



高 / 等 / 教 / 育 / 体 / 育 / 学 / 精 / 品 / 教 / 材

运动膳食与营养

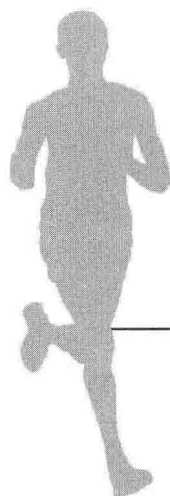
DIET AND NUTRITION FOR SPORT

运动膳食与营养编写组 编

北京体育大学出版社



高 / 等 / 教 / 育 / 体 / 育 / 字 / 稍 / 品 / 教 / 材



运动膳食与营养

运动膳食与营养编写组 编



北京体育大学出版社

出版人 李 飞
责任编辑 佟 晖
审稿编辑 董英双
责任校对 未 茗
版式设计 佟 晖

图书在版编目(CIP)数据

运动膳食与营养 / 王琳, 方子龙主编. -- 北京 :
北京体育大学出版社, 2016. 7
ISBN 978-7-5644-2369-8

I. ①运… II. ①王… ②方… III. ①体育卫生—营
养学 IV. ①G804.32

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第191471号

运动膳食与营养 王 琳 方子龙 主编

出 版 北京体育大学出版社
地 址 北京市海淀区信息路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 北京昌联印刷有限公司
开 本 787×1092毫米 1/16
印 张 17.5

2016年8月第1版第1次印刷

定 价: 55.00元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)



人才培养是高等学校的根本任务，对处于学校工作中心地位的教学工作来说，其质量建设是高等学校的永恒主题。作为传授知识、掌握技能、提高素质的载体，教材在人才培养过程中起着非常重要的作用，是高等学校提高教学质量，促进内涵发展的有力抓手。

一本好的教材，不仅要充分体现教材应有的基础性、示范性和权威性，还要正确把握教学内容和课程体系的改革和创新方向，充分反映学科的教育思想观念、人才培养模式以及教学科研的最新成果，集中展现教材体系的创新，教材内容的更新和教学方法、手段的革新，善于处理好理论与实践、继承与创新、广度与深度、知识与技能、利学与利教的关系，成为开拓学生视野、引导学生探索、鼓励学生奋进的学业与人生兼备的“工具书”。

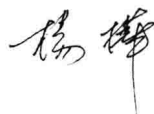
从中央体育学院到北京体育学院再到北京体育大学，这 60 年的办学历程，是继承发展的 60 年，是改革创新 60 年，也是教材建设硕果累累的 60 年。学校不断探索教材建设的内在规律，引领高等体育教育教材建设的创新之路，发展了具有自身特色的教材体系，形成了特色鲜明的三个发展阶段。第一阶段是在上世纪 50 年代至 60 年代，我校教师在苏联专家的指导下，制定和编写了各专业的教育计划、大纲和主要教材。这批教师在主持和参与 1961 年国家体委组织的体育院校 18 门课程教材编著工作中发挥了重要作用；而这批教材也成为我国独立编写的、对苏联教材模式有所突破的第一批体育院校教材。第二阶段是上世纪 70 年代末至 90 年代，我校教师在大量承担第二次重编体育院校教材牵头组织工作的同时，针对学校“三结合”的办学目标和人才培养模式，开始了多学科、多专业的自编教材建设。第三阶段是进入 21 世纪以后，特别是国家体育总局于 2002 年下拨教材建设专款 480 万元之后，我校教材建设在数量和质量上都取得了重大突破。至 2010 年共立项建设了涵盖我校各专业课程的 187 项教材，其中有 4 项教材获得国家级优秀（精品）教材称号，14 项教材获得北京市精品教材称号。可以说上述三个阶段的发展，使我校教材建设水平达到了一个空前的高度，为高等体育人才的培养发挥了重要的作用。

为全面提高高等体育教育质量，深化高等体育教育教学改革，继续加强体育学精品教材建设，2012 年初，在北京体育大学教学指导与教材建设委员会的具体指导下，我们启动了高等教育体育学精品教材建设工程。学校遴选教育部新颁布的体育学类所属的体育教育、运动

训练、社会体育指导与管理、武术与民族传统体育、休闲体育、运动康复、运动人体科学7个本科专业的部分基础课程和主干课程开展精品教材建设。我们整合了全校的优质资源，组织专家、教授全程参与教材的规划、编写、初审、终审等过程。按照精品教材的要求，以优秀的教学团队编写优质的教材，出精品、出人才为建设思路，编委会优选学术水平与教学水平兼备、具有创新精神的专家、教授担任教材主编，组织优秀教学团队成员参与教材编写；精确定位教材适用对象，准确把握专业知识结构、能力结构和综合素质要求，深刻领会课程内涵，简洁洗练地表达知识点、能力点和素质点；融入最新的教改成果和科研成果，吸收国外优秀教材的先进理念和成果，创新利于学生自学和教师讲授的教材体例；学校还投入专项资金，对教材进行一体规划、一体设计、一体编审，并采用多色印刷技术增加教材的可读性；为全力保证教材编写质量，北京体育大学出版社资深编辑深度介入教材编写的所有环节。当这批教材展现在读者面前时，我们充满了期待。

岁月如流，薪火相传。60年的教材建设成绩斐然，推动着体育学教材建设步入新的起点、站在新的高度。展望未来，一批批体育学精品教材将随世界一流体育大学的建设进程应运而生，不仅在学校内涵式发展的改革进程中发挥重要作用，而且在全国高等体育院校人才培养中做出积极贡献，在高等教育教材建设中留下浓墨重彩的一笔。

北京体育大学校长
校教学指导与教材建设委员会主任



2013年9月

北京体育大学高等教育体育学 精品教材编委会

顾 问：田麦久 金季春 邢文华

主 编：杨 桦 池 建

副主编：刘大庆 胡 扬 高 峰

编 委（以姓氏笔画为序）：

马鸿韬 王瑞元 王 琳 王荣辉

孙 南 毕仲春 朱 晗 曲 峰

李 飞 祁 兵 迟立忠 张延安

张 健 张 凯 邱俊强 罗冬梅

周志辉 唐建军 曹建民 章朝琿

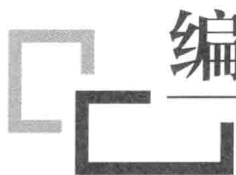
葛春林 温宇红 蔡有志 熊晓正

樊 铭

教材编写组

组 长：王 琳 方子龙

编写组成员：陆一帆 李海伟 高维纬



编者的话



《运动膳食与营养》是体育院校运动医学的相关重要课程。随着竞技体育水平的提高和大众健身运动的广泛开展，如何通过合理膳食来满足运动训练和健身活动中相关营养物质补充是大家越来越关心的问题。本教材根据教学大纲，主要为运动人体科学学院学生编写。将讲课内容进行合理选择也可以用于竞技体育学院和体育教育及社会体育专业学生的教学。

本教材简化了有关营养素特点及其代谢的内容，从运动与能量消耗引出合理膳食营养补充的重要性，围绕保持运动能力和身体健康的问题，通过训练、能量与膳食的关系，讲述如何通过合理的膳食补充来满足能量需要，以及如何能够保障能量供应有效进行来构成课程体系。通过对特殊环境、不同项目、不同人群训练中膳食补充特点的内容，在理论上结合实例进行讲解，使学生能够将所学知识与应用相结合，提高对书本知识的应用能力。本教材还补充了最新的有关运动员补剂、运动员膳食安全的内容，使学生建立有效、安全、合法的膳食补充理念。书中列举了大量的膳食相关食物的营养成分、膳食配餐的数据，使本教材具有更强的实用性。

本教材共六章，第一章由王琳、高维纬教授、李海伟讲师共同编写；第二、三、六章由方子龙研究员编写；第四章由王琳教授编写；第五章由陆一帆教授编写。

编写水平有限，书中疏漏和不完善之处敬请同行专家、广大师生和读者不吝赐教和指正。

《运动膳食与营养》编写组

2016年2月

前言



在学习《运动膳食与营养》相关内容之前，我们首先应该了解膳食与运动的关系，以及通过膳食可以为运动训练做些什么事情，只有这样我们的学习才可能有针对性。

维持人体生存和运动都必然产生能量消耗。人体运动是一种机械运动，需要能量进行推动，这一推动的动力来源是肌肉收缩，肌肉收缩的能量来自每日膳食的摄入，所以运动必然导致能量消耗增加。运动是人体每天的必然过程，如何保证每天能量供给是膳食营养的首要任务。

随着大众健身人群的增加及竞技体育水平的提高，膳食所供给的能量不仅仅是保证基本需要，还需要保证运动增加所导致的能量消耗增加。另有研究发现，能量供应和损伤发生之间存在密切联系，也是运动员膳食需要关注和解决的重要问题。膳食摄入不合理将导致能量供应不足、疲劳提前出现、甚至伤病发生。

人体对营养的需要不仅仅是能量，还有保障能量供给相关的其他营养素，如维生素、矿物质、水，这些物质的补充是保证人体正常运行的必需物质。

有些人认为，肉、蛋、奶营养价值高，对有些人可能是对的，但是如果运动员膳食中以此为主则可能会导致疲劳提前出现。鸡蛋、牛奶、油饼、汉堡包怎样？好像蛋白质很多，但是要注意其中含有大量的脂肪，这显然不是适合运动员的食物。应该如何安排？这将是本教材要告诉你的。



目录 CONTENTS

第一章 运动能力与能量

- 3 / 第一节 运动中的能量来源
- 5 / 第二节 影响能量有效利用的因素
- 7 / 第三节 人体的能量消耗
- 11 / 第四节 能量消耗的测定方法
- 15 / 第五节 能量平衡

第二章 运动员膳食营养基础

- 20 / 第一节 概述
- 23 / 第二节 碳水化合物
- 32 / 第三节 蛋白质
- 37 / 第四节 脂类
- 43 / 第五节 维生素
- 61 / 第六节 矿物质
- 83 / 第七节 水
- 88 / 第八节 膳食纤维

第三章 运动员膳食营养实践

- 93 / 第一节 运动员合理膳食的原则
- 95 / 第二节 特殊环境下运动员的膳食策略
- 99 / 第三节 运动营养品
- 106 / 第四节 运动员膳食计划的制定



第四章 不同项目的膳食特征

134 / 概 述

135 / 第一节 耐力项目

155 / 第二节 力量项目运动员的膳食

176 / 第三节 集体项目的膳食特征

199 / 第四节 特殊人群的膳食

213 / 第五节 膳食补充与运动中身体不适问题

第五章 运动员膳食营养安全

219 / 第一节 食品安全概述

221 / 第二节 运动员的食品安全

第六章 营养状况的评定

228 / 概 述

229 / 第一节 运动员的膳食评价

248 / 第二节 运动员的人体测量学评价

250 / 第三节 运动员的能量消耗评价

253 / 第五节 运动员的生化评价

256 / 第六节 运动员的营养临床评价

术语检索

第一章

运动能力与能量



教学提示

人体运动需要消耗能量，随着运动强度、运动量的增加，营养物质的消耗也相应增加。不同的运动需要不同的供能系统进行供能，了解供能系统的特点及影响因素是学习膳食营养的重要基础。上述过程的基础是人体每天需要获得能量来满足不同的活动或者生理代谢的需要、能量供应与消耗需要平衡。通过本章学习：

- 掌握运动时供能的能量物质有哪些，参与运动的供能系统的特点。
- 了解常见运动的供能特点。
- 掌握能量的相关概念。
- 了解能量平衡与食物选择，能量失衡对身体的影响。
- 掌握人体能量需要量的计算方法。
- 了解能量消耗的测定方法。
- 掌握什么是能量平衡及影响运动员能量需要的因素有哪些。



概 述

成为一名优秀运动员需要天赋、优秀的自我控制能力和刻苦训练，前两者主要依靠先天的遗传，而后者则需要更多的后天勤奋。显然，训练中的营养补充是我们在训练之外的具有可控性的因素之一。

一、膳食与运动能力

1. 运动员摄入的食物和饮料的数量、种类及时间都会影响运动员的训练过程和训练效果。运动员在训练和比赛中的表现，不仅取决于技术，还需要充沛的体能保障，这其中通过膳食所获得的能源物质是保证高水平完成比赛的重要基础。

2. 从能量保障的角度来说，能否高水平完成比赛过程取决于肌肉中的糖原储备和训练及比赛中的能量补充、体内影响代谢营养素的水平及机体对各种营养物质的利用效率。

3. 运动员需要知道在他们所参加的运动项目发挥最佳水平需要什么样的供能系统，没有合理的膳食补充可能在赛季初期表现良好，但是无法维持到赛季末。要满足完成所有比赛所需要的能量要依靠合理的膳食和充足的训练后休息，而不是零食或补剂。

4. 膳食所提供的能量平衡还会影响运动员的身体健康状况，能量供给的过多与不足都会影响身体状况。

二、供能系统的相互关系

大多数体育运动都需要有氧和无氧供能系统参与供能，但是不同项目需要的供能系统的供能比例不同。此外，人体对营养素的消化、吸收和利用能力会影响运动能力。

三、膳食与能量代谢

人体运动时，机体会在细胞水平上发生化学反应，通过储存和释放能量，使肌肉完成收缩过程并为运动提供动力，这些反应被称为能量代谢。这一过程中，机体进行分解营养物质释放能量（分解代谢）或合成能源物质、构建身体组织（合成代谢），这两个过程都是运动的重要组成部分，可以同时发生。

力量训练过程中机体需要分解肌糖原提供能量，同时力量训练所产生的刺激又会使机体的蛋白质合成代谢过程加强，使肌肉体积增加。当然这时的肌肉体积增加需要有物质基

础，这些合成肌肉的原料必须来自摄入食物中的蛋白质。所以在训练后及时合理的膳食补充是机体恢复的必要条件，这也可以通过在运动前或运动中摄入食物和补充饮料来减少机体训练中能源消耗的水平。

第一节 运动中的能量来源

机体运动的直接能源是三磷酸腺苷（ATP），体内有三大能源系统来保障ATP水平，它们是磷酸原系统、无氧酵解系统和有氧系统。运动强度和时间决定身体如何利用这些供能系统。了解供能系统的特点将为选择食物提供依据。

一、磷酸原系统

（一）能源物质

磷酸原系统的能源物质是三磷酸腺苷（ATP）和磷酸肌酸（CP），它们是细胞的直接能量来源，当ATP分解时会释放能量并生成二磷酸腺苷（ADP），而后CP通过分解供能来为ADP合成为ATP提供能量。ATP直接提供肌肉收缩所需的能量。

（二）储备量

ATP、CP在体内的储备有限，只能提供机体约10秒运动所需要的能量。

（三）供能特点

1. ATP、CP供能系统具有快速供能的特点，不需要氧参与。是10秒内大强度运动、开始运动阶段的主要能源物质。
2. 体内ATP的存储非常有限，但它可以被不断合成和重新利用。这是一个非常高效的供能系统。
3. 剧烈活动，如30米冲刺、排球扣球或网球发球，靠磷酸原系统供能。直接供能的是ATP（维持约3秒），然后是CP供能。CP存储在肌肉中，可以维持6~8秒的供能。合成CP的肌酸存在于肉类、家禽和鱼类食物中，在肝脏、肾脏中也有少量。
4. ATP合成能力下降，将导致运动能力降低。

二、无氧酵解系统

碳水化合物在氧气供应充足的情况下进行氧化供能的最终产物是二氧化碳和水，在运动强度较大、氧供应不足（如400米跑）的情况下，中间产物丙酮酸不能进一步氧化，生成



乳酸，这个供能途径叫做无氧酵解。

（一）能源物质

当肌肉内CP消耗到一定限度，运动强度超过有氧供能的水平，机体就必须依靠糖无氧酵解系统进行供能，其能源物质包括体内的糖原和血糖。

（二）储备量

1. 糖原主要贮存在肌肉和肝脏中，肌肉中糖原约占肌肉总重量的1%~2%，约为400克，肝脏中糖原占肝脏总重量6%~8%，约为100克。
2. 肌糖原分解为肌肉收缩提供能量，肝糖原分解主要维持血糖浓度。糖原被存储在骨骼肌和肝脏中，肌肉内存储的糖原仅可以供该肌肉使用，不能给其他肌肉提供能源。
3. 肌糖原可以通过葡萄糖的糖原生成作用和非葡萄糖的糖原异生作用两个途径进行合成。

（三）供能特点

1. 无氧酵解系统非常高效，可在身体需要能量的时候快速供能，例如运动中的快速奔跑、冲刺时，无氧酵解系统可立即参与供能，直到有氧供能系统开始起作用。
2. 无氧酵解系统的一个缺点是在高强度运动中，葡萄糖酵解生成ATP、丙酮酸和氢，随着高强度活动的继续，氢与丙酮酸结合会导致乳酸堆积。肝脏是体内消除乳酸的主要器官，在运动强度不降低的情况下，如果肌肉生成的乳酸与肝脏清除率相等，运动可以继续，如果乳酸生成量超过清除率，乳酸会在血液中堆积。乳酸堆积和肌糖原消耗水平与机体疲劳有关，乳酸堆积到一定水平、肌糖原耗竭将导致不能继续运动。
3. 碳水化合物摄入是保证肌糖原储备量恢复的物质来源，膳食中碳水化合物摄入量不足将影响运动后糖原储备的恢复过程，最终影响运动能力。
4. 随着运动员训练水平的提高，他们的身体将能够更好地处理乳酸堆积，可以在大强度下运动更长时间。

三、有氧供能系统

因为不是所有的运动项目都能在3分钟内完成，机体需要一个能提供长时间活动的能量系统，这就是有氧供能系统。有氧供能系统以充足的氧气供应为条件。

（一）能源物质

有氧供能系统的能源物质有碳水化合物（糖原、血糖）和脂肪。

（二）储备量

有氧供能系统的能源储备量非常充足，不会由于一般运动出现耗竭的情况。是运动的主要能量来源。

（三）供能特点

1. 有氧供能系统的碳水化合物进行有氧氧化生成ATP、二氧化碳和水，不存在产生酸性物质导致内环境紊乱的副作用，产生能量的效率比糖酵解高很多。

2. 氧供应充足的情况下，机体还可以分解脂肪和脂肪酸供能，是低强度运动（如慢跑、快走）的高效能源。

3. 随着训练水平的提高，耐力项目运动员通过提高身体对脂肪的利用能力，可以节约碳水化合物，提高耐力水平。

4. 如果肌糖原水平降低，机体可以通过血糖进行合成，这时主要通过胰高血糖素分泌增加来使得肝脏肝糖原分解、并释放入血。

5. 如果血糖水平降低，如持续数小时的耐力运动，机体将通过分解肌肉蛋白为氨基酸，并通过肝脏转化为葡萄糖进行供能。显然，蛋白质分解供能会产生含氮类代谢产物，使得机体需要花费更多的过程进行代谢，所以蛋白质不可能是一种高效能源，是机体的一个应急或者备用能源。

磷酸原系统是最先被利用进行供能的高效系统，随着时间的延长，无氧酵解和有氧供能系统逐步参与进来。但是实际上三个系统往往是同时运行的，虽然其中一个会占主导地位，这与遗传、运动时间和强度等因素有关。

第二节 影响能量有效利用的因素

运动员要想取得好成绩，必须有足够的能量供应，同时保证所提供的能量与将要进行的运动相匹配。例如，短跑运动员和举重运动员主要依靠磷酸原系统和无氧系统来供能，因此，这些运动员必须补充足够的碳水化合物，以确保在肝脏和肌肉中储存足够的糖原；耐力项目运动员，如长跑运动员、马拉松爱好者和长距离滑雪者，以及足球、篮球、曲棍球和橄榄球等，是靠有氧和无氧两个系统来给肌肉供能。这些运动员需要多样化的饮食，每顿饭中有碳水化合物、蛋白质和脂肪物质，这样他们就可以在运动期间利用这些能源。

训练消耗和摄入量之间有一个微妙的平衡。只有满足机体的能量需要，才可能谈提高运动成绩。身体所利用的能源物质储存于机体之中，这些能源物质需要通过食物补充，所以，要想让机体表现出最佳状态就需要注意膳食营养。充分休息后的大强度训练可以利用



已有的储备供能，但是随着训练的进行，如果没有合理的膳食保障，到了赛季后段必然出现体能下降、恢复变慢的结果。这就是为什么随着训练量逐渐增加，需要采用合理的个性化膳食方案，以满足运动员的需要。

一、充足的能量储备和及时补充

运动员体内能源物质的储备量受到机体消耗与能量物质摄入间平衡的影响，影响因素包括：

- （一）基础代谢：受到性别、年龄、身体成分、环境及温度影响。
- （二）运动消耗：取决于运动强度、运动类型、运动时间、训练水平。
- （三）控制体重：根据对体重的要求来决定保持、增加、减少能量摄入。
- （四）食物利用效率：机体消化机能、膳食中能量物质比例、食物消化时间等。

二、稳定的内环境

除了体内充足的能源储备之外，保证这些能源物质被有效利用是有效供能的另外一个方面。

（一）保证体内代谢相关维生素和矿物质摄入，这主要通过食物种类的多样化来完成，包括摄入新鲜的蔬菜和水果。

（二）抗氧化食物摄入：维生素C、E、硒、多酚类（Phenolic Compounds 存在于水果和蔬菜中，有抑制自由基活性保护细胞膜作用）、儿茶素（Catechins 存在于绿茶中，具有抗癌、消炎、抗凝血、保护肝脏作用）。

（三）摄入碱性食物。运动后体内会产生较多的酸性产物，摄入碱性食物将有利于酸碱平衡。

三、充分的水平衡

水是构成机体的重要成分，占到成人体重的60%，脱水将影响机体散热、营养运输、代谢产物排泄、关节润滑和电解质平衡，从而影响人体运动能力。所以运动员必须随时保证机体处于良好水合状态。

- （一）运动前补水，预防机体处于脱水状态。
- （二）运动中少量多次、定时补水，尽量保持出汗导致的水丢失得到补充。
- （三）运动后及时补水，通过体重变化确定脱水程度。