

# 维生素对运动员的影响及其摄入方法建议

杨丰旭, 孟佳珩\*

(黑龙江中医药大学体育教研部, 哈尔滨 150040)

**摘要:** 维生素是维持人体正常生命活动的一类重要的有机化合物。这类化合物既不是构成身体组织的物质, 也不能为人体提供能量, 但在生命体代谢中发挥着至关重要的作用。维生素作为人体必需的营养素, 是维持人体健康和生命活动的重要营养素。运动员在长期的运动过程中, 体内大量能量被消耗, 新陈代谢加快, 维生素等营养物质大量流失或被消耗, 因此需要及时合理的补充维生素, 使运动员保持良好的竞技状态。本文分析了维生素对运动员运动能力的影响, 并对运动员维生素的摄入方式提出建议, 以期为运动员的均衡膳食、提高运动员的运动能力、延长其运动寿命提供一定的理论指导依据。

**关键词:** 维生素; 运动能力; 摄入方法

## Effects of vitamins on athletes and recommendations for their intake

YANG Feng-Xu, MENG Jia-Heng\*

(Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin 150040, China)

**ABSTRACT:** Vitamins are an important class of organic compounds that support normal human life. These compounds are neither substances that make up body tissues, nor can they provide energy to the body, but they play a vital role in the metabolism of life. As an essential nutrient for the human body, vitamins are important nutrients for maintaining human health and life activities. During long-term sports, athletes consume a lot of energy in their bodies, their metabolism accelerates, and vitamins and other nutrients are lost or consumed. Therefore, vitamins need to be added in a timely and reasonable manner to keep athletes in a good competitive state. This article analyzed the effects of vitamins on athletes' athletic performance and makes recommendations for athletes' vitamin intake, in order to provide a certain theoretical basis for the athletes' balanced diet, improve their athletic ability, and prolong their sports life.

**KEY WORDS:** vitamins; athletic ability; intake method

## 1 引言

维生素作为人体必需的营养素之一, 既不为人提供能量, 又不是构成人体组织的物质, 但可作为人体酶的辅助因子参与到人体的代谢过程中去, 对人体正常的生命活动发挥着重要作用<sup>[1-3]</sup>。由于维生素具有缓解疲劳、强健骨骼、清除自由基等功效, 对于人体的健康具有良好的促

进作用<sup>[4,5]</sup>。因此, 其被称为人体六大营养素之一。人在运动过程中需要消耗大量的能量, 长时间的运动能够促进人体代谢的加快, 因此需要补充比平时更多的能量和维生素<sup>[6]</sup>。运动员长期处于高负荷的运动中, 更需要及时补充维生素。科学合理地补充体内所需的维生素, 对维持运动员身体健康、提高其运动水平、增加其运动寿命具有重要意义<sup>[7]</sup>。本文从人体运动的角度出发, 通过综述维生素对

\*通讯作者: 孟佳珩, 副教授, 主要研究方向为运动生理学, 运动养生。E-mail: z18906@163.com

\*Corresponding author: MENG Jia-Heng, Assistant Professor, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China. E-mail: z18906@163.com

运动员运动能力的影响,并以此为基础,对运动员维生素的摄入做了一些简单的探讨,以期对运动员的均衡膳食、提高运动员的运动能力、延长其运动寿命提供一定的理论指导依据。

## 2 维生素对运动员的影响

维生素,也称维他命,即维持生命的重要物质<sup>[8]</sup>,在人体中起着调节代谢的作用,是人体生命活动必不可少的一类有机物<sup>[9]</sup>。维生素虽然在人体中需求量很少,但是其对人体健康与运动机能具有重要的作用<sup>[10,11]</sup>。

### 2.1 抗氧化性能

运动员在高强度剧烈运动后,机体耗氧量增加,会产生大量的自由基,进而生成戊二醛,会引起机体细胞的氧化损伤<sup>[12]</sup>。研究表明,维生素具有较强的抗氧化性,可及时清除机体所产生的自由基,避免机体因自由基的积累而导致损伤。目前,普遍认为具有抗氧化性的维生素主要是维生素 C、维生素 A、维生素 E 等。

研究证明<sup>[13]</sup>,VE 具有很强的抗氧化性,对预防和缓解运动性氧自由基带来的机体损伤、增强运动员的抗氧化能力、缓解运动性疲劳起到了良好的作用。Davies 等<sup>[14]</sup>研究表明,长期缺乏 VE 的小鼠耐力下降 40%,这是因为运动耐力主要与肌肉中提供能量的线粒体有关,小鼠体内长期缺乏 VE,自由基明显增高,引起线粒体的氧化损伤,从而导致运动能力下降。周多奇等<sup>[15]</sup>通过对安庆师范学院女子大学生篮球运动员进行对照实验,发现补充 VE 能够显著减少丙二醛(malondialdehyde, MDA)的产生,MDA 作为自由基的一个重要指标,其减少说明 VE 能够及时清除体内的自由基。而维生素 C 则可以通过降低运动损伤后血清肌酸激酶的活力,达到清除体内的自由基,减少 MDA 的生成,减缓体内肌膜的氧化损伤,进而缓解运动疲劳,并恢复运动员的肌肉损伤<sup>[16]</sup>。苏美华等<sup>[17]</sup>通过研究不同时间点补充 VC 后运动疲劳小鼠血细胞 DNA 损伤和氧化应激的变化情况,研究发现,运动前补充 VC 更能有效抑制机体的运动性过氧化应激反应,缓解高强度运动带来的细胞损伤。此外,维生素 A 由于含有较活泼的双键,易被氧化,可保护其它有用的物质不被氧化,也起到抗氧化的作用<sup>[18]</sup>。

### 2.2 促进能量代谢

运动员在运动训练和比赛过程中,需要消耗大量的能量,维生素本身不会提供能量,但会参与能量的代谢调节。参与能量代谢的维生素主要包括维生素 B、维生素 C 等<sup>[19]</sup>。维生素促进能量代谢的机制主要具有以下方面<sup>[20-22]</sup>:①维生素是人体重要的辅酶,参与糖类代谢、脂肪酸氧化等重要代谢过程;②维生素可作为酶的辅基,促进人体组织的呼吸、新陈代谢等过程,为人体运动提供能量;③维生素能促进血红蛋白的生成,有利于细胞的呼吸作用。

维生素 B 在参与能量代谢时主要是作为辅酶和辅基。维生素 B<sub>1</sub> 磷化后会生成硫胺素焦磷酸(thiamine pyrophosphate, TPP),参与糖类的代谢、脂肪的氧化等过程,为运动员提供充足的能量<sup>[23]</sup>;维生素 B<sub>2</sub> 作为黄素单核苷酸(flavin mononucleotide, FMN)和黄素腺嘌呤二核苷酸(flavin adenine dinucleotide, FAD)2 个黄酶类辅基的前体,参与呼吸链的递氢过程;而维生素 B<sub>3</sub> 则参与辅酶烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(nicotinamide adenine dinucleotide, NAD)和烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, NADP)的合成,在生物氧化过程中起到递氢作用,能促进生物的组织 and 细胞呼吸,为生物的生命活动提供能量<sup>[24]</sup>。史红超等<sup>[25]</sup>通过研究维生素参与三羧酸循环反应与运动能力的影响,发现缺乏维生素会严重影响三羧酸循环,使得运动员能量合成受阻。维生素 C 的还原性可将体内的高铁血红蛋白转化为血红蛋白,增加血红蛋白的数量,提高血红蛋白的输送氧气的的能力,有利于细胞的呼吸作用<sup>[26]</sup>。如刘卫等<sup>[27]</sup>报道补充 VC 能够提高有氧耐力,进而提高细胞的呼吸作用。

### 2.3 提高免疫系统

长期从事高强度的运动训练,会严重影响运动员的免疫功能,造成运动员免疫力降低,使其抵抗力较低,易患感染性疾病<sup>[28]</sup>。据报道<sup>[29]</sup>,高强度的剧烈运动可能引起免疫细胞死亡,对运动员的生命健康带来极大的隐患。有研究表明<sup>[30]</sup>,合理的补充维生素可预防运动员因训练过度而导致免疫机能低下的问题。维生素 C、维生素 A、维生素 E 对提高运动员的免疫力均具有显著功效。维生素 C 是通过提高体内抗感染细胞的活性来提高机体的免疫力的。Mooren 等<sup>[31]</sup>通过动物实验的研究表明,补充维生素 C 能提高淋巴细胞的分裂繁殖。维生素 E 与维生素 C 有相互协同的作用,维生素 E 通过增强体液免疫,提高细胞的免疫应答,降低肾上腺皮质激素的浓度等来提高机体的免疫力的<sup>[32,33]</sup>。维生素 A 可促进免疫器官的生长发育、促进免疫球蛋白的生成、阻碍细菌与呼吸道细胞的结合,进而降低运动员的自发感染率<sup>[34]</sup>。普遍认为,在运动员高负荷运动后,机体对刀豆蛋白 A(concanavalin A, ConA)刺激的增殖反应下降,严重影响免疫 T 细胞的活性与繁殖<sup>[35]</sup>。此外,维生素 B<sub>6</sub>、维生素 B<sub>12</sub> 对机体的正常免疫功能也有重要影响<sup>[36]</sup>。

### 2.4 维持骨骼与肌肉的健康

运动员在长期训练和比赛过程中,运动强度过大,体内钙流失严重,易造成肌肉拉伤,骨质变脆易骨折等问题。维生素作为人体必需的营养素,能促进人体对钙的吸收,提高肌肉的韧性,提高运动员的骨质<sup>[37,38]</sup>。维生素 D 能通过对肌内钙、磷稳态的调节,使体内钙与磷的水平达到正常水平,进而保持骨骼的健康与肌肉处于健康状态<sup>[39]</sup>。据研究<sup>[40]</sup>,在运动员长期的训练中,对运动员进行

对照试验,发现未合理补充维生素 D 的运动员,会出现骨质较差、肌肉磨损程度较大的症状,而及时补充维生素 D 的运动员未出现这种情况。

### 3 运动员对维生素的摄入方法与建议

#### 3.1 维生素的补充建议

目前,我国运动员维生素摄入存在的主要问题是<sup>[41]</sup>:维生素摄入不均衡,维生素 A、B、C 等均存在补充不足的情况,而运动员维生素摄入不足的状况主要是由于饮食不均衡造成的。中国运动员的膳食结构中肉类、蛋类、油类较多,而蔬菜、主食相对较少,这种多肉少蔬的膳食结构,造成如维生素 B<sub>1</sub> 等维生素无法及时补充,对运动员的运动水平影响较大<sup>[42,43]</sup>。本文针对我国运动员维生素补充不均衡的现状,提出以下建议<sup>[44-46]</sup>:

(1) 注意补充维生素的时间。如维生素 A、维生素 D、维生素 E 等脂溶性维生素在体内消耗较慢,能持续 12 h 以上,需被脂肪溶解后才能被人体吸收,适宜在饭后补充,才能被人体充分吸收,并且每天补充 1 次即可;而水溶性维生素则需 3 h 左右补充 1 次,才能满足机体对其的需求量。

(2) 注意补充维生素的方式。补充水溶性维生素主要来自于摄入绿颜色的蔬菜,为了保护其营养价值不被损害,建议食用这类食物时生食;补充脂溶性维生素主要是食用南瓜或胡萝卜等蔬菜,这类蔬菜在煮熟后更利于吸收其维生素营养。

(3) 注意维生素的补充量,要合理、科学的补充维生素。补充不足会对运动员的运动水平带来严重的影响。何建伟等<sup>[47]</sup>给出了不同强度运动下不同维生素的需求量(表 1)。

表 1 不同强度运动的维生素需求量/(mg/d)  
Table 1 Vitamin requirements for different intensity exercises/(mg/d)

	维生素 A	维生素 B	维生素 C	维生素 D
小强度	2~3	2~4	100~140	14~20
中强度	2~3	3~5	140~200	24~30
大强度	3~6	4~8	600~800	30~50
一般人	1.0	1.5	70	7~10

#### 3.2 过量补充维生素的危害

机体对维生素的利用是有一定限度的,当维生素的补充量大于体内需求量时也不会带来更好的功效,多余的维生素会从体内排出<sup>[48]</sup>。研究表明<sup>[49]</sup>,长期摄入过多的维生素,会促进运动员体内新陈代谢加快,减弱因训练带来的生化反应,影响运动员的训练结果。同样的,有报道指出,过多地摄入维生素 A 可能会增加骨折的风险<sup>[50]</sup>。因此

运动员在长期日常训练和比赛过程中,应合理设计膳食,科学地补充维生素。

### 4 结 论

维生素是人体必需的营养素,具有缓解疲劳、减缓肌肉损伤、促进机体代谢、提高竞技状态等功效。此外,维生素还具有清除体内自由基、提高运动员的心肺功能、延长运动员的寿命、强壮骨骼和肌肉等特殊作用。因此,维生素是提高运动员运动水平的催化剂,合理科学地摄入维生素有益于运动员处于较高的竞技状态。运动员应该多食新鲜蔬菜水果,合理膳食,并根据自身情况合理、科学的补充维生素,使机体内的维生素水平处于正常状态。

#### 参考文献

- [1] Lee FA. The vitamins [M]. Netherland: Basic Food Chemical Spring, 1983.
- [2] 丛林,朱静华. 浅谈维生素和矿物质的作用及补充[J]. 田径, 2011, (4): 20-22.  
Lin L, Zhu JH. Role and supplement of vitamins and minerals [J]. Athletics, 2011, (4): 20-22.
- [3] Lee BL. Simultaneous determination of tocotrienols, tocopherols, retinol, and major carotenoids in human plasma [J]. Clin Chem, 2003, 49(12): 2056-2066.
- [4] 姚幼山. 补充维生素提高运动能力[J]. 田径, 2009, (11): 58-59.  
Yao YS. Supplementation of vitamin to improve exercise ability [J]. Athletics, 2009, (11): 58-59.
- [5] 王建明. 运动员维生素和矿物质的合理补充[J]. 冰雪运动, 2012, (2): 60-63.  
Wang JM. Reasonable supplement of vitamins and minerals for athletes [J]. Ice Snow Sport, 2012, (2): 60-63.
- [6] 王召运. 维生素与运动训练[J]. 田径, 1998, (2): 43.  
Wang ZY. Vitamin and sports training [J]. Athletic, 1998, (2): 43.
- [7] 熊正英,李帅芹,张遥. 抗氧化维生素对运动员免疫力调节机制研究[J]. 四川体育科学, 2007, (3): 43.  
Xiong ZY, Li SQ, Zhang Y. Study on the mechanism of antioxidant vitamins on athletes' immune regulation [J]. Sichuan Sport Sci, 2007, (3): 43.
- [8] Richmonds R. Vitamins [M]. New York: Encyclopedia Aging Public Health, 2008.
- [9] Zadik Z. Vitamins and trace elements are important for the integrity of the endocrine system [J]. J Pediatr Endocrinol Metabol, 2009, 22(7): 579-580.
- [10] 李军红. 再论维生素与运动能力的关系[J]. 体育世界, 2014, (1): 20-21.  
Li JH. Rediscussion on the relationship between vitamin and exercise ability [J]. World of Sports, 2014, (1): 20-21.
- [11] Merwe RVD. Multivitamins: Review [J]. Pharma Assistant, 2008, 3(8): 28-29.
- [12] 王春阳,王沛悦. 维生素在运动中的抗氧化作用及其补充[J]. 体育成人教育学报, 2001, 17(2): 26-27.  
Wang CY, Wang PY. Antioxidant effect and supplement of vitamin in sports [J]. J Adult Phys Ed, 2001, 17(2): 26-27.
- [13] 李丕彦,黄元汛. 维生素 E 对不同运动强度的运动员的影响[J]. 体育

- 科技文献通报, 2007, 15(6): 37-38, 64.
- Li PY, Huang YX. Effects of vitamin E on athletes with different sports intensity [J]. Sport Sci Technol Liter Bullet, 2007, 15(6): 37-38, 64.
- [14] Davies KJ, Quintanilha AT, Brooks GA, *et al.* Free radicals and tissue damage produced by exercise [J]. Biochem Biophys Res Commun, 1982, 107(4): 1200-1205.
- [15] 周多奇, 宣暄, 丁娟. 补充维生素 E 对女子大学生篮球运动员自由基的影响[J]. 安庆师范学院学报(自科版), 2011, 17(3): 89-91.
- Zhou DQ, Xuan X, Ding J. Effects of vitamin E supplementation on free radicals in female college basketball players [J]. J Anqing Norm Univ (Nat Sci Ed), 2011, 17(3): 89-91.
- [16] 林文强, 李芳芳. 维生素 C 与运动能力[J]. 中国体育教练员, 2018, 26(03): 18-19.
- Lin WT, Li FF. Vitamin C and exercise ability [J]. Chin Sport Coach, 2018, 26(3): 18-19.
- [17] 苏美华, 许庆忠, 张水莲. 维 C 不同补充时间对运动小鼠血细胞 DNA 氧化损伤的影响[J]. 长春师范大学学报, 2018, 345(8): 93-96.
- Su MH, Xu QZ, Zhang SL. Effects of different vitamin C supplementation time on DNA oxidative damage of blood cells in exercise mice [J]. J Changchun Norm Univ, 2018, 345(8): 93-96.
- [18] 邱烈峰. 维生素与运动研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2018, 36(9): 2287-2290.
- Qiu LF. Research progress on vitamins and exercise [J]. Chin J Gerontol, 36(9): 2287-2290.
- [19] Hughes CF. B-vitamins and healthy ageing [J]. Univ Ulster, 2010, (1): 1-13.
- [20] Toraya T, Krodel E, Mildvan AS, *et al.* Role of peripheral side chains of vitamin B12 coenzymes in the reaction catalyzed by dioldehydrase [J]. Biochemistry, 1979, 18(3): 417-426.
- [21] Depeint F, Bruce WR, Shangari N, *et al.* Mitochondrial function and toxicity: Role of the B vitamin family on mitochondrial energy metabolism [J]. Chemico-Biolog Interact, 2006, 163(1-2): 94-112.
- [22] Zadik Z. Vitamins and trace elements are important for the integrity of the endocrine system [J]. J Pediatr Endocrinol Metabol, 2009, 22(7): 598-560.
- [23] 林文强, 陈珍珠, 杨贵明. 维生素 B 与运动能力[J]. 中国体育教练员, 2018, 101(2): 18-19, 21.
- Lin WT, Chen ZZ, Yang GM. Vitamin B and exercise ability [J]. Chin Sport Coach, 2018, 101(2): 18-19, 21.
- [24] Ang CD, Alviar M, Bautista G, *et al.* Vitamin B for treating peripheral neuropathy [M]. New York: Cochrane Library. John Wiley & Sons, Ltd, 2008.
- [25] 史红超, 苏铁柱. 三羧酸循环及其影响因素对运动能力的影响[J]. 辽宁体育科技, 2011, (3): 50-52, 55.
- Shi HQ, Su TZ. The influence of tricarboxylic acid cycle and its influencing factors on sports ability [J]. Liaoning Sport Sci Technol, 2011, (3): 50-52, 55.
- [26] 许景峰, 魏文树, 苏开仲, 等. 维生素 C 进展与临床应用(一)[J]. 药学实践杂志, 1987, (3): 11-20.
- Xu JF, Wei WS, Su KZ, *et al.* Progress and clinical application of vitamin C (1) [J]. J Pharm Pract, 1987, (3): 11-20.
- [27] 刘卫, 宋光春. 短程足量补充 VC 和 VB1 对 36 例 400m 跑少年运动员血乳酸及运动成绩的影响[J]. 北京体育大学学报, 2003, 26(5): 627-629.
- Liu W, Song GC. Effects of VC and VB1 supplementation on blood lactic acid and sports performance of 36 young 400m runners in short distance [J]. J Beijing Sport Univ, 2003, 26(5): 627-629.
- [28] 熊正英, 李帅芹, 张遥. 抗氧化维生素对运动员免疫力调节机制研究[J]. 四川体育科学, 2007, (3): 30-34.
- Xiong ZY, Li SQ, Zhang Y. Research on the regulation mechanism of antioxidant vitamins on athletes' immunity [J]. Sichuan Sport Sci, 2007, (3): 30-34.
- [29] Woollard KJ, Loryman CJ, Meredith E, *et al.* Effects of oral vitamin C on monocyte: Endothelial cell adhesion in healthy subjects [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2002, 294(5): 1160-1168.
- [30] Spephard IL, Shek PN. Heave exercise, nutrition and immune function: Is there a connection [J]. Sport Med, 1995, (16): 491-497.
- [31] Mooren FC, Bloming D, Lechtermann A, *et al.* Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise [J]. J Appl Phys, 2002, 93(1): 147-153.
- [32] 张琳. 维生素 E 与运动能力的关系[J]. 宿州教育学院学报, 2010, 13(4): 89-91.
- Zhang L. Relationship between vitamin E and exercise ability [J]. J Suzhou Instit Ed, 2010, 13(4): 89-91.
- [33] 张海信, 陈同礼. 补充 VE 对人体健康和运动能力的影响[J]. 赤峰学院学报(自然版), 2010, 26(10): 149-151.
- Zhang HS, Chen TL. Effects of supplementary VE on human health and exercise ability [J]. J Chifeng Univ (Nat Ed), 2010, 26(10): 149-151.
- [34] 王晋. 维生素 A 与运动能力和健康的关系[J]. 中小企业管理与科技, 2013, (12): 288-289.
- Wang J. The relationship between vitamin A and exercise ability and health [J]. SME Manag Technol, 2013, (12): 288-289.
- [35] Olson JA. Benefits and liabilities of vitamin A and carotenoids [J]. J Nutr, 1996, 126(4S): 1208S.
- [36] Gunawardena B. Important facts regarding vitamin B deficiency diseases [J]. Antiseptic, 1946, 43(10): 633.
- [37] Zadik Z. Vitamins and trace elements are important for the integrity of the endocrine system [J]. J Pediatr Endocrinol Metabolism, 2009, 22(7): 579-580.
- [38] 江巍, 高凤荣. 维生素 D 缺乏相关性疾病研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, (3): 331-337.
- Jiang W, Gao FR. Advances in vitamin D deficiency - related diseases [J]. Chin J Osteoporosis, 2014, (3): 331-337.
- [39] 张琳, 蔡浩刚, 曹振波. 维生素 D 对骨骼肌健康的影响及其机制的研究进展[J]. 中国体育科技, 2017, (5): 133-144.
- Zhang L, Cai HG, Cao ZB. Research progress on the effects of vitamin D on skeletal muscle health and its mechanism [J]. China Sport Sci Technol, 2017, (5): 133-144.
- [40] 李萍, 温晓妮. 维生素 D 和运动员[J]. 医学综述, 2018, (8): 1498-1503, 1508.
- Li P, Wen XN. Vitamin D and athletes [J]. Med Rev, 2018, (8): 1498-1503, 1508.
- [41] 艾华. 中国运动员膳食维生素摄入的现状 & 改进措施[C]. 第二届中日维生素国际学术研讨会, 2013.
- Ai H. Current situation and improvement measures of dietary vitamin intake of Chinese athletes [C]. the Second Sino-Japan International Symposium On Vitamins, 2013.
- [42] Shriver LH, Betts NM, Wollenberg G. Dietary intakes and eating habits of college athletes: Are female college athletes following the current sports

- nutrition standards [J]. *J Am Colleg Health*, 2013, 61(1): 10–16.
- [43] Sobal J, Marquart LF. Vitamin/mineral supplement use among athletes: A review of the literature [J]. *Inter J Sport Nutr*, 1994, 4(4): 320–334.
- [44] Driskell JA, Krumbach CJ, Ellis DR. Vitamin and mineral supplement use among college athletes [J]. *J Am Dietet Assoc*, 1998, 98(9-suppl-S): 10–12.
- [45] Levine M, Violet PC. Breaking down, starting up: Can a vitamin C-enriched gelatin supplement before exercise increase collagen synthesis [J]. *Am J Clin Nutr*, 2017, 105(1): 5.
- [46] 谢意. 关于网球运动中维生素补充的文献综述[J]. *运动*, 2016, (10): 25–26.
- Xie Y. Literature review on vitamin supplementation in tennis [J]. *Sports*, 2016, (10): 25–26.
- [47] 何建伟, 王晓伟, 卢伟, 等. 运动员维生素补充的建议与思考-以维生素 A、B、C、E 为视角[J]. *运动*, 2010, (5): 4–6.
- He JW, Wang XW, Lu W, *et al.* Suggestions and reflections on vitamin supplement for athletes-from the perspective of vitamins A, B, C and E [J]. *Sports*, 2010, (5): 4–6.
- [48] 王建明. 运动员维生素和矿物质的合理补充[J]. *冰雪运动*, 2012, (2): 60–63.
- Wang JM. Reasonable supplement of vitamins and minerals for athletes [J]. *Ice Snow Sport*, 2012, (2): 60–63.
- [49] Dorant E, Pa VDB, Hamstra AM, *et al.* The use of vitamins, minerals and other dietary supplements in the Netherlands [J]. *Intern J Vitam Nutr Res*, 1989, 63(1): 4–10.
- [50] 佚名. 过多摄入维生素 A 可能增加骨折风险[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(10): 143.
- Anonymous. Excessive vitamin A intake may increase the risk of fracture [J]. *Chin J Food*, 2018, 18(10): 143.

(责任编辑: 韩晓红)

## 作者简介

杨丰旭, 硕士, 讲师, 主要研究方向为体育教育训练学, 运动生理学。  
E-mail: Z55105@163.com

孟佳珩, 硕士, 副教授, 主要研究方向为运动生理学, 运动养生。  
E-mail: z18906@163.com