



自行车运动员连续多日赛对心率变异性的影响及果糖的疲劳恢复作用

张洁¹, 邓树勋², 沈金康¹, 任绮²

摘要: 以中国优秀女子公路自行车运动员为研究对象, 研究长期比赛对她们心率变异性的影响, 探讨心率变异性(HRV)早期诊断心脏疲劳的实效性, 同时对1, 6-二磷酸果糖(FDP)的营养干预效果做动态观察。连续30天的多日赛后总体心率变异性没有产生明显改变, 比赛+果糖组比赛后心率变异性 and 比赛组相比, 也没有明显区别。说明在本赛季连续30天的多日赛对心脏的交感和副交感神经支配都未产生明显影响。磷酸果糖对心脏的营养干预作用不明显。

关键词: 自行车; 多日赛; 心率变异性; 1, 6-二磷酸果糖

中图分类号: G804.5 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2010)05-0067-03

Effects of Multi-day Race of Cyclist on HRV and Fatigue Recovery Effects of Fructose

ZHANG Jie¹, DENG Shu-xun¹, SHEN Jin-kang² et al

(Hong Kong Sports Institute, Hong Kong, China)

Abstract: Taking some Chinese elite female road cyclists as the subjects, this study focuses on the effects of multi-day race on their heart rate variability (HRV) and explores the effectiveness of early diagnosis of HRV for heart fatigue. Dynamic observation of FDP nutrition intervention was made. After the race for 30 days, there was no significant changes of HRV in general. And compared with the competition group, HRV of the competition+fructose group showed no distinct difference. This indicates that a 30-day race does not exert significant effects on sympathetic and parasympathetic regulation of heart. FDP has no evident function of nutrition intervention on heart.

Key words: cycling; multi-day race; HRV; FDP

国际自盟举办的自行车公路多日赛简称 TOUR, 是连续3~21天, 每天进行几公里到200 km以上距离不等的公路自行车比赛。环法赛是世界上赛程最长、难度最大, 也是最著名的公路多日赛。多年来, 很多人都非常关注一个问题: 环法赛这种公路多日赛是否有损于参赛运动员的健康? 心脏是人体的“发动机”, 心脏功能受损势必会影响人体健康, 导致运动能力下降。研究早期诊断心脏疲劳的敏感、简易指标, 对于保障运动员的健康, 延长运动寿命, 都具有重要的现实意义。但是, 由于国际自行车比赛流动性强, 取样困难, 研究优秀女子专业自行车运动员长时间多日赛期间心率变异性(HRV)变化的报道, 在世界自行车科研领域尚未见到。本研究以中国优秀自行车运动员为研究对象, 观察长期比赛HRV的变化, 探讨HRV诊断心脏疲劳的实效性。同时对1, 6-二磷酸果糖(FDP)的营养效果做动态观察, 探索运动员长期连续比赛的营养恢复措施, 为科学安排比赛和训练节奏, 预防运动员出现运动性心脏疲劳, 为中国公路自行车项目早日适应世界级比赛提供科学实验支持。

1 对象与方法

1.1 对象

我国优秀女子自行车运动员13人, 年龄: 23.8 ± 4.6

岁, 身高: 165 ± 51 cm。体重: 63.7 ± 2.21 kg。

1.2 方法

比赛对照组13人, 实验时间: 2007.02.11—2007.03.13, 测试指标: 比赛前、后HRV。

比赛+果糖组10人, 实验时间: 2007.05.03—2007.06.10, 每天服用FDP7 g, 测试指标: 服用前、服用后HRV。

心率变异性(HRV): 由波兰POLAR PRECISION PERFORMANCE SW系统测试。

数据用SPSS软件包处理。

2 实验结果

观察连续多日赛时HRV的变化及果糖对HRV的影响, 发现与对照组比赛前相比, 比赛后比赛对照组和比赛+果糖组HRV都没有明显变化。而且2个比赛组间比赛后的HRV也没有明显区别(见表1)。

3 分析与讨论

3.1 连续多日赛对心率变异性的影响

心率变异性(Heart Rate Variability, HRV)也称心率波动。是由脑的高级神经活动、中枢神经系统的自发节律性活动、呼吸活动、以及压力、化学感受器传入的心血管反射活动

收稿日期: 2010-08-02

第一作者简介: 张洁, 女, 副研究员, 主要研究方向: 运动员训练监控与机能评定。

作者单位: 1. 香港体育学院; 2. 华南师范大学体育科学学院 广州 510006



表1 各组HRV的变化($X \pm SD, N=8$)
Table 1 HRV Changes of 3 Groups ($X \pm SD, N=8$)

指标	对照组比赛前	对照组比赛后	比赛+果糖组
总功率/hz	6050.2 ± 3223.2	5123.8 ± 3103.2	5403.3 ± 2912.5
低频峰/ms ²	650.2 ± 223.2	823.8 ± 700.2	743.3 ± 512.5
高频峰/ms ²	2950.2 ± 223.2	2123.8 ± 700.2	2211.8 ± 880.9
低频峰/高频峰	3.3 ± 1.4	3.8 ± 1.8	3.9 ± 2.0
所有R-R间期标准差/ms	70.24 ± 12.2	63.8 ± 13.2	63.2 ± 15.5
相邻R-R间期的均方根值/ms	80.2 ± 13.2	89.3 ± 33.2	72.2 ± 24.2
静息心率/(b/m)	55.8 ± 2.4	63.8 ± 1.8	58.3 ± 2.5

等共同决定的^[1]。影响心率波动的最后通道在于上述各种因素对交感神经和迷走神经的综合调节作用。正常生理状况下,交感神经和副交感神经通过复杂的相互作用而协调地控制心脏的节律变化。一旦由于疾病等原因使这种相互作用失去平衡,将会导致心率的改变及心血管系统的功能紊乱,这就是HRV分析的生理基础^[2, 3]。HRV的大小反映了自主神经系统活动与心血管系统的相互制约关系。迷走神经对HRV起着决定性的作用^[4]。当交感神经和迷走神经同时被刺激时,对心脏电生理的影响并非两者的代数相加,而是一种相互影响的复杂关系。因此,通过HRV分析可反映心血管系统的自主神经功能状况。HRV的测定分为时域测定法和频域测定法。时域测定法是用心脏波动的RR间期变化来表示心率的变异性。指标SDNN是全部正常RR间期的标准差,表示HRV的总和。RMSSD是相邻RR间期差值均值的平方根,反应HRV的快速变化。频域分析法是对心率变化的速度和幅度进行分析^[1, 5]。第一峰属低频峰,此处心率变化受体温、外周血管舒缩和肾素-血管紧张素系统的影响;第二峰属中频峰段,主要反映压力感受器和血压调节引起的心率变化。第三峰为高频峰段,与呼吸性窦性心律不齐有关^[4]。许多学者一致认为^[6-9],高频成分代表迷走神经张力,特异性较高,任何影响迷走神经活动的因素均可引起高频成分发生改变。

D Atlaoui等人以法国13名世界级优秀游泳运动员为研究对象,比较2001年大强度训练前后和3周减量训练后的HRV变化。发现:HRV并无明显变化。但大强度训练前和减量期后的高频峰(HF)与成绩呈正相关,与疲劳程度成负相关^[10]。C P Earnest等人以8名参加2001年环西班牙比赛的世界优秀专业自行车运动员为对象,记录他们在比赛前,比赛的第十天(休息日),第17天的HRV。结果显示:3次纪录的HRV没有差别。但静息HRV与运动量和强度呈负相关^[11]。本研究结果与此类似,对照组比赛后的HRV和比赛前相比,没有明显变化。因为在连续几天的比赛中,不同运动员的目的不同,在比赛中扮演的角色不同。有的运动员是主攻手,目的是赢得比赛。有的运动员是掩护的角色,帮助主攻手去赢比赛。由于比赛中每个运动员所处的角色不同,判断赛况的着眼点不同,努力程度不同,神经肌肉、生物力学、心血管系统动员的程度不同。所以,整体来看,HRV没有明显区别。

Macor等认为:与普通人相比,经常比赛的自行车运动员的副交感神经活动性加强^[12]。FURLAN等对退役运动员和处于成绩巅峰的游泳运动员进行比较发现:长期的运动训练使交感和副交感神经的活动性都加强,并认为这是取得优

异运动成绩的原因之一^[13]。而Jansen等认为:自行车运动员的交感神经减弱,副交感神经加强,HF下降。研究表明:性别、训练时间、训练水平、心电图纪录时间的不同,对HRV结果都有不同程度的影响^[14-16]。

3.2 连续多日赛期间补充FDP对HRV的营养干预作用

FDP在临床上用于治疗心肌缺血和心肌梗死,具有改善心脏功能的作用。在心肌缺血缺氧的情况下给予外源性FDP,经糖酵解途径产生ATP,为心肌提供能量的同时,防止与细胞缺血和损伤有关的细胞内ATP水平的下降,使心肌细胞处于一个可有能量供应的状态,促进其代谢功能的恢复,从而提高心肌细胞生存率^[18]。本研究中,经过几场连续多日赛,比赛+果糖组和比赛对照组在比赛后的HRV也没有明显区别。显示每天补充7g FDP对于心脏的交感和副交感神经支配功能没有产生明显影响。这也可能与本研究受试对象例数少,测试结果个体差异大有关。如果延长观察时间,也许会有新的发现。因为果糖主要是用来提供能量的基础营养成分,它对于神经系统调节功能的影响不像激素那样快速、明显。

4 小结

我国优秀女子自行车运动员参加长时间多日赛后HRV没有产生明显变化,比赛期间每天服用7克FDP对HRV也没有明显的营养干预作用。说明长时间连续参加多日赛对于心脏的交感和迷走神经支配功能没有影响,FDP对于自主神经系统活动没有产生明显的干预作用。

参考文献:

- [1] 张开滋,等. 临床心电图学[M]. 长沙,湖南科学技术出版社,582-610. 2002
- [2] 伍卫,张旭明. 心率变异性的检测方法及其临床应用[J]. 国外医学内科分册,1991,18(8):338-342
- [3] 胡大一,郭成军. 心率变异分析技术与应用[J]. 国外医学内科分册,1992,19(3):136-139
- [4] 罗小兵,朱寄天. 心率变异性分析及其在体育运动中的应用[J]. 成都体育学院学报,1997,23(3)
- [5] 刘霞. 正常人心率变异性时域分析和频域分析的相关性[J]. 临床心电学杂志,1997,6(2):68
- [6] 孙瑞龙,等. 心率变异性测定临床应用的建议[J]. 中华心血管杂志,1998,26(4):35-38



- [7] 陈灏珠. 关于心率变异性的研究[J]. 中华内科杂志, 1995, 34(5): 291-292
- [8] Andre E, Auber, Bert Seps, et al.(2003). Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med*, 33(12):889-919
- [9] A.L.T. Uusitalo, A.J.Uusitalo, H.K.Rusko.(2000). Heart Rate and Blood Pressure Variability during Heavy Training and Overtraining in the Female Athlete. *Int J Sports Med*, 21:45-53
- [10] D Atlaoui, V Pichot, L. Lacoste, et al.(2007). Heart Rate Variability, Training Variation and Performance in Elite Swimmers. *Int Sports Med*, 28:394-400.
- [11] C P Earnest, R Jurca, T S Church, et al.(2004). Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclist during the Tour of Spain. *Br J Sports Med*, 38:568-575
- [12] Macor F, Fagard R, Amery A.(1996). Power Spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclist and controls. *J Int J Sports Med*, 17(3):1775-1781
- [13] Furlan R, Piazza S, Dell'Orto, et al.(1993). Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. *Cardiovasc Res*, 27(3):482-488
- [14] Buchheit M, Simon C, Viola AU, et al.(2004). Heart rate variability in sportive elderly: relationship with daily physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 36:601-605.
- [15] 李之俊, 高炳宏. 男子赛艇运动员有氧能力与心率变异性分析[J]. 中国运动医学杂志, 2006, 25(2): 2232-2233
- [16] Martin Bachiheit, Chamtal Simon, Antoine Eranio Viola.(2001). Heart rate Variability Sportive Elderly, Relationship with Daily Activity. *Med Sci Sports Exe*, 36(4):601-605
- [17] R Seals et al.(1989). Influence of physical training on heart rate variability and baro reflex circulatory control. *J Appl Physiol*, 66(4): 1886-1895
- [18] 曹西南, 杨远和. 二磷酸果糖对心脏作用及机制研究进展[J]. 医药导报, 2004, 23(4)

(责任编辑: 何聪)

(上接第66页)

- medicine*, 21(3): 195-199.
- [5] Ravier G, Grappe F, Rouillon JD.(2003). Comparison between the maximal variables of velocity, force and power from two analysis methods in the functional assessment of karate. *Science and sports*, 18(3): 134-140.
- [6] 魏安奎. 大运动量训练的运动生理学分析与探讨[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22(4): 24-30.
- [7] Burke ER.(1996). SRM training system. *Winning bicycling illustrated*, 150:62.
- [8] Ingersoll J.(1996). Just look who's using the SRM. *VeloNews*, 25(10):31-33.
- [9] Paton CD, Hopkins WG.(2001). Tests of cycling performance. *Sports medicine*, 31(7):489-496.
- [10] Gardner AS, Stephens S, Martin DT, et al.(2004). Accuracy of SRM and power tap power monitoring systems for bicycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(7):1252-1258.
- [11] 张百鸣, 沈金康, 朱柏强. 场地自行车在直弯道之间的速度波动研究[J]. 体育科研, 2005, 26(1): 57-60.
- [12] 张百鸣, 沈金康, 朱柏强. 场地自行车运动员在不同场地的骑行功率、阻力、速度和场地条件关系的探讨[J]. 体育科学, 2005, 25(1): 33-36.
- [13] 苟波, 严金慧, 李之俊等. SRM训练系统在场地短距离自行车运动员专项力量训练中的应用[J]. 西安体育学院学报, 2008, 25(5): 18-22.
- [14] 苟波, 李之俊, 严金慧等. SRM功率自行车模拟场地原地起动的研究[J]. 体育科学, 2007, 27(5): 38-42.
- [15] 李之俊, 马国强, 苟波. SRM系统在短距离自行车专项能力测试与评定中的应用研究[J]. 体育科研, 2007, 28(4): 26-30.
- [16] 李子让. 两种不同按摩方法对消除运动性疲劳的效果观察[J]. 中国运动医学杂志, 2000, 19(2): 51-54.

(责任编辑: 何聪)