

铁人三项自行车—跑换项过程的调整与训练

Training and Adjustment of Transition from Cycling to Running in Triathlon Competition

林玲,汪玮琳,苏德苹

LIN Ling, WANG Wei-lin, SU De-ping

摘要: 探讨了造成铁人三项自行车—跑换项过程中运动员常会出现不快感的原因。呼吸肌疲劳、脱水、糖原耗竭和感受器的传导反馈调整落后于身体活动变化,引起生物力学指标的不利改变,使跑的效率下降,可能是造成不快感的主要原因。自行车赛段的骑行位置和最后阶段的蹬车频率会对换项调整产生显著影响,运动员应注意根据自己的特点确定战术。换项过程中运动员身体所承受的特殊变化提示,针对比赛中将会遇到的情况进行专门训练,可能有助于提高运动员的耐受性,加快感受器的调整适应,减小生物力学指标的不利改变,减少运动损伤。

关键词: 铁人三项;自行车;长跑;调整;训练

Abstract This paper discussed the possible reasons that causing the cyclist's maladjustment during the transition from cycling to running in triathlon competition. The fatigue of respiratory muscle, dehydration, carbohydrate depletion and delay of sensorial adaptation were most likely the reasons of these maladjustment. The position of athletes on cycling track and frequency of pedaling at the last phase had significant influence on transition. Athletes should confirm the tactics based on their own characters. It suggested that specific training aiming at special condition occur at competition could help to improve the tolerance of athletes.

Key words triathlon; cycling; transition from cycling to running; adjustment; training

中图分类号: G888.1 文献标识码: A

铁人三项运动要求运动员连续完成游泳、自行车和长跑3个项目。在比赛中,运动员将经历两次项目转换。在项目转换过程中,运动员要经历一系列变化调整,调整不佳就会直接影响后面的比赛。所以,铁人三项运动员的换项能力对取得成功非常关键^[1,2]。铁人三项长跑成绩对最终名次影响很大,而自行车跑换项调整的好坏会直接影响长跑成绩,国外对这一换项过程的研究相当重视^[2,3]。本研究的目的是,根据现有的研究成果分析铁人三项自行车跑换项过程中运动员生理机能、生物力学指标、感受器传导反馈的变化调整,影响其后长跑成绩的可能原因和影响这些调整的相关因素,并提供一些针对性训练方法。

1 自行车跑换项过程的变化调整

铁人三项运动员在从自行车换项到跑后的最初几公里中,要经历一系列的变化调整,此时许多运动员会产生不快感,运动速度显著下降。据报道,70%的铁人三项运动员在长跑赛段的最初500~1000 m速度比整个10 km的平均速度低10%以上,这段距离要多花20多秒^[4]。造成这种换项后不快感的原因主要可以从以下几个方面分析:

1.1 生理机能的变化调整

自行车运动和跑步从运动形式上来说有很大差别,换项后,运动节奏、身体姿势、重力支撑情况、主动肌活动状态等都发生了很大变化^[3]。因此,运动员的生理机能也会发生相应改变,以重新适应新运动形式的需要。

首先,由于参与活动的肌群多,跑步时的氧耗量($\dot{V}O_2$)、每分通气量($\dot{V}E$)和呼吸频率都要比自行车项目大,而且因

为在长时间的游泳和自行车赛段中糖原的大量消耗,脂肪氧化供能比例明显增大^[2,5,6],这就使铁人三项跑的 $\dot{V}O_2$ 比普通单项跑的还要大。而Hue等的系列研究^[7-9]发现,中等强度自行车运动后,虽然并未引起机体的疲劳,但却使肺的余气量(RV)和功能余气量(FRC)显著上升,最大吸气压($P_{I_{max}}$)显著减小,最大通气持续时间(T_{lim})显著缩短,显示通气效率和呼吸肌的力量耐力都明显下降,而相同时间强度的跑步却不会引起这些指标的显著变化。这可能是由于自行车运动蹲伏式的体位,膈肌运动幅度小,肋间肌参与呼吸的程度代偿性增大,容易导致呼吸肌疲劳,引起通气能力下降。研究还发现,在自行车运动后继续进行20 min的中等强度跑,这种下降的通气能力还不能得到有效恢复^[8,9]。这些研究结果提示,在铁人三项运动中,自行车跑换项后最初阶段,运动员常出现的不快感很可能与通气效率和呼吸肌的力量耐力显著下降有关,但机体 $\dot{V}O_2$ 却显著增加,只能依靠呼吸频率进一步加快来维持所需的通气量,因而造成呼吸肌疲劳和导致低氧血症^[10]。

在长时间的游泳和自行车运动后,还可能出现血液浓缩

收稿日期: 2005-06-07; 修订日期: 2005-09-11

作者简介: 林玲(1975-),女,上海人,硕士,毕业于华南师范大学运动人体科学专业,研究方向为运动性疲劳的产生机制和消除手段, Tel (0797) 8650997, E-mail linling3874@163.com

作者单位: 赣南师范学院 体育学院,江西 赣州 341000

Physical Education Institute, Gannan Teachers' College, Ganzhou 341000, China.

造成脱水、每搏输出量下降及体温上升^[5,6,11],引起心率加快,加剧这种不适感,导致跑速下降。在自行车赛段注意少量多次补充含糖 5%~8%、含钠 30~50 mmol/L 的运动饮料,可有效地避免这种情况的出现^[25]。另外,Heiden 等人发现,换项过程中由于下肢肌群活动方式的改变,会出现肌电活动的显著变化^[12]和血液在不同肌肉群间重新分配的现象^[13],此时腿部肌肉易产生疲劳和引发损伤^[14,15]。

1.2 生物力学指标的变化调整

许多研究^[5,6,15]都观察到铁人三项跑的效率比对照的单项跑要低。Marino 和 Goegan^[15]测量了 5 名运动员进行 40 km 自行车运动后 10 km 跑的数据,其耗能比对照组增加了 54%,而速度却低了 38%。这种跑的效率下降原因可部分用生物力学指标的改变来解释。

自行车赛段时的动作频率约为 1.5~2.0 Hz,比长跑时的 1~1.5 Hz 快^[16]。换项之初,运动员步频也会比较快,一般在跑了 500~1 000 m 后就会调整至正常^[17]。如果步频过快,可能会导致无氧供能的比例上升,使疲劳提早出现,影响后面的跑速。自行车运动造成的局部肌肉疲劳可能会导致铁人三项跑时步长减小^[14,15],从而影响跑速。由于长时间运动使肌肉中的能量储存减少,导致肌肉收缩力量下降,也会造成跑速减慢^[18]。据 Witt 报道^[19],自行车运动中的主动肌在换项到跑后,运动幅度减小,运动单位需重新募集,腿部肌群会出现一过性肌电活动混乱现象;Hausswirth 等发现,在铁人三项跑时,运动员的躯干前倾角度加大,这会影响到跑的效率^[14];Millet 等发现,优秀的铁人三项运动员在换项后,这些力学指标与单项对照跑时的差别较小^[20]。

1.3 感受器传导反馈的调整

正常情况下,大脑会综合前庭感受器、视觉感受器、本体感受器等反馈信息对技术动作做出调整。Lepers 等^[21]发现,长时间进行某项运动停止后,其本体反射还会持续一段时间。对于铁人三项运动来说,自行车赛段结束后,长跑赛段刚开始时,身体姿势的改变与神经反馈之间并不协调,长时间自行车运动形成的本体反射还在继续。这一发现提示,在自行车-跑换项后生物力学指标的改变,如躯干前倾或步频加快,可能是感受器传导反馈的调整落后于身体活动变化造成的。而换项后跑姿的不正确,又会影响到血液重新分配和运动单位的正确募集,使长跑效率下降。感受器在换项后尽快调整适应,对提高铁人三项长跑成绩是很有益处的。

根据上述分析,运动员要更好完成换项调整,跑出好成绩,应注意避免呼吸肌疲劳、脱水和糖原耗竭等情况的出现或尽量减轻其出现的严重程度,注意保持正确的跑姿,提高跑的效率。

2 影响自行车跑换项调整的相关因素

2.1 自行车赛段骑行位置的影响

自身对照实验研究显示^[22],相同的骑行速度,跟骑组在自行车赛段的血乳酸值、心率和通气量均比交替领骑组低,而在其后长跑段中,两组的上述指标正好相反,跟骑组的长跑成绩显著好于交替领骑组。在换项后的第 1 km 中,交替领骑组的步频明显比跟骑组快,步幅明显比跟骑组小。所以,在铁人三项自行车赛段中多处于跟随位置,借助前车骑行造成的气流带动节省体力^[23],减少能量的消耗,有助于减轻换项后的不适感,可以为后面跑出好成绩打下良好的基础。这一因素对长跑能力强的运动员影响可能更大一些。

2.2 自行车运动最后阶段蹬车频率的影响

在自行车运动的最后阶段,运动员加速冲刺,争取以最佳位置进入换项区是铁人三项赛中常常采用的战术。有研究报道,蹬车频率超过 95 r/min, $\dot{V}O_2$ 和血乳酸浓度会显著上升,提示无氧供能比例增高,加重换项后的不适感,在其后跑的平均强度 ($\% \dot{V}O_{2max}$) 较低,成绩较差^[24]。还有研究发现^[22,17],换项前的蹬车频率越快,换项后最初 500~1 000 m 跑的步频也会越快,步幅有可能会下降。虽说步频加快可能会使最初的跑速提高,但也可能会使无氧供能比例增大,导致疲劳提早出现,最后赛段不得不减速,反而影响全程跑的成绩^[17]。运动员的无氧阈强度具有个体差异,根据自己的特点,确定合理的冲刺蹬车频率范围,使之既能满足战术需要,又能兼顾换项后的长跑能力,可能有助于比赛中运动员更好完成换项调整。

3 自行车跑换项训练的常用方法

关于铁人三项运动员是否需要专门的自行车-跑间的换项训练,尚无正式统计数据,但换项过程中运动员所经历的生物学变化调整提示,针对比赛中将会遇到的情况进行专门训练,可能有助于提高运动员的耐受性,加快感受器的调整适应,减小生物力学指标的不利变化,减少运动损伤,提高比赛成绩。

以下几种换项训练法常被采用^[3]。第一种是每一单项都持续进行长时间的有氧训练(每项约 2 h)。这种训练主要是针对中长距离铁人三项运动员的,其训练目的是,使运动员习惯于这种在长距离自行车运动后糖原耗竭状态下进行跑的情形,从而减轻所感受到的痛苦。这种训练方法对奥运距离的铁人三项比赛成绩影响还不清楚。第二种方法是在用大强度进行完铁人三项的某一项训练后,继续用低强度进行另一项的训练,并以此作为恢复的手段。这种训练方法的好处在于,能降低运动损伤出现的机率^[26]。第三种方法是以比赛或更高速度反复进行短时骑跑换项训练。实验证明,这种训练在奥运距离的铁人三项赛中,能有效帮助运动员很好完成长跑的开始阶段^[27]。

还有几种是专门提高运动员换项阶段感觉器官适应能力和加强技术稳定性的训练,其目的是加快运动员适应换项阶段变化的速度,减少换项后的不适感,提高跑的效率。这些训练方法包括^[3]: 1) 进行专门的技术训练以避免自行车运动后,特别是在肌肉疲劳状态下跑步姿势的改变,从而提高机械效率,如在骑自行车上坡或在功率自行车上训练至疲劳后,进行跑步技术的训练; 2) 减小换项阶段视觉适应时间的训练,例如“速度对比”训练,进行自行车下坡训练和爬坡跑训练,拉大两个项目间的速度差异,以提高视觉的适应能力; 3) 提高本体感觉的灵敏度,例如“闭目换项”训练,闭目进行自行车与跑步之间的转换; 4) 适应姿势的快速变化和加速血液的重新分配,例如“姿势转换”训练,在一节训练课中进行多种姿势的转换训练(如坐着骑车,离座骑车,跑步、游泳,在水中慢跑等不同姿势的转换训练); 5) 进行多组骑跑换项训练,提高有氧耐力基础,例如两人一组,共用一辆车,一人骑车,一人跑步,不时进行换项。

进行上述的这些换项训练生理负荷是相当大的,所以应注意训练的量和强度,特别是对不成熟的铁人三项青少年运动员进行这种训练必须谨慎,以避免过度训练。关于换项重复训练法的实际训练效果和换项训练的、量、强度、节奏、恢复

手段、持续时间对成绩的影响,以及各种换项重复训练造成过度训练可能因素的报道还很少见,今后应进一步加强这方面的研究。

4 小结

铁人三项自行车-跑换项过程中,运动员要经历一系列的变化调整,常会出现不适感,影响后面的长跑成绩。造成这种现象的原因可能是,呼吸肌疲劳、脱水、糖原耗竭和感觉器官传导反馈调整落后于身体活动变化,引起生物力学指标的不利改变,使跑的效率下降。自行车赛段的骑行位置和最后阶段的蹬车频率会对换项调整产生明显影响,运动员应注意根据自己的特点确定战术。换项过程中运动员身体所承受的特殊变化提示,针对比赛中将会遇到的情况进行专门训练可能有助于提高运动员的耐受性,加快感受器的调整适应,减小生物力学指标的不利改变,减少运动损伤。今后还应加强关于换项重复训练的量、强度、节奏、恢复手段、持续时间对成绩的影响,以及各种换项重复训练对造成过度训练可能因素的研究。

参考文献:

- [1] SLEIVERT G G, ROWLANDS D S. Physical and Physiological Factors Associated with Success in the Triathlon [J]. *Sports Med*, 1996, 22(1): 8-18.
- [2] HUE O, LE GALLAIS D, CHOLLET D, *et al.* The Influence of Prior Cycling on Biomechanical and Cardiorespiratory Response Profiles during Running in Triathletes [J]. *Eur J Appl Physiol*, 1998, 77(1-2): 98-105.
- [3] MILLET G P, VLECK V E. Physiological and Biomechanical Adaptations to the Cycle to Run Transition in Olympic Triathlon: Review and Practical Recommendations for Training [J]. *Br J Sports Med*, 2000, 34(3): 384-390.
- [4] MILLET G P, MILLET G Y, HOFFMAN M D, *et al.* Alterations in Running Economy and Mechanics After Maximal Cycling in Triathletes: Influence of Performance Level [J]. *Int J Sports Med* 2000, 21(2): 127-132.
- [5] GUEZENNEC C Y, VALLIER J M, BIGARD A X, *et al.* Increase in Energy-cost of Running at the end of a Triathlon [J]. *Eur J Appl Physiol*, 1996, 73(5): 440-445.
- [6] HAUSSWIRTH C, BIGARD A X, BERTHELOT M, *et al.* Variability in Energy-cost of Running at the end of a Triathlon and a Marathon [J]. *Int J Sports Med*, 1996, 17(8): 572-579.
- [7] HUE O, BOUSSANA A, LE GALLAIS D, *et al.* Pulmonary Function during Cycling and Running in Triathletes [J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2003, 43(1): 44-50.
- [8] BOUSSANA A, MATECKI S, GALY O, *et al.* The Effect of Exercise Modality on Respiratory Muscle Performance in Triathletes [J]. *Med Sci Sports Exe*, 2001, 33(12): 2036-2043.
- [9] BOUSSANA A, GALY O, HUE O, *et al.* The Effects of Prior Cycling and a Successive Run on Respiratory Muscle Performance in Triathletes [J]. *Int J Sports Med*, 2003, 24(1): 63-70.
- [10] CAILLAUD C, SERRECOUSINE O, ANSELME F, *et al.* Computerized-tomography and Pulmonary Diffusing-capacity in Highly Trained Athletes After Performing a Triathlon [J]. *J Appl Physiol*, 1995, 79(4): 1226-1232.
- [11] DALLAM G M, JONAS S, MILLER T K. Medical Considerations in Triathlon Competition: Recommendations for Triathlon Organisers, Competitors and Coaches [J]. *Sports Med*, 2005, 35(2): 143-161.
- [12] HEIDEN T, BURNETT A. The Effect of Cycling on Muscle Activation in the Running Leg of an Olympic Distance Triathlon [J]. *Sports Biomech*, 2003, 2(1): 35-49.
- [13] KREIDER R, CUNDIFF D, HAMMETT J, *et al.* Effects of Cycling on Running Performance in Triathletes [J]. *Annals Sports Med*, 1988, 3: 220-225.
- [14] HAUSSWIRTH C, BIGARD A X, GUEZENNEC C Y. Relationships between Running Mechanics and Energy Cost of Running at the end of a Triathlon and a Marathon [J]. *Int J Sports Med*, 1997, 18(5): 330-339.
- [15] MARINO G W, GOEGAN J. Work-energy Analysis of Triathletes Running Under Bike/run and Run Only Conditions [C]. *Proceedings of the XIth symposium of the International Society of Biomechanics in Sport*, Amherst, MA 1993: 86-88.
- [16] QUIGLEY E J, RICHARDS J G. The Effects of Cycling on Running Mechanics [J]. *J Appl Biomech*, 1996, 12: 470-479.
- [17] BERNARD T, VERCURYSEN F, GREGO F, *et al.* Effect of Cycling Cadence on Subsequent 3km Running Performance in Well Trained Triathletes [J]. *Br Med J*, 2003, 37(2): 154-158.
- [18] NICOL C, KOMI P V, HORITA T, *et al.* Reduced Stretch-reflex Sensitivity After Exhausting Stretch-shortening Cycle Exercise [J]. *Eur J Appl Physiol*, 1996, 72(5-6): 401-409.
- [19] WITT M. Co-ordination of Leg Muscles during Cycling and Running in Triathlon [C]. *XIVth Congress of International Society of Biomechanics*. Paris, 1993: 1470-1471.
- [20] MILLET G P, BENTLEY D J. The Physiological Responses to Running After Cycling in Elite Junior and Senior Triathletes [J]. *Int J Sports Med*, 2004, 25(3): 191-197.
- [21] LEPERS R, BIGARD A X, DIARD J P, *et al.* Posture Control After Prolonged Exercise [J]. *Eur J Appl Physiol*, 1997, 76(1): 55-61.
- [22] HAUSSWIRTH C, VALLIER J, LEHENAFF D, *et al.* Effect of Two Drafting Modalities in Cycling on Running Performance [J]. *Med Sci Sports Exe*, 2001, 33(3): 485-492.
- [23] HAUSSWIRTH C, LEHENAFF D, DREANO P, *et al.* Effects of Cycling Alone or in a Sheltered Position on Subsequent Running Performance during a Triathlon [J]. *Med Sci Sports Exe*, 1999, 31(4): 599-604.
- [24] BRISSWALTER J, HAUSSWIRTH C, SMITH D, *et al.* Energetically Optimal Cadence vs. Freely Chosen Cadence during Cycling: Effect of Exercise Duration [J]. *Int J Sports Med*, 2000, 21(1): 60-64.
- [25] JEUKENDRUP A E, JENTJENS R L, MOSELEY L. Nutritional Considerations in Triathlon [J]. *Sports Med*, 2005, 35(2): 163-181.
- [26] VLECK V E, GARBUTT G. Injury and Training Characteristics of male Elite, Development Squad and Club Triathletes [J]. *Int J Sports Med*, 1998, 19(1): 38-42.
- [27] HUE O, VALLUET A, BLONC S, HERTOIGH C. Effects of Multicycle-run Training on Triathlete Performance [J]. *Res Q Exe Sport*, 2002, 73(3): 289-295.