

天然茶叶碱对运动员身体机能影响的研究

马 彬*

(南京航空航天大学, 南京 210016)

摘要: 目的 探讨服用茶叶碱对运动员的竞技技能和体能恢复效率的影响。**方法** 以 36 名运动员为实验对象, 将运动员平均分成 3 组, 每组运动员分别服用茶叶碱的剂量为高剂量、低剂量与安慰剂 3 个剂量, 测试内容包括基础指标测试、血液生理生化指标测试、有氧代谢测试和无氧能力测试, 并采用 SPSS17.0 统计分析软件对结果分析。**结果** 运动员总体重在服用不同剂量的茶叶碱后均表现出下降; 不同剂量组的干预方式对运动员基础指标并无显著影响($P>0.05$)与服用前相比, 运动员血常规中红细胞计数(red blood cell count, RBC)和红细胞压积(hematocrit, HCT)有所降低, 但服用前后并无显著差异($P>0.05$); 不同剂量组运动员在呼吸交换率、相对最大摄氧量、无氧阈心率、每分钟通气量的表现值均无显著性差异($P>0.05$)各血乳酸值在组内与组间均无显著性差异($P>0.05$); 运动员在服用不同剂量茶叶碱后其相对峰功率、相对平均功率和功率递减率均无显著性差异($P>0.05$)。**结论** 服用茶叶碱对与运动身体的基础指标和血常规并无显著影响, 适当剂量的茶叶碱有利于体能指标恢复, 对运动员的有氧运动有帮助, 该研究有利于茶叶碱在营养保健品方面的推广。

关键词: 茶叶碱; 方差分析; 体能恢复

Study on the effect of natural tea alkaloid on the body function of athletes

MA Bin*

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the effects of natural tea alkaloids on athletes' competitive skills and recovery efficiency. **Methods** 36 players as test object were divided into three groups, each group of athletes taking tea alkali dosage for high dose, low dose and placebo doses, respectively. The test content included basic index test, blood physiological and biochemical index test, aerobic metabolism test and anaerobic ability testing. SPSS17.0 statistical analysis software was used to analysis the results. **Results** The overall weight of the athletes decreased after taking different doses of tea. Intervention methods in different dose groups had no significant effect on the basic indexes of athletes ($P>0.05$). Compared with before taking the medicine, red blood cell count (RBC) and hematocrit (HCT) in blood routine of athletes were reduced, but there was no significant difference before and after taking the medicine ($P>0.05$). There were no significant differences in the performance values of respiratory exchange rate, relative maximal oxygen uptake, anaerobic threshold heart rate, and ventilation per minute among athletes of different dose groups ($P>0.05$). There were no significant differences in the blood lactic acid values between and within the groups ($P>0.05$). There was no significant difference in relative peak power, relative average power and power decline rate of athletes after taking different doses of tea ($P>0.05$). **Conclusion** Taking theophylline has no significant effect on the basic indexes and blood routine of sports body. The appropriate dosage of theophylline is beneficial to the

*通讯作者: 马彬, 硕士, 副教授, 主要研究方向为体质与健康等方面研究。E-mail: mabin@nuaa.edu.cn

*Corresponding author: MA Bin, Master, Associate Professor, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China. E-mail: mabin@nuaa.edu.cn

physical recovery and may be helpful to the aerobic exercise of athletes. This study is conducive to the promotion of theophylline in nutrition and health care products.

KEY WORDS: theophylline; analysis of variance; physical recovery

1 引言

茶碱主要存在于山茶科植物的茶叶中,属于黄嘌呤衍生物。它可降低平滑肌的张力作用,使呼吸道扩张;有利于去甲肾上腺素和内源性肾上腺素的释放,使气道平滑肌松弛;从而抑制钙离子由平滑肌向内质网的释放,通过降低细胞内钙离子浓度来减缓呼吸道扩张作用^[1-3]。天然的茶叶碱是指由传统的食品制备工艺生产的茶碱,其结构中含有的 C₁₄ 具有天然性,因此,其表现出具有其独到的物质特性^[4-6]。有大量的文献表明,茶碱对胃蛋白酶的活性具有明显的抑制作用,其主要原因是嘌呤结构上的酮基有比较强的疏水作用力,容易发生电子极化作用,特别是在 pH 2.0 的条件下,酶的活性中心与底物的结合作用更显著^[7]。近年来,有大量的学者将茶碱类药物应用于慢性阻塞性肺病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)的临床治疗中,证实该药物对增强呼吸肌肉强度和膈肌的收缩力,清除气道的分泌物和改善肺通气功能有一定的功效。因此,茶碱在提升生活能力和运动能力方面具有一定的作用,随着世界范围内对竞技体育重视以及民众对健身运动的需求,大量的运动员和健身人群在运动后,身体的恢复能力等要求也越来越高,茶碱在运动恢复能力方面的功效有助于茶碱在体育竞技和健身行业推广使用^[8-10]。

现有的运动员身体机能状态的评定,常以血液生理生化与运动能力测试来评判,运动员血液生理机能指标主要包括:肌酸激酶(creatine kinase, CK)、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)以及血红蛋白(hemoglobin, Hb)等,运动员运动能力的评价主要包括有氧能力和无氧能力评价。茶碱对运动员身体状态影响功效的研究有助于进一步了解茶碱的功效^[11-16],并建立质量标准提供参考,对于其开发高端的保健食品和药品具有十分重大的意义。

2 材料与方法

2.1 仪器

X-scanplus 体成分分析仪(北京鸿泰盛健康科技有限公司); LZ-100 身体机能测试仪(美国 Omega Wave 公司); SF-2600 血细胞分析仪(日本 Sysmex 公司); XH-6010 放射免疫计数仪、FGY-200 心肺功能测试仪(德国 Jaeger Oxycon Pro 公司); sky-150 血乳酸测试仪(德国 Biosen 公司); ECOM-F6124 生化分析仪(德国 Biosen 公司)。

茶碱购自广东千恒生物科技有限公司,色谱纯度大于 98%。

2.2 测试方法

以 36 名身高体重接近,来自上海体育学院羽毛球专业二级男子运动员为实验对象,实验设计为随机单盲交叉的模式,将运动员平均分成 3 组,每组运动员分别为晨起空腹服用茶叶碱的剂量分为高剂量(400~600 mg)、低剂量(100~400 mg)与安慰剂(< 100 mg) 3 种方式,并于 2 h 后开始测试。测试内容包括基础指标测试、血液生理生化指标测试、有氧代谢测试和无氧能力测试。

基础指标测试:测试者均为晨起空腹安静状态采用身体机能测试仪测试晨脉。

血液生理生化测试:受试者测试状态均为晨起空腹采用血细胞分析仪测试肌酸激酶(CK)、血尿素氮(BUN)以及血红蛋白(Hb)。

有氧能力测试:以 6 km/h 速度开始计时,然后以每 1 min 速度增加 1 km/h,坡度增加 1%的方式增加运动强度,直至达到跑速为 20 km/h 后,保持速度和坡度不变。其最大摄氧量跑台运动结束后 5 min 采指血,采用血乳酸测试仪测试血乳酸值。

无氧能力测试:以 30 s Wingate 无氧功测试,运动结束后分别在 4、6 和 10 min 采指血,采用血乳酸测试仪测试血乳酸值。

3 结果与分析

3.1 天然茶叶碱对运动员身体基础指标的影响

运动员服用不同剂量茶叶碱前后基础指标,结果见表 1,身体基础指标差值的对比结果见表 2。由表 1 可知,运动员在服用不用剂量的茶叶碱前后其去脂体重、体脂百分比以及晨脉表现值无显著性差异($P>0.05$),运动员在服用不同剂量的茶叶碱后其总体重值均表现出下降;且由表 2 结果可知,不同剂量组的干预方式对运动员基础指标并无显著影响($P>0.05$),但高剂量组表现出晨脉升高,安慰剂和低剂量组晨脉降低。去脂体重在服用茶叶碱后下降,并且随着服用剂量的升高而降低。

3.2 天然茶叶碱对运动员血常规指标的影响

通过运动员服用茶叶碱前后的红细胞计数(red blood cell count, RBC)、红细胞压积(hematokrit, HCT)和血红蛋白(Hb)的指标变化,见表 3,血常规指标影响差值结果见表 4。由表 3 结果可知,各组测试结果均处于正常范围,说明茶碱对运动员的血常规影响较小,运动员服用不同剂量的茶碱对 RBC、Hb 和 HCT 基本无影响,均无显著性差

异($P>0.05$)。表 4 结果显示,服用不同剂量的茶叶碱后对 RBC 与 HCT 很小且差值变化相近;安慰剂和低剂量组服用后 Hb 有所增加,但服用高剂量茶叶碱组 Hb 有所降低,与各组变化量相比有显著性差异($P<0.05$)。

3.3 天然茶叶碱对运动员有氧运动能力的影响

运动员有氧能力以及肺通气功能的评价指标通过相对最大摄氧量、无氧阈心率和每分通气量作来评价。结果

见表 5,不同剂量对运动员各指标影响差值结果见表 6。通过表 5、6 结果可知,运动员服用前后不同剂量的茶叶碱在测试中其呼吸交换率、相对最大摄氧量、无氧阈心率、每分钟通气量表现无显著性差异($P>0.05$);呼吸交换率均高于 1.20,相对最大摄氧量均高于 48 mL/min/kg,其中,高剂量组和低剂量组每分通气量的增长量显著高于安慰剂组($P<0.05$)。

表 1 基础指标测试结果
Table 1 Basic index test results

| | | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|------------|-----|----------|----------|----------|
| 体重/kg | 服用前 | 74.1±7.9 | 73.8±7.3 | 73.1±7.7 |
| | 服用后 | 73.6±7.6 | 73.4±7.0 | 73.0±7.9 |
| 去脂体重/kg | 服用前 | 64.1±5.0 | 62.6±4.8 | 63.3±5.8 |
| | 服用后 | 63.8±4.9 | 62.4±4.9 | 63.2±5.3 |
| 体脂百分比/% | 服用前 | 17.4±3.2 | 17.5±2.7 | 17.3±2.9 |
| | 服用后 | 17.5±3.2 | 17.2±2.8 | 17.7±3.4 |
| 晨脉/(次/min) | 服用前 | 61.9±6.7 | 62.0±5.2 | 61.4±5.2 |
| | 服用后 | 61.7±4.9 | 61.3±5.2 | 62.3±6.0 |

表 2 身体基础指标差值比较
Table 2 Comparison of body basic index difference

| | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|----------------|------------|------------|------------|
| 体重/kg | -0.52±0.86 | -0.42±0.63 | -0.08±2.03 |
| 去脂体重/(kg 去脂体重) | -0.30±2.15 | -0.21±0.92 | -0.12±5.8 |
| 体脂百分比/kg | 0.10±0.85 | -0.34±1.43 | 0.42±1.17 |
| 晨脉/(次/min) | -0.25±4.6 | -0.72±5.72 | 0.90±4.12 |

表 3 血常规测试结果
Table 3 Blood routine test results

| | | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 | 参考值 |
|-----------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 红细胞计数/(10^{12} /L) | 服用前 | 5.25±0.38 | 5.29±0.33 | 5.25±0.33 | (3.5~5.5) |
| | 服用后 | 5.22±0.34 | 5.29±0.40 | 5.22±0.37 | |
| 血红蛋白/(g/L) | 服用前 | 155.3±8.8 | 155.9±6.4 | 155.9±8.2 | (120~160) |
| | 服用后 | 155.8±8.2 | 157.2±7.2 | 155.8±7.3 | |
| 红细胞压积/(L/L) | 服用前 | 0.46±0.02 | 0.47±0.02 | 0.46±0.02 | (0.40~0.48) |
| | 服用后 | 0.46±0.02 | 0.46±0.02 | 0.46±0.02 | |

表 4 血常规指标差值比较
Table 4 Comparison of blood routine indexes

| | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|---------------------|-------------|------------|-------------|
| RBC/(10^{12} /L) | -0.03±0.19 | -0.01±0.36 | -0.03±0.26 |
| HB/(g/L) | 0.5±5.32 | 1.32±5.21 | -0.10±4.92 |
| HCT/(L/L) | -0.008±0.02 | -0.01±0.02 | -0.004±0.02 |

表 5 心肺功能测试结果
Table 5 Cardiopulmonary function test results

| | | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|--------------------|-----|------------|------------|------------|
| 呼吸交换律 | 服用前 | 1.22±0.07 | 1.20±0.07 | 1.21±0.07 |
| | 服用后 | 1.21±0.05 | 1.20±0.05 | 1.21±0.07 |
| 最大摄氧量/k(ml/min/kg) | 服用前 | 48.7±3.7 | 48.3±4.5 | 48.0±4.1 |
| | 服用后 | 48.9±4.4 | 48.0±5.1 | 48.3±4.8 |
| 无氧阈心率/(次/min) | 服用前 | 178.3±2.6 | 176.4±2.8 | 177.6±2.1 |
| | 服用后 | 178.1±2.6 | 178.0±3.0 | 177.9±2.1 |
| 每分钟通气量/(L/min) | 服用前 | 133.1±12.2 | 125.7±16.7 | 127.6±13.9 |
| | 服用后 | 130.4±17.7 | 126.5±13.8 | 132.0±13.7 |

表 6 心肺功能指标差值比较
Table 6 Comparison of cardiopulmonary function indexes

| | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| 呼吸交换律 | -0.01±0.06 | -0.001±0.06 | -0.007±0.08 |
| 最大摄氧量/k(ml/min/kg) | 0.21±3.26 | -0.32±2.96 | 0.33±3.66 |
| 无氧阈心率/(次/min) | -0.24±2.12 | 1.62±1.86 | 0.29±2.87 |
| 每分钟通气量/(L/min) | -2.72±14.22 | 0.83±12.66 | 4.53±14.32 |

由表 7 可知, 运动员在服用茶叶碱前后有氧运动后其平均血乳酸值均高于 12 mmol/L, 且各血乳酸值在组内与组间均无显著性差异($P>0.05$)。服用低剂量的茶叶碱其平均血乳酸值降低值大于安慰剂和高剂量组。

3.4 天然茶叶碱对运动员有无氧运动能力的影响

运动员无氧能力以及肺通气功能的评价指标选取相对功率、相对平均功率和功率递减率进行评判。结果见表 8, 不同剂量对运动员各指标影响差值结果见表 9。结合表

8、9 结果可知, 运动员在服用不同剂量的茶叶碱其相对峰功率、相对平均功率和功率递减率组间均无显著性差异($P>0.05$)。而服用安慰剂量的茶叶碱功率递减率高于服用低剂量和高剂量的值。

由表 10 结果可知, 运动员服用高剂量组与安慰剂组后其无氧功血乳酸峰值显著下降($P<0.05$), 低剂量茶叶碱服用后血乳酸峰值稍微有所上升, 但并无显著性差异($P>0.05$); 通过差值结果判断, 服用高剂量组后其血乳酸峰值降低量均显著高于安慰剂组($P<0.05$)。

表 7 血乳酸测试结果及差值比较结果(mmol/L)
Table 7 Blood lactic acid test results and difference comparison results (Mmol /L)

| | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|-----|----------|----------|----------|
| 服用前 | 13.8±1.8 | 13.2±2.2 | 13.4±2.2 |
| 服用后 | 13.7±1.7 | 12.6±2.2 | 12.2±2.4 |
| 差值 | -0.1±1.8 | -0.6±1.3 | -0.2±2.3 |

表 8 无氧功测试结果
Table 8 Test results of reactive power

| | | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|---------------|-----|----------|----------|----------|
| 相对功率/(W/kg) | 服用前 | 11.3±1.0 | 11.3±1.3 | 11.5±1.3 |
| | 服用后 | 11.4±1.2 | 11.5±1.3 | 11.8±1.5 |
| 相对平均功率/(W/kg) | 服用前 | 8.5±0.7 | 8.5±0.6 | 8.5±0.8 |
| | 服用后 | 8.5±0.7 | 8.4±0.7 | 8.6±0.8 |
| 功率递减率/% | 服用前 | 65.4±5.9 | 65.4±7.3 | 66.0±7.2 |
| | 服用后 | 67.2±9.4 | 65.4±7.8 | 64.9±5.9 |

表 9 无氧测试指标差值比较
Table 9 Comparison of difference values of anaerobic test indexes

| | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|---------------|------------|------------|------------|
| 相对峰功率/(W/kg) | 0.13±0.52 | 0.22±0.72 | 0.28±0.62 |
| 相对平均功率/(W/kg) | -0.03±0.29 | -0.10±0.23 | 0.12±0.34 |
| 功率递减率/% | 1.88±7.24 | 0.01±6.03 | -1.09±8.77 |

表 10 血乳酸峰值结果及差值比较结果
Table 10 Blood lactate peak value and difference comparison results

| | 安慰剂 | 低剂量 | 高剂量 |
|-----|-----------|----------|----------|
| 服用前 | 14.3±1.7 | 13.7±2.3 | 13.9±2.3 |
| 服用后 | 13.8±1.8 | 14.1±2.3 | 12.7±2.5 |
| 差值 | -0.51±1.9 | 0.42±1.4 | -0.8±2.5 |

4 结 论

本研究是首次采用不同剂量的天然茶叶碱对运动员的生理机能影响开展研究,其目的是开发茶叶碱在营养保健品中的应用价值。通过研究表明,服用茶叶碱对与运动身体的基础指标和血常规并无显著影响,适当剂量的茶叶碱有利于体能指标恢复。研究得到以下经验:

(1)茶叶碱对运动身体的基础指标和血常规并无显著影响,但目前还无法说明茶叶碱是否对人体激素分泌内在的影响关系,以及验证茶叶碱对人体的血红蛋白、细胞计数、红细胞压积的指标存在影响,还需要更多的人体检测指标来反应如肌肉、骨骼、内脏、血液及皮肤等重量指标,血清尿素氮(BUN)和血清肌酸激酶等血液检测指标。

(2)本研究尽管未证实服用茶叶碱后能增加运动员的有氧运动的能力,但可以其他功能性药物在人体运动实验上的研究提供突破点,即可通过有氧锻炼的肺功能评价和血乳酸恢复,对茶叶碱影响有氧运动能力的作用进行探讨。

(3)本研究未对运动员运动前后的中枢神经系统电流波动采用 Omega wave 波安静电位值进行测试,以此来反应茶叶碱在缓解运动员中枢疲劳现象的功效。

参考文献

- Zheng BL, He K, Kim CH, et al. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats [J]. *Urology*, 2000, 55(4): 598–602.
- Fahey JW, Zalczman AT, Talalay P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanate among plants [J]. *Phytochemistry*, 2001, 56(1): 50–51.
- Cui B, Zheng BL, He K, et al. Imidazole alkaloids from *Lepidium meyenii* [J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(8): 1101–1103.
- Gonzales GF, Villaorduña L, Gasco M, et al. Maca (*Lepidium meyenii* Walp), a review of its biological properties [J]. *Revis Perua De Med Exp Salud Pública*, 2014, 31(1): 100–110.
- Kyeong JL, Dabrowski K, Rinchard J, et al. Supplementation of maca (*Lepidium meyenii*) tuber meal in diets improves growth rate and survival of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) alevins and juveniles [J]. *Aquacul Res*, 2004, 35(3): 215–223.
- Cicero AFG, Bandieri E, Arletti R. *Lepidium meyenii* Walp. improves sexual behaviour in male rats independently from its action on spontaneous locomotor activity [J]. *J Ethnopharmacol*, 2001, 75(2-3): 225–229.
- Ruiz-Luna AC, Salazar S, Aspajo NJ, et al. *Lepidium meyenii* (Maca) increases litter size in normal adult female mice [J]. *Reprod Biol Endocrinol*, 2005, 3(9): 1–6.
- Oshima M, Gu Y, Tsukada S. Effects of *Lepidium meyenii* Walp and *Jatropha macrantha* on blood levels of Estradiol 17 β , progesterone, testosterone and the rate of embryo implantation in mice [J]. *J Vet Med Sci*, 2003, 65(10): 1145–1146.
- Carla G, Julio R, Manuel G, et al. Effect of short-term and long-term treatments with three ecotypes of *Lepidium meyenii* (MACA) on spermatogenesis in rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2006, 103(3): 448–454.
- Gasco M, Villegas L, Yucra S, et al. Dose-response effect of red maca (*Lepidium meyenii*) on benign prostatic hyperplasia induced by testosterone enanthate [J]. *Phytomedicine*, 2007, 14(7-8): 460–464.
- Gonzales GF, Córdova A, Vega K, et al. Effect of *Lepidium meyenii* (Maca), a root with aphrodisiac and fertility-enhancing properties, on serum reproductive hormone levels in adult healthy men [J]. *J Endocrinol*, 2003, 176(1): 163–168.
- Gonzales GF. Ethnobiology and ethnopharmacology of *Lepidium meyenii* (Maca), a plant from the peruvian highlands [J]. *Evid-Bas Comp Alter Med*, 2012, 2012(1): 193496–193496.
- Jesús MS, Roberto RG, Antonia GF. Effect of tea making and boiling processes on the degradation of tropane alkaloids in tea and pasta samples contaminated with *Solanaceae* seeds and coca leaf [J]. *Food Chem*, 2019, 287(30): 265–272.
- Magdalena JS, Agnieszka ZG, Robert F. *Cistus incanus* a promising

herbaltea rich in bioactive compounds: LC-MS/MS determination of catechins, flavonols, phenolic acids and alkaloids—A comparison with *Camelliasinensis*, *Rooibos* and *Hoan Ngoc herbal tea* [J]. *J Food Comp Anal*, 2018, (74): 71–81.

- [15] Romera-Torres A, Romero-González R, Martínez VJL, *et al.* Simultaneous analysis of tropane alkaloids in teas and herbal teas by liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry (orbitrap) [J]. *J Separation Sci*, 2018, 41(9): 1–3.
- [16] 张立军, 马志刚. 云南勐海地区几种古树茶中生物碱含量的测定[J]. *云南大学学报(自然科学版)*, 2013, 35(2): 339–343.
- Zhang LJ, Ma ZG. Determination of alkaloids in several ancient tree tea in menghai prefecture Yunnan province [J]. *J Yunan Univ (Nat Sci Ed)*, 2013,

35(2): 339–343.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



马 彬, 硕士, 副教授, 主要研究方向为体质与健康等方面研究。

E-mail: mabin@nuaa.edu.cn