

NSCA体能训练科学丛书

# NSCA's Guide to SPORT AND EXERCISE NUTRITION

## 美国国家体能协会 运动营养指南

[美] 美国国家体能协会 (National Strength and Conditioning Association) 主编  
比尔·I. 坎贝尔 (Bill I. Campbell) 玛利亚·A. 斯帕诺 (Marie A. Spano)  
黎涌明 邱俊强 译



**NSCA**

National Strength and Conditioning Association



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

NSCA 体能训练科学

# NSCA's Guide to SPORT AND EXERCISE NUTRITION

## 美国国家体能协会 运动营养指南

[美] 美国国家体能协会 (National Strength and Conditioning Association) 主编  
比尔·I. 坎贝尔 (Bill I. Campbell) 玛利亚·A. 斯帕诺 (Marie A. Spano)  
黎涌明 邱俊强 译

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

美国国家体能协会运动营养指南 / 美国国家体能协会, (美) 比尔·I. 坎贝尔 (Bill I. Campbell), (美) 玛利亚·A. 斯帕诺 (Marie A. Spano) 主编; 黎涌明, 邱俊强译. — 北京: 人民邮电出版社, 2018. 6  
(NSCA体能训练科学丛书)  
ISBN 978-7-115-48059-0

I. ①美… II. ①美… ②比… ③玛… ④黎… ⑤邱… III. ①体育卫生—营养学—指南 IV. ①G804.32-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第048006号

## 版权声明

Copyright © 2011 by the National Strength and Conditioning Association

All rights reserved. Except for use in a review, the reproduction or utilization of this work in any form or by any electronic, mechanical, or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying, and recording, and in any information storage and retrieval system, is forbidden without the written permission of the publisher.

保留所有权利。除非为了对作品进行评论, 否则未经出版社书面允许不得通过任何形式或任何电子的、机械的或现在已知的或此后发明的其他途径(包括静电复印、影印和录制)以及在任何信息存取系统对作品进行任何复制或利用。Notice: Permission to reproduce the following material is granted to persons and agencies who have purchased NSCA's *Guide to Sport and Exercise Nutrition*: pp. 219-222, 240. The reproduction of other parts of this book is expressly forbidden by the above copyright notice. Persons or agencies who have not purchased NSCA's *Guide to Sport and Exercise Nutrition* may not reproduce any material.

## 免责声明

本书内容旨在为大众提供有用的信息。所有材料(包括文本、图形和图像)仅供参考, 不能用于对特定疾病或症状的医疗诊断、建议或治疗。所有读者在针对任何一般性或特定的健康问题开始某项锻炼之前, 均应向专业的医疗保健机构或医生进行咨询。作者和出版商都已尽可能确保本书技术上的准确性以及合理性, 且并不特别推崇任何治疗方法、方案、建议或本书中的其他信息, 并特别声明, 不会承担由于使用本出版物中的材料而遭受的任何损伤所直接或间接产生的与个人或团体相关的一切责任、损失或风险。

## 内容提要

本书是美国国家体能协会(NSCA)与众位世界运动营养学家联合编写的运动营养指南。书中不仅向读者介绍了国外运动营养领域新的研究成果, 讲述了运动营养学的相关原理, 还给出了基于不同人群和不同营养需求的营养建议, 集科学性与实用性于一体。全书共分12章, 分别介绍了运动营养与运动表现的关系; 碳水化合物、蛋白质、脂肪、水、维生素和矿物质的营养学功效及其摄入量建议; 力量和爆发力, 以及有氧耐力训练相关的营养需求和补充建议; 营养补充时机及能量消耗与体成分相关的营养学原理和建议; 还从运动营养师的角度分别介绍了营养需求分析和营养计划制订的经验和理论。本书为体能教练、运动营养师、专项教练、运动员、健身人士, 以及相关领域的教师和学生了解运动营养提供了重要参考。

- 
- ◆ 主 编 [美] 美国国家体能协会  
(National Strength and Conditioning Association)  
比尔·I.坎贝尔 (Bill I. Campbell)  
玛利亚·A.斯帕诺 (Marie A. Spano)
- 译 黎涌明 邱俊强  
责任编辑 寇佳音  
责任印制 周昇亮
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京市艺辉印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 19.75 2018年6月第1版  
字数: 348千字 2018年6月北京第1次印刷  
著作权合同登记号 图字: 01-2016-10033号
- 

定价: 128.00元

读者服务热线: (010) 81055296 印装质量热线: (010) 81055316  
反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

## 译者序

人体运动是一个化学能转换为机械能的过程，这一过程包含产生能量和利用能量两个环节。产生能量涉及人体的三大供能系统和三大能源物质，其他营养素也通过影响三大能源物质的代谢供能影响着人体的健康和运动表现。人类对运动过程中营养问题的认识可追溯到古希腊时期斯巴达勇士的训练，而近代运动营养领域具有里程碑式的事件是美国佛罗里达大学的研究人员为橄榄球运动员研制了一种碳水化合物饮料。20世纪80年代，运动营养学作为一门专门的学科正式诞生。目前，运动营养学所关注的人群已经由耐力训练人群拓展到几乎所有的训练人群，由参加竞技比赛的运动员拓展到几乎所有有健康需求的人群。运动营养也成为运动过程中实现健康促进和运动表现提升的不可或缺的重要部分。

在我国，运动营养并不是一个新的议题，国内学术界对运动营养也有一些独特的认识。但是，一个不可否认的事实是，大众在运动营养的认识方面存在一定的误区，这些误区导致一定程度上的运动营养品的过度使用，重补剂轻饮食，重主餐轻“加餐”。事实上，运动营养涉及行为改变、烹饪、膳食结构、营养素质量、营养时机、补剂量及组合等多方面的事情。无论是从长期科学研究的角度还是短期实践应用的角度，都需要首先对国外运动营养学的研究成果有一个较为全面的了解。

《美国国家体能协会运动营养指南》就是这样一本书，其为读者呈现了目前国外运动营养领域的最新研究成果。纵观全书，科学性和实用性是该书的两大特点。相比于其他的类似著作，该书首先是一本有关运动营养的“实证”指南，其所介绍的内容是“实证”运动营养（Evidence-based Exercise & Sport Nutrition）。该书绝大部分内容都标明了出处，这让本书的科学性尤为明显。此外，该书基于科学研究，深入浅出地介绍了运动营养学的相关原理，并给出了基于不同人群和不同营养需求的营养建议，真正体现了本书“指南”的功能。该书共分为12章，第1章简要介绍了运动营养与运动表现的关系；第2~6章分

别介绍了碳水化合物、蛋白质、脂肪、水、维生素和矿物质的营养学功效及其摄入量建议；第7~8章分别介绍了力量和爆发力，以及有氧耐力训练相关的营养需求和补充建议；第9~10章介绍了营养补充时机，以及与能量消耗和体成分相关的营养学原理及建议；第11~12章从运动营养师的角度分别介绍了营养需求分析和营养计划制订的相关经验和理论。这些章节几乎涵盖了运动营养学各个方面的知识。当然，该书也多次强调，运动营养价值的体现离不开一个好的训练计划，这也理性地指出了运动营养在健康促进和运动表现提升中的地位。

《美国国家体能协会运动营养指南》是美国国家体能协会（NSCA）体能训练科学丛书之一（其余两本为 *NSCA's Guide to Tests and Assessments* 和 *NSCA's Guide to Program Design*）。作为致力于推动和引领全球体能职业发展的非营利性专业组织，美国国家体能协会通过开展行业权威认证、出版学术期刊、提供职业发展服务和继续教育的机会，在全球范围内传播体能相关的科学知识及其实际应用。该书英文版由美国 HK（Human Kinetics）出版社出版，该出版社致力于为身体活动和健康领域提供高质量的信息类和教育类产品，目前是身体活动领域全球出版量最大的出版社。因此，本书无论是编写方还是出版方都属于体能训练领域的行业领袖，这为本书的质量和权威性提供了重要保障。

本书由我和邱俊强教授共同翻译完成。体能训练和运动营养分别是我和邱教授的主要研究领域，我们的这种合作对于双方来说都是一种积极的尝试。一方面，我们分别从体能训练和运动营养这两个角度审视《美国国家体能协会运动营养指南》一书；另一方面，作为研究人员的我们又秉持相同的科学态度和科学标准。因此，在确定翻译这本书时我们都异常兴奋，也对能为国内体能训练和运动营养领域的读者呈现我们的成果充满期待。我们希望，这本译著能够传播国外运动营养领域最新的研究成果，为国内的体能教练、运动营养师、运动防护/康复师、专项教练、运动员、健身人士，以及相关领域的教师和学生了解运动营养提供一个重要参考。需要注意的是，本书并不能够作为制订个体化营养计划的依据，关于个体化营养计划的制订和实施还需要咨询持有运动营养相关资质的专业人士。

最后，我要感谢人民邮电出版社，它对体育领域的关注度强化了我对体育科学价值的信心。我也要感谢本书的两位原版作者，坎贝尔和斯帕诺是美国运动营养领域的科学研究者和实践探索者，众多体能教练、运动营养师、教练员、

运动员和参与锻炼的大众都曾受益于他们的科学研究和实践指导。我们翻译本书也是希望有更多的中文读者能够从他们的知识和经验中获益，有更多参加竞技训练的运动员能够从运动营养的科学中进一步挖掘自身的潜能。最后，尽管我们在翻译过程中对相关内容进行了反复斟酌，但由于翻译水平有限，译著中可能存在翻译不当的地方，望读者给予指正和谅解。



# 前 言

什么是运动营养？不同的人对此有着不同的认识。究其本质，运动营养是指在特定时间摄取正确剂量的营养物质以改善运动表现的实践。虽然一部分运动人群的目标是提高竞技运动表现，但许多运动人群并不参加竞技比赛，他们的目标只是改善体成分、缩短5千米跑步的时间，或者增加卧推质量等。有趣的是，运动营养的原则不仅适用于高水平运动员，也对第一次聘请私人教练的初学者有效。本书的主要目的之一就是将实用的科学信息传递给各类健身爱好者和参加比赛的运动员。

在过去的几十年，运动营养领域的科学研究持续增加。事实上，自1990年以来，运动营养领域的同行评审学术期刊论文的数量急剧增加。运动科学和营养领域的科学期刊的每期刊文中，都至少包括一篇与运动营养相关的研究性或综述性文章。尽管这些学术期刊中的文章回答了运动营养领域中的众多问题，但是运动营养领域仍有许多问题悬而未决，对营养摄入量、补剂和运动表现等问题也有着不同的见解。本书所举的例子包括与最佳化训练相适应的蛋白质摄入量、肌酸补剂的安全性，以及提高运动表现的最佳补剂组合。正是这些未回答的问题和不同的见解推动着运动营养研究的不断进步和发展。这些研究与许多人密切相关，从参加多项体育运动的青少年的母亲，到专门从事某项运动专项的奥林匹克运动员。

本书将讨论食物和运动补剂与人体生物学功能相互作用的方式。书中引用了大量相关研究来强调特定营养摄入量，这些摄入量都已被证实能够改善运动表现。一些章节还提供了评估运动员营养状况和基于此评估制订营养计划的信息。总体来说，本书让读者能够更好地理解摄取的食物如何代谢、储存和氧化成能量。书中所引用的研究介绍了如何合理选择营养物质来提升运动表现。

本书共分为12章。第1章简要介绍营养物质如何影响运动表现。接下来的几章讨论了宏量营养素（碳水化合物、蛋白质和脂肪），尤其是这些营养物质

如何代谢、储存和氧化成能量，并根据科学研究提出一些有关这些营养素摄入量的建议，从而促进有氧、无氧和力量训练的运动表现。第5章主要讨论了有氧耐力运动员和力量运动员的液体需求与运动中的体液平衡等相关话题，并概述了由于液体摄入不足或过多而导致的常见问题。第6章讲述了微量营养素及其在新陈代谢和运动中的作用。后续几章讨论了具体的营养策略和营养强化剂，研究已经证明，这些营养策略和营养强化剂可以增强有氧耐力、力量和爆发力；同时也讨论了可以改善体成分的营养策略和营养强化剂。最后两章提供了关于评估营养状况和根据评估结果制定综合方案的重要信息。

运动营养是一个统称，涵盖了大量信息。我们希望这本书可以帮助读者更好地了解食物、运动补剂以及它们与人体生物系统的相互作用，以及如何提升运动表现。

## 致 谢

我们要感谢所有带领我们进入运动营养领域的人。你们的辛勤工作、奉献和知识为紧跟你们步伐的人们创造了机会。我们特别感谢理查德·柯莱德（Richard Kreider）博士、约瑟·安东尼奥（Jose Antonio）博士和杰夫·斯托特（Jeff Stout）博士为运动营养学的发展提出指导，领导运动营养学的发展，以及为运动营养学做出的杰出贡献。



# 目 录

前 言 IX

<b>第 1 章</b>	<b>有益于训练和运动表现的食物和液体</b>	<b>1</b>
	比尔·坎贝尔, 博士, CSCS, FISSN 玛利亚·斯帕诺, MS, RD, LD, CSCS, CSSD, FISSN 营养研究的新进展 2 · 营养和运动表现 3 · 专业应用 9 · 小结 10	
<b>第 2 章</b>	<b>碳水化合物</b>	<b>11</b>
	多诺万·福格特 (Donovan L. Fogt), 博士 碳水化合物的种类 12 · 体内糖的调节 18 · 碳水化合物和运 动表现 24 · 专业应用 29 · 小结 30	
<b>第 3 章</b>	<b>蛋白质</b>	<b>33</b>
	理查德·柯莱德 (Richard B. Kreider), 博士, FACSM, FISSN 身体中的蛋白质 33 · 蛋白质的类型 36 · 蛋白质和运动表现 43 · 专业应用 46 · 小结 47	
<b>第 4 章</b>	<b>脂肪</b>	<b>49</b>
	朗尼·洛厄里 (Lonnie Lowery), 博士, RD, LD 脂肪的消化与吸收 50 · 脂肪的种类 51 · 膳食脂肪与运动表 现 60 · 专业应用 67 · 小结 68	
<b>第 5 章</b>	<b>体液</b>	<b>71</b>
	鲍勃·西博哈尔 (Bob Seebohar), MS, RD, CSCS, CSSD 运动中的体液平衡 73 · 测量水合状态 76 · 水合作用和运动 表现 77 · 年龄相关的需水量 82 · 专业应用 84 · 小结 86	
<b>第 6 章</b>	<b>维生素和矿物质</b>	<b>87</b>
	亨利·卢卡斯 (Henry C. Lukaski), 博士, FACSM, FCASN 运动员的微量营养素需求 90 · 维生素和运动表现 92 · 矿物 质和运动表现 100 · 专业应用 107 · 小结 109	

<b>第 7 章</b>	<b>力量与爆发力补剂</b>	<b>111</b>
	科林·威尔柏 (Colin Wilborn), 博士, ATC, CSCS, FISSN 比尔·坎贝尔, 博士, CSCS, FISSN 肌酸 114 · HMB 117 · 蛋白质和氨基酸 119 · $\beta$ -丙氨酸 123 · 专业应用 125 · 小结 126	
<b>第 8 章</b>	<b>有氧耐力补剂</b>	<b>129</b>
	鲍勃·西博哈尔 (Bob Seebohar), MS, RD, CSCS, CSSD 用作补剂的运动饮料 129 · 适合有氧耐力运动员的氨基酸和蛋 白质 133 · 高分子量碳水化合物 139 · 咖啡因 140 · 碳酸氢 钠和柠檬酸盐 143 · 专业应用 144 · 小结 149	
<b>第 9 章</b>	<b>营养补充时机</b>	<b>151</b>
	查德·柯克西克 (Chad M. Kerksick), 博士, ATC, CSCS,*D, NSCA-CPT,*D 营养补充时机和有氧耐力表现 152 · 营养摄入和恢复 163 · 营养补充时机、抗阻训练、力量和爆发力表现 167 · 专业应用 177 · 小结 182	
<b>第 10 章</b>	<b>能量消耗和体成分</b>	<b>185</b>
	保尔·拉·鲍提 (Paul La Bounty), 博士, MPT, CSCS 约瑟·安东尼奥 (Jose Antonio), 博士, CSCS, FACSM, FISSN, FNCSA 能量平衡 186 · 低热量膳食 188 · 高热量膳食 196 · 改善体 成分的运动补剂 199 · 专业应用 202 · 小结 203	
<b>第 11 章</b>	<b>营养需求分析</b>	<b>205</b>
	玛利亚·斯帕诺, MS, RD, LD, CSCS, CSSD, FISSN 测量体成分 205 · 记录和分析食物摄入量 212 · 专业应用 216 · 小结 219	
<b>第 12 章</b>	<b>沟通并制订运动员营养计划</b>	<b>225</b>
	阿曼达·卡尔森·菲利普斯 (Amanda Carlson Phillips), MS, RD, CSSD 提供营养知识 226 · 保密 229 · 制订运动员营养计划 230 · 饮食紊乱与饮食失调 241 · 女性运动员三联征 245 · 专业应 用 246 · 小结 248  参考文献 249 · 作者介绍 301 · 撰稿者 303 · 译者介绍 304	

# 第 1 章

## 有益于训练和运动表现的食物和液体

比尔·坎贝尔，博士，CSCS，FISSN

玛利亚·斯帕诺，MS，RD，LD，CSCS，CSSD，FISSN

一名运动员的成功取决于很多可改变的因素。其中，最重要的因素包括良好的体能训练、运动心理、专项训练、营养、补剂、休息和恢复。这些因素不仅影响长期训练和后期表现，在单场竞赛中也发挥着重要作用。

营养和运动表现（以及营养和体形变化）的科学发展迅速。随着该研究领域的不断扩大，对影响运动员运动表现和体形的因素的研究不断深入，这导致对运动营养师的需求不断增长。在高校和职业体育领域，运动营养师都在运用科学研究为运动员提供完善的建议。在通常情况下，运动营养师与专项教练、体能教练和运动防护师一起，共同为运动员提供帮助。运动营养师帮助运动员调整饮食摄入量，掌握营养补充时机，改变补剂方案，了解与补剂相关的所有信息。运动营养师还帮助运动员制定健康的运动员专用膳食，测量体成分和骨密度，帮助运动员在超市中挑选食物，教导运动员基本的健康烹饪方法，并且和专家们一起为饮食紊乱的运动员制定治疗方案。

## 营养研究的新进展

与运动员饮食相关的最热门的领域是什么？从宏量营养素到电解质平衡，再到能够减轻疲劳的补剂，运动营养学涵盖多层次的研究。宏量营养素的摄入时机与其本身一样重要。营养时机是指在训练或比赛的特定时间段内摄入特定营养物质的行为，其能影响体形变化、糖原补充、肌肉蛋白质合成和运动表现。

- ▶ 营养时机——在训练或比赛的特定时间段内通过摄入特定营养物质来达到期望效果的行为。

碳水化合物的摄入是营养补充时机中对很多运动员影响巨大的一个方向。二十年前，在碳水化合物的研究方面主要针对的是有氧耐力运动员。但是，此后人们主要研究抗阻训练前后碳水化合物摄入对糖原消耗后再合成（Robergs et al., 1991; Tesch et al., 1998）、激素分泌和肌肉蛋白质合成（Volek, 2004）的影响。此外，碳水化合物的摄入类型也非常重要。饮用含有葡萄糖和果糖的饮料可能是保持水合（Jeukendrup and Moseley, 2010）和节省内源性碳水化合物（Currell and Jeukendrup, 2008）的最佳方式。一种由大麦支链淀粉制成的独特的高分子量淀粉类碳水化合物可能比单糖和双糖等低分子量碳水化合物更能够促进糖原恢复（Stephens et al., 2008）。

有关蛋白质的研究已经从早期的探究各种蛋白质来源的氨基酸组分 [蛋白质消化率校正的氨基酸分数 (PDCAAS)], 发展到探究营养时机和与减重有关的蛋白质类型 (如乳清蛋白) (Lockwood et al., 2008)。此外, 研究人员已经确定支链氨基酸 (BCAA) 促进肌肉蛋白质合成的时机、机制和效果 (Borsheim et al., 2002; Norton and Layman, 2006; Tipton et al., 1999)。最后一种宏量营养素是脂肪, 除碳水化合物和蛋白质外, 脂肪可能对整体健康也至关重要。例如, 共轭亚油酸 (CLA) 和中链甘油三酯等类型的脂肪在提升运动表现和促进减重方面的潜在作用也不断激发着研究人员的兴趣。

- ▶ 蛋白质消化率校正的氨基酸分数 (PDCAAS) ——一种根据人类氨基酸需求和易于消化的程度来评估蛋白质品质的方法。通常, 百分之百表示最大值 (超过 100 的数值会被去掉), 而零表示最小值 (Schaafsma, 2000)。

虽然尚未证明摄入超过每日营养推荐摄入量（RDI）的微量营养素能够改善运动表现，但是基于大样本量人群的研究发现，一些人的某种微量营养素的摄入量没有达到每日营养推荐摄入量，而有些人甚至缺乏一种或多种微量营养素。并且，通过补充微量营养素来改善饮食性营养不良，可以直接或间接改善运动表现。例如，尽管对于铁摄入充足的人来说，补铁无益于运动表现的改善，但是对于铁摄入不足的人来说，补铁是可以改善疲劳和运动表现的。某些特定的人群可能更容易缺乏某种特定的微量营养素（例如女性比男性更易于缺钙和铁）。在某种情况下，补充微量营养素可以直接改善运动表现（例如缺铁性贫血）。此外，补充微量营养素有时会有助于改善整体健康，预防损伤和疾病（例如，补充维生素D）或者加快恢复过程（例如，补充钠会缓解口渴和促进水的再合成）。第6章将详细介绍各种微量营养素以及它们对运动表现的重要作用。

- ▶ 微量营养素——人体必需但含量较少的营养物质。所有的维生素和矿物质都是微量营养素。

补剂可能是运动员之间最热门的话题。身处一个热衷于找寻“魔术弹”的社会，运动员也在寻找任何可以帮助他们变得更强、更快、更精瘦，以及能更好提高注意力的东西。因此，很多运动补剂就出现在商店的货架上和进行身体锻炼/训练的人的橱柜里。幸运的是，科学研究已经证实了某些强化剂的市场宣称效果。肌酸、蛋白质、咖啡因、氨基酸、补充电解质的运动饮料、 $\beta$ -丙氨酸和高分子量淀粉类碳水化合物，都是目前最广泛被研究的补剂（第7章和第8章将对这些补剂进行详细介绍）。

## 营养和运动表现

在有关运动员饮食的研究中，运动营养师关注的领域有三个：宏量营养素、水合作用和营养强化剂。宏量营养素的类型和剂量，以及摄入的时间对运动表现、恢复和身体健康都有重大影响。宏量营养素摄入的相关变量通常包括宏量营养素的摄入种类、摄入时间和摄入量，这些变量经常会立即影响运动员的感受。水合作用不仅涉及降低体温，也会影响电解质水平和营养物质的输送。最后，营养强化剂很受那些想在比赛中占据优势的运动员的欢迎。强化剂是非常大的补剂门类。不同强化剂在效果和安全性方面各不相同，有些强化剂有效果，

有些没有效果；有些强化剂用起来会有危险，而有些强化剂却很安全。

## 宏量营养素

对于维持生命的众多活动（包括保持人类身体结构和功能完整性）而言，宏量营养素（碳水化合物、蛋白质和脂肪）的摄入是很重要的。在运动营养领域，宏量营养素通常与能量产生和骨骼肌合成有关，这两个因素都是可以通过训练改变并促进力的产生的（见表 1.1）。碳水化合物和脂肪是产生能量的主要营养物质。蛋白质产生的能量只占总能量利用的一小部分（Lemon and Nagle, 1981；van Loon et al., 1999）。

- 宏量营养素——人体所需的大量物质。碳水化合物、蛋白质和脂肪都是宏量营养素。

三磷酸腺苷（ATP）是细胞的能量货币，它能够实现化学能向机械能的转化。食物中的能量（化学量）不能直接输送到细胞进行生物活动。但是，宏量营养素会通过富含能量的三磷酸腺苷化合物把能量输送给细胞（McArdle et al., 2008）。该过程分为两个基本步骤：（1）从宏量营养素中提取化学能并将其转移到 ATP 的键上；（2）进行 ATP 中的化学能的提取和转移，以便为诸如骨骼肌收缩之类的生物活动提供能量（McArdle et al., 2008）。在运动中，这三种宏量营养素会被氧化，转变为能量。有几种因素能决定宏量营养素的氧化程度，包括营养状态、运动强度和训练状态。接下来的章节将从为身体活动供应能量和增加去脂体重这两个方面来简要讨论宏量营养素的主要作用。

## 有氧运动和无氧运动所需的燃料

在长时间运动中，骨骼肌主要通过氧化碳水化合物和脂肪（以脂肪酸的形式）来提供能量。随着运动强度增加，由碳水化合物转化而成的能量将占据更大的比重。当运动强度接近百分之百最大摄氧量时，骨骼肌将逐步使用更多的碳水

**表 1.1** 与运动表现相关的宏量营养素的主要作用

宏量营养素	作用
碳水化合物	产生能量（高强度运动时）
脂肪	产生能量（低强度运动时）
蛋白质	增加和保持瘦体重

化合物，而使用更少的脂肪（Mittendorfer and Klein, 2003; van Loon et al., 1999）。但是，随着运动持续时间的延长，脂肪代谢增加，碳水化合物代谢下降（Jeukendrup, 2003）。碳水化合物的主要来源是肌糖原、肝糖原、肝脏的糖异生作用（由非碳水化合物来源生成的碳水化合物），以及摄入的碳水化合物。虽说碳水化合物和脂肪是有氧运动中的主要能量来源，但是长期进行有氧训练的运动员可以改变这两种宏量营养素各自的能量贡献总额。全身量热法测量已经清楚地表明，有氧耐力训练可以增加既定运动强度下脂肪的氧化，减少碳水化合物的氧化（Coggan et al., 1990; Friedlander et al., 1997; Hurley et al., 1986）。虽然氨基酸不是能量的主要贡献者，但是一些临床研究已经证实，氨基酸对有氧运动能量的贡献与运动强度呈线性关系（Brooks, 1987; Lemon and Nagle, 1981; Wagenmakers, 1998）。

短时间高强度无氧运动的能量来自体内储存的 ATP-PC（三磷酸腺苷-磷酸肌酸）和可经糖酵解供能的碳水化合物（第2章将深入探讨碳水化合物代谢和糖酵解）（Maughan et al., 1997）。事实上，宏量营养素的无氧能量代谢只来自于糖酵解反应过程中的碳水化合物分解（McArdle and Katch, 2008）。此外，糖的无氧酵解还是 ATP 再合成的最快速的来源。由于其氧化速率和数量上的原因，糖酵解是持续时间为 7 秒到 1 分钟的全力运动中 ATP 再合成的主要来源（Balsom et al., 1999; Mougios, 2006）。

## 蛋白质与瘦体重

在短时间高强度运动中，氨基酸对总能量供应的贡献微不足道，可能只占据 3%~6%。但是研究表明，在长时间运动中，氨基酸对总体 ATP 的贡献却高达 10%（Hargreaves and Spriet, 2006; Phillips et al., 1993; Brooks, 1987）。蛋白质作为运动过程中的一种能源物质，其发挥的作用在很大程度上取决于支链氨基酸和丙氨酸的可利用性（Lemon and Nagle, 1981）。在产生能量方面，蛋白质的作用有限。蛋白质的主要功能是增加和保持瘦体重。在为运动个体确定最佳膳食蛋白质剂量的时候需要考虑蛋白质的品质、能量摄入、碳水化合物摄入量、运动方式和强度，以及蛋白质摄入的时机等多个要素（Lemon, 2000）。想要深入了解蛋白质的各种类型和特定蛋白质的摄入建议，请参看第3章。对进行锻炼的个人而言，每天摄入 1.5~2.0 克/千克体重的蛋白质不仅非常安全，而且还有助于提升对训练的适应性（Campbell et al., 2007）。

## 水合作用

水合作用不仅仅涉及身体水分的补充，同时也是为身体输送电解质、糖和氨基酸的一种方式。脱水和血钠过少（低钠血症，通常是因为身体中水分过多或钠的含量过少）都会影响“周末战士”和有训练经验的运动员。此外，脱水会增加核心体温，导致热病（Greenleaf and Castle, 1971）。即使是更为常见的轻度缺水，也会导致力量和有氧耐力的下降，进而影响运动表现（Bigard et al., 2001；Schoffstall et al., 2001；Walsh et al., 1994）。青少年和老年人是最易患热病的两大群体，这些热病包括热痉挛、热衰竭和中暑（Wexler, 2002）。造成青少年面临高热疾病危险的两大因素是：（1）青少年不像成年人一样易出汗（出汗有助于散热）；（2）相同体重下，青少年的相对体表面积更大，当环境温度上升时，他们吸收的热量就更多（Delamarche et al., 1990；Drinkwater et al., 1977）。

对老年人而言，年龄增长会带来口渴感和体温调节的变化，这会导致他们更容易脱水。老年人血容量下降时口渴感下降，肾脏的蓄水能力降低，且体液和电解质平衡会发生紊乱（Kenney and Chiu, 2001）。一些处方药和心血管疾病（在美国，心血管疾病依旧是造成死亡的第一大诱因）也会影响体液平衡（Naitoh and Burrell, 1998）。

对加强水合作用的诉求促使人们开始研究超级保湿剂（例如甘油）。此外，营养学家研究了在运动饮料和普通电解质饮料中加入氨基酸对水合作用和肌肉损伤的影响。幸运的是，饮料公司持续赞助关于其产品功效的研究。这也说明人们一直在关注水合作用及其对人体健康和运动表现的作用。对其产品进行研究的饮料公司，应该雇用与公司没有利益往来的独立实验室来进行公正的、精心设计的临床试验。

## 强化剂

当代奥林匹克运动员和那些想要成为校篮球队成员的高中运动员没有任何区别，他们都想提升自身的运动表现。所有想要提升运动表现的运动员自然都会持续改善他们的训练方案。人们不仅关注训练方法，而且也同样关注使用强化剂来提升运动表现。强化剂是用于改善运动表现的一些营养类、生理类、器械类、心理类或医药类的物质或设备。根据这一定义，强化剂可以提升人体做功的能力（McNaughton, 1986），其不仅包括有氧耐力运动员使用的咖啡因，还包括滑雪运动员使用的护目镜。营养强化剂受到运动员和运动行业其他人的广泛关注。它们可以直接影响个体的生理能力（进而提升运动表现），也能加



快从训练和竞赛中恢复的速率。

- ▶ 强化剂——一种提高人体做功能力的物质或设备，包括一些能够提升运动表现的营养类、生理类、器械类、心理类或医药类的物质或设备。

## 宏量营养素和运动补剂

营养强化剂分为两大类：宏量营养素的摄入方法（糖负荷、在力量训练阶段增加蛋白质摄入量等）和膳食补剂的摄入。膳食补剂是一种用于完善饮食营养成分的产品，其包含以下一种或多种成分：维生素、矿物质、氨基酸、草药或其他植物性药材。膳食补剂通过增加某种宏量营养素的总摄入量或总卡路里（热量）来完善饮食。膳食补剂是上述提到的任意一种或多种成分的浓缩物、代谢产物、化学成分、萃取物，其可以以液体、胶囊、粉末、软胶囊或新椭圆胶丸（囊形片）的形式补充。膳食补剂不是一种传统的食物，也不是膳食或饮食中的一种单一物质（Antonio and Stout, 2001; U.S. Food and Drug Administration, 1994）。只有当运动员出现相应的营养素缺乏问题时，一些经常使用的膳食补剂（例如维生素和矿物质）才被称之为强化剂。其他强化剂并非专门用来弥补营养缺失，而是能带来其他的特殊功效。例如，一名曲棍球运动员在季前赛之前连续 4~6 周服用一种控释性  $\beta$ -丙氨酸补剂，以改善某一特定的训练和恢复过程（即缓解疲劳）。营养强化剂和运动补剂都属于膳食补剂的范围。在通常情况下，补剂提供一种物质（单水合肌酸、 $\alpha$ -酮戊二酸等），这种物质是正常生理和生物化学过程的一部分。其他营养强化剂通过增加生理或生物能量的途径来增加能量产生（例如单水合肌酸、咖啡因）或骨骼肌质量（单水合肌酸、亮氨酸等）。表 1.2 列出了常见的运动补剂及其对身体健康和运动表现的一些裨益。