

·运动人体科学·

绿茶提取物对消除无氧性运动疲劳的作用

屈萍^{1,2}, 郑伟涛²

(1.中山大学 教育学院 体育教育系, 广东 广州 510275; 2.武汉体育学院 体育工程与信息技术系
国家体育总局体育工程重点实验室, 湖北 武汉 430079)

摘 要: 为了解绿茶提取物对消除无氧性运动疲劳的作用, 对比分析服用绿茶提取物和安慰剂后, 优秀跆拳道和摔跤运动员无氧运动能力以及无氧性运动后 BU、MDA、CK、SOD、GSH-PX 等指标的变化。结果发现: 在相同状态、不同运动方式和大强度无氧运动负荷下, 服用绿茶提取物不仅能降低摔跤运动员血清 CK 活性和 BU 含量, 而且可以显著提高跆拳道运动员的 MDA 含量、GSH-PX 活性。结果说明: 绿茶提取物能有效抑制和修复无氧运动造成的骨骼肌损伤, 降低肌细胞膜通透性或减少细胞膜结构破坏, 同时抑制无氧运动所造成的机体结构蛋白和功能蛋白的分解加剧, 以及通过增强运动员机体抗氧化酶活性、直接或间接清除氧自由基及其代谢产物等机制, 从而降低过量自由基对机体的损伤, 增强机体的抗氧化能力, 促进运动性疲劳的消除, 增强无氧运动能力。

关 键 词: 运动生物化学; 绿茶提取物; 无氧运动; 运动性疲劳; 氧自由基

中图分类号: G804.55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2010)09-0101-06

Effects of green tea extract on eliminating fatigue produced by anaerobic exercising

QU Ping^{1,2}, ZHENG Wei-tao²

(1.Department of Physical Education, Education School, SUN Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;
2.Department of Sports Engineering and Sports Information Technology, Key Laboratory of Sports Engineering of
General Administration of Sport of China, Wuhan Sports University, Wuhan 430079, China)

Abstract: In order to understand and study the effects of green tea extract on eliminating fatigue produced by anaerobic exercising, by means of experiment comparison the authors analyzed the changes of the anaerobic exercising capacity of excellent taekwondo players and wrestlers after they had taken green tea extract and a placebo, and the changes of such indexes as BU, MDA, CK, SOD and GSH-PX after anaerobic exercising, and revealed that under the same conditions, different exercising modes and high intensity anaerobic exercise loads, taking green tea extract can not only reduce the serum CK activity and BU content of the wrestlers, but also significantly increase the MDA content and GSH-PH activity of the taekwondo players. The research results indicate that green tea extract can effectively restrain and repair skeletal muscle damages caused by anaerobic exercising, lower muscle cell membrane permeability or reduce cell membrane structural damages, restrain the escalation of decomposition of the body's structural proteins and functional proteins caused anaerobic exercising, and via mechanisms such as enhancing the activity of oxidation resisting enzyme in the body of athletes as well as directly or indirectly eliminating free radicals in oxygen and their metabolites, reduce the damage done by free radicals to the body, enhance the body's oxidation resisting capacity, eliminate kinetic fatigue, and enhance the body's anaerobic exercising capacity.

Key words: sports biochemistry; green tea extract; anaerobic exercising; kinetic fatigue; free radicals in oxygen

收稿日期: 2009-11-12

基金项目: 国家科技攻关计划《我国竞技体育潜优势项目取得突破的关键技术研究》(项目编号: 2006BAK37B00)的子课题《潜优势项目专项训练器材研究与应用》(项目编号: 2006BAK37B08)。

作者简介: 屈萍(1983-), 女, 讲师, 博士, 研究方向: 运动医学、运动训练学。

运动性疲劳一直是运动医学、运动生理学以及运动训练学界研究的热点和难点。随着现代竞技体育的飞速发展,竞争日趋激烈,运动强度越来越大。竞技体育的极限化训练模式必然给机体带来最大限度的疲劳,如何增强运动能力、快速消除疲劳,始终是困扰广大教练员和运动员的难题。不同种类、不同性质的疲劳其产生的机制不同^[1-2],分析不同性质的疲劳的原因,才能有的放矢地寻求消除疲劳的手段与方法。天然植物提取物以其副作用小,且不含对人体有害的兴奋剂成分而倍受运动界青睐,近年来应用天然植物来防治运动性疲劳,提高运动成绩成为一个热门课题,尤其在抗氧化植物提取物方面,人们做了大量的研究,取得了一定的成果。研究表明绿茶提取物是一种具有多种生物效应的物质,具有抗氧化^[3]、抗癌^[4]、降血脂^[5]、抗凝血^[6]、保护心肌和神经^[7-8]、抗菌^[9]、抗病毒^[10]、抗缺氧^[11]、减肥^[12]、增强免疫机能^[13]、抗衰老^[3]等功效。但目前关于绿茶提取物对运动性疲劳影响的研究却很少人涉及。而且,有氧运动与无氧运动能量代谢特点不同,肌肉活动形式不同,产生的疲劳性质是不同的。但目前所进行的研究多关注的是对运动性疲劳的整体性研究,而常常忽视了按不同项目的能量代谢方式有针对性地解决由此而导致的有氧或无氧性运动疲劳。

因此,依托笔者前期所开展的绿茶提取物对有氧运动所造成的疲劳的作用及其机制的研究^[14]进行深入研究,进一步对绿茶提取物在无氧性运动疲劳方面进行研究,通过其对跆拳道和摔跤运动员无氧负荷后疲劳消除作用及其功效的大小进行评价,并在此基础上从抗氧化、能量代谢等多方面探讨其机制,以期能为绿茶提取物的功效分析和缓解无氧性运动疲劳药物的开发提供科学依据;同时,使用合理有效的恢复措施来消除无氧性运动疲劳对提高无氧项目运动成绩、增进健康有着十分重要的理论价值和实践意义。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

实验对象为 40 名武汉体育学院优秀男性运动员,其中跆拳道运动员 18 名,摔跤运动员 22 名,将每个项目的运动员随机分为 2 组:对照组(c 组)和实验组(e 组),其中对照组和实验组人数相同。对照组服用安慰剂,实验组服用绿茶提取物。经询问病史、体格检查,所有受试者身体健康,且所有受试者均自愿全程参加本实验。受试者的一般情况见表 1。同一项目内两组一般情况比较差异无统计学意义($P>0.05$),两组具有可比性。

表 1 各项目实验对象的一般情况 ($\bar{x} \pm s$)

项目	组别	人数	年龄/岁	体重/kg	身高/cm	训练年限
跆拳道	对照组(Tc)	9	17.44±1.94	63.00±9.89	179.22±7.82	2.22±1.30
	实验组(Te)	9	17.44±1.59	66.22±7.93	182.44±5.29	2.24±1.24
摔跤	对照组(Wc)	11	19.83±2.86	85.17±23.46	178.17±7.36	5.50±2.74
	实验组(We)	11	19.33±2.34	86.17±35.05	178.67±5.36	4.83±3.19

1.2 绿茶提取物

本研究所采用绿茶提取物是通过科学和技术创新,对茶多酚中儿茶素的结构进行修饰而获得的一种以绿茶多酚为主要原料的新型活性衍生物。对绿茶提取物的毒物实验和兴奋剂检测结果显示,其为安全、无毒、无兴奋剂成分,且具有生物活性的物质。安慰剂和绿茶提取物外观相同,均为白色片剂,每粒均为 250 mg。

1.3 仪器和试剂

1) 仪器设备。

1904C 全自动酶标仪,美国 Rayto 公司; 180053 全自动生化分析仪,意大利 Fully and Fully Smart 公司; 80-2 型离心机,上海第三分析仪器厂; 721 型分光光度计,上海第三分析仪器厂; 420 型 HH.W21 电子恒温水箱,北京市永光明医疗仪器厂; S810i 心率遥测仪

及 T31 心率胸带,芬兰 POLAR 公司。其他:医用一次性真空负压采血试管及采血针、医用采血笔及采血针、计时秒表。

2) 药品与试剂。

尿素(BU)测试盒、肌酸激酶(CK)测试盒,丙二醛(MDA)测试盒、超氧化物歧化酶(SOD)测试盒,谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)测试盒均购于南京建成生物工程研究所。跆拳道专用脚靶、摔跤专用布人(45 kg)。

1.4 实验方法

1) 生化指标测定。

CK 采用 IFCC 酶动法; BU 采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法; MDA 采用脲酶比色法; SOD 采用黄嘌呤氧化酶法; GSH-PX 采用 DTNB 法。

对各项指标的测定严格按照试剂盒说明书进行,

并在实验之前进行预实验,测定完毕后按说明书计算所测指标数值。

2)对消除运动性疲劳的能力测定。

本实验对象及分组如表2所示。为了观察一次性口服绿茶提取物对无氧性运动疲劳的消除作用,本实验进行2次组内对比和组间对比:第1次实验,实验组和对照组均服用安慰剂2片;第2次实验,实验组服用绿茶提取物2片,对照组服用安慰剂2片。两次测试时间间隔1周。要求受试者在实验前一天不可进行大强度的训练。为确保运动的安全性,令受试者配戴心率胸带,并在正式测试前30 min内充分做好准备活动(心率不超过140次/min)。令受试者依次尽全力进

行测试,跆拳道运动员进行30 s快速全力后横踢,摔跤运动员进行30 s快速过肩摔布人,每名受试者均测试3组,每组间隔2 min,取各人完整完成动作次数最多的一组数据进行统计分析;测试结束2 h后,令两组受试者服药(根据前期对绿茶提取物的药物动力学的研究结果,提示运动后2 h服用,消除运动性疲劳的效果最为显著;采用舌下含服);并于次日清晨采集受试者空腹静息状态下肘部静脉血5 mL(所有的采集时间大致相同,约于6:30 AM),分别测定2次血中血清BU、MDA含量,以及CK、SOD和GSH-PX活性,并进行相关统计学检验,所有工作在取样后2 h内完成。

表2 实验对象及分组表

组别	跆拳道			摔跤		
	人数	服用药物	运动方式	人数	服用药物	运动方式
对照组(c)	9	安慰剂	30 s 快速全力后横踢, 3组,	11	安慰剂	30 s 快速过肩摔布人, 3组, 每组间隔
实验组(e)	9	绿茶提取物	每组间隔 2 min	11	绿茶提取物	2 min。

3)统计方法。

所有实验数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,数据处理采用SPSS15.0统计软件包。组内对照组与实验组比较采用Independent-Samples *T*test,组内同一受试者服药前后比较采用Paired-Samples *T*test, $P < 0.05$ 为有显著性差异, $P < 0.01$ 为有非常显著性差异。

2 结果及分析

2.1 运动员急性大强度运动后体内生化指标的变化

表3和表4分别是跆拳道和摔跤两个项目运动员服药前后血清CK、BU、MDA、SOD、GSH-PX生化指标的变化比较。

表3 跆拳道运动员服药前后有关血清指标($\bar{x} \pm s$)的变化

组别	n/人	CK 活性/(U·L ⁻¹)		c(BU)/(nmol·L ⁻¹)		c(MDA)/(nmol·L ⁻¹)		SOD 活性/(U·mL ⁻¹)		GSH-PX 活性/U	
		服药前	服药后	服药前	服药后	服药前	服药后	服药前	服药后	服药前	服药后
对照组	9	379.57	375.99	5.23	5.27	4.51	4.67	131.18	131.79	159.97	158.75
		±69.25	±70.51	±0.66	±0.76	±0.59	±0.50	±8.96	±10.33	±32.16	±28.05
实验组	9	372.89	313.51	5.52	5.20	4.73	4.23	130.62	162.40	155.75	184.28
		±51.09	±54.69	±0.93	±0.90	±0.62	±0.39 ¹⁾²⁾	±10.03	±29.85	±28.79	±17.73 ¹⁾²⁾

1)与对照组比较, $P < 0.05$; 2)各项目同组2次实验结果比较, $P < 0.05$

表4 摔跤运动员服药前后有关血清指标($\bar{x} \pm s$)的变化

组别	n/人	CK 活性/(U·L ⁻¹)		c(BU)/(nmol·L ⁻¹)		c(MDA)/(nmol·L ⁻¹)		SOD 活性/(U·mL ⁻¹)		GSH-PX 活性/U	
		服药前	服药后	服药前	服药后	服药前	服药后	服药前	服药后	服药前	服药后
对照组	11	422.99	436.02	6.11	6.26	4.68	4.67	144.37	141.58	148.16	146.19
		±181.87	±165.09	±0.88	±0.88	±0.62	±0.69	±13.62	±17.17	±25.88	±26.50
实验组	11	424.88	280.64	6.34	4.69	4.68	4.50	147.93	193.19	143.78	168.99
		±164.07	±127.88 ³⁾⁴⁾	±1.17	±0.97 ³⁾⁴⁾	±0.56	±0.65	±8.98	±44.38	±17.41	±15.96

1)与对照组比较, $P < 0.05$; 2)各项目同组2次实验结果比较, $P < 0.05$; 3)与对照组比较, $P < 0.01$; 4)各项目同组2次实验结果比较, $P < 0.01$

从表3和表4可以看出,跆拳道和摔跤项目实验组与对照组的运动员第1次实验测试值进行组间比

较,BU、MDA浓度,CK、SOD和GSH-PX活性均无显著性差异($P > 0.05$),说明跆拳道和摔跤项目运动员组

间比较无差异,为随机分组;而跆拳道和摔跤项目对照组运动员前后 2 次实验数据进行自身比较, BU、MDA 浓度, CK、SOD 和 GSH-PX 活性也均无显著性差异($P>0.05$),说明跆拳道和摔跤运动员在两次实验中状态相同。

研究结果表明,两个项目运动员的实验组服用绿茶提取物后所测血清 MDA 浓度、GSH-PX 活性均优于服用安慰剂所测得的实验值,且具有显著性差异($P<0.05$);服用绿茶提取物的跆拳道实验组与服用安慰剂的对照组进行组间比较,所测血清 MDA 浓度、GSH-PX 活性均优于对照组实验值,且具有显著性差异($P<0.05$)。而服用绿茶提取物后所测血清 CK 活性、BU 浓度均明显优于服用安慰剂所得实验值,且具有非常显著性差异($P<0.01$);服用绿茶提取物的摔跤实验组与服用安慰剂的对照组进行组间比较,所测血清 CK 活性、BU 浓度均明显优于对照组实验值,且具有非常显著性差异($P<0.01$)。

2.2 服用绿茶提取物前、后运动员无氧运动能力的变化

表 5 和表 6 分别是跆拳道运动员服药前后进行 30 s 快速全力后横踢和摔跤运动员服药前后进行 30 s 快速过肩摔布人,完整完成动作次数的比较。

表 5 跆拳道运动员服药前后 30 s 快速全力后横踢次数的比较

组别	n/人	服药前	服药后
对照组(Tc)	9	31.78±6.22	32.89±7.57
实验组(Te)	9	32.37±7.16	37.65±10.17 ¹⁾²⁾

1)与对照组比较, $P<0.01$; 2)各项目同组 2 次实验结果比较, $P<0.01$

表 6 摔跤运动员服药前后 30 s 快速过肩摔布人次数的比较

组别	n/人	服药前	服药后
对照组(Tc)	11	9.36±1.41	10.53±1.47
实验组(Te)	11	9.77±1.08	12.51±2.68 ¹⁾²⁾

1)与对照组比较, $P<0.05$; 2)各项目同组 2 次实验结果比较, $P<0.05$

从表 5 和表 6 可以看出,跆拳道和摔跤项目实验组与对照组的运动员第 1 次实验测试值进行组间比较,测试数据差异均无显著性($P>0.05$),说明跆拳道和摔跤项目运动员的无氧能力组间比较无差异。而跆拳道和摔跤项目对照组运动员前后两次实验数据进行自身比较,差异也均无显著性($P>0.05$),说明跆拳道和摔跤运动员在两次实验中状态相同。表 5 是跆拳道项目运动员服药前后 30 s 快速全力后横踢次数的变化情况,研究结果显示服用绿茶提取物后所测后横踢次数

优于服用安慰剂所测得的实验值,且差异具有极其显著性($P<0.01$);服用绿茶提取物的跆拳道实验组与服用安慰剂的对照组进行组间比较,所测后横踢次数优于对照组实验值,且差异具有极其显著性($P<0.01$)。而在表 6 中,服用绿茶提取物后所测 30 s 快速过肩摔布人次数明显优于服用安慰剂时所得实验值,且差异具有显著性($P<0.05$);服用绿茶提取物的摔跤实验组与服用安慰剂的对照组进行组间比较,所测过肩摔布人次数明显优于对照组实验值,且差异具有显著性($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 服用绿茶提取物对机体血清 CK 的影响

CK 是骨骼肌细胞能量代谢的重要酶。正常情况下,细胞膜的完整和功能正常保证了 CK 极少透过细胞膜,运动后血清 CK 活性升高。作为反映运动负荷的指标,CK 对强度的反应更加敏感一些^[15-16]。机体进行大强度运动时,内源性氧自由基的生成量增加^[17],虽然跆拳道的专项测试 3 组 30 s 后横踢能量供应也以无氧供能为主,但由于其运动强度相对较小,且参与运动的主要肌群较少,由此产生的内源性氧自由基也相对较低,可能相对造成的骨骼肌微细损伤也较少,导致其 CK 活性的增加在二者中相对较低。而测试运动强度相对较大的摔跤项目,由于其身体对抗激烈、快速而剧烈的身体冲撞,导致肌细胞耗能增加,骨骼肌细胞的微细损伤增加,同时红细胞破坏增加,酸性代谢产物堆积以及儿茶酚胺类激素分泌增加,因为这些因素对组织细胞的刺激可增加细胞膜的通透性,使肌细胞 CK 渗出增多,其 CK 活性也相对升高^[17]。实验结果表明一次性口服绿茶提取物能有效降低摔跤运动员血清的 CK 活性,促进机体消除疲劳。

3.2 服用绿茶提取物对机体 BU 的作用

通过血尿素指标可以反映出蛋白质的降解程度和身体机能的恢复情况,因此 BU 是评定训练负荷量和机能恢复的重要指标^[18]。血尿素水平的变化与运动负荷量和强度有关,通常运动强度和负荷量越大或机体适应性越差时,BU 升高越明显,恢复也越慢。与跆拳道运动员相比,摔跤运动员的 BU 值相对较高,可能与其剧烈撞击的大运动强度有关。有文献指出剧烈运动后出现的自由基介导的肾脏损伤也与 BU 的变化有关^[18-19]。大强度运动所产生的过量自由基代谢产物会引起各种自由基介导的损伤。由于肾脏的排出自由基减少,从而可能使 BU 值降低。而口服绿茶提取物后,通过绿茶提取物强大的抗氧化功能,抑制自由基的生产,降低自由基对肝脏和肾脏的损害,从而也可能达到显著降低 BU 的效果。

3.3 服用绿茶提取物有助于清除MDA

MDA 是机体内脂质过氧化物反应的主要代谢产物,对细胞具有严重的损伤作用。血清MDA作为脂质过氧化代谢产物也可以间接反映机体内自由基产生与清除自由基能力的指标^[18]。大量研究表明绿茶具有极强的抗氧化能力^[5-15],绿茶提取物的主要成分茶多酚含有较多的多酚类羟基,易被氧化成邻醌结构而提供活泼氢,因此对氧自由基有很强的清除作用。运动时自由基增多,脂质过氧化增强是导致运动性疲劳的主要因素。本研究中实验组服用绿茶提取物后进行同样运动时MDA值的显著下降,表明机体抗氧化能力增强,可能是由于绿茶提取物可以直接清除氧自由基。此外,绿茶提取物对于自由基造成的肝肾的损害具有保护作用^[20-23],从而起到了促进清除MDA的作用。

3.4 服用绿茶提取物对无氧性运动后机体的抗氧化酶SOD和GSH-PX活性影响

已有研究表明,SOD、GSH-PX能特异地、有效地清除自由基(O₂⁻、H₂O₂等),GSH在GSH-PX的作用下使活性氧自由基变成低毒物质,从而有效地阻止脂质过氧化,保护机体细胞减轻运动性损伤^[17-18,24]。跆拳道是以无氧代谢为主、以有氧代谢为辅的项目,3种供能系统均参与供能,其中以糖酵解供能系统为主^[25]。摔跤运动是属于无氧、有氧代谢混合交替,并以无氧代谢为主的运动项目^[19]。针对各个项目不同的能量供应特点,故选择的专项运动测试也不同,跆拳道运动员测试3组30s快速全力后横踢,每人平均共踢(96.25±27.33)次,但摔跤运动员测试3组30s快速过肩摔布人,每人平均仅共摔(33.32±7.99)次。在本研究第1次实验进行专项训练测试后,跆拳道运动员的血清SOD和GSH-PX活性的升高程度相对于摔跤运动员要更高,提示跆拳道运动员所进行的3组30s快速全力后横踢总运动量可能要大于摔跤运动员所进行的3组30s快速过肩摔布人。实验组跆拳道和摔跤运动员的血清SOD和GSH-PX活性均有不同程度升高表明,服用绿茶提取物后可以通过有效提高运动员体内SOD和GSH-PX活性来增强其清除自由基的作用,其作用机理可能由于绿茶提取物能改善机体供氧能力,改善运动机体微循环,使SOD增加,增强机体免疫力。

3.5 服用绿茶提取物后对运动员无氧运动能力的影响

根据专项特点,跆拳道运动员测试30s快速全力后横踢和摔跤运动员测试30s快速过肩摔布人,均以无氧供能为主^[4]。在相同状态的两次测试中,跆拳道实验组运动员完整完成30s快速全力后横踢的次数从服药前的(32.37±7.16)次大幅上升到服药后的(37.65±10.17)次,摔跤运动员完整完成30s快速过肩摔布人

的次数也从服药前的(9.77±1.08)次上升到服药后的(12.51±2.68)次,并且两个项目的实验组在服用绿茶提取物以后亦明显优于同项目对照组,证明了一次性口服绿茶提取物对增强机体的无氧运动能力有一定作用。根据上述各项生化指标的变化情况,推测无氧运动能力增强的机制可能是绿茶提取物通过抑制和修复无氧运动造成的骨骼肌损伤,降低肌细胞膜通透性或减少细胞膜结构破坏,同时抑制无氧运动所造成的机体结构蛋白和功能蛋白的分解加剧,以及通过增强运动员机体抗氧化酶活性,直接或间接清除氧自由基及其代谢产物等机制,从而降低过量自由基对机体的损伤,增强机体的抗氧化能力,促进运动性疲劳的消除,增强无氧运动能力。

本研究虽然实验样本量不大,但是可以反映出绿茶提取物对无氧性运动疲劳的消除具有一定作用,建议在今后加大样本量和服药周期,选择更多专项运动项目和测试指标,进一步研究绿茶提取物对有氧性和无氧性运动疲劳消除的对比效果及其从血液动力学角度探讨其作用机制。

参考文献:

- [1] Zheng Wei-tao, Zhang Zi-hua, He Hai-feng, et al. Development of research on chinese aquatic sports engineering[C]//Proceedings of UK-China Sports Engineering Workshop. Beijing, 2006: 103-109.
- [2] 罗艳蕊,贺杰.我国运动医学研究力量分布状况的量化分析[J].首都体育学院学报,2008,20(1): 55-57.
- [3] 曲绵域.实用运动医学[M].北京:北京大学医学出版社,2003: 36-44.
- [4] 冯炜权.运动生物化学原理[M].北京:北京体育大学出版社,1995: 348-369.
- [5] 侯冬岩,回瑞华,刘晓媛,等.绿茶、红茶和乌龙茶抗氧化性能的比较[J].食品科学,2006,27(3): 90-92.
- [6] Hong J, Smith T J, Ho C T, et al. Effects of purified green and black tea polyphenols on cyclooxygenase and lipoxigenase-dependent metabolism of arachidonic acid in human colon mucos and colon tumor tissues[J]. Biochem Pharmacol, 2001, 62(9): 1175-1183.
- [7] 袁跃彬,陈公超,俞顺章.绿茶提取物降低老年血脂和体质量指数的临床试验研究[J].实用老年医学,2006,20(3): 195-197.
- [8] 庞爱明,阮长耿.绿茶的主要成分表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)对血小板功能影响的研究[J].中

- 国血液流变学杂志, 2004, 14(1): 37-39.
- [9] 毛伟峰, 宋雁, 韩驰, 等. 绿茶及其有效成分对肾性高血压大鼠左室肥厚抑制作用的研究[J]. 卫生研究, 2008, 38(1): 43-46.
- [10] Kuriyama S, Hozawa A, Ohmori K, et al. Green tea consumption and cognitive function: a cross-sectional study from the Tsurugaya Project[J]. Am J Clin Nutr, 2006, 83: 355-361.
- [11] 曹进. 茶儿茶素影响细胞外糖合成和变异链球菌附着的训究[J]. 茶叶科学, 2005, 15: 57-60.
- [12] 宿迷菊, 王岳飞, 骆耀平, 等. 茶多酚抗炎作用研究进展[J]. 茶叶, 2006, 32(1): 10-11.
- [13] 马森, 游玉琼, 游洪忠. 武夷岩茶、绿茶在小鼠上抗缺氧作用的研究[J]. 畜牧兽医杂志, 2008, 27(3): 5-6.
- [14] Christina J, Martinea A, Yana P. Green tea extract (AR25(r)) inhibits lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium in vitro[J]. J Nutr Biochem, 2001, 11(1): 45-51.
- [15] 李振, 陈现伟. 茶多酚的免疫调节作用及应用[J]. 中国兽药杂志, 2004, 38(4): 33-35.
- [16] 袁青. 血清肌酸激酶的运动训练负荷监控作用研究述评[J]. 体育学刊, 2007, 14(6): 40-43.
- [17] 聂金雷, 张勇. 运动与自由基研究的新进展[J]. 天津体育学院学报, 2001, 16(2): 32-34.
- [18] 冯炜权. 运动生物化学原理[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 1995: 348-369.
- [19] 张漓. 中国古典式摔跤运动员赛前训练的生化特点及机能评定[J]. 中国运动医学杂志, 2002, 21(2): 200-202.
- [20] 杨贤强, 王岳飞. 茶多酚药理药效研究进展[J]. 茶叶, 2005, 31(3): 139-142.
- [21] Jenkins R R. Influence of exercise on clearance of oxidant stress products and loosely bound iron[J]. Med Sci Sports Exerc, 1993, 25(2): 213-21.
- [22] 段新科, 袁跃彬, 肖文潮. 绿茶提取物对肝脏炎症和纤维化病变的保护作用[J]. 实用医药杂志, 2007, 24(9): 1032-1034.
- [23] 邱模炎, 姜岳, 孙慧. 绿茶改善慢性肾衰竭大鼠肾功能的实验研究[J]. 中国茶叶, 2008(7): 18-19, 31.
- [24] Cyril Petibois, Georges Cazorla, Jacques Poortmans, et al. Biochemical aspects of overtraining in endurance sports[J]. Sports Med, 2002, 32(13): 867-878.
- [25] 高炳宏. 跆拳道比赛时间结构与能量代谢特点的研究[J]. 北京体育大学学报, 2004, 27(5): 639-641.

《体育网刊》2010年第6期题录

体育科研与教学

- 中国高等体育院校研究的审视与前瞻.....蒋德龙
- 地方新建本科院校科研与教学的关系.....何小军
- 构建有效体育课堂先从备课开始.....赵小青, 索卫东
- 普通高校羽毛球运动发展的系统结构及互动关系.....杨娜, 陶于

社会体育

- 湖南省城市社区体育发展研究.....舒宗礼, 沈珊珊
- 益阳市跆拳道职业市场需求现状调查.....夏贵霞, 颜学生

运动训练学

- 2010年滁州市电业总公司拔河队训练计划.....王伟
- 我国优秀板球运动员快速投球中投掷步技术的运动学研究.....梁海丹, 潘慧炬, 林辉杰
- 核心力量训练对提高男子跳高运动员竞技能力的作用.....肖和伟

探讨与争鸣

- 现代体育在西方产生的原因.....张留杰

《体育网刊》链接: <http://www.chinatyxk.com/gb/tywk.asp>

本期编辑: 陈付彬 (华南师范大学 体育科学学院)