

举重运动中的营养补充研究

周泽羽

(湖北大学 体育学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 举重运动是一项起源于古希腊的运动项目, 在运动中展现的是力量的美感。这项运动对运动员有着严格的要求, 除了运动员自身要具备优秀的身体素质, 扎实的技术动作来决定其下限, 还可以通过合理的外界营养补充来强化运动员的肌肉力量水平, 提高训练效果, 预防运动员的各种运动损伤来提高运动员在这一运动项目中的上限。此外, 不同时段运动营养补充也有所区别, 对运动的竞赛成绩有着至关重要的影响。本文从多个角度综述了举重运动员的营养补充方式和不同阶段的营养补充策略, 为促进举重运动员成绩提升提供一定参考和建议。

关键词: 举重; 肌肉; 运动营养

Research on Nutritional Supplementation in Weightlifting

ZHOU Ze-yu

(School of Physical Education, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: Weightlifting is a sport that originated in ancient Greece and shows the beauty of strength in the sport. This sport has strict requirements for athletes, in addition to the athletes themselves should have excellent physical quality, solid technical movements to determine their lower limit, but also through reasonable external nutritional supplementation to strengthen the athletes' muscle strength level, improve the training effect, and prevent various sports injuries to improve the athletes' upper limit in this sport. In addition, there are differences in sports nutritional supplementation at different times of the year, which have a crucial impact on the competition performance of the sport. This article provides an overview of nutritional supplementation for weightlifters and different periods of time for weightlifters from multiple perspectives to provide certain references and suggestions to promote weightlifters' performance.

Key words: Weightlifting; Muscle; Sports nutrition

1 运动营养补充的基本概述

运动营养的补充是根据人体在运动过程中机体内环境及能量消耗而提出的, 对于减少运动性损伤的出现、提升训练收益和竞赛成绩具有长远的意义。GB24154—2015《食品安全国家标准运动营养食品通则》对运动营养食品进行了详细的定义, 即为满足运动人群(指每周参加体育锻炼3次及以上、每次持续时间30min及以上、每次运动强度达到中等及以上的人群)的生理代谢、运

动能力及对某些营养成分的特殊需求而专门加工的食品^[1]。无论是普通运动爱好者还是专业的运动员, 都需要从多个方面考虑如何在有限的运动营养补给中获得最大的效益, 这是一个值得思考和研究的问题。此外, 随着科技水平的发展, 竞技体育的强度也逐渐上升, 对运动员训练水平的要求也越来越高。因此, 更合理的营养补充对运动员维持训练状态至关重要, 本文从多个角度综述了举重运动员的营养补充方式和不同阶段的营养

补充策略，为促进举重运动员成绩提升提供一定参考和建议。

表 1 运动营养补给分类

按运动项目分类	主要成分和特征	代表性产品类型
耐力类	以维生素 B ₁ 和 B ₂ 为主要成分	以各种饮料为主，比如维生素饮料，电解质饮料等
速度力量类	以肌酸为主要成分，加速磷酸肌酸的合成，以促进 ATP 的合成	一水肌酸、锌镁肌酸，谷氨酰胺
运动后恢复类	以肽类为主要成分，加速肌肉恢复	支链氨基酸肽、谷氨酰胺肽

2 运动营养补给的意义

2.1 缓解运动性疲劳

在运动中会消耗体内的很多物质，比如水分、无机盐、糖、磷酸源等物质，这些物质的缺少会导致机体内环境失调，加速运动性疲劳的出现。此外，在运动 24h 后还可能会出现延迟性肌肉酸痛，达到峰值后 5 ~ 7 天才基本消失。早在 90 年代就有研究^[2]表明延迟性肌肉酸痛不仅是简单的机械性损伤，还伴随机械性损伤引起的一系列炎症反应和氧化应激反应。苏浩等人^[3]也在研究中提出，炎症反应中免疫细胞渗入循环，介导坏死组织分解的过程，巨噬细胞释放炎症细胞因子，比如白细胞介素-6 (Interleukin 6, IL-6) 和 C-反应蛋白 (C-reactive protein, CPR)，使相关炎症因子浓度增加，引发延迟性肌肉酸痛。所以抗氧化类补给是运动后缓解延迟性酸痛的首选，如多酚类等物质。NICOL 和 MCFARLIN 等^[4, 5]在研究中提出植物提取物中富含的多酚、皂苷素、维生素等活性成分都具有很好的抗炎和抗氧化特性，能够有效抑制氧化应激和炎症反应，减轻运动后的肌肉损伤并缓解延迟性肌肉疼痛，促进机体恢复。张丽等人^[6]在研究中也提出，樱桃中富含多酚，对缓解肌肉延迟性酸痛有良好的效果。Levers K 等人^[7]在研究中将进行阻力训练的 23 名男性分为安慰剂组和樱桃粉组，从抗阻训练前七天开始服用，直到第十天，研究结果发现在两组肌肉酸痛达到峰值后，樱桃粉组的酸痛感明显低于安慰剂组。还有一种氨基酸类的运动补给，最常见的是精氨酸、支链氨基酸 (BCAA) 等。精氨酸是肌酸合成的基础，能让血管在一定程度上舒张继而促进骨骼肌中的血液循环^[8]，提高新陈代谢的效率，促进肌肉的生长和恢复。支链氨基酸主要包括异亮氨酸、亮氨酸和缬氨酸，约占人体骨骼肌蛋白质中氨基酸的 14% ~ 18%，补充 BCAA 能防止肌肉流失，但这种说法仍缺乏强有力的证明^[9]。

2.2 提高运动表现

要突破运动成绩的瓶颈，不仅需要科学系统的训练方法，更需要合理的运动营养补给。自 20 世纪 90 年代以来，肌酸一直是运动员最常用的运动补给^[10]。其作用是直接补充促进体内磷酸肌酸 (creatine phosphate, CP) 和三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate, ATP) 合成，此外还能补充水分，加快蛋白质的合成速度以促进肌肉的合成，提高运动后磷酸肌酸的合成效率，抑制腺嘌呤核苷酸的降解和乳酸的堆积，增加骨骼肌中的糖原储量^[11]。肌酸能使肌肉在维度、力量和耐力等各个方面得到改善。但是肌酸在耐力性运动中意义不大，而对于力量性运动项目和速度力量性运动项目有着很直观的正向效果，例如举重、健身健美、100 米短跑等项目。Izquierdo 等人^[12]将 19 名男性运动员随机分为安慰剂组和肌酸补充组，研究结果发现肌酸补充组的在卧推、深蹲、冲刺跑等运动项目中的最大肌肉力量 (maximum voluntary contraction, MVC)、力量发展速率 (rate of force development, RFD)，以及肌肉的最大输出功率都有显著性提升。此外，也有研究证明肌酸也对运动员机体康复有显著的正向效果；Eijnde 等人^[13]的研究表明，在运动员康复训练中，肌肉中有一种名为 GLUT-4 的蛋白质会明显升高，而长期补充肌酸可以减少肌肉中这种蛋白质含量下降，继而加快运动员的康复速度。

3 运动营养补给使用的原则

每个运动项目都有各自的比赛要求，很多竞技体育项目为了比赛的公平性都会对运动员的体重严格分级，尤其在力量型运动项目上。所以在选择运动补给的时候既要保证运动员的训练效果，又要保证运动员的体重在相应的区间。此外，由于运动营养品类别和数量的不断增加以及外国产品进入国内市场，给运动员的药检带来了很多不确定性。比赛对于运动员的药检非常严格，某些运动补给虽然不是兴奋剂，但是长期服用依然会造成运动员血液的生理生化指标发生改变。有人把运动营养补给和兴奋剂比作一对双胞胎兄弟，因为两者有时候仅仅只是分子结构上的细微不同^[14]。我国在运动营养补给的管理上非常严格，早在 2009 年就禁止运动员私自购买运动营养品，各个运动队统一按照《国家队集中采购运动营养食品目录》购买营养补给，该目录共包含约 60 种产品，其中国产与国外产品的比例约为 6 : 4，这些产品涉及药品、食品、保健品等多种来源^[15]。在日常的运动中，对于运动补给的购买也要严格把控，要根据运动项目的侧重点来补充运动补给。例如，耐力性运动项目主要是通过有氧系统供能，消耗的是糖类物质，

若是在这种情况下服用蛋白质类补给, 不仅不能加速身体恢复, 还可能增加自身的肝肾负担。由于目前运动补给相关的知识普及率不高, 导致部分人群因过度摄入而诱发糖尿病、高血压、肥胖等相关疾病。

4 国内外运动营养补给品的发展现状

国外的运动营养补给起步较早且发展迅速。在 20 世纪 40 年代“运动营养”这个年轻的产业开始出现, 此后 20 年, 更多的人意识到运动营养的重要性和商业发展性。20 世纪 60 年代, 运动营养产业达到了黄金时期, 无论是种类还是质量都有质的飞跃。21 世纪后, 运动营养产业更加完善。其中美国更是这个产业中的佼佼者, 据调查显示从 1997 年至 2011 年, 美国膳食补给销售额从不足 150 亿美元增长至 300 亿美元, 更是在 2015 年达到了 388 亿美元^[16]。这一增长的原因是美国人锻炼身体的意识更强, 对运动营养的认识也更加全面。此外也有调查显示, 美国的运动营养补给品发展的趋势正在从服务于专业运动员转向服务于大众体育^[17]。欧盟运动营养产业的发展仅次于美国, 从 2005 年至 2011 年, 销售额从 5 亿欧元增长至 36 亿欧元^[18]。国外发达国家对于运动营养的发展仍在不断完善, 同时也为很多迫切需要发展运动营养产业的发展中国家提供了宝贵的发展策略。

改革开放四十年以来, 我国在经济、政治、文化等各方面都发生了巨大的变化, 人们从解决温饱问题逐渐转向追求更美好的生活。所以人们的健康问题越来越受到重视。近年来, “体育强国”的提出更彰显了体育运动的重要性。而运动营养就是为了大众更科学地运动而提出的。调查显示, 国内的运动营养品相对于国外有些滞后, 但是尽管我国起步较晚, 但发展速度毫不逊色于国外。20 世纪 50 年代, 运动营养才作为一个学科专业在中国成立, 直到 80 年代, 中国才开创了第一个自己的运动营养品牌, 广东健力宝公司推出了一款碱性电解质运动饮品, 而且是中国国家队运动员的特供饮品。同世纪 90 年代后, 我国体育部门才开始加入运动营养品的研发和评估, 而且相关的标准也才正式制定。有研究^[19]表示, 我国运动营养行业年营业额以每年 50% 的年增长率极速发展, 而且产品数量已经多达三万多种, 企业已经达到了 3000 多家。但是我国的运动营养品的开发重心依然集中在专业运动员身上, 对于大众体育方面的考虑仍有所欠缺, 所以我国运动营养产业在未来还有很大的进步空间。

5 举重运动的运动营养补充

运动营养品的诞生在最初便是服务于竞技体育运动

员, 满足其在高强度日常训练后的营养需求和维持运动员的竞技状态。举重运动是一项极具代表性的竞技体育运动, 在运动中可以彰显出力量的美感, 但是这项运动的危险性极高而且日常训练也十分严格, 对运动员的心理和身体素质有着极高的要求, 并且在训练和比赛中遇到伤病的概率很高, 举重运动员的运动损伤多发生在腰、膝盖、肩膀、手腕等部位, 其中有三成以上的运动员都患有或者曾经有过腰伤, 最常见的腰伤是椎弓峡部裂, 这是一种由超负荷的重量导致的腰椎疲劳性骨折, 可严重影响运动员的职业生涯。举重运动中的多种因素都迫切要求为运动员提供高质量的后勤保障, 其中运动营养更是极为重要的环节。当然, 对于举重运动的营养补充也要从多个方面去考虑。

5.1 从举重运动的本质出发进行营养补充

在举重运动中, 要获得优秀的成绩除了要具备熟练的技术, 更重要的是力量水平, 所以这项运动对于运动员的力量素质要求很高, 力量的大小与肌肉直接关联, 所以补充蛋白质在这项运动中尤为重要。2019 年全国科学技术名词审定委员会公布了运动医学名词 3- 甲基组氨酸 (3-methylhistidine), 这种物质与蛋白质代谢有很大的关联。它是由肌肉收缩时引起的骨骼肌收缩蛋白分解的产物, 由于机体 3-MH 的分解酶有限, 故由尿液排出, 3-MH 是监控运动员蛋白质代谢的重要指标。早在 90 年代, 张蕴硯等人^[20]就在研究中提到在高强度力量训练之后 72 小时尿液中的 3-MH 排泄量有明显的上升趋势, 且这种趋势具有一定的延缓性。对于这种延缓性增加很多国外学者都认为与肌肉的延迟损伤有关, 即在前文提到的延迟性肌肉酸痛有关, DOMS 一般在高强度运动后的 72 小时内达到巅峰, 刚好在 72 小时这个时间点, 3-MH 开始明显上升, 但是两者之间的具体关系还有待进一步研究。此外, 可以适当地补充 BCAA 支链氨基酸, 以防止肌肉的流失。举重运动员要补充蛋白质还有一个重要原因就是维持机体的正氮平衡, 马国东等人^[21, 22]提到对于力量型项目运动员来说至少每日补充 2g/kg 蛋白质, 否则机体就处于负氮平衡, 力量水平就会下降。力量水平与激素之间存在着很大的联系, 肌肉力量的大小受到生长激素 (GH) 和睾酮 (TES) 的影响, 运动员在日常饮食中应该多补充促睾类食品, 例如锌镁 (ZMA 补给)、维生素 D 等天然促睾成分。

5.2 从举重运动的供能方式出发进行营养补充

举重这项运动项目的供能方式是由其训练方式决定的。力量素质又分为三点: 最大肌肉力量、速度力量、肌肉耐力。对于最大力量即 1RM, 通常是采用大重量、少次数的训练方法, 由于举重运动员对于体重的控制相

当严格,在发展绝对力量的同时又要保持体重,所以通常是利用运动员的90%~100%1RM的重量进行神经适应性训练,而不是进行多次数的肌肥大训练。快速力量即爆发力,一般是利用递增负荷训练,重量由小及大,训练运动员对力量的调控与募集能力,即运动员在最短时间内获得克服阻力做功的力量,同时也要注意完成训练的动作要快。肌肉耐力一般采用极限次数训练法,强调的是多组数和多次数的大运动总量。涉及爆发力、多次数的训练方式,供能方式主要是ATP-CP供能系统和糖酵解供能系统,所以对于能量物质的补充要以补充肌酸和糖类物质为主。肌酸是最常见的运动补给,其来源又分为外源性和内源性,内源性肌酸由肝脏、肾脏和胰腺内源性产生,外源性肌酸可通过日常饮食摄入,如红肉和鱼类,对于运动员来说只靠日常饮食获得肌酸是不能够满足其训练要求的,所以适当的补充肌酸是必要的。肌酸的补充是长期性的,依次为冲击期和维持期两个阶段,在冲击期按照0.3g/kg/d或20g/d服用肌酸,一周后进入维持期,按照0.03g/kg/d或2g/d服用肌酸。平时所提到的肌酸大多为一水肌酸(CM),很少有研究磷酸肌酸(phosphocreatine)对运动能力的改变。此外,很多研究都证实多酚类物质对于抗炎症和抗氧化有很好的效果,但是否能提高运动员的运动能力尚缺乏研究,John等人^[23]研究了补充磷酸肌酸二钠盐加蓝莓提取物(PCDSB)、一水肌酸(CM)和安慰剂28天对肌肉强度、力量和耐力的影响,结果发现28天的PCDSB和CM的补充都导致最大扭矩(PT)和肌肉做功的平均功率(AP)的增加,但是PCDSB组的提升更为明显。

碳水化合物的补充对于举重运动员同样重要。通常人体所需能量的50%~60%由碳水化合物提供,而举重运动员的糖类供能比更高,占比高达60%~70%^[24]。根据功效不同,将碳水化合物分为两种,分别为慢速碳水化合物和快速碳水化合物。在训练前需要补充快速碳水化合物,因为快速碳水化合物是直接含糖的食物,更易于机体的吸收,能快速增加糖原储备,提高训练质量,相比慢速碳水化合物来说快速碳水化合物具有更高的升糖指数,胰岛素的增加可以抑制蛋白质的分解并且输送更多的氨基酸到肌肉组织,在生活中经过精致加工的大米、面条、面包等食品都属于快速碳水化合物。慢速碳水化合物更适合训练后补充,因为慢速碳水化合物对胰岛素的影响很小,可以抑制脂肪的合成,对于举重运动员保持体重有很大帮助。在摄入慢碳水的同时应该摄入高蛋白食物,更有利于蛋白质的吸收,生活中未加工的天然谷物、粗粮都属于慢速碳水化合物。

5.3 从举重运动员的伤病预防出发进行营养补充

在高强度运动中出现运动损伤是无法回避的,运动性损伤是指在大强度和大运动量的训练过程中,受内外环境因素作用而导致机体组织或器官出现生理性功能紊乱或病理性创伤等非特异性表现的临床综合征,主要累及运动系统,亦常伴随机体代谢系统损伤^[25]。大强度训练后通过尿检发现,尿潜血、尿蛋白、尿胆原等各项指标升高,都预示着肾功能受到损伤,提示运动强度过大应进行调整。要取得优秀的竞赛成绩需要具备多方面的条件,不仅要有系统的训练方法,还要思考如何预防运动损伤。虽然运动性损伤在训练和比赛中无法避免,但是适当的营养补充策略能够减少受伤的概率,还能够加快伤病恢复速度,让运动员更快地恢复到训练之中,同时减少受伤的风险也能延长运动员的职业生涯。因为蛋白质与肌肉的合成代谢具有很大的关系,所以普遍都认为增加平时的蛋白质补充可以预防运动损伤,但是这种说法存在争议。Pasiakos等人^[26]在研究中提出,提供蛋白质补充剂时,运动后蛋白质并没有导致肌肉损伤标志物的显著减少和肌肉功能恢复的增强。也有人认为蛋白质对于肌肉的改变是一个长期过程。此外还有另一种 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸在肌肉损伤的预防中有一定作用,这是一种人体不可缺少的脂肪酸,自身就具有抗炎特性,影响细胞膜结构及免疫细胞的活化^[27],但是在服用剂量上还有待研究。

5.4 举重运动员赛前减重期的营养补充

在举重比赛开赛之前,所有运动员都需要进行赛前称重。2018年国际举联提出了新的级别修改方案,男子7个级别分别为61公斤级、67公斤级、73公斤级、81公斤级、96公斤级、109公斤级、109公斤以上级;女子也是7个级别,分别为49公斤级、55公斤级、59公斤级、64公斤级、76公斤级、87公斤级、87公斤以上级。举重运动员一般都会在赛前进行体重的减控:通常从两个方面入手,其一是限制运动员的饮食量和水分摄入量,在必要时限制运动员钠离子的摄入,同时大量饮用蒸馏水排干体内的钠离子,使机体处于缺水状态以达到减重的目的;其二是加大训练量,增加消耗量。在体重的减控期要最大程度保持运动员的竞技水平,合理的饮食摄入格外重要,只有合理的饮食才能保障运动员在高强度的训练下保持良好的身体状态,减少和预防伤病的出现。在减控期严格禁止脂肪类、淀粉类、高糖类食物的摄入,要以优质碳水化合物和优质蛋白为主,在减重期间碳水化合物是最经济的能源物质,对于举重这种大强度运动更为重要。人体三大供能物质为糖、脂肪、蛋白质,后两者能量动员较慢,而且其代谢产物通常为

酮类物质和酸性物质,会加速机体的运动性疲劳。只有在某些特殊的时候,比如需要快速减重时可以利用“戒碳饮食”这种方式,加大脂肪的消耗比例。周丽丽等人^[28]提到碳水化合物的摄入应为总热量比例的60%~70%,正确、科学的三餐热量比例应为:早餐25%~30%,午餐30%~40%,晚餐25%~30%。由于在减重期间热量摄入不足,会导致机体缺乏无机盐与维生素。维生素对维持机体的物质代谢、对神经组织和精神状态都有良好的影响;无机盐钠、钾、镁、钙对维持肌肉收缩、神经信息传导和内分泌系统的功能正常具有重要作用^[29]。运动员在训练后需适当地补充维生素B、D、E和锌、镁、钠这些微量元素,由于钠离子有锁水的作用,对于钠的补充,在运动员戒钠脱水时期要慎用。

5.5 举重运动员临场的营养补充

举重运动员的称重一般是在比赛开赛前两个小时进行,在体重合格后直到比赛开始期间,运动员需快速补充营养以便有良好的运动表现。由于运动员在称重之前已经连续多日减重,体内能量物质已经处于极度匮乏状态。在这段时间内,补充营养的首选应该是供能快且易消化吸收的高糖类食物。而且要在适当的时候补充,若是补充得过晚可能会造成回跃性低血糖导致运动员乏力、紧张、惊厥等症状。由于运动员在比赛时全身血液主要集中在四肢,胃部消化能力较差,若摄入过多食物,会导致胃的排空率过慢,引起腹痛呕吐等症状影响竞技表现,所有补充的食物体积要小且热量要高。此外,很多教练员会在赛前给运动员补充咖啡,提高运动员的兴奋性,但是不能过量,如果体内咖啡因超过12ug/ml,赛后的药检中会被判定比赛成绩无效,甚至可能失去比赛资格。

6 总结

综上所述,“体育强国”“全民健康”已经成为国家未来发展的重要基石之一,要深入落实好这两点,离不开科学合理的运动和营养补充。虽然我国在运动营养品方面起步较晚,但是前人的发展为我们提供了宝贵的经验,我们也要结合自身的实际情况,与中国特色相结合,创造出中国特有运动营养品,继而走向国际市场。此外,科技含量更高的运动营养品对我国竞技体育的发展也具有重要意义,尤其在我国的强项,如举重项目中,尽管我国举重成绩在世界上处于霸主地位,但要保持这一地位,科技的支持是必不可少的,尤其在当前这个科技发展迅速的时代,我们要从更多方面去思考,从举重运动员不同的训练方法、不同的训练阶段,甚至从各个运动员本身出发,寻找更适合的运动补给品,这样我国的举

重成绩才能在世界上做到经久不衰。

参考文献

- [1] 韩玲. 运动营养食品的研究现状[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(21): 7771-7776.
- [2] 陈英杰, 郭庆芳, 赵保路, 等. 延迟性肌肉损伤与自由基代谢异常——运动延迟性肌肉损伤机制探讨之二[J]. 中国运动医学杂志, 1993(2): 65-69, 125.
- [3] 苏浩, 袁梦, 李翹楚. 植物提取物补充对延迟性肌肉酸痛干预效果[J]. 体育科学研究, 2022, 26(1): 40-48, 54.
- [4] Nicol L M, Rowlands D S, Fazakerly R, et al. Curcumin supplementation likely attenuates delayed onset muscle soreness (DOMS) [J]. European Journal of Applied Physiology, 2015, 115(8): 1769-1777.
- [5] Mcfarlin B K, Venable A S, Henning A L, et al. Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin [J]. Biochimica et Biophysica Acta - Clinical, 2016(5): 72-78.
- [6] 张丽, 王亚茹, 袁满, 等. 樱桃在改善运动损伤中的应用及相关机制研究进展[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38(6): 51-53.
- [7] Levers K, Dalton R, Galvan E, et al. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on an acute bout of intense lower body strength exercise in resistance trained males [J]. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2015, 12: 41.
- [8] Brooks J R, Oketch-Rabah H, Low Dog T, et al. Safety and performance benefits of arginine supplements for military personnel: a systematic review [J]. Nutrition Reviews, 2016, 74(11): 708-721.
- [9] Kreider R B, Wilborn C D, Taylor L, et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations [J]. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2010, 7(1): 7.
- [10] 吴鑫龙, 廖粤生. 运动营养补充剂对运动效益影响的研究进展[J]. 体育科技文献通报, 2022, 30(5): 100-103.
- [11] 廖子彦, 杨静. 运动营养食品的选择策略探究[J]. 体育科技文献通报, 2022, 30(5): 96-99.
- [12] Izquierdo M, Ibaez J, GonzLez-Badillo J J, et al. Effects of creatine supplementation on muscle power endurance, and sprint performance [J]. Medicine &

Science in Sports & Exercise, 2002, 34 (2): 332-343.

[13] Eijnde BO, Urso B, Richter EA, et al. Effect of oral creatine supplementation on human muscle GLUT4 protein content after immobilization [J]. Diabetes, 2001, 50 (1): 1823.

[14] 朱静华, 丛林, 丛军. 运动营养品与兴奋剂 [J]. 田径, 2014 (5): 57-58.

[15] 国家体育总局. 关于更新国家队集中采购运动营养食品目录的通知. 国家体育总局, 体科字 [2009] 258 号文件.

[16] 邓陶陶, 焦颖, 李奇庚, 等. 运动营养食品产业现状和未来发展 [J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30 (2): 208-212.

[17] 白厚增. 中国发达城市运动营养食品市场需求分析 [C]. 2015全国体育科学大会, 2015.

[18] 王薇. 标准不完善和科普缺失成运动营养食品产业发展两大短板 [N]. 中国食品报, 2013-08-30.

[19] 白厚增. 中国运动营养食品产业发展研究 [D]. 北京: 北京体育大学, 2013.

[20] 张蕴琨, 丁锡琴, 蒋晓玲. 力量练习对血清肌酸激酶、肌红蛋白和尿3-甲基组氨酸水平的影响 [J]. 中国运动医学杂志, 1994 (1): 7-11, 63.

[21] 朱家驹, 马国东. 高蛋白营养食品对力量型运动员身体机能的影响 [J]. 食品研究与开发, 2022, 43 (13): 233-234.

[22] 刘艳华, 胡云飞, 杨光. 氨基酸类功能食品对力

量型运动员运动能力的影响 [J]. 食品研究与开发, 2021, 42 (23): 229-230.

[23] Anders John Paul V, Neltner Tyler J, Smith Robert W, et al. The effects of phosphocreatine disodium salts plus blueberry extract supplementation on muscular strength, power, and endurance [J]. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2021, 18 (1).

[24] 张瑀. 功能性食品对举重运动员耐力、力量运动素质的影响 [J]. 食品研究与开发, 2022, 43 (2): 231-232.

[25] 赖新鑫, 赵新永, 张启. 常见急性运动性损伤药物治疗研究 [J]. 河南教育学院学报 (自然科学版), 2021, 30 (1): 91-94.

[26] Pasiakos S M, Lieberman H R, Mclellan T M. Effects of Protein Supplements on Muscle Damage, Soreness and Recovery of Muscle Function and Physical Performance: A Systematic Review [J]. Sports Medicine, 2014, 44 (5): 655-670.

[27] 张俭. 田径运动员损伤防治中的营养策略 [J]. 体育科技文献通报, 2022, 30 (1): 17-19.

[28] 周丽丽, 杨则宜, 伊木清, 等. 中国运动员膳食营养状况调查分析与改进建议 [J]. 中国运动医学杂志, 2002, 1 (5): 278-283.

[29] 屈成刚. 优秀举重运动员降体重后体重控制与运动能力恢复的个案研究 [J]. 中国体育科技, 2011, 47 (3): 59-64, 136.