增加直至超过原来的水平^[2], 即“超量恢复”。1948年, 前苏联学者雅姆波斯卡娅 (L. I. Yampolyskaya) 在动物试验后首次明确地提出超量恢复理论, 该理论指出在

收稿日期: 2018-11-25

作者简介: 李雪娇 (1996—), 女, 山东青岛人, 在读硕士, 研究方向为运动人体科学。

文本信息: 李雪娇, 张宪亮. 有关超量恢复理论的辩与疑[J]. 河北体育学院学报, 2019, 33 (3): 74-78.

适宜的负荷强度下,运动后肌糖原的储备会先下降然后恢复到比原始储备更高的水平。

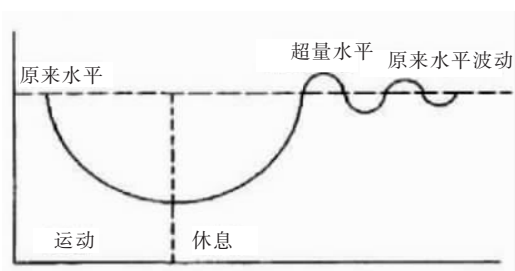


图1 超量恢复示意图^[3]

1.3 运动训练中的超量恢复理论的形成和发展

与雅姆波斯卡娅同一实验室的雅科夫列夫(N. N. Jakovlev)在证实了肌糖原超量恢复存在后,一直致力于运动训练负荷和恢复的研究。1972年,他首次提出了运动训练“超量恢复”理论,施加临近极限的运动负荷量和运动强度,打破机体原有的生理平衡建立更高水平的平衡,这一过程就是运动能力提高的过程。

超量恢复理论提倡先施加适宜的刺激,在出现超量恢复时再次施加刺激,如此循环来提高机能水平。同时也强调刺激不能过量,超过极限的刺激使技能水平不但不会上升还会急剧下降。如若在超量恢复出现前就进行下一次训练,会使机体疲劳积累从而使机能下降;如若在超量恢复出现后进行下一次训练,机能水平就不会发生改变,仍维持在原来的水平。

超量恢复理论的发展经历了两个阶段^[4]。第一阶段是20世纪20年代至70年代初的肌糖原的超量恢复阶段。这个阶段对超量恢复的理解还停留在物质代谢的“下降—恢复—超量恢复”时期。第二个阶段是20世纪70年代初至今的运动训练超量恢复阶段。这个阶段认为能量代谢是运动训练的依据,已认识到训练负荷强度、负荷量以及训练恢复的重要性^[5],并被广泛应用到运动员的日常训练中。

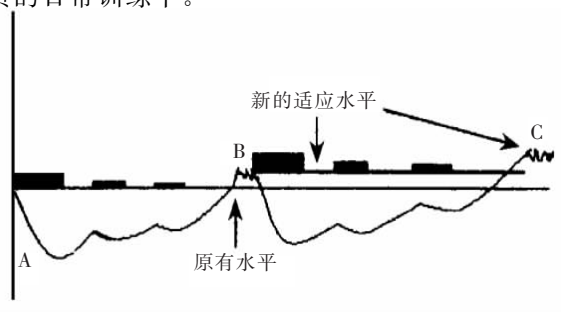


图2 运动训练过程中的超量恢复原理示意图^[6]

1.4 超量恢复理论的不同观点

在超量恢复理论的提出与发展过程中,前苏联学者的研究和发现起到了重要作用。在20世纪60年代初,前苏联学者马特维也夫(L. Matveev)以超量恢复为运动训练的基础,提出了“刺激—疲劳—恢复—超量恢复”的运动竞技能力提高过程。该观点被很多学者接受、认同。加拿大的学者邦帕和哈弗认为超量恢复理论不能单独使用,他们将超量恢复与运动适应理论相结合,提出了正常训练、过度训练和超量恢复三种运动训练结果^[7]。德国学者温奈克将其分为能力下降、能力恢复和超量恢复三个阶段,认为在生物学的基础上超量恢复与负荷密不可分,如果训练不当会导致竞技能力下降。

2 对超量恢复理论实体性方面的质疑

2.1 国内学者对超量恢复理论的质疑

国内一些学者对超量恢复理论的科学性和合理性提出了诸多质疑。首先对超量恢复理论提出质疑的学者是茅鹏,他认为简单的训练方式存在局限性^[8-9]。人体是一个有机的整体,具有整体的结构、功能和状态^[10],超量恢复理论将这一整体割裂开,其发展注定会被实践摒弃。陈小平认为超量恢复理论是有缺陷的,仅通过肌糖原的超量恢复来衡量竞技能力,忽略了其他生理指标的变化,以及遗传因素对个体的影响^[11]。除此之外,超量恢复理论还缺乏真实可信的实验数据的支持。

任何理论的产生、发展都要立足于基础科学,缺乏全面的科学理论的支撑是超量恢复理论被质疑的关键点。系统科学强调系统是多元素的复合体^[12],人体作为统一的整体不能被分割;混沌理论指出人体是复杂的混沌系统^[13],行为导致的结果千变万化,以点及面无法预测。但超量恢复理论却将单一现象推向整体,以偏概全,很多学者都对这一论点提出了质疑。骆建认为人体是复杂多变的,不能用普遍的生物规律来衡量^[14]。由于人体是一个复杂的有机体,施加刺激后的行为并不是全都可以预测的。李国强认为人体除了肌糖原的变化外,还没有其他更多的指标可以证明超量恢复确实存在^[15],将肌糖原这一单一指标推向整个人体是片面的。席玉宝等认为所有物质到达超量恢复的时间是不同的^[16],并不可能同时到达峰值,这样进行第二次训练的

时间就无法确定。赵喆认为超量恢复对许多现象都无法作出合理的解释^[17]，无论是人体运动能力的增长还是运动“平台”现象^[18]。

殷劲提出了真假超量恢复区间的理论^[19-20]。他认为超量恢复是由各个器官达到超量恢复时的点组成的区间，并且存在正负叠加现象，称之为真超量恢复区间和假超量恢复区间。

总之，超量恢复理论是不完善的，它缺乏对人体极限的认识，忽视了个体差异，忽略了遗传因素对运动能力的影响。最重要的是没有对不同器官、物质等的不同发展速度进行解释，只从综合的角度进行统一的描述。国外学者对超量恢复理论的争论更加激烈，并提出了若干模型论述观点。

2.2 国外学者对超量恢复理论的质疑

为了验证对超量恢复的怀疑，很多学者对运动训练适应、运动训练改变等问题进行了更加深入的研究。德国科学家提出了许多不同的观点，“机能储备模型”“改变—适应的时间模型”“竞技潜能元模型”是其中的典型代表。马德尔(Mader)^[21]以生物学为基础，认为机体具有受遗传决定的极限，而机体的适应就是“适应储备”这一潜力开发的过程。他提出了“现时机能容量”，认为机体对刺激的应答既有立即的应答，也有积累的应答。据此他提出了“机能储备模型”，“现时机能容量”与运动负荷量的差额就是“现时机能储备”，差额越小则说明安排的运动训练负荷越合理^[22]。该理论有别于传统的超量恢复理论，考虑了遗传因素对机体影响的先决条件，也建立了评价运动负荷是否合理的指标。

诺依曼 (Neumann)^[23]没有采用传统的超量恢复对机体适应进行解释。他认为适应是一个积累作用达到的效果，积累达到一定的程度平衡才会发生跃进，从原始平衡状态到达更高一级的平衡，并将这种现象称为“改变”。诺依曼的“改变—适应的时间模型”提出了机体在反复刺激下才会产生适应，并且各个器官系统形成适应的时间也不相同，这种适应由量变到质变，先是器官形态的改变，然后形成功能上的适应。

20世纪末，随着计算机技术的迅速发展，运动训练学的研究也开启了智能化的道路。珀尔(J. Perl)和梅斯特(J. Mester)提出了“竞技潜能元模型”，该模型的核心思想是“应激—适应”，使用不同的系统、功能模拟竞技能力的适

应过程(图3)。该理论认为竞技能力的改变是机体对外界刺激做出的改变，不仅能体现运动能力的提高，同样也能体现运动能力的下降。该模型最大的特点是利用数学建模进行模拟或预测机体运动能力的发展趋势。

这些模型虽然在一定程度上对超量恢复理论进行了补充，试图揭示运动训练与运动能力增长之间的关系，也尝试预测和评估运动能力的变化。但是由于运动能力发展的复杂性，上述目标并未实现。

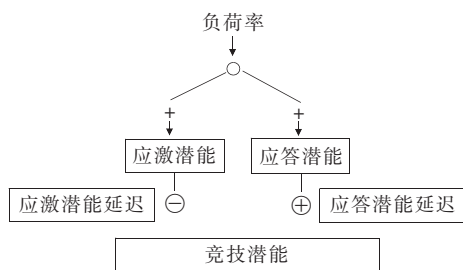


图3 竞技潜能元模型^[24]

3 对超量恢复理论功能性方面的质疑

3.1 超量恢复理论实践效果不佳

在实践应用中很多教练员都对超量恢复理论产生过怀疑，明明采用了超量恢复理论进行训练，可是运动员的成绩并没有提高，甚至还会出现下降。这种现象揭示了超量恢复理论存在的局限性。超量恢复理论追求的是恰当的过量负荷^[25]，可恰当的过量负荷到底是多少，又何时产生？由于运动员的个体差异性和训练要素安排的不确定性，运动训练负荷的标准和具体操作依据又是什么？这是目前超量恢复理论无法攻克的难点^[26]。

超量恢复理论除了在实践中不确定性，其与运动训练的相互作用也被夸大。过量的训练会造成运动员疲劳，给运动员带来极大的心理负担。在竞赛繁多的当今社会，大周期的训练表现出明显的不适应性。适当的减量和综合素质恢复是现代运动训练所关注的^[27]。在这种情况下，超量恢复理论的指导意义就不甚明显。

3.2 超量恢复理论的功能性不足

生物学领域对超量恢复的质疑体现在实体性方面，而运动训练学者对超量恢复的质疑体现在功能性方面^[28]。竞技体育的迅速发展使得运动训练实践的发展先于理论的发展。超量恢复模型“负荷—疲劳—增长”本身就是存在问题的^[29]，

如果按此进行训练,疲劳的积累和身体机能的增长都是线性累加的(图4),只会让疲劳和负荷越来越多,最终导致运动机制崩溃,造成伤病。机体一旦崩溃,会殃及各个器官系统,甚至可能使运动员提前结束运动生涯。这显然违背了突变理论^[30],也与运动训练周期的安排相背离。

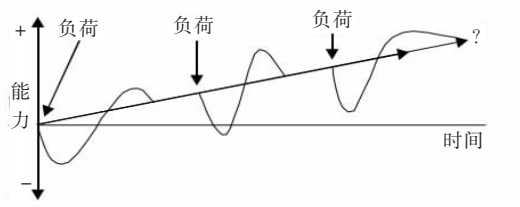


图4 超量恢复的错误理解

4 结论与展望

随着人们对竞技体育价值观念的改变,人们更追求科学、先进的运动训练理论的指导,超量恢复理论已不能满足人们的需求。运动训练中的超量恢复理论也应顺应时代,与时俱进。

任何训练理论都无法独立使用,只有与其他理论相结合才会发挥更大的作用。超量恢复与适应理论相结合是目前比较成熟的训练方法^[31]。适应理论并非是新生的理论,在上个世纪50年代就已问世^[32]。且国外很早就已将适应理论与运动训练相结合,上文提到的“机能储备模型”“改变—适应的时间模型”和“竞技潜能元模型”就是适应理论在运动训练领域应用的典型理论。近年来,我国学者也逐渐将关注焦点转移到超量恢复理论与适应理论的结合发展方面。两者的结合弥补了超量恢复理论的某些不足,例如人体极限的存在、个体差异等,很多解释更贴近实际。超量恢复理论与其他科学理论相结合不失为未来可进一步探索的新的研究方向。已有学者对超量恢复理论与结构存在理论的结合进行了研究,此外超量恢复理论与溢水理论相结合是否会取得进一步发展,与突变理论相结合是否会擦出新的火花等等还有待进一步验证。

参考文献:

[1] 田麦久. 运动训练学[M]. 北京:人民体育出版社,2012.
 [2] 陈小平. 运动训练的基石——“超量恢复”学说受到质疑[J]. 首都体育学院学报,2004,16(4):3.
 [3] 刘擎. 超量恢复学说研究综述[J]. 内江师范学院学

报,2012,27(6):118.

- [4] 陈小平. 运动训练生物学基础模型的演变——从超量恢复学说运动适应理论[J]. 体育科学,2017,37(1):3.
 [5] 王广虎. 超量恢复与超量恢复训练原理的审视与思考[J]. 成都体育学院学报,1998(2):87.
 [6] 骆建. 对运动训练中的超量恢复现象与超量恢复原理的审视[J]. 中国体育科技,2001,37(6):9.
 [7] TUDOR O, BOMPA G, GREGORY H. 周期:运动训练理论与方法[M]. 李少丹,李艳翎,译. 北京:北京体育大学出版社,2011:11-15.
 [8] 茅鹏. 运动训练新思路[M]. 北京:人民体育出版社,1994:7,152-161.
 [9] 茅鹏. 训练思路探索半世纪记[J]. 天津体育学院学报,2000,14(1):45.
 [10] 许国志. 系统科学[M]. 上海:上海科技教育出版社,2000.
 [11] 陈小平. 对“超量恢复”学说的质疑[J]. 山东体育科技,2007,29(3):102.
 [12] RAPOPORT A. General System Theory[M]. New York:George Braziller,1968.
 [13] 混沌理论[EB/OL]. [2018-09-13]. <http://baike.baidu.com/view/38935.htm>.
 [14] 骆建. 对运动训练中的超量恢复现象与超量恢复原理的审视[J]. 中国体育科技,2001,37(6):9.
 [15] 李国强. 耗散结构理论对“超量恢复”学说的再思考[J]. 首都体育学院学报,2008,20(1):107.
 [16] 席玉宝,王少军. 从超量恢复原理到系统科学原理[J]. 北京体育大学学报,2003,26(3):397.
 [17] 赵喆,李立,吴会芳,等. 运动训练中超量恢复训练理论研究进展[J]. 科学大众:科学教育,2008(3):118.
 [18] 张宏磊,刘建立,王凤阳. 运动训练“平台”现象与超量恢复理论的再审视[J]. 武汉体育学院学报,2003,37(4):88.
 [19] 殷劲,岳建兴,周进,等. 糖酵解供能运动后“超量恢复区间”的研究[J]. 成都体育学院学报,2007,33(4):88.
 [20] 殷劲,岳建兴,朱伟,等. 糖酵解供能真假超量恢复区间的探析[J]. 成都体育学院学报,2008,34(10):69.
 [21] MADER A. Aktive Belastungsadaptation und Regulation der Proteinsynthese auf zellulärer Ebene[J]. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin,1990,41(2):40.
 [22] 陈小平. 德国训练学热点问题研究述评[J]. 体育科学,2001,21(3):43.
 [23] NEUMANN G, SCHULER K P. Sportmedizinische

- Funktionsdiagnostik[M]. Leipzig:Barth,1989.
- [24] PERL J. PerPot: A metamodel for simulation of load performance interaction[J]. European Journal of Sport Science,2001(2):1.
- [25] 刘晶.大运动量训练的生理学分析[J].阜阳师范学院学报:自然科学版,1997(2):78.
- [26] 李捷,袁晟,王晓军.论运动训练的科学化与竞技训练实践的几个关键问题(中)——传统“大周期”训练分期生物逻辑基础初步分析[J].成都体育学院学报,2018,44(3):19.
- [27] 叶宇阳.刍议“超量恢复”理论与运动训练[J].体育科技,1998(s1):59.
- [28] 陶于.基于结构存在论视域的“超量恢复”辨析[J].体育学刊,2018,25(5):126.
- [29] 岳建兴,殷劲,朱伟,等.再谈运动训练中的超量恢复区间[J].四川体育科学,2007(4):44.
- [30] 黄润生.混沌及应用[M].武汉:武汉大学出版社,2000.
- [31] 陈小平,梁世雷,李亮.当代运动训练理论热点问题及对我国训练实践的启示——2011杭州国际运动训练理论与实践创新论坛评述[J].体育科学,2012,32(2):3.
- [32] 孔祥宁.“运动训练适应性理论”旧论新说[J].湖北体育科技,2017,36(11):992.

A Discussion and Analysis of the Theory of Exceeding Recovery

LI Xue-jiao, ZHANG Xian-liang

(School of Physical Education, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: Although the theory of exceeding recovery has been applied in the field of sports training for more than half a century, it has been controversial. This article applies literature and logic analysis to comprehensively sort out the controversial issues related to the theory of exceeding recovery, in order to better understand the advantages and disadvantages of the theory and better play the guiding role of it in sports training. Firstly, it reviews the discovery of the phenomenon of exceeding recovery and the development of this theory, and summarizes its different viewpoints. Secondly, it sorts out the doubts about this theory from the aspects of substantiality and function characters. From the perspective of substantiality, China's scholars believe that the theory of exceeding recovery lacks understanding of the extreme of human body, and ignores the influence of individual differences and genetic factors on athletic ability, and only describes in a unified way from a comprehensive perspective. Foreign scholars have established theoretical models such as “physical function storage model”, “time model of change-adaptation” and “competitive meta-potential model” to question the rationality of this theory. From the functional character aspect, many coaches pointed out that this theory is not effective in practical training applications. If the individual trains according to this, it will only increase fatigue and load, leading to the collapse of the exercise mechanism. Finally, the theory of exceeding recovery is summarized, and it is believed that it should be combined with other theories to play a greater role, and further pointed out that the combination of structural existence theory, overflow theory and catastrophe theory is the new direction of future research.

Key words: exceeding recovery; exceeding compensation; competitive sport; training; function; load; questioning; combinaion