

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.04.039

2 种运动食品对人体运动能力的影响对比研究

Influence of two sport food on human body movement ability

黄国阳

HUANG Guo-yang

(桂林电子科技大学信息科技学院, 广西 桂林 541004)

(Institute of Information Technology of Guilin University of Electronic Technology,
Guilin, Guangxi 541004, China)

摘要:以 30 名男性运动员为对象,通过交叉食用、自身对照的试验方式,评估 2 种营养组成不同的运动食品对人体运动能力、体能恢复和疲劳程度等方面的作用。试验结果表明:在空腹血糖水平相同的情况下,进食 30 min 后运动食品 A 组的血糖浓度高于运动食品 B 组的,在强度 60% 最大摄氧量(VO_{2max})运动 50 min 后运动食品 A 组的血糖浓度也高于运动食品 B 组的。在进行力竭训练后,3,6,9,12,15 min 的 5 个时间点内,运动食品 A 组的血乳酸清除效率明显高于运动食品 B 组的。运动食品 A 组在进行力竭训练过程中的 10 个心率测定点的数值均优于其他 2 组的,训练结束后的 10 个心率测定点的数值显示运动食品 A 组的心率恢复情况均优于其他 2 组的。运动食品 A 组的血清睾酮/皮质醇比值较其他 2 组的高。在连续食用的情况下,运动食品 A 对人体运动能力的维持能力,提高体能水平和缓解疲劳的效果均优于运动食品 B。

关键词:运动食品;运动能力;缓解疲劳;效果对比

Abstract: In this study, 30 male athletes were used to evaluate the effects of two different nutrient composition sports foods on human exercise performance, physical fitness recovery, and fatigue level through crosstrial and self-control experiments. The test results showed that: in the case of fasting blood glucose at the same level, the blood sugar concentration of sport food A was higher than sport food B after 20 minutes of consumption, while blood sugar concentration is higher than sport food B after 60% VO_{2max} exercise 50 minutes. After exhaustive training, the lactic acid scavenging efficiency of sport food A was significantly higher than that of sportfood B at five time points of 3, 6, 9, 12 and 15 minutes. Compared with sprout food B, the exercise food group A

had higher values at the 10 time points after exhaustive training. The serum testosterone/cortisol ratio of sports food A was higher than the number of sports foods B and the control group. In the case of continuous consumption, sport food A is superior to sport food B in maintaining the ability to exercise, improving physical fitness and relieving fatigue.

Keywords: sports food; athletic ability; relieving fatigue; effect contrast

运动食品是指为满足参与运动人群的体能、生理代谢、营养需求等特殊要求而开发的功能性食品,其具有体积小、质量轻、运动时携带方便的优点,一直是运动训练、比赛过程中重要的功能性食品^[1-4]。在运动训练和比赛过程中,运动强度较高,人员容易出现疲惫状态,因此通过食用有效的运动食品改善体能状态就变得十分重要^[5-7]。根据运动训练内容和周期的不同,运动食品可能需要连续多餐或多日服用。同时,在训练过程中,受到气候环境、情绪紧张等外在或内在的应激因素,运动人员将会产生综合的负面效应,容易造成人体内环境紊乱,引起食欲和消化水平下降,最终影响人体的运动机能,造成训练效果和比赛成绩的下降^[8-10]。

目前类似的研究报道较少,仅有耿战辉等^[11]分析 2 种压缩饼干对人体运动能力的影响,但是压缩食品的消费范围较低,不符合大众消费需求。针对这一问题,本研究设计 2 种适合普通人食用的运动食品,并对 2 种运动食品进行自身对照和交叉食用分析,通过试验结果对人体运动能力和疲劳状态等方面进行测试,旨在为不断改善运动食品的性能表现提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试剂

血乳酸检测试剂盒、血清激素检测试剂盒:北京百奥莱博科技有限公司;

作者简介:黄国阳(1981—),男,桂林电子科技大学讲师,硕士。
E-mail:44868128@qq.com

收稿日期:2018-11-26

乙醇:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 材料

试验中功能因子含量不同的运动食品分为运动食品

A 和运动食品 B,并以此为基础设置为运动食品 A 组、运动食品 B 组和对照组。运动食品 A 和运动食品 B 的三大营养物质和功能因子的详细组成情况见表 1。

表 1 2 种运动食品的基本组成情况

Table 1 Basic composition of two sports nutrition

食品种类	蛋白质/ (10 ⁻² g·g ⁻¹)	碳水化合物/ (10 ⁻² g·g ⁻¹)	脂肪/ (10 ⁻² g·g ⁻¹)	咖啡因/ (10 ⁻² mg·g ⁻¹)	绿茶提取物/ (10 ⁻² mg·g ⁻¹)	甜菜根提取物/ (10 ⁻² mg·g ⁻¹)
运动食品 A	61.5	36.5	2.99	4	6	10
运动食品 B	63.3	34.7	1.99	3	5	12

1.3 试验对象及分组

最初选择运动员 100 人,性别为男性,年龄范围在 22~24 岁。通过脉搏、心率、血压、自行车和 5 km 跑步成绩等基本情况,选择测试数据结果接近的人员共 60 人。之后再行跑台体能测试和血液生化指标检测,根据综合结果确定所选运动员的体能状态。综合基本身体指标和体能状态,最终选择数据接近或接近的 30 名运动员作为试验对象,最终确定试验对象的基本身体参数为:最大摄氧量(58.1±0.4) L、身高(172.3±0.9) cm、体重(64.22±0.92) kg。根据试验目的,将 30 名运动员每组 10 人,随机分成 3 组,分别命名为:运动食品 A 组、运动食品 B 组和对照组。

1.4 仪器与设备

全自动发光仪:Unicel DxI800 型,美国贝克曼库尔特公司;

全自动生化分析仪:BIOBASE BK8000 型,山东博科科学仪器有限公司;

乳酸仪:EKF Blood Lactate 型,德国 EKF 公司;

血糖仪:ACCU-CHEK® Integra 型,美国罗氏公司;

心率监测仪:Prince 80D 型,深圳力康公司。

1.5 方法

1.5.1 试验设计 根据试验目的,分别设计运动食品各组的自身对照试验和平衡交叉试验,试验共分为 A、B、C 3 个阶段,每个阶段进行 7 d,总试验共进行 21 d,运动食品食用的具体细节如表 2 所示。在试验的每个阶段,要求每名参与试验的运动员每日摄入的食物热量不超过 3 000 J,试验过程中可以自由饮水,需要严格禁止饮酒和吸烟,杜绝在试验期间食用其他运动食品和营养补充剂。

1.5.2 试验流程 每个试验阶段(A、B、C)均按照以下流程和要求进行试验:

(1) 第 1~2 天,运动员要按照规定食用运动食品,按照同一标准强度进行运动训练和休息。

(2) 第 3 天,运动员要按照规定食用运动食品,进行运动强度较低的训练。

(3) 第 4 天,所有运动员均进行检测,具体步骤:晨起

表 2 交叉设计方案[†]

Table 2 Experimental design of the cross trial

试验阶段	时间	运动食品 A 组	运动食品 B 组
A	第 1~4 天	食用	食用
	第 5~7 天	不食用	不食用
B	第 1~4 天	食用	食用
	第 5~7 天	不食用	不食用
C	第 1~4 天	食用	食用
	第 5~7 天	不食用	不食用

† 食用表示食用本组规定的运动食品。

空腹抽取运动员的静脉血,测定血液生化指标,血乳酸和血糖,之后进行正常食用早饭。早饭后休息 30 min,采集指尖血测定血乳酸和血糖。之后进行缓慢热身 10 min,然后以 60% VO_{2max} 的强度跑步,在试验设计的时间点,采集指尖血测定血乳酸和血糖。之后原地休息 10 min,进行力竭跑(15 km/h),记录起跑至力竭的时间和距离,结束后立即采集静脉血测定所需生化指标。从休息开始计时,分别在 0,3,6,9,12,15 min 5 个时间点采集指尖血,测定休息恢复期的血乳酸变化趋势,在休息 1 h 后测定血糖。

(4) 第 5 天,晨起空腹采集静脉血测定生理指标。

(5) 第 6~7 天,充分休息进行下一轮试验,在休息期间可以自由饮食。

1.5.3 主要检测指标 试验中主要检测指标包括:心率水平、血乳酸和血糖水平、血清激素含量(睾酮、皮质醇、睾酮/皮质醇、胰岛素)。心率水平采用心率计测定;血乳酸和血清激素含量采用试剂盒法,血糖水平采用血糖仪测定。

1.6 数据统计与分析

测试所得数据采用 SPSS 15.0 软件进行分析,均以($\bar{X} \pm S$)表示。采用 OneWay ANOVA 分析方法进行多组之间比较,采用 Least-significant difference(LSD)方法在方差齐时进行多重比较,采用 Tamhane's T2 方法在方差不齐时进行多重比较,设定 P<0.05 时,表示差异显著,P<0.01 时,表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 运动后恢复期心率变化

人体在训练过程中,心率的变化情况可以反映人体的运动能力,而经过运动训练,进入恢复期后直接测定心率变化情况可以反映出人体的恢复情况^[12]。图1为各组运动员在进行力竭训练过程中的心率变化情况。图2为各组运动员在进行力竭运动后心率测定结果。检测结果证实,3个试验组运动的心率变化情况相比,在运动过程中,运动食品A组心率增长速率快于其他2组,可以在较短的时间将心率水平迅速提升,更早的进入稳定期间,进入最高心率时间较晚。在运动训练结束后,运动食品A组运动员在各个时间点的心率监测数值都低于其他2组,说明运动食品A组的运动员可以快速进入恢复水平。以上的检测结果表明运动食品A组运动员在进行力竭训练运动时,心率增加速率较快,而在运动训练结束后,心率恢复更快,明显优于运动食品B组和对照组。

2.2 血乳酸浓度的变化

由于肌肉产生的乳酸产生后10 min左右就可以立即渗入血液,直到肌肉和血液间的乳酸浓度达到平衡。同时由于血液中乳酸浓度受到多方面因素影响,因此需要进行多时间点采样测定血乳酸数值后才能有效的评估人体的血乳酸清除率^[13]。

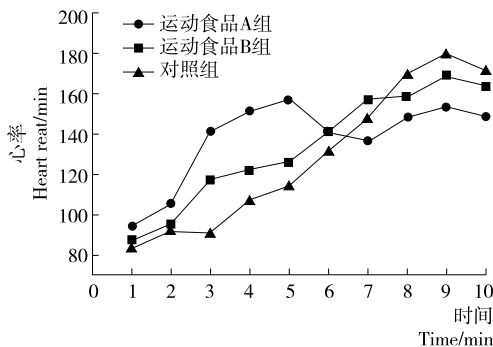


图1 运动期间心率水平测定

Figure 1 Changes of heart rate during exercise period

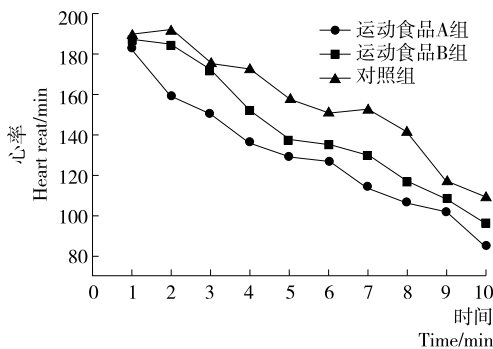


图2 恢复期间心率水平测定

Figure 2 Changes of heart rate during recovery period

由图3可知,在60% $VO_{2\max}$ 强度下,连续跑步100 min,在运动过程中运动食品A组运动员的血乳酸整体水平相对较低,而且在力竭训练后的休息期内,各个时间点上运动食品A组运动员的血乳酸水平都明显低于其他2组的。进一步的检测结果如图4所示,在力竭训练后,运动食品A组在各个时间点的血乳酸清除效率高于运动食品B组的。由此血乳酸的检测结果可知,在进行运动训练后,运动食品A组运动员的血乳酸产生水平低于运动食品B组的和对照组的,同时血乳酸的清除效率高于运动食品B组的和对照组的,表明食用运动食品A的体能恢复效果优于运动食品B。

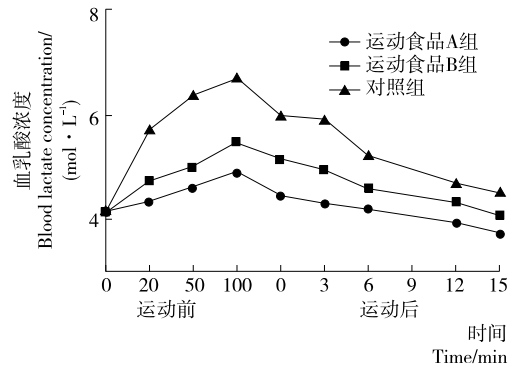


图3 血乳酸产生水平

Figure 3 Changes of blood lactic acid level

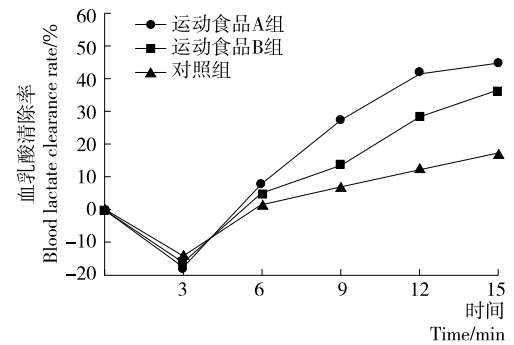


图4 血乳酸清除效率

Figure 4 The clearance rates of blood lactic acid

2.3 血糖水平的变化

如表3所示,在空腹血糖水平接近的条件下,运动食品A组在饭后30 min, $(60 \pm 2)\% VO_{2\max}$ 强度跑步30, 60, 90 min的血糖水平均高于运动食品B组的和对照组的。特别是在跑步训练60 min和90 min后的血糖水平测定结果存在显著性差异($P < 0.05$)。由此测定结果可知,在运动训练过程中,运动员食用运动食品A可以有效地维持人体血糖水平,效果明显优于食用运动食品B和不食用运动食品的运动员。

2.4 血清相关激素水平变化

3组运动员在力竭运动前后血清中睾酮、皮质醇、睾酮/皮质醇(T/C)和胰岛素水平的变化情况如表4所示。

从检测结果可知,食用运动食品 A 的运动员在晨起、运动后和运动后 12 h 3 个检测时间点的睾酮水平平均高于其他 2 组的;皮质醇水平低于其他 2 组的,T/C 值和胰岛素水

平均高于其他 2 组的。结果证实运动食品 A 可以有效地调节人体的激素水平,维持较好的人体运动状态和恢复效率。

表 3 血糖浓度变化[†]

Table 3 Changes of blood glucose concentration in different groups mmol/L					
组别	空腹	饭后 30 min	运动 20 min	运动 50 min	运动后 100 min
运动食品 A	4.59±0.62	5.81±0.54	5.83±0.41	5.79±0.21	5.71±0.23
运动食品 B	4.57±0.58	5.84±0.51	5.66±0.26 *	5.41±0.43 *	5.36±0.18 *
对照组	4.62±0.57	5.83±0.49	5.53±0.33 #	5.13±0.11 #	5.02±0.31 #

† * 表示与对照组相比差异显著,P<0.05;# 表示与运动食品 B 组相比差异显著,P<0.05。

表 4 血清激素水平变化情况[†]

Table 4 Changes of serum hormone level					
组别	时间	睾酮/(μg · dL ⁻¹)	皮质醇/(μg · dL ⁻¹)	睾酮/皮质醇	胰岛素/(μIU · mL ⁻¹)
试验开始前	晨起空腹	0.638±0.031	16.41±0.38	0.038±0.001	4.79±0.26
	晨起空腹	0.689±0.029	16.45±0.33	0.042±0.001	4.78±0.28
	运动后	0.649±0.032 * #	14.41±0.27 * #	0.045±0.001 * #	4.89±0.32 * #
	运动后 12 h	0.695±0.042 * #	15.32±0.28 * #	0.045±0.001 * #	4.98±0.26 * #
运动食品 A 组	晨起空腹	0.681±0.033	16.44±0.32	0.042±0.001	4.77±0.24
	运动后	0.588±0.031	15.58±0.25	0.041±0.001	4.78±0.28
	运动后 12 h	0.611±0.055	16.12±0.18	0.038±0.001	4.81±0.34
	晨起空腹	0.685±0.031	16.42±0.29	0.042±0.001	4.82±0.22
运动食品 B 组	运动后	0.521±0.042	16.79±0.38	0.031±0.001	4.67±0.29
	运动后 12 h	0.561±0.038	17.25±0.25	0.033±0.001	4.51±0.34
	晨起空腹	0.685±0.031	16.42±0.29	0.042±0.001	4.82±0.22
	运动后	0.521±0.042	16.79±0.38	0.031±0.001	4.67±0.29
对照组	运动后 12 h	0.561±0.038	17.25±0.25	0.033±0.001	4.51±0.34
	晨起空腹	0.685±0.031	16.42±0.29	0.042±0.001	4.82±0.22
	运动后	0.521±0.042	16.79±0.38	0.031±0.001	4.67±0.29
	运动后 12 h	0.561±0.038	17.25±0.25	0.033±0.001	4.51±0.34

† * 表示与对照组相比差异显著,P<0.05;# 表示与运动食品 B 组相比差异显著,P<0.05。

3 结论

本研究结果显示,在连续多日单独食用某一运动食品的情况下,运动食品 A 在维持运动员的血糖水平、血液血乳酸的清除效率、心率恢复情况和血液中相关激素水平变化情况等方面,均明显优于运动食品 B。说明运动食品 A 具有更好的促进运动后体能恢复和维持人体运动能力作用。过去的研究,主要是对单一品种运动食品的功效进行分析,本研究采用比较的方式,分析 2 种运动食品的功效,研究方法具有一定的应用价值。但是,本研究缺乏对运动功效进行机理研究,这部分工作将在进一步的研究中进行。

参考文献

[1] 马永轩,张名位,魏振承,等. 运动营养食品的现状与趋势[J]. 食品研究与开发,2017(14): 205-207.
[2] 赵其达拉吐,孙美艳. 富含大枣多糖食品对运动员缓解运动性疲劳的效果研究[J]. 食品研究与开发,2016(18): 182-185.
[3] 董煜. 抗疲劳小麦肽运动能量胶的研发及作用分析[J]. 食品研究与开发,2017(5): 148-151.

[4] 姚妙爱. 淀粉能量胶的工艺研究[J]. 粮油食品科技,2013(6): 15-17.
[5] 曾立鑫,张晶莹,孟令仪,等. 人参鹿茸保健品缓解体力疲劳作用研究[J]. 安徽农业科学,2017(15): 129-131.
[6] 彭兴云. 海洋贝类饮品对游泳运动员有氧运动相关指标的影响[J]. 食品研究与开发,2017(8): 169-172.
[7] 颜晓庆,崔红燕,陈宏运,等. 植物发酵液在功能性运动饮料中的应用[J]. 食品与发酵工业,2016(1): 277-280.
[8] 刘芳. 茶多酚的抗氧化作用在竞技体育中的应用[J]. 福建茶叶,2016(5): 35-36.
[9] 史博强,和振东. 银杏叶提取物对运动员力竭状态下的保护作用[J]. 食品研究与开发,2016(17): 146-149.
[10] 赖耀山,石月,彭晓庐,等. 中药运动营养补剂作用机制的研究进展[J]. 食品科学,2013(15): 415-423.
[11] 耿战辉,王越鹏,刘嘉喜,等. 两种压缩食品对人体运动能力影响的对比研究[J]. 中国食品学报,2014,14(10): 18-22.
[12] 石波,张莉,曹阳,等. 静息状态和实时运动状态心率变异性比较研究[J]. 中国医疗器械杂志,2017(3): 157-160.
[13] 元香南,陈璎珞,齐智,等. 餐后不同运动因素对健康成人血糖和胰岛素的影响[J]. 中国运动医学杂志,2009(1): 14-16,19.