

# 运动膳食营养的研究进展

马艳\*, 席本玉, 喻龙

(西安交通大学城市学院, 西安 710018)

**摘要:** 运动员、健身爱好者在运动过程中代谢加快, 会消耗大量的体能, 若不能及时进行营养补充, 长期以往会使机体免疫力下降, 造成不可逆的损伤。由此, 人们对运动食品的营养补充提出了更高要求。本文对不同运动类型的营养需求差异进行了分析, 并介绍了运动所需的营养素与相应市场上现有的运动营养食品及运动补剂, 为促进运动营养食品的发展提供参考依据。

**关键词:** 运动; 营养; 运动食品

## Research progress of sports diet nutrition

MA Yan\*, XI Ben-Yu, YU Long

(Xi'an Jiaotong University City College, Xi'an 710018, China)

**ABSTRACT:** Athletes and fitness enthusiasts will accelerate their metabolism during exercise and consume a lot of physical energy. If they can not be supplemented in time, the body's immunity will decline in the long run, causing irreversible damage. This paper analyzed the difference of nutritional requirements of different types of sports, and introduced the nutrients required for sports and the existing sports nutrition food and sports supplements in the corresponding market, so as to provide reference basis for promoting the development of sports nutrition food.

**KEY WORDS:** sports; nutrient; sports food

## 1 引言

随着民众健康理念的不断加深, 人们对于运动营养工作的重视也在不断提高。不论是专业运动员还是运动爱好者, 除了科学、适度的锻炼外, 视情况食用一些运动营养食品, 可以达到减少运动损伤、促进运动恢复、达到增强运动效果、提高运动成绩的目的。

根据 GB 24154—2015《运动营养食品通则》, 运动营养食品被定义为: 为满足运动人群的生理代谢状态、运动能力及对某些营养成分的特殊需要而专门加工的食品。该类食品将各种营养素或功能因子提取、浓缩、纯化、混合制成各式产品, 以达到补充营养, 满足机体运动所需或提高运动能力与成绩的效果<sup>[1]</sup>。

本文针对不同运动的特点, 分析了不同运动员对营

养的需求差异, 并对现有的运动营养食品中主要的营养素进行了介绍, 为进一步丰富该类产品提供参考。

## 2 运动员营养需求特点

运动训练是一个长期的大负荷工程, 合理的营养供给可以使运动员体内营养得到调节, 消除疲劳, 加速身体恢复, 避免一些运动性疾病的损伤。运动员的营养需求取决于很多方面。一般来说, 运动项目的类型、强度及训练方法的差异, 会导致运动员的代谢特点也不尽相同, 故身体消耗的热量及所需营养也有所不同<sup>[2,3]</sup>。

速度性运动是一种高强度、短时间的运动, 其代谢特点是能量消耗快, 运动中会出现高度缺氧状态。为了防止在此期间产生的酸性代谢物在体内堆积, 应多食用较容易吸收的 V<sub>C</sub>、V<sub>B2</sub> 以及碳水化合物<sup>[4,5]</sup>, 日常多吃蔬菜水果等

\*通讯作者: 马艳, 硕士, 主要研究方向为体育教育研究。E-mail: n30080@163.com

\*Corresponding author: MA Yan, Master, Xi'an Jiaotong University City College, Xi'an 710018, China. E-mail: n30080@163.com

碱性食物也可以增加体内的碱储备。

耐力性运动持续时间较长,人体消耗营养较多,此期间脂肪成为了人体主要的供能物质,但脂肪只能氧化供能,不能转化为葡萄糖,血糖水平须由氨基酸转为葡萄糖来维持。因此蛋白质对耐力性运动十分重要,在膳食总热量中应占到 12%~14%<sup>[6,7]</sup>。

力量性运动与上述运动有较大的区别。力量性运动对肌肉的力量和爆发力有较高要求,热量消耗较大。为了肌肉的发展,机体要供给充足的蛋白质和 V<sub>B1</sub>,优质蛋白质摄入量应不低于摄入总蛋白的 1/3<sup>[8,9]</sup>。

许多运动项目需要机体各方面素质的协调配合,充分了解各类运动的需能特点,才能更加科学地制定训练计划;此外食物要搭配食用,充分发挥食物营养的互补作用,进而帮助运动员在训练和比赛的过程中取得更加优异的成绩。

### 3 运动营养食品

国外运动营养食品起步早且发展迅速,相关产品繁多,服务范围也不仅局限于专业体育运动员。中国运动营养食品行业相比欧美国家起步较晚,但发展速度飞快,从健力宝集团投放的含碱性电解质运动饮料“魔水”起,红牛、盐碘、激活、脉动、怡冠等品牌相继问世,运动营养食品实现了自主研发的飞跃,产品功能涉及提高抗缺氧耐力、增强免疫力、改善营养性贫血、缓解体力疲劳以及抗氧化等多方面,目标人群主要针对专业运动员和健身人士,适用于普通群众需求产品较少<sup>[10]</sup>。目前,运动食品的销售形式呈现多样化,多为以药片、胶囊、液体、粉末、棒、软胶、凝露为形式的维生素、矿物、草本、氨基酸、酶、腺体、代谢物、提取物和精华,运动或能量饮料是最大的一类,接近销售总额的一半。其次是运动营养补充剂、减重代餐、营养棒、减肥片和低碳水化合物食物<sup>[11]</sup>。

按照运动营养品的用途将其进行分类,主要可概括为以下几种类型<sup>[12-16]</sup>,如表 1。

除基本营养素,在食品中添加一定量的功能成分,可以有效缓解运动中产生的能源耗竭、乳酸等代谢产物堆积、

自由基损伤以及中枢神经疲劳等不良状况,对及时调节身体机能、加快疲劳消除、促进机能恢复等方面具有积极作用。

#### 3.1 碳水化合物

多数运动中,碳水化合物都是主要的供能营养素,该营养素的及时补充对保持甚至提高运动能力的积极作用已经获得了普遍认同,目前的研究方向主要集中在何时补充、如何补充、补充剂量及组合补充等方面<sup>[17]</sup>。在运动后及时补充碳水化合物,有利于促进机体糖原储备的快速恢复。

固体运动食品以食物棒和食物胶为主。食物棒的成分主要以碳水化合物和蛋白质这样高热量的原料为主,用来补充运动员或业余运动者的体能。基于此作用,谷物中碳水化合物和蛋白质资源丰富,是生产食物棒的首选原料,由此谷物在运动食品中的应用多集中在生产食物棒方面<sup>[18-21]</sup>。

#### 3.2 蛋白质多肽

蛋白质作为生命的物质基础,是增肌的主力产品,不仅参与由运动引起的骨骼肌损伤性修复和组织适应性增生,还在运动中参与供能,故运动人群对于蛋白质需求量较高。一般认为,运动后补充蛋白质,可以增加肌肉蛋白质的合成速度,有利于增强骨骼肌对运动的适应性,促进骨骼肌功能的恢复<sup>[22-24]</sup>。

目前市场上多见的是乳清蛋白和大豆蛋白。乳清蛋白是一种理想的运动营养食品,富含亮氨酸等支链氨基酸以及其他必需氨基酸、功能性肽、抗氧化成分和免疫球蛋白,能够提高机体抗氧化能力,增强免疫力,促进骨骼肌蛋白质的合成,减少肌肉酸痛,加快运动性损伤的修复加速训练后体能的恢复<sup>[25]</sup>。

此外,蛋白质水解产物多肽已成为研究热点。多肽没有蛋白质的空间结构,更容易被人体消化吸收,运动后在消化系统还未完全恢复正常的情况下补充多肽,可加快多肽和氨基酸的吸收利用,更有利于运动相关组织器官的快速修复以及增肌性合成代谢,对消除运动后的疲劳、促进体能恢复起到十分重要的作用<sup>[26]</sup>。Morato 等<sup>[27]</sup>发现富含 L-异亮氨酸和 L-亮氨酸-L-异亮氨酸二肽的乳清蛋白水解

表 1 运动食品的分类  
Table 1 Classification of sports food

类型	作用	功能因子
能量补充型	运动前期和间隙可为运动员快速补充一定的能量	葡萄糖、三磷酸腺苷、重碳酸盐、肌酸、肉碱等
增强力量型	提高肌肉蛋白质合成,促进肌肉的生长并增强肌肉的收缩能力	肌酸、铬、硼、维生素 C、锌等
抗疲劳型	缓解机体中枢或外周神经及因疲劳造成的生理功能衰退	香菇多糖、牛磺酸、乌药精、海藻糖、海参提取物等
保护型	保护关节,减少因过度运动造成的关键损伤	必需脂肪酸、泛酸、维生素 D、钙、软骨素、水解蛋白酶、氨基葡萄糖、胶原类、大豆异黄酮等
运动适应型	作用于中枢神经系统,调节运动员的神经兴奋度,促使运动员进入竞技状态	咖啡因

产物,有助于促进肌细胞外葡萄糖转运进入肌细胞,促进葡萄糖的氧化供能或肌糖原合成。

### 3.3 脂 类

尽管脂肪在运动营养食品中没有过多关注,但有实验指出,补充  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸( $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids,  $\omega$ -3PUFA)后,青、中年受试者骨骼肌蛋白质合成代谢增强<sup>[28]</sup>。 $\omega$ -3PUFA,特别是二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, EPA)和二十二碳六烯酸(ducosahexenoic acid, DHA),因其抗炎特性与心血管健康息息相关<sup>[29]</sup>。研究显示<sup>[30]</sup>,每天补充含有 2 g EPA 和 DHA 的鱼油,结合抗阻力练习,老年妇女在 90 d 后肌肉力量得到增强。不过,也有质疑表示目前还无法确证补充  $\omega$ -3PUFA 可以提高运动能<sup>[31]</sup>,有关补充  $\omega$ -3PUFA 可以有效减弱运动性炎症和免疫调节反应的资料也不够充分,故  $\omega$ -3PUFA 用于运动营养食品的可行性还需进一步探讨证实。

### 3.4 维生素

维生素是维持人体正常物质代谢和生理功能不可或缺的低分子化合物,对运动员的运动能力有着非常重要的意义。

维生素 C 与维生素 E 都具有抗氧化的作用,能够有效清除细胞超氧阴离子、脂质过氧化物和自由基,预防和减缓运动性自由基损伤。运动过程中产生的自由基被维生素 C 和维生素 E 等抗氧化剂及时清除后,能够保证骨骼肌维持在正常水平,且可以使  $\text{Fe}^{3+}$  转变为  $\text{Fe}^{2+}$ ,使血红蛋白以亚铁血红蛋白的形式存在,对耐力运动员的运动性贫血起预防和治疗作用<sup>[32]</sup>。

维生素 A 对维持正常视力有重要作用,同时参与组织间的合成,对细胞起粘附和保护作用,维护正常上皮组织的健康<sup>[33]</sup>。因此,从事射击、射箭等对视力要求高度集中的运动员应适时适量进行补充。

维生素  $\text{B}_1$ 、 $\text{B}_2$  主要以辅酶的形式发挥生理功能。维生素  $\text{B}_1$  与糖代谢有着密切关系,维生素  $\text{B}_1$  缺乏时,糖酵解功能会发生障碍,不仅影响运动速度,而且影响运动员的耐力,严重时丙酮酸、乳酸堆积易使运动员产生疲劳;维生素  $\text{B}_2$  是人体内多种氧化酶系统不可缺少的构成部分,与线粒体中发生的氧化反应关系最大,耐力性运动对维生素  $\text{B}_2$  尤其需要,维生素  $\text{B}_2$  的及时补充,有效提高骨骼肌有氧代谢能力,加强肌肉收缩力,提高耐久能力<sup>[34]</sup>。

### 3.5 微量元素

微量元素在人体内含量极小,却关系着机体的物质和能量代谢,当运动员体内的微量元素出现某种条件下的缺乏或过多时,则会影响到其运动能力。

铁作为血红蛋白和肌红蛋白的必要元素,也是能量酶的必要元素。人体铁储备低时易引起缺铁性贫血,并会

造成红细胞损伤,使氧的运输供应能力下降,肌肉有氧代谢能力减弱,影响人体的有氧耐力与运动能力;硒元素在人体蛋白质合成和肌肉功能中具有重要功能,同时还具有抗疲劳和抗氧化作用<sup>[35,36]</sup>。

锌也是多种酶的必需成分,其参与的酶和激素多与人体能量代谢有关。锌能通过影响雄性激素水平而影响运动能力,体内缺锌会在运动时引起铜含量明显下降,导致运动能力降低。锌还具有一定抗氧化性,可以通过不同途径抵抗运动训练中产生的自由基,进而提高运动能力<sup>[37]</sup>。

### 3.6 其 他

研究发现碳酸氢钠、柠檬酸钠等碱性物质的补充可增加细胞外液对酸的缓冲能力,其中碳酸氢钠可能是目前改善高强度运动能力效果最好的物质。如果将碳酸氢钠与  $\beta$ -丙氨酸同时补充,可从细胞外液和细胞内液两方面同时改善运动性酸积累的问题,从而延缓或减轻疲劳,起到提高运动能力的作用<sup>[38,39]</sup>。

此外,为促进机体运动能力的提高,促使机体不断达到新的平衡,目前已经研制出许多著名的运动营养补剂,如丙酮酸盐类、左旋肉碱类、 $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲基丁酸( $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methyl butyric acid, HMB)类、中草药类等运动营养补剂,为运动员的训练和恢复提供了较大助益<sup>[40]</sup>。

丙酮酸在减重,尤其是减体脂、增加肌肉耐力、提高运动能力、抑制自由基生成与促进自由基清除以及抗疲劳等方面的影响十分显著<sup>[40]</sup>;左旋肉碱是一种特殊的氨基酸,它是脂肪代谢的辅助因子,作为减重及抗疲劳、提高机体运动能力的首选补剂,在高强度训练中,该物质的补充能够提高机体有氧供能能力并加速脂肪分解代谢<sup>[41]</sup>。HMB 是亮氨酸代谢的中间产物,不仅能够提高肌肉功能,而且能够提高脂肪代谢速率并降低蛋白质分解速率,促进组织细胞修复,减轻肌肉损伤并延缓肌肉疲劳<sup>[42]</sup>。近年来,中草药被制成口服液、胶囊、饮料等被广泛用作营养补剂,利用其中活性成分增强运动能力以及消除运动疲劳<sup>[43]</sup>。

## 4 展 望

运动食品作为保持身体健康、维持运动状态、提高运动成绩的重要因素,近年来发展迅速,其产品研发、保健功效研究也越来越受到重视。随着运动营养知识的增加,以健康生活方式为目的的非专业运动员消费者将推动运动营养食品市场的增长。随着各种功能活性因子的不断开发,设计合理的组合配方,将相关营养物质与功能因子同时应用于产品中是当前研发的重点。但目前,运动营养食品仍存在问题:市场上产品单一且重复性强;运动营养食品质量良莠不齐,违禁物质滥用以及不合格产品较多;对于一些功能成分其作用机制及摄食要求等方面的研究仍非常欠缺,甚至有运动员因为使用膳食补充剂导致兴奋剂检测

阳性。因此,我们需要深入探究新型功能成分,不断开发新功能新产品,针对不同人群的需求,构建多元竞争市场;加大政府监管力度,从制度上保障产业和整个市场的有序竞争与健康发展,加快完善行业体系,推进我国运动营养食品行业的蓬勃发展。

## 参考文献

- [1] GB 24154-2015 食品安全国家标准 运动营养食品通则[S].  
GB 24154-2015 National food safety standard-General principles of sports nutrition food [S].
- [2] 武文龙. 运动营养与运动员运动能力的关系分析[J]. 运动, 2013, (7): 49-50.  
Wu WL. Analysis of the relationship between sports nutrition and athletes' sports ability [J]. Sport, 2013, (7): 49-50.
- [3] 周丽丽, 伊木清, 杨则宜. 中国优秀运动员血液生化指标恢复值研究[J]. 体育科学, 2002, (3): 263-267.  
Zhou LL, Yi MQ, Yang ZY. Study on the recovery value of blood biochemical indexes of elite Chinese athletes [J]. Sci Phys Educ, 2002, (3): 263-267.
- [4] 李剑书. 浅谈各类运动的营养特点[J]. 食品工程, 2016, (4): 49-50.  
Li JS. Nutritional characteristics of various sports [J]. Food Eng, 2016, (4): 49-50.
- [5] 高言诚. 营养学[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2006.  
Gao YC. Nutrition [M]. Beijing: Beijing University of physical Education Press, 2006.
- [6] 艾华. 当前运动营养研究评述[J]. 中国运动医学杂志, 2010, (3): 228.  
Ai H. Review of current sports nutrition research [J]. Chin J Sports Med, 2010, (3): 228.
- [7] 赵原. 运动性疲劳的诊断及其恢复手段[J]. 河池师专学报, 2001, (6): 98.  
Zhao Y. The diagnosis and recovery of exercise fatigue [J]. J Hebei Normal Univ, 2001, (6): 98.
- [8] 李莹, 李进华. 运动、营养和免疫功能-宏量营养素和氨基酸[J]. 沈阳体育学院学报, 2013, 32(4): 82-86.  
Li Y, Li JH. Exercise, nutrition and immune function-macronutrients and amino acids [J]. J Shenyang Instit Phys Educ, 2013, 32(4): 82-86.
- [9] 谢国超. 从生物化学角度分析运动员的营养需求[J]. 生物技术世界, 2014, (10): 185.  
Xie GC. Analysis of nutritional needs of athletes from a biochemical perspective [J]. Biotechnol World, 2014, (10): 185.
- [10] 赵源. 运动健身中的疲劳及营养补充策略[J]. 山西财经大学学报, 2012, 34(S4): 268-269.  
Zhao Y. Fatigue and nutritional supplement strategies in exercise and fitness [J]. J Shanxi Univ Finan Econ, 2012, 34(S4): 268-269.
- [11] Sahelian R, Tuttle D. Natures muscle builder, a very publishing [J]. Creatine, 1996, (7): 31-32.
- [12] 杨则宜. 全球运动营养食品的发展趋势[J]. 食品工业科技, 2015, 36(24): 24-25.  
Yang ZY. Trends in the development of nutritious foods for global sports [J]. Food Ind Sci Technol, 2015, 36(24): 24-25.
- [13] 孙晶琳, 王玉峰. 运动食品的现状和未来[J]. 大家健康旬刊, 2017, 11(6): 298-299.  
Sun JL, Wang YF. Current situation and future of sports food [J]. Health People, 2017, 11(6): 298-299.
- [14] 艾华, 常翠青. 运动营养食品中营养成分和功能因子研究进展[J]. 食品科学技术学报, 2017, 35(3): 16-24.  
Ai H, Chang CQ. Advances in research on nutritional components and functional factors in sports nutritious foods [J]. J Food Sci Technol, 2017, 35(3): 16-24.
- [15] 薛庆利, 薛山. 体育运动食品功效作用机制及市场动态分析[J]. 闽南师范大学学报(自然科学版), 2016, 29(1): 97-102.  
Xue QL, Xue S. Analysis on the Mechanism and Market Dynamics of Sports Food efficacy [J]. J Minnan Normal Univ (Nat Sci Ed), 2016, 29(1): 97-102.
- [16] 杨则宜. 运动营养食品的现状与未来[J]. 中国食品学报, 2006, 5(6): 1-5.  
Yang ZY. Current situation and future of sports nutrition food [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2006, 5(6): 1-5.
- [17] 孙晶琳, 王玉峰. 运动食品的现状和未来[J]. 大家健康旬刊, 2017, 11(6): 298-299.  
Sun JL, Wang YF. Current situation and future of sports food [J]. Health People, 2017, 11(6): 298-299.
- [18] Hawley JA, Leckey JJ. Carbohydrate dependence during prolonged, intense endurance exercise [J]. Sports Med, 2015, 45(1): 5-12.
- [19] 李建玲. 谷物在我国运动营养食品中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(21): 5559-5564.  
Li JL. Application of cereals in sports nutritious foods in China [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(21): 5559-5564.
- [20] 石彦国, 赵嘉盈, 胡春林. 运动营养食品——蛋白棒的研制[J]. 食品与机械, 2006, 22(6): 127-129.  
Shi YG, Zhao JY, Hu CL. Sports food, the development of protein sticks [J]. Food Mach, 2006, 22(6): 127-129.
- [21] 薛嘉川, 丁涛. 能量胶的发展以及实际中的赛事使用[J]. 体育时空, 2017, (15): 154.  
Xue JC, Ding T. The development of energy glue and the actual competition use [J]. Sports Space-Time, 2017, (15): 154.
- [22] Weng X. Food bar, good sports partner [J]. Track Field, 2007, (2): 41-42.
- [23] Mclellan TM, Pasiakos SM, Lieberman HR. Effects of protein in combination with carbohydrate supplements on acute or repeat endurance exercise performance: A systematic review [J]. Sports Med, 2014, 44(4): 535-550.
- [24] Pasiakos SM, Lieberman HR, Mclellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: A systematic review [J]. Sports Med, 2014, 44(5): 655-670.
- [25] Vanloon LJ. Is there a need for protein ingestion during exercise? [J]. Sports Med, 2014, 44: 105-111.
- [26] Patel S. Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives [J]. J Food Sci Technol-Mysore, 2015, 52(11): 6847-6858.
- [27] Morato PN, Lollo P, Moura CS, et al. A dipeptide and an amino acid present in whey protein hydrolysate increase translocation of GLUT-4 to the plasma membrane in Wistar rats [J]. Food Chem, 2013, 139(1/4): 853-859.
- [28] Smith GI, Atherton P, Reeds DN, et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperinsulinaemia-

- hyperaminoaci-daemia in healthy young and middle-aged men and women [J]. *Clin Sci*, 2011, 121(5/6): 267–278.
- [29] Mcglory C, Galloway SD, Hamilton DL, *et al.* Temporal changes in human skeletal muscle and blood lipid composition with fish oil supplementation [J]. *Prostagl Leukot Essent Fatty Acids*, 2014, 90: 199–206.
- [30] Beye RI, Mets T, Bautmans I. Chronic low-grade inflammation and age-related sarcopenia [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metabol Care*, 2012, 15(1): 12–22.
- [31] Yusof HM, Miles EA, Calder P. Influence of very long-chain n-3 fatty acids on plasma markers of in-flammation in middle-aged men [J]. *Prostagl Leu-kot Essent Fatty Acids*, 2008, 78: 219–228.
- [32] Rodacki CL, Rodacki AL, Pereira GA, *et al.* Fish-oil supplementation enhances the effects of strengthtraining in elderly women [J]. *Am J Clin Nutr*, 2012, 95(2): 428–436.
- [33] Shei RJ, Lindley MR, Mickleborough TD. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in the optimization of physical performance [J]. *Milit Med*, 2014, 179(11): 144–156.
- [34] Smith GI, Atherton P, Reeds DN, *et al.* Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: A randomized controlled trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 2011, 93(2): 402–412.
- [35] Sahlin K. Muscle energetics during explosive activities and potential effects of nutrition and training [J]. *Sports Med*, 2014, 44(2): 167–173.
- [36] Gurley BJ, Steelman SC, Thomas SL. Multi-ingredient, caffeine-containing dietary supplements: History, safety, and efficacy [J]. *Clin Therapeut*, 2015, 37(2): 275–301.
- [37] John I. Timing and optimization of dietary supplements for recovery and performance [Z].
- [38] Lancha AH, Painelli VD, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise [J]. *Sports Med*, 2015, 45(1): 71–81.
- [39] 蔡军. 简析常用营养补剂对机体运动能力的影响[J]. *运动*, 2015, (19): 153–154.
- Cai J. A brief analysis of the effects of commonly used nutritional supplements on the exercise ability of the body [J]. *Exercise*, 2015, (19): 153–154.
- [40] 王翔, 魏源. 丙酮酸补充与运动能力(综述)[J]. *北京体育大学学报*, 2002, 25(2): 207–210.
- Wang X, Wei Y. Pyruvate supplementation and exercise ability [J]. *J Beijing Univ Phys Educ*, 2002, 25(2): 207–210.
- [41] 林微微. 丙酮酸-增强运动能力、合理减肥的营养补剂[C]. 2007 年全国运动生理学论文报告会, 2007.
- Lin WW. A nutritional supplement for pyruvate-enhanced exercise and a reasonable weight reduction [C]. 2007 National Exercise Physiology Paper Conference, 2007.
- [42] 黄红梅. 运动营养补剂研究进展综述[J]. *体育科学研究*, 2009, 23(2): 80–83.
- Huang HM. Review on research progress of exercise nutrition supplements [J]. *Sports Sci Res*, 2009, 23(2): 80–83.
- [43] 宋凯. 浅析运动功能性中药在体育运动中的应用[J]. *辽宁体育科技*, 2014, 36(1): 42–43.
- Song K. Application of functional Chinese medicine in sports [J]. *Liaoning Sports Sci Technol*, 2014, 36(1): 42–43.

(责任编辑: 韩晓红)

## 作者简介

马 艳, 硕士, 主要研究方向为体育教育研究。

E-mail: n30080@163.com