

上海市高校 085 内涵发展专业建设资助项目

运动营养学

YUNDONG YINGYANGXUE

史仍飞 袁海平◎主编



北京体育大学出版社

上海市高校 085 内涵发展专业建设资助项目

运动营养学

史仍飞 袁海平 主编

北京体育大学出版社

策划编辑 木 凡
责任编辑 吴光远
审稿编辑 梁 林
责任校对 李志诚
版式设计 司 维 博文宏图

图书在版编目 (CIP) 数据

运动营养学/史仍飞, 袁海平主编. - 北京: 北京体育大学出版社, 2015. 11
ISBN 978 - 7 - 5644 - 2104 - 5

I. ①运… II. ①史… ②袁… III. ①体育卫生 - 营养学 IV. ①G804. 32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 279939 号

运动营养学

史仍飞, 袁海平 主编

出 版 北京体育大学出版社
地 址 北京海淀区信息路 48 号
邮 编 100084
邮 购 部 北京体育大学出版社读者服务部 010 - 62989432
发 行 部 010 - 62989320
网 址 <http://cbs.bsu.edu.cn>
印 刷 北京京华虎彩印刷有限公司
开 本 710 × 1000 毫米 1/16
成品尺寸 228 × 170 毫米
印 张 23
字 数 384 千字

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 56.00 元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

编者的话

《运动营养学》是我们在第一版的基础上，根据多年的教学经验重新修订的一本教材。本书围绕“营养”与“运动”两大健康要素，努力结合国内外研究成果和进展，尽可能全面阐述运动营养学的基础与专业理论。期望为体育院校运动人体科学、运动医学、体育教育、运动训练学等专业学生提供一部较高质量的教材，同时也可作为从事以上专业的教师和科研人员的一部参考书。

运动营养学是营养学中的一个分支，它是研究营养与竞技体育、大众健身、疾病康复关系的一门学科。合理营养是健康的基础，也是保证运动员取得良好运动成绩的基本因素之一。竞技体育的高度发展，最佳运动成绩的取得已经越来越要求运动员发挥自身的体能极限。要想创造一个新的成绩，就必须进行超负荷训练，没有充足合理的营养支持，不可能达到预期目标，同时也无法保证训练效果。另外，随着社会经济的发展和人们生活水平的提高，人们对运动、营养与健康的关系日渐重视，我国健身活动蓬勃开展，与之不相适应的是由于缺乏合理的营养指导，健身者不知道如何采用合理的营养来保证最佳的健身效果。身体健康在于运动和营养，人体许多疾病的发生及亚健康状态均与缺乏合理的运动及营养密切相关，如何通过合理膳食及适当运动达到促进健康、加速疾病恢复是人们迫切的意愿。因此加强运动营养学的教学与研究，是发展全民体育事业的必由之路。

本教材努力注重科学性、先进性、系统性、应用性和可读性的有机统一。教材共 18 章，内容包括营养学基本理论、营养与健康、营养学知识在体育锻炼和运动训练中的应用、营养与疾病防治以及食品安全与管理等。内容较为广泛，不同专业学生可根据培养目标，将各章节内容确定为掌握、熟悉和了解。本书可供体育院校多专业及医学院校相关专业选用，各专业可根据培养目标，确定不同的教学大纲，这为担任专业课程的老师提供了便利，也为学生提供了较宽领域的营养知识。

在编写本书过程中，全体参编人员团结协作，尽职尽责，付出了大量心血。学校及运动科学学院领导给予极大的支持和帮助，在此表示衷心感谢！本教材参阅和引用了国内外许多学者的研究成果和资料，在此一并致谢！

目 录

绪 论	(1)
第一章 运动与能量	(10)
第一节 能量单位和能量系数	(10)
第二节 人体的能量消耗	(12)
第三节 人体能量需要及供给	(18)
第二章 运动与糖	(27)
第一节 糖的分类	(27)
第二节 糖类的消化、吸收和代谢	(31)
第三节 糖类的营养功用及其与运动的关系	(33)
第四节 糖类的来源及其在膳食中的地位	(38)
第三章 运动与蛋白质	(41)
第一节 蛋白质和必需氨基酸	(41)
第二节 蛋白质代谢与氮平衡	(47)
第三节 蛋白质的营养学评价	(51)
第四节 运动与蛋白质	(59)
第五节 运动与蛋白质的补充	(61)
第四章 运动与脂类	(69)
第一节 甘油三酯和必需脂肪酸	(69)
第二节 类 脂	(76)
第三节 脂肪的供给量和脂类来源	(79)
第四节 食物脂类的营养学评价	(84)
第五节 运动与脂类代谢	(86)
第六节 运动与脂类补充	(89)

第五章 运动与水代谢	(93)
第一节 运动与水代谢	(93)
第二节 电解质代谢与酸碱平衡	(98)
第二节 运动员水和电解质代谢的特点	(105)
第六章 运动与矿物质	(113)
第一节 常量元素	(114)
第二节 微量元素	(124)
第七章 维生素	(136)
第一节 脂溶性维生素	(138)
第二节 水溶性维生素	(146)
第三节 运动员维生素的代谢特征补充	(158)
第八章 各类食物的营养价值	(162)
第一节 食物营养价值的评定及意义	(164)
第二节 谷类营养价值	(165)
第三节 豆类及其制品的营养价值	(168)
第四节 蔬菜的营养价值	(171)
第五节 水果的营养价值	(173)
第六节 畜、禽肉类的营养价值	(176)
第七节 水产类的营养价值	(177)
第八节 奶类及奶制品的营养价值	(179)
第九节 蛋类的营养价值	(183)
第九章 食品安全与管理	(187)
第一节 食品安全与食源性疾病	(187)
第二节 食品安全监督与管理	(194)
第三节 自我保障食品安全	(202)
第十章 运动员的合理营养	(215)
第一节 膳食结构与平衡膳食	(215)
第二节 运动员的合理营养	(221)
第三节 食谱的制定原则和步骤	(225)

第十一章 运动员在比赛期的营养	(235)
第一节 运动员的赛前营养	(235)
第二节 运动员的赛中营养	(243)
第三节 运动员的赛后营养	(245)
第十二章 运动员控体重的科学方法及营养措施	(254)
第一节 体重的组成及评价标准	(255)
第二节 运动员快速减体重期对健康和运动能力的影响	(262)
第三节 运动员长期控体重对健康和运动能力的影响	(266)
第四节 运动员控体重期的饮食营养措施及综合控制	(268)
第五节 运动员体重回升和增加体重期的营养措施	(270)
第十三章 特殊环境下运动时的营养	(273)
第一节 高温环境下运动时的营养	(273)
第二节 低温环境下运动时的营养	(278)
第三节 高原环境下运动时的营养	(281)
第十四章 不同项群运动员的营养特点及需求	(289)
第一节 耐力项目运动员的膳食营养特点及需要	(289)
第二节 力量项目运动员的膳食营养特点及需要	(294)
第三节 灵敏、技巧项目运动员的膳食营养特点及需要	(296)
第四节 球类项目运动员的膳食营养特点及需要	(297)
第十五章 特殊人群运动时的营养	(301)
第一节 女运动员的营养及措施	(301)
第二节 儿童、青少年运动员的营养及措施	(305)
第三节 老年人运动的营养及措施	(311)
第十六章 运动、营养与慢性病防治	(317)
第一节 身体活动、营养和心血管疾病	(318)
第二节 运动、营养与糖尿病	(327)
第三节 运动营养与骨质疏松症	(330)
第四节 肥胖和运动营养	(335)

第十七章 运动员营养状况的评定	(341)
第一节 运动员膳食调查	(342)
第二节 身体营养状况检查	(347)
第三节 运动营养的生化监控	(351)

绪 论

随着世界经济的发展和人们生活水平的提高,膳食结构发生了很大的改变。运动、健康与膳食是衡量一个国家经济和科学文化发展水平的重要标志;合理营养、适量体力活动和健康的生活方式是增进健康的有效措施。其中合理营养和平衡膳食是防止疾病、维持人体健康水平的物质基础,因此如何通过合理营养提高人们的健康水平是生命科学工作者的必修课。

营养学(nutriology)是研究营养与生物健康关系的一门学科,属生物学分支。人体营养学是研究合理利用食物以满足人体需要,促进健康,提高机能的科学,属预防医学范畴。运动营养学(sports nutriology)是营养学的分支,是一门研究合理营养对运动员竞技能力和健康影响的新兴学科。其研究内容主要包括:人体营养学基础;运动员在不同的训练或比赛情况下的营养需要;饮食和营养干预措施对提高运动员机体机能、运动能力的作用;营养与运动机体体力适应、疲劳恢复的关系;运动营养与慢性疾病防治以及健康的关系;食品安全与管理。

学习运动营养学的目的和任务是:(1)掌握营养学的基础知识和合理营养的基本要求,认识营养对健康及运动能力的促进作用及其规律;(2)掌握不同项目、不同年龄、不同性别运动员的营养特点及其在比赛期、特殊环境中训练和控制体重等的营养措施。(3)了解营养、运动与慢性病防治的关系及其饮食防治方法;(4)初步掌握营养调查方法和对人体营养状况进行综合评价,并提出有效措施。以达到提高运动员竞技水平、改善人体营养状况、增强体质、防治疾病、增进健康和提高生活质量的目的。

一、运动营养学的相关概念

（一）营养（nutrition）

从字义上讲“营”是谋求，“养”是“养生”，营养就是谋求养生，具体是指生物从外界摄入食物，在人体内经过消化、吸收、代谢以满足其自身生理功能和从事各种活动需要的必要生物学过程。

（二）营养素（nutrients）

其是指食物中可被人体消化吸收，对人体有益的化学物质，包括碳水化合物类、脂类、蛋白质、维生素、矿物质、膳食纤维以及水等7大类。食物中存在的膳食纤维，身体不能消化吸收，但它对人体健康有重要意义，属于膳食必需成分。营养素有3大基本功能：提供能量、构建机体和修复组织、调节代谢以维持正常生理功能。

（三）食物（food）

其是生物为了生存和生活所必需摄入体内的营养物质。近年来，随着科学的发展，农作物的种植方式和食品的加工方式发生了很大地改变，人类对食物成分的认识进一步深入，对食物成分的研究也由已知的营养成分扩展到功效成分，如大豆异黄酮、植物甾醇等。这些改变必将对营养学的发展产生重大影响。为此中国疾病预防控制中心营养与食品安全所的营养学专家们对我国的食物成分表进行了修订，这为中国居民选择和搭配食物提供了依据。

（四）膳食（diet）

即人们日常食用的饮食，它是由多种食物组成的。食物可视为营养素的载体，膳食可视为含有多种营养素的多种食物的混合体。

（五）膳食指南（dietary guideline）

其是根据营养学原则，以科学成果为依据，针对人群中存在的主要营养问题，告诉人们科学用餐的重要指导原则。中国营养学会制定了《中国居民膳食指南》（2007），其宗旨是帮助我国居民合理选择食物，注意食品卫生并进行适量的身体活动，以改善人们的营养和健康状况，减少或预防慢性病的发生，提高国民的健康素质。《中国居民膳食指南》由一般人群膳食指南、特定人群膳食指南和中国居民膳食宝塔3部分组成。根据膳食指南的原则来搭配、安排日常饮食是通往健康的光明之路。

（六）膳食营养素参考摄入量（dietary reference intakes, DRIs）

其是指为满足人群健康个体基本营养所需的能量和特定营养素的摄入量，是中国营养学会2000年在美国推荐膳食营养素供给量（recommended dietary allowances, RDAs）基础上发展起来的一组每日平均膳食营养素参考摄入量的参考值，是设计和评价膳食质量的标准，也是膳食指南的体现。它包括以下4项指标。

（1）平均需要量（estimated average requirement, EAR）是某一特定性别、年龄及生理状况群体中50%个体对某营养素需要量的平均值。这一摄入水平不能满足群体中另外50%个体对该营养素的需要。

（2）推荐摄入量（recommended nutrient intake, RNI）相当于传统的RDA，可以满足某一特定群体中绝大多数（97%~98%）个体的需要，长期摄入RNI水平，可以满足身体对该营养素的需要，保持健康和维持组织中有适当地储备。RNI的主要用途是作为个体每日摄入该营养素的目标值。

（3）适宜摄入量（adequate intake, AI）是通过观察或实验获得的健康人群某种营养素的摄入量，其准确性不如RNI。例如纯母乳喂养的足月产健康婴儿，从出生到4~6个月，他们的营养素全部来自母乳。母乳中供给的营养素量就是他们的AI值，AI的主要用途是作为个体营养素摄入量的目标。AI与RNI相似之处是二者都用作个体摄入的目标，能满足目标人群中几乎所有个体的需要。AI和RNI的区别在于AI的准确性远不如RNI，可能显著高于RNI。因此使用AI时要比使用RNI更加小心。

(4) 可耐受最高摄入量 (tolerable upper intake level, UL) 是平均每日可以摄入某营养素的最高限量, 该量对一般人群中几乎所有个体都是安全的, 当从食物、饮水及补充剂中某营养素摄入总量超过 UL 值越多, 损害人体健康的危险性就越大。

人体每天都需要从膳食中获得一定量的各种必须营养成分。当一个人群的平均摄入量达到 EAR 水平时, 人群中有半数个体的需要量可以得到满足: 当摄入量达到 RNI 水平时, 几乎所有个体都没有发生缺乏症的危险。摄入量在 RNI 和 UL 之间是一个安全摄入范围, 一般不会发生缺乏也不会中毒。摄入量超过 UL 水平再继续增加, 则产生毒副作用的可能性随之增加。

二、运动营养学的意义

饮食营养与人的健康关系非常密切。营养素、食物和饮食是维持人体生命和机体生命活动代谢的最基本条件。合理的运动和营养对促进生长发育、增进健康、提高机能、防治疾病、延缓衰老以及运动员达到优异成绩, 都是不可缺少的重要因素。运动营养学在体育科学、康复医学、预防医学中占有很重要的地位。同时, 它又是一门综合性学科, 与运动生理学、运动生物化学、运动医学、康复医学、体育训练学等有非常密切的关系。

(一) 营养与生长发育及生理机能

影响生长发育和生理机能的因素是多方面的, 而营养是重要的因素之一, 因为营养素是构成机体的物质保证。成年人需要营养素来维持体重及保障机体功能; 儿童、青少年除了维持机体功能外, 还需要更多营养素满足生长发育的需要; 妊娠和哺乳的妇女需要额外的营养素以保证胎儿及母体相关组织增长和泌乳的需要, 合理的营养可促进婴、幼儿及青少年的生长发育, 而营养不良则可导致体质下降、智力发育不良、患病率和死亡率上升。因此人体每天都需要从膳食中获取各种营养物质来维持其生存、健康和社会生活。如果长期摄取某种营养素不足或过多就可能发生相应的营养缺乏或过剩的危害。

营养可从神经和体液两个方面影响人体机能。人脑的决定性生长是在出生后

到2周岁,若此时营养缺乏,会影响脑细胞的数量、大小和神经髓鞘及神经递质的形成,因而导致脑发育障碍。生理机能的调节,是靠体液中的激素、酶、矿物质和维生素等完成。其中的矿物质与维生素及体液中的水就是营养素,直接由食物中摄取。而激素与酶则需要蛋白质、脂肪、矿物质、维生素等营养素参与合成,也需从食物中摄取。所以,营养的好坏,对代谢调节物质含量和功能有直接影响。如蛋白质、维生素营养不良时,必定导致酶系统的缺乏。脂类营养不良时可影响激素的合成,缺铁则影响血红蛋白的合成,降低血液的携氧功能等。

(二) 营养与健康长寿及疾病防治

食物对健康和寿命的影响一直是中外学者探究的议题之一。健康长寿,自古即为世人向往,时至今日,科学饮食仍以其特有的保健和益寿魅力,深受人们欢迎,更被大力提倡和研究。吃是生命活动的表现,也是健康长寿的保证。“安谷则昌,绝谷则危。安民之本,必资于食。”只有健康的身体,才能有所成就、有所贡献。

医学科学深入而迅猛地发展和医学模式的改变,人民生活水平不断地提高,传染病发病率及死亡率均显著下降,人类的平均寿命明显延长,而退行性疾病已成为死亡的主要原因。当前我国病死率排在前4位的是:恶性肿瘤、脑血管疾病、呼吸系统疾病和心血管疾病。近50年来大量的流行病学调查、临床观察和动物实验研究的资料均表明,不良的饮食习惯、不合理的营养方式是引起退行性病变的重要原因之一。营养不良包括营养缺乏、营养过剩、营养不平衡,这些都会给健康带来不利的影响。在我国营养缺乏症依然存在,如维生素A缺乏引起干眼病,缺钙引起佝偻病等;但因营养过剩所致的肥胖、高血脂症、冠心病、糖尿病、癌症等疾病发病率在某些地区明显增高。流行病学研究表明,动脉粥样硬化是一种由遗传基因与环境因素相互作用而形成的慢性全身性疾病,其有关危险因素多达10种,但最重要的有3种:高血压病、高血脂和糖尿病。而这3大因素均与饮食营养有非常密切的关系。合理的饮食可以预防和治疗疾病,而饮食不合理则可以引起或加重疾病。

营养与疾病相互影响,营养不良,机体抵抗力下降,易患各种疾病,而机体患病时体内代谢改变或食欲不良,容易发生营养缺乏。所以在疾病的预防和治疗

上,营养都是十分重要的。各种营养素与健康的关系非常密切,著名营养学家诺贝尔奖金获得者莱纳斯·波林斯断言:“合理营养可以使人的寿命延长20年。”中国有句名言“药补不如食补”,反映了营养对健康的重要意义。

(三) 营养与体育科学

近年来,随着体育科学的迅速发展,运动营养学越来越受到人们的注意与重视,将营养与训练有机地结合,成为运动训练工作中重要的一环,从而促使运动训练效果和运动成绩的迅速提高。

合理营养是运动员健康和运动能力的保证,也是影响身体素质和身体成份的一个关键因素。营养与运动员的训练、机能状态、体力适应、恢复过程以及运动性疾病的发生均有密切的关系。合理营养有助于为运动员提供适宜的能量,发展身体素质和专项竞技能力,提高运动成绩。近年来许多研究结果表明,影响运动能力最主要、最基本的因素是运动时能量的产生、利用及其调节。能量的产生与利用增加,以及调节能力的增强,将促进运动能力的提高。运动员在运动时能量的供给和运动后物质的恢复都与其营养水平有关,营养素既可作为运动时的能源物质,又可参与运动时或运动后物质代谢和能量代谢的调节。摄入食物的量和时间在很大程度上影响运动能力。运动性疲劳的常见原因有能源物质的消耗、脱水、酸性产物堆积、电解质丢失、维生素和微量元素缺乏或不足,而这些都可通过合理营养得到纠正,从而加速疲劳的恢复。此外,运动员因训练和比赛的需要存在一些特殊的营养问题,如按体重级别(举重、摔击、拳击、柔道、跆拳道、轻量级划船等)进行比赛的运动员,在比赛前常有减体重的问题,体操、跳水等运动员因完成高难度动作的需要,则要求长期控体重。这些问题都涉及到运动员的合理营养。营养措施不当,就会带来严重的医学问题,影响运动员的健康和竞技运动能力。运动员采取特殊的营养策略,可以发挥他们的最大运动潜能。因此营养条件是运动训练和比赛的一个重要的物质基础。不同项目运动员吃什么?吃多少?怎样吃是值得认真研究的重大问题。

在群众体育运动中,体育运动和合理营养的结合在增强人民体质和健康水平中的作用日益突出。营养是构成机体组织的物质基础,体育运动是增强人体机能的有效手段,两者科学的配合,可更有效地促进身体发育,提高健康水平。只注

意营养而缺乏体育运动,会使人肌肉松弛、肥胖无力、机能减弱;进行体育健身而缺乏必要的营养,体内消耗的能量物质得不到应有的补偿,也会使人的机能减弱,妨碍发育,并发营养缺乏症,有碍身体健康。所以,适当的运动和合理的营养相结合才是保证健康的重要措施。

三、营养及运动营养学发展概况

人类是在漫长的生活实践中对营养逐渐由感性经验上升到科学认识的。我国从3 000年前就有食医,认为食养居于术养、药养等养生之首。在黄帝内经以及各家医学著作中有对食养、饮食的阐述,指出就食物的功能而言,食用和药用同等重要,“用之充饥则谓之食,以其疗病则谓之药”。此后在历代医书中均有关于饮食营养与健康的论述,在《神农本草》和《本草纲目》等医学著作中记载了数百种食物的性质及其对人体健康的影响。现代营养学莫基于18世纪中叶,期间提出呼吸是氧化燃烧的理论,营养过程是对碳水化合物、脂肪、蛋白质的氧化,确定了碳水化合物、脂肪、蛋白质的氧化系数。19~20世纪中叶,陆续发现了各种营养素:如1810年发现了第一种氨基酸,1838年蛋白质作为一种科学术语而被命名,1844年发现了血糖,1881年对无机盐有了较多研究,1920年正式命名维生素,1929年证明亚油酸为人体必需脂肪酸,1938年提出8种必需氨基酸。1934年美国营养学会成立后承认营养学为一门独立的学科。1943年,美国首次提出各社会人体膳食营养素供给量的建议,此后许多国家也提出了自己的营养素供给量建议,作为合理营养的科学依据。

我国的现代营养学是在20世纪初创立的,其间进行了食品营养成分和营养状况的调查研究。1939年,中华医学会提出了我国第一个营养素供给量的建议。1945年正式成立了中国营养学会。1952年我国出版了第1版《食物成分表》,1956年创刊了《营养学报》,1959年对全国26省市的50万人进行了四季膳食调查,1962年提出了建国后第一个营养素供给量建议,1982年和1992年又进行了第二次、第三次全国性营养调查,1988年中国营养学会修订了每人每日膳食营养素供给量,1989年中国营养学会提出我国居民膳食指南。随着我国经济的发展和人民生活水平的提高,膳食结构的改变,又于1997年修订了膳食指南。1998年中国

营养学会为了配合国务院制订的《中国营养改善行动计划》，又发布了《中国居民平衡膳食宝塔》，把我国食物分类的概念和每人每日各类食物合理摄入范围，以形象、量化和直观的形式展现出来，这对普及营养知识，指导居民合理膳食，具有重要的实际意义。2000年10月17日中国营养学会在第八次全国营养学术会议上又公布了我国第一部“膳食营养素参考摄入量”，这标志着我国营养学界在理论研究和实践运用的结合方面又迈出了新的一步。2006年中国营养学会组织了修订《中国居民膳食指南》专家委员会，对中国营养学会1997年发布的《中国居民膳食指南》进行修订，经过多次论证、修改，并广泛征求相关领域专家、机构和企业的意见，形成了《中国居民膳食指南》(2007)，于2007年9月由中国营养学会理事会扩大会议通过。2009年修订并出版了《食物成分表》第2版，食物成分数据不仅是营养学研究的依据，也是营养学这一学科发展和进步的具体体现。这种互为依托、互相促进的关系必将有利于其共同发展，并对人类营养和健康起到保障作用。同时以分子营养学的研究手段阐述各种营养相关疾病的发病机制，探讨营养素与基因的相互作用，并从分子水平利用营养素预防和控制与营养相关的疾病，已成为21世纪营养学的又一研究热点。

运动营养学是营养学中一个新的分支，也是运动医学中起步较晚的一项内容。我国运动营养学的研究始于20世纪50年代后期，最初的研究多为运动员膳食营养调查，个别运动项目运动员的能量消耗，以及维生素C、维生素B₁需要量的研究。70年代，特别是80年代以来，随着运动训练和比赛的需要以及体育科学的发展，运动营养得到较大重视，因而有了较快地发展。现在不仅在体育界，而且在医药卫生界，也开展了运动营养的研究。近年来运动营养研究的主要内容大致为：我国优秀运动员营养素需要量的制订；各种营养素代谢与运动能力的关系，运动员长期控制体重与急性减体重的营养问题，营养对运动员体成分的影响，运动员的水盐代谢；提高运动能力及消除疲劳的营养措施；合理膳食营养和营养学强力手段在训练和比赛中的应用；运动饮料、运动食品与营养补剂的研制以及加强其他科学技术在运动营养学领域的应用。

总之运动营养科学事业关系到体育运动走向世界强国的大业。科学合理的营养，必将增强运动员身体素质，使之能够承受高强度、快节奏的运动方式，并提高运动员所必需的适应力、拼搏力、耐受力、爆发力和运动技术水平。