

血清心肌肌钙蛋白 T(cTnT) 在运动性心肌损伤检出中的应用*

The Appliace of Cardiac Troponin T(CTnT) in Detecting the Exercise - Induced Myocardial Damage

刘凌¹, 范启国², 岳峰^{3**}

LIU Ling¹ FAN Qiguo² YUE Feng³



摘要:由于缺乏特异性强的心肌标记物,对运动训练中造成的心肌损伤难以早期诊断,心肌肌钙蛋白 T(cTnT) 作为新的心肌标记物,为运动所致的心肌损伤提供了新的监测手段。通过对运动员大量周训练中血清 cTnT 浓度变化的检测,我们明确检测到运动性心肌损伤的存在,并对该损伤进行评价。方法:选取划艇队员 17 名,分为一线组和非一线组,观察两组队员在经过大周期训练中的两个最大量周训练中的血清 cTnT 和 CK 浓度变化,结合大周期训练中摄氧量变化,对其心脏机能进行评定。结果:在 cTnT、CK 血清浓度变化上,各组队员血清 cTnT 含量均属适度增长范围,各组的 cTnT、CK 两者之间存在相同的变化趋势。一线组队员 cTnT、CK 血清浓度在第一个大量周升高,第二个大量周下降($P < 0.01$)而非一线组队员两周内 cTnT 和 CK 血清浓度呈上升趋势($P < 0.01$)。在摄氧量多个方面,一线组训练前后有显著性变化($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ 或 $P < 0.001$),心肺机能得到发展,非一线组队员摄氧量各方面变化不明显。**结论:**在大运动量训练中存在心肌受损,但该心肌受损是可复的。

关键词: 心肌肌钙蛋白 T(cTnT); 肌酸肌酶(CK); 摄氧量; 心肌损伤

中图分类号: G804.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4590(2005)05-0064-03

Abstract: Objective: Cardiac troponin T(cTnT) is highly sensitive and specific for detecting myocardial damage even in the presence of skeletal muscle injury. In this inspection, we found the myocardial damage existing and evaluated cardiac function to assess this damage. Methods: 17 canoeists divided into two groups: main force and reserve force, have completed the largest training volume in tow weeks. After the each week, tested the plasma concentrations of cTnT and CK, and measured the O₂ uptake in third week. Result: In each group, the change of cTnT and CK is similar, but no significant relationship between them. the change of cTnT and CK of: main force experience rising up ($P < 0.01$) in first week and falling down ($P < 0.01$) in second week. ; on the other hand, the change of cTnT and CK of reserve force had raised until the training has finished. On the O₂ uptake main force had remarkable improved ($P < 0.05$ or $P < 0.01$ or $P < 0.001$). The cardiac and lung's function had raised but the reserve force had not such remarkable change. Conclusion: it is a highly sensitive and specific of cTnT that the myocardial damage was inspected. Furthermore, combined the measure of O₂ uptake, we evaluated such damage, that is reversible.

Key words: cardiac troponin T; CK O₂ uptake; myocardial damage

尽管大量动物实验表明,过度的运动负荷会导致心肌损伤,但是在人体中是否存在运动性心肌损伤,该损伤是否可复

以及其对长期预后的影响国外尚有争论。缺乏可信的心肌标记物是不能明确运动性心肌损伤的主要原因。在我国,对人体

* 收稿日期:2005-05-30

** 作者单位:1. 江苏省体育科学研究所,南京 210014;2. 湖北省经济学院 体育部,武汉 430205;3. 武汉体育学院 研究生部,武汉 430073。

的运动性心肌受损的检测还是依赖肌酸磷酸激酶 MB 同工酶 (CK-MB), 由于受到检测指标特异性的限制, 在酶学的检测中会受到来自受损骨骼肌 CK-MB 的强烈干扰, 以血清 CK-MB 含量动态变化作为心肌受损的诊断依据受到质疑, 所以至今我国的运动医学工作者们依然无法在训练或一次大负荷运动中明确检测到心肌损伤。

上世纪 90 年代, 心肌肌钙蛋白与 CK-MB 相比具有特异性更强, 灵敏度更高的特点, 而被确立为临床诊断心肌损伤的新指标。与 CK-MB 的回归性诊断不同 (>6 小时), 心肌肌钙蛋白能迅速检出心肌损伤, 时实的反映心肌受损的全过程。其中心肌肌钙蛋白 T(cTnT) 在对心肌损伤的诊断、监测和预后上均优于 CK-MB 和 cTnI 而成为真正具有心肌特异性的标记物 (marker)^{[1][2]}。同时 cTnT 在肌丝滑行机制中处于主导地位, 扮演一个组织者的角色, 是心肌功能调节的基础^[3]。

另外 Gerhardt 在研究标记物时发现有些心肌存在缺血损伤时无酶学典型变化, 却有灵敏的 cTnT 异常, 并在此基础上提出了缺血性心肌损伤概念, 微小心肌损伤 (MMD) 便是其中一类。在运动训练过程中, 对微小心肌损伤的监测是至关重要的, 它是我们运动量大小的依据之一, 是训练量和绝对强度调整是否适宜的标准。cTnT 因其反映灵敏、特异性强为诊断缺血损伤提供了依据。在近十年来, 国外运动医学界对血清 cTnT 检测主要集中在铁人三项赛、马拉松、越野跑等项目和短时重复多次的运动练习上, 发现 cTnT 与运动强度、运动时间、运动形式等致心肌损伤因素中存在一定的联系, 可以作为运动量的指标和相对强度的指标。但是对日常训练, 特别是大训练量周中的检测以及其它项目上的应用还存在空白。

在以往的心脏机能测试中, 对心功能短期的可复与否多依赖心脏超声检查, 多为静息状态下, 不能准确的对心脏负荷能力的恢复做出评定。有人在研究心脏疲劳中发现摄氧能力变化与心功能之间存在联系, 运动员载氧水平测试主要用途之一就是评定心脏负荷功能, 同时也受多重因素的影响, 是运动员心脏负荷的有效辅助指标。本次测试旨在明确划艇运动员大周期训练中的最大训练量周中是否存在心肌损伤, 同时结合载氧水平 (O_2 uptake) 和运动负荷 (CK) 对心肌损伤程度进行评估, 从而反应该训练模式在训练安排上是否适宜。

1 实验对象与方法

1.1 实验对象

选取北京划艇队队员 17 人, 以训练水平高低分为一线队员组和非一线队员组, 其中一线组运动员 8 名, 年龄 22.25 ± 3.11 y, 体重 83.63 ± 2.37 Kg 运动年限 10.25 ± 3.37 y, 划艇年限 5.38 ± 2.06 y, 非一线组运动员 9 名年龄 17.33 ± 0.87 y 体重 80.67 ± 4.58 Kg 运动年限 7.22 ± 2.90 y, 划艇年限 2.78 ± 0.97 y。

1.2 实验方法及仪器

选取大周期训练中两个最大训练量周为心脏机能监测期, 两周训练内容相同, 两组队员训练内容一致, 水上划行总量达 360 公里 (190 K/周), 为双周训练。所有运动员均在大周期开始前行第一次摄氧量测试, 在第二大周结束后行第二次摄氧量

测试, 整个测试在跑台上以递增负荷的方式完成, 起始速度为 9km/h, 每分钟速度递增 0.8km/h, 坡度 1%, 间隔 30 秒对采集的样本测试一次。测试指标主要为: 最大摄氧量 (VO_{2max})、相对最大摄氧量 (VO_{2max}/Kg)、氧脉搏 (O_2/HR)。测试仪器为德国产 Jaeger 呼气分析仪。

所有队员的 CK 及 cTnT 血清样本采集分别在第一、第二最大量周训练结束后的第二天上午 8:00, 在空腹状态下取肘静脉血 5ml, 分离血清待测。cTnT 试剂为德国宝灵曼公司产品, 测定方法为电子化学发光测定法 ECL。cTnT 检测由北京人民医院检验科协助完成。CK 试剂为中科院中生公司产品。仪器为意大利产 CB-171 半自动生化仪。

数据以 $\bar{X} \pm S$ 表示, 组间及组内比较用 t 检验, $P < 0.05$ 为显著性差异, 数据处理采用 SPSS 11.0 软件。

2 结果

所有 17 名队员大量周训练前无身体不适, 均按训练计划完成两周的训练, 双周结束后一线组队员身体状况良好, 未见过度训练的迹象。非一线组大多队员出现血色素下降, 血尿素轻度升高及体重下降, 疲劳感重, 两组队员均无从诉心慌、胸闷及胸痛等症状。

2.1 CK 及 cTnT 血清浓度统计学结果

一线组第一最大量周结束后血清 cTnT 含量为 0.04 ± 0.02 ng/ml, 第二最大量周结束后为 0.01 ± 0.01 ng/ml ($P < 0.01$), 呈现出明显的下降趋势; 非一线组前后分别为 0.01 ± 0.02 ng/ml 和 0.03 ± 0.01 ng/ml ($P < 0.01$), 呈现出明显的上升趋势 (见表 1)。

一线组第一最大量周结束后血清 CK 总量为 297.08 ± 18.43 IU/L 第五周结束后血清 CK 总量为 254.45 ± 29.57 IU/L ($P < 0.01$), 呈现出明显的下降趋势; 非一线组分别为 244.54 ± 16.37 IU/L 和 261.08 ± 10.52 IU/L ($P < 0.01$) 呈现出明显的上升趋势。各组内血清 cTnT 含量变化与 CK 含量变化无显著相关性。

表 1 第一、二最大量周 cTnT 及 CK 血清浓度统计学结果

组别	人数	Pre - cTnT (ng/ml)	Post - cTnT (ng/ml)	Pre - CK (IU/L)	Post - CK (IU/L)
一线组	8	0.04 ± 0.02	$0.01 \pm 0.01^{**}$	297.08 ± 18.43	$254.45 \pm 29.57^{**}$
非一线组	9	0.01 ± 0.02	$0.03 \pm 0.01^{**}$	244.54 ± 16.37	$261.08 \pm 10.52^{**}$

注: *: 为组内比较, $P < 0.05$; **: 为组内比较, $P < 0.01$

2.2 两次摄氧量测试统计学结果 (见表 2)

一线组队员最大摄氧量增加, 由 4855.63 ± 260.64 ml 上升到 5081.38 ± 164.47 ml ($P < 0.001$), 增加了 225.75 ± 140.74 ml; 非一线组最大摄氧量减少, 由 4548.78 ± 270.05 ml 减少到 4534 ± 213.65 ml ($P < 0.001$) 下降了 14.78 ± 130.81 ml。一线组相对最大摄氧量增加, 由 60.09 ± 2.90 ml/kg 增加到 61.51 ± 2.63 ml/kg ($P < 0.01$); 非一线组也出现增加, 由 60.23 ± 4.69 ml/kg 增加到 60.28 ± 4.33 ml/kg ($P < 0.05$)。氧脉搏一线组由 26.38 ± 2.26 ml/kg 增加到 27.63 ± 1.77 ml/kg ($P < 0.01$); 非一线组则没有显著变化, 分别为 23.78 ± 2.99 ml/kg 和 23.77 ± 2.39 ml/kg。

表 2 训练前后摄氧量变化的统计学结果

组别	人数	Pre - VO _{2max}	Pre - VO _{2max} / kg	Post - VO _{2max}	Post - VO _{2max} / kg	Pre - O ₂ / HR	Post - O ₂ / HR
		(ml)	(ml/ Kg)	(ml)	(ml/ Kg)	(ml/l)	(ml/l)
一线组	8	4855.63 ±260.64	60.09 ±2.90	5081.38 ±164.47 ***	61.51 ±2.63 **	26.38 ±2.26 **	27.63 ±1.77 **
非一线组	9	4548.78 ±270.05	60.23 ±4.69	4534 ±213.65 ***	60.28 ±4.33 *	23.78 ±2.99	23.77 ±2.39

注: *: 为组内比较, P<0.05; **: 为组内比较, P<0.01; ***: 为组内比较, P<0.001。

3 讨论

在以往的运动性心肌损伤的监测中多采用联合测试的方法,主要选取血清 cTnT 检测、心功能(超声)测试、心电图(心电图)等。本次大运动量训练对心肌影响的研究中,我们从心肌受损(cTnT)程度、运动能力(载氧水平)及运动负荷(CK)三方面对心脏机能进行评定,以求其时效性和实用性。

cTnT 在心肌细胞内以两种形式存在。一是作为 cTnT 的前体成分游离存在于胞浆内,二是与原肌球蛋白结合的形式存在于肌纤维中,前者约占总量的 5%,后者占 95%。正常人血液中 cTnT 含量低于 0.01ng/ml。由于正常血清内几乎没有 cTnT,因此敏感性高,且无需测试其基础值。在心肌细胞受到可逆性伤害时,细胞膜的完整性遭到破坏,游离的 cTnT 首先释放入血液中,血清 cTnT 少量短暂升高,如损伤继续加重,结合部分的 cTnT 继而从肌纤维上降解下来,导致血清 cTnT 成倍的持续性升高。因此 cTnT 的释放呈双峰曲线,血清 cTnT 浓度大于 0.03ng/ml 为阳性。预示心肌不可复损伤。cTnT 血中含量及变化特点为心肌损伤的可复与否提供了依据^{[4][5]}。

Rifai 通过对夏威夷铁人三项选手连续两年的心脏机能评定中发现运动训练中的血清 cTnT 含量存在三种情况:阴性、适度增长(0.01 - 0.03ng/ml)、阳性(>0.03ng/ml),认为血清中 cTnT 含量适度增长的心肌损伤为可复性损伤。此次检测中大多数队员血清 cTnT 含量均在适度增长范围,因此大量周训练中存在心肌损伤,其损伤程度轻,多为可复性损伤。同时 Rifai 还发现 cTnT 和运动时间存在相应的反向关系即运动时间越长 cTnT 浓度越低^[6],说明血清 cTnT 浓度和运动强度存在正比关系,cTnT 可作为心脏运动强度的评定指标,该情况也出现在马拉松项目上^[7];但在短时高强度训练中并没有检测到 cTnT^[8]。说明强度及其持续的时间同为运动性心脏损伤因素,并以血清 cTnT 含量阳性值作为“cardiac fatigue”和“cardiac injury”的区分标准。Cardiac fatigue 是指心脏功能下降,不出现心肌受损或出现微小损伤且这种损伤是可复的,cardiac fatigue 不出现近期及远期的心功能受损,cardiac injury 则是在心脏功能下降的同时出现心肌较大范围的损伤,该损伤影响心脏的近期及远期的心功能^[9]。两组中均有个别队员血清 cTnT 含量超过阳性值,由于运动员人群的差异和对心脏损伤程度划分存在异议,是否认定他们存在“cardiac injury”还有待进一步证实。

在血清 cTnT 含量与静息时心功能关系的研究中发现血清 cTnT 含量与左心室节段运动异常数目上存在正相关性,与射血分数之间存在负相关性^[10],因此 cTnT 可作心功能参考指标。为了能更合理的反映运动员心脏负荷能力,我们选取心功能和运动能力结合的摄氧量测试作为心脏机能的辅助指标。

对心脏的损伤程度和适应能力进行评定。

在双周末运动量训练结束后,一线组队员最大摄氧量、相对最大摄氧量、氧脉搏均增加,说明该组队员大运动量训练期间并没有出现心功能下降,或者其心功能下降是一过性的,心肌受损的程度小且得到修复,心脏对该负荷已产生适应。而非一线组队员、摄氧量无明显变化,微小心肌受损造成的“cardiac fatigue”应是摄氧能力没有提高的原因,虽然血清 cTnT 含量表明该损伤属可复损伤,但其恢复所需时间延长。是心脏适应能力差的表现。

通过对两组运动员大运动量训练周心脏损伤的监测,我们发现虽然 cTnT 血清浓度变化与 CK 血清浓度变化间不存在显著线性关系,但两者之间存在趋同的变化,一线组队员血清 cTnT 和 CK 含量先升后降,表明该负荷已不是该组队员的最大负荷,而非一线组血清 cTnT 和 CK 含量处于上升趋势,相对运动负荷不断上升,随着相对运动负荷的增加造成心肌损伤的几率增加。cTnT 为运动负荷的调整提供了手段:心脏负荷达到最大同时防止不可逆性心肌损伤的出现。

与临床患者人群不同,运动员群体构成较为单一,cTnT 在运动训练中的应用与临床相比具有个体差异小,采血次数少,诊断明确,与训练内容相关等优点,是运动医务监督中极有价值的新指标。

4 结论

- 1 在大运动量训练中,我们明确检测到了心肌受损,其损伤多考虑为可复性的,其预后有待进行进一步研究。
- 2 cTnT 因其较高的特异性和敏感性成为新的运动所致心肌损伤的检测指标。
- 3 此次大周期训练中,逐步诱导极限量出现是成功的,且运动量适宜。

参考文献:

- [1] hapelle JP Cardiac troponin I and troponin T: recent players in the field of myocardial markers[J]. J Clin Chem Lab Med 1999, Jan;37(1):11 - 20.
- [2] Zarich SW, Qamar AU. Value of a single troponin T at the time of presentation as compared to serial CK-MB determinations in patients with suspected myocardial ischemia[J]. J Clin Chim Acta. 2002 Dec;326(1-2):185 - 92.
- [3] 郭仁编译. 分子细胞生物学[M]. 北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社,1990:299 - 303.
- [4] 于宏伟,何涛. 血清心肌肌钙蛋白 T 动态监测预测心肌梗塞面积的研究[J]. 中华心血管病杂志. 1997, 10;5(25):383 - 5. (下转第 71 页)

4 结论

健康体适能俱乐部的会员是以参与性体育消费行为为特征的具有一定经济基础和较高文化程度的人群,价值观取向呈现积极、健康的因素,对体育有较高的认知水平。消费动机呈现出以健康为主,并带有年龄特征的体育价值取向的多元化特征。受年龄、性别、爱好等因素的影响,体育消费行为表现出明显的心理差异和行为差异。影响体育消费的因素有参与的便捷性、体育消费品的质量和效果、个人体验,还受到社会文化因素的影响。针对目标市场的消费行为研究是制定市场营销策略的依据。

5 建议

5.1 对政府部门的建议

制定体育健身市场阶段性的开发战略,加大相关政策扶持力度,把体育作为一项产业来对待,引进现代营销理念,建立适应市场变化需求的运行机制。鼓励社会、个人的投资,形成健康体适能俱乐部在公共体育场所与居民区的合理布局,建立社区体育服务网络。加强宣传、引导群众合理的体育消费行为,促进体育与消费行为的有机结合,促进经济与社会体育的良性循环发展。健全相关法规,规范体育健身市场,重点抓好俱乐部经营实体的开业标准和从业条件,设立等级服务评价体系,逐步完善市场的监督和管理。

5.2 对产业经营者的建议

应建立企业明确的市场定位,拓宽资金的来源渠道,实行股份制连锁经营,扩大健康体适能俱乐部经营规模和形式,以适应消费者对服务项目多元化和不同档次的消费需求。建立以消费者为中心的现代市场营销理念,积极开发和培育市场,

除了在经营内容、经营方式、服务产品等方面不断开发和提高健身服务产品的质量和数量,还必须在营销理念、服务品牌、营销方式等方面具备持续的创新能力和能力。合理利用社会资源与教育资源,加强人力资源在管理、营销能力的开发。强化经营管理水平,重视对消费市场的分析和研究,并把它作为市场细分和经营决策的依据。

5.3 对体育专业院校的建议

随着社会主义市场经济的发展,学校应加强对各运动项目在健身市场的开展现状的调查与理论研究,根据社会和市场对人才的需求,调整课程设置,设立体育产业与经营的相关课程与专业,培养体育市场的经营与管理人才。与健康体适能俱乐部建立合作关系,落实学生在俱乐部健身指导的实践活动,不仅可以有效提高学生的实践能力,获得教学信息的反馈,还可以增加学生就业的机会。

5.4 对未来研究的建议

在本研究的基础上,扩大研究样本的数量和类型,增加与非参与人群消费行为的比较研究,以获得更完整的资讯,发掘潜在市场。

参考文献:

- [1] 高俊雄. 运动服务管理——理论与实务. 台湾志轩有限公司, 2000.
- [2] 刘勇. 体育市场营销学[M]. 高等教育出版社, 2001.
- [3] 李明. 体育产业学导论[M]. 北京体育大学出版社, 2001.
- [4] 鲍明晓. 体育产业——新的经济增长点[M]. 人民体育出版社, 2000.

(上接第 66 页)

- [5] Sinha MK, Roy D, Gaze DC Role of " Ischemia Modified Albumin ", a new biochemical marker of myocardial ischaemia, in the early diagnosis of acute coronary syndromes[J]. Emerg Med J. 2004 Jan;21(1):29-34.
- [6] Rifai N, Douglas PS, Cardiac troponin T and I, echocardiographic[correction of electrocardiographic] wall motion analyses, and ejection fractions in athletes participating in the Hawaii ironman Triathlon[J]. Am J Cardiol 1999 Apr 1;83(7):1085-9.
- [7] Hba H, Takada H, et al Effects of prolonged strenuous exercise on plasma levels of atrial natriuretic peptide and brain na-

triuretic peptide in healthy men[J]. Am Heart J 2001 May; 141(5):751-8.

- [8] Shave R, Dawson E, Whyte G The cardio specificity of the third-generation cTnT assay after exercise-induced muscle damage[J]. Med Sci Sports Exerc 2002 Apr;34(4):651-4.
- [9] Gregory P. Whyte, Keith et al. Cardiac fatigue following prolonged endurance exercise of differing distances Med Sci Sports Exerc[J]. 2000,32:1067-72.
- [10] Shave R Dawson E et al Evidence of exercise-induced cardiac dysfunction and elevated cTnT in separate cohorts competing in a ultra-endurance mountain marathon race[J] Int J Sports Med. 2002 oct;23(7):489-94.