

游泳训练中的补液效果

鹿 徽¹, 顾 磊², 杨立平³, 段保民⁴

(1. 湛江海洋大学 体育部, 广东 湛江 524025 2. 惠州市体育运动学校, 广东 惠州 516001;
3. 深圳体工队, 广东 深圳 518026 4. 华东师范大学 体育系, 上海 200030)

摘 要 运动训练中如何更好地促进运动员机能的恢复是训练中的重要环节, 针对游泳运动员的特点, 在训练中进行牛磺酸复合功能性饮料的补充, 并在补充前后进行有氧功率自行车的运动测试和血样的分析, 结果表明运动员有氧耐力水平和运动能力都有一定的提高, 冬训期间未出现过度疲劳的现象。

关 键 词 游泳训练; 疲劳恢复; 牛磺酸

中图分类号: G80 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2002)03-0035-03

Effect of the nutritional juice applied to swimming trains

LU Hui¹, GU Lei², YANG Li-ping³, DUAN Bao-ming⁴

(1. Department of Physical Education, Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang 524025, China;
2. Huizhou Athletics Sport School, Huizhou 516001, China 3. Shenzhen Sport Community, Shenzhen 518026, China;
4. Department of Physical Education, East China Normal University, Shanghai 200030, China)

Abstract It is key point to understand how to restore the sporters' energy after they exercise during train seasons. After swimmers took supplement of the beverage compounded taurine designed for swimmers during training, their hemanalysis and kinesiology experiment were carried on. The experiment result testifies swimming sporters' tolerant and kinetic capability had been improved, did not have the over-fatigued during the winter training.

Key words swimming train; tired instauration; bezoar acid

长时间大强度运动可引起体内自由基的生成增多, 抗氧化系统的能力相对降低, 造成细胞膜的脂质过氧化, 引起组织的损伤和疲劳的出现, 从而影响到疲劳的恢复。在竞技体育中, 运动员长期进行长时间、大强度的运动训练, 不断挑战自我的生理极限, 以创造更好的成绩。训练、疲劳、恢复、再训练的循环往复, 不断使良好的运动适应得到巩固, 而其中恢复的过程是训练中重要的环节, 如何更好的促进运动员疲劳的恢复, 就成为体育科研工作者试图解决的难点和重点。牛磺酸作为一种营养氨基酸, 其广泛的生物特征使它成为理想的运动营养补充剂。本研究从理论和实践相结合的角度去探求运动中牛磺酸与人体内自由基代谢的关系, 以及它对运动能力的影响。

1 试验对象和方法

1.1 运动饮料

根据国内外的研究成果, 在冬训期间对游泳队进行了运

动饮料补充和探索性研究。补充的液体中主要以糖为主(低聚糖、葡萄糖、果糖), 同时加入磺酸和无机盐, 按一定比例配成一定浓度的运动复合功能型饮料。

牛磺酸是人体中含量最为丰富的氨基酸之一, 主要分布在神经系统和肌肉中, 它具有保护心脏、调节渗透压、维持细胞的正常功能和维持神经兴奋性等广泛的生物功能。同时它还可以促进运动员疲劳的恢复和有氧能力的提高, 由于人体内缺乏合成牛磺酸的酶, 生理过程所需的牛磺酸主要从膳食中摄取。由于牛磺酸的这些特性, 使其成为临床心脏病的治疗和成为运动功能型饮料的重要成份。

低聚糖(低聚半乳糖)可以不经过消化酶直接抵达大肠, 是一种低能量糖类, 它不刺激胰岛素的升高, 是补糖的最佳选择之一, 同时它对大肠内有益菌的代表——双歧杆菌的繁殖具有促进作用, 有利于肠内菌群的改善和肠内抗感染力的增加和消化系统的改善。

果糖要比葡萄糖合成肝糖原的效果好, 更有利于运动后

能源物质的恢复。在运动过程中除了能量物质的消耗外还有水分和无机盐的流失(以汗液的形式),所以也有必要在运动饮料中加入一定的无机盐进行补充。

1.2 实验对象

惠州市体育运动学校游泳班运动员 10 名,男 3 名,女 7 名。深圳市体育运动学校游泳班运动员 10 名,男 7 名,女 3 名。队员资料见表 1。

表 1 受试运动员基本情况

				$\bar{x} \pm s$
性别	例数	年龄/岁	身高/cm	体重/kg
男	10	16.30 ± 1.60	181.30 ± 5.60	70.60 ± 4.80
女	10	15.00 ± 2.60	171.00 ± 3.5	64.70 ± 5.50

1.3 实验方法

(1)受试者处于冬训集训期,每天每人补充质量分数为 0.5% 的牛磺酸运动饮料(含糖 5%)1 000 ml(5 g),共 1 个月。于补充牛磺酸前后进行运动实验,补充牛磺酸期间保持正常生活和训练,实验前一天停止大运动量训练,实验日让受试者进行功率自行车(江苏体科所生产)运动,转速 50 r/min,测定 PWC_{170} 和 VO_{2max}/m ,并维持运动员心率在 (160 ± 5) 次/min 蹬车 10 min(相当于 70% VO_{2max})。

血样采集:分别于运动前及运动后 3 min 取肘静脉血 2 mL,EDTA 抗凝。

(2)主要测试指标:记录功率自行车测试的 PWC_{170} , VO_{2max} , VO_{2max}/m ;记录运动后 3 min 恢复心率,全血乳酸(La)测试,全血谷胱甘肽还原酶(GSH-Px)。

(3)各组均数比较使用 t 检验,运动前后比较使用配对 t 检验,显著性差异为 $P < 0.05$,非常显著性差异为 $P < 0.01$,极显著差异为 $P < 0.001$,所有数据应用 SPSS10.0 统计软件进行分析。

2 结果

(1)补充牛磺酸对运动能力的影响

以功率自行车运动实验测试运动员在补充牛磺酸前后 PWC_{170} 、 VO_{2max} 、 VO_{2max}/m ,在补充牛磺酸前后它们之间没有显著性差异,但均有一定程度的提高(见表 2)。

表 2 PWC_{170} 、 VO_{2max} 、 $VO_{2max} \cdot m^{-1}$ 1)

				$\bar{x} \pm s$
测试时间	PWC_{170}	VO_{2max}/L	$VO_{2max} \cdot m^{-1}/L \cdot kg^{-1}$	
补充前	1 494.63 ± 133.87	4.12 ± 0.52	61.28 ± 6.60	
补充后	1 500.33 ± 152.00	4.25 ± 0.34	64.18 ± 3.68	

1)受试者在补充前后均无显著性差异($P > 0.05$)

(2)补充牛磺酸对恢复心率的影响

功率自行车实验后 3 min 恢复脉搏和运动前静息脉搏,在补充牛磺酸前后没有显著性差异(见表 3)。

表 3 运动前和运动后 3 min 恢复心率¹⁾ $\bar{x} \pm s$, 次/min

测试时间	运动前	运动后 3 min 恢复值
补充前	57.80 ± 3.90	84.00 ± 7.60
补充后	56.00 ± 3.60	85.00 ± 8.80

1)受试者在补充前后均无显著性差异($P > 0.05$)

(3)补充牛磺酸对血液中 GSH-Px 的影响

如表 4 所示血液中 GSH-Px 的活力在补充牛磺酸后有了一定程度的提高,补充牛磺酸运动后 GSH-Px 活力与补充前比有非常显著性的差异($P < 0.01$),与运动前相比有极显著的差异($P < 0.001$)。

表 4 补充牛磺酸对血液中 GSH-Px 的影响 $\bar{x} \pm s$, %

测试时间	安静时	运动后
补充前	155.09 ± 14.22	165.61 ± 26.20
补充后	167.04 ± 45.12	242.40 ± 18.04 ¹⁾²⁾

1)与补充前比较, $P < 0.001$ 2)与安静时比较 $P < 0.01$ 。

(4)牛磺酸对糖代谢的影响

补充牛磺酸对于糖代谢有着一定的影响,运动后乳酸值在补充前后有着显著差异($P < 0.05$),说明补充牛磺酸可以提高有氧代谢的能力,提高体内糖的有氧代谢供能的能力。

表 5 补充牛磺酸对血乳酸的影响 $\bar{x} \pm s$, $\mu\text{mol/L}$

测试时间	安静时	运动后
补充前	0.74 ± 0.26	5.32 ± 0.87 ¹⁾
补充后	0.52 ± 0.12	3.31 ± 1.28 ²⁾

1)与安静时比较, $P < 0.05$ 2)与补充前比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

PWC 是英文 Physical work capacity 的缩写,是运动员机能评定中一种常用的次极限负荷试验。它评定机体在定量负荷运动时,当身体机能动员起来并处于相对稳定状态,心率为 170 次/min 时,单位时间内所作功的数量。它反映了机体工作能力,尤其是耐力的水平。

经过 1 个月补充该配方的饮料后,运动员总体的 PWC_{170} 有一定的提高,说明有氧负荷的工作能力有所提高,最大摄氧量(VO_{2max})是人体在极限的肌肉活动下,呼吸循环功能达到最高水平时,单位时间所摄取和利用的最大氧量。它反映运动员的心肺功能和有氧能力,一般用单位体重的最大摄氧量更能反映其实际的情况。

补充饮料补充后运动员单位体重的最大摄氧量在总体上有一定水平的升高,反映其有氧能力的增加。

乳酸是糖代谢(无氧糖酵解)的重要产物。在进行肌肉活动时其生成的速率和运动项目、训练水平、动力强度、动力持续时间等因素有密切关系。乳酸在运动训练中应用得比

较广泛,主要用于训练强度和机能状况的评定指标。目前,用血乳酸指标主要进行有氧能力的评定。

在补充运动饮料后,功率自行车测定最大摄氧量运动后乳酸值显著下降。安静时乳酸水平也有一定的降低,说明运动中有氧供能占的比重有了显著的提高,间接反映出运动员有氧能力在补充功能性饮料后,体内环境有了良好的改善。

自由基是人体生命活动中产生的代谢产物,过多的自由基会攻击细胞膜,引起组织损伤和疾病的发生。有关运动与自由基生物学的关系近年来颇受重视,运动会使体内产生大量的自由基,直接加重了组织的损伤,导致人体工作能力下降并产生疲劳。自由基在一定程度上可以被视为人体内的“垃圾”,因此,加速自由基清除速度,提高抗氧化防御能力,对于延缓疲劳产生,提高运动能力有重要意义。

饮料中的牛磺酸成份能够提高人体抗氧化的能力,延缓疲劳的出现,促进运动后疲劳的恢复,在国外牛磺酸被作为功能性氨基酸广泛应用于营养药物中。通过牛磺酸的补充,运动员自身的抗氧化能力的指标——谷胱甘肽过氧化物酶的活性在运动前后均有显著提高,说明运动员机体内抗氧化能力的提高,疲劳的恢复过程加快,是一种良好的机能适应。

4 结论

(1) 运动员补充牛磺酸后 PWC_{170} 、 VO_{2max} 、 VO_{2max}/m 有一定程度的提高,提示长期进行牛磺酸的补充能够提高运动员的有氧耐力水平。

(2) 牛磺酸可以增强机体抗氧化体系的能力,维持运动后血浆中 SOD 的活力,提高血液中 GSH-PX 的活力。

(3) 牛磺酸可以增强糖的有氧代谢的能力,降低运动后乳酸的堆积,维持机体内环境的稳定,延缓疲劳的出现。

(4) 本实验以运动营养补剂的方式进行牛磺酸的补充,在实际工作中取得比较令人满意的效果。

本研究的完成是在深圳市体育发展中心科研处徐处长、惠州市中心人民医院荆国杰主任医生、深圳市体工队科研助教组刘雄弼老师、工作人员谭立宏、陈依华等的热情帮助下完成的,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 曾松令. 运动保健饮料配方与制法 [M]. 北京:人民体育出版社,1991.
- [2] (美)梅尔文·威廉.《探索冠军之路》—训练之外的强力手段 [A]. 国家体育科技交流专集 [C]. 杨则誉译. 北京:人民体育出版社,1990.
- [3] 高言诚. 营养学 [M]. 北京:北京体育学院出版社,1992.
- [4] 冯美云. 运动生物化学(全国体育院校通用教材) [M]. 北京:人民体育出版社,1999.
- [5] 蒲钧宗. 优秀运动员机能评定手册 [A]. 国家体育科技成果专集 [C]. 北京:人民体育出版社,1989.
- [6] 丛湖平. 体育统计 [M]. 北京:高等教育出版社,1998.
- [7] 杨锡让. 实用运动生理 [M]. 北京:北京体育大学出版社,1998.

[编辑:周 威]

(上接第34页)

从尿 TP 排泄率运动后连续 4 次的测定值动态变化看,第一次测定 3 组升高都较明显,但从 12 h 第 2 次测定值来看,都基本恢复正常。从此值变化情况进行机能评定看,恢复都是比较好的。但如果此值相对于肾上腺 C-fos 蛋白表达来看,两个指标的测定最大值存在着较大时间差距。肾上腺 C-fos 蛋白表达在本次研究中最大值 3 组均出现在第 4 次测定,即运动后 36 h,显示肾上腺正处于最大的运动性伤害中,肾上腺不能稳定地维持其正常结构、机能状况。而此时从尿 TP 排泄率的恢复来看,均已表明良好的恢复。如果此时继续训练,可能会造成对肾上腺过度的运动性刺激,从而导致对其正常结构、功能的过度损害而导致不良的后果^[6]。

以上结果提示,不同的生理、生化指标在表明运动性疲劳、恢复及机能评定方面具有较大的时间差异,在尿 TP 排泄率早已恢复的情况下,代表肾上腺结构、机能状态的 C-fos 蛋白表达却持续升高,显示肾上腺不能维持其正常结构和机能。所以在进行运动性疲劳及恢复的评判和机能评定时,应注意多指标的相互关系和表明的意义,也说明肾上腺 C-fos 蛋白表达对不同运动强度的敏感性,以及利用肾上腺 C-fos 蛋白表达来进行相关研究时,应注意肾上腺 C-fos 蛋白

表达的时间特性。

参考文献:

- [1] Minkase KJ. The effects and influence of different stimulations on sodium citrate cotransporter in renal microvilli [J]. Am J Physiol, 1985, 247: 282-290.
- [2] Barac M. Effects of PH and succinate on sodium citrate cotransporter in renal microvilli [J]. Am J Physiol, 1985, 247: 282-290.
- [3] Richter EA. Influence of hormones and exercise on metabolism in isolated muscle [J]. Can J Sports Sci, 1993, 12: 108-112.
- [4] 王 健. 尿蛋白 SDS-CBC 测定法 [J]. 中国运动医学杂志, 1988, (2): 83-85.
- [5] Diamond JR. The expression of adrenal gland C-fos antigen resulting from exhaustive exercise in rats [J]. J Appl Physiol, 1993, 54: 51-62.
- [6] Jill C. Influence of selenium deficiency chronic training and acute exercise [J]. Arch Biochem Biophys, 1988, 263: 150-181.

[编辑:李寿荣]