

高等医学院校教材

医学营养学

第2版

主编·蔡美琴

上海科学技术文献出版社

高等医学院校教材

医学营养学

第2版

蔡美琴 主编

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

医学营养学 / 蔡美琴主编 —2 版. —上海:上海科学技术文献出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-5439-3057-5

I. 医… II. 蔡… III. 营养学 IV. R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 155835 号

责任编辑: 张科意

封面设计: 王 俭

医学营养学

(第二版)

蔡美琴 主编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路 2 号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

江苏昆山市亭林彩印厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 23.5 字数 571 000

2007 年 1 月第 2 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1-8 000

ISBN 978-7-5439-3057-5

定价: 33.00 元

<http://www.sstlp.com>

内 容 提 要

营养关系到每个人的健康和长寿,人们都非常关注,故营养学成为当代最重要的学科之一。本书根据医科大学生必备营养知识,以及营养专业人员教学和业务需要而潜心编写的一本教材。共分两篇:上篇是营养学基础,主要介绍营养学的基础知识;讨论人体对能量和各种营养素的正常需要;叙述在不同生理状况下对营养的特殊要求;讨论如何科学地选择食物和调配膳食以保证合理营养;介绍营养调查和人体营养状况的综合评价方法、中国目前膳食结构和膳食指南。下篇是常见疾病的营养防治,主要介绍常见疾病的特点、营养治疗原则和措施、营养补给的方法等。本书在内容上反映现代科学的新进展,并使基础理论与临床实践紧密结合,便于临床应用。书末附有《常用食物一般营养成分表》、《中国居民膳食营养素参考摄入量》和《中日居民膳食指南和中国居民平衡膳食宝塔》等。

本书可供医科大学生作为学习医学营养的教材应用,同时也可供从事临床工作的医师、营养师、配膳师,以及食品专业工作人员参考。

医学营养学编辑委员会

主 编 蔡美琴

编委会委员(以姓氏笔画为序)

毛绚霞 史奎雄 刘文勇

沈秀华 罗邦尧 曹伟新

程五凤 蔡美琴 潘碧霞

前 言

营养关系到每个人的健康和长寿,人们都非常关注。营养学是研究营养与人体健康关系的一门科学,营养学已成为当代重要的学科之一。《医学营养学》是根据医科大学生必备医学营养知识,以及营养专业人员教学和业务需要而潜心编写的一本教材。共分两篇:上篇是营养学基础,介绍营养学基础理论的最新进展;讨论人体对能量和各种营养素的正常需要;叙述在不同生理状况下对营养的特殊要求;讨论如何科学地选择食物和调配膳食以保证合理营养;介绍营养调查和人体营养状况的综合评价方法,中国居民目前的营养状况、膳食结构和膳食指南。下篇是常见疾病的营养防治,从阐明营养与疾病关系入手,根据医学的进展和疾病时营养代谢的变化,总结和提出适合国情并切实可行的营养治疗方案,包括常见疾病的营养防治原则和措施、营养补给的方法等。

本书的编写力求做到科学性、先进性和实用性,注重基本理论、基本知识和基本技能的传授。第2版在第1版的基础上内容有适当的增减和更新,尽量反映现代营养科学的新进展,及时交流营养学上最新研究的动态。本书再版就是希望能及时将最新内容介绍给读者,并且本书在编写过程中也重视将营养学基础理论与临床实践紧密结合,如新增了分子营养学和食谱编制方法、常见病食物选择等,便于读者参考应用。书末附有《常见食物一般营养成分表》、中国营养学会制定的《中国居民膳食营养素参考摄入量》和《中国居民膳食指南和中国居民平衡膳食宝塔》等,便于读者查阅使用。

21世纪是中国人民的生活由小康水平逐步向中等发达国家水平过渡的时期,随着人们的生活节奏和工作压力的增加,科学合理的营养满足各种人群的需求显得任重而道远。在浩瀚的营养学领域中,我们的学术水平和实际体会仍较肤浅,希望使用本书的同行、同学和朋友们将意见、建议反馈给我们,以便改进。

上海科学技术文献出版社的领导编辑等同志对于本书的审稿、编排和出版给予大力支持,上海交通大学学校领导自始至终对本书的出版给予支持和帮助,我们在此顺表衷心的感谢。

医学营养学编辑委员会

目 录

上篇 营养学基础

概论	(1)
第一章 能量与宏量营养素	(4)
第一节 能量	(4)
第二节 蛋白质	(9)
第三节 脂类	(13)
第四节 碳水化合物	(15)
第五节 水	(19)
第二章 无机盐	(24)
第一节 概述	(24)
第二节 常量元素	(25)
第三节 微量元素	(34)
第四节 其他微量元素	(53)
第三章 维生素	(59)
第一节 概述	(59)
第二节 维生素 A	(60)
第三节 维生素 D	(63)
第四节 维生素 E	(66)
第五节 维生素 K	(69)
第六节 维生素 C	(70)
第七节 维生素 B ₁	(72)
第八节 维生素 B ₂	(74)
第九节 烟酸	(76)
第十节 维生素 B ₆	(77)
第十一节 叶酸	(79)

第十二节	维生素 B ₁₂	(81)
第十三节	泛酸和生物素	(83)
第十四节	牛磺酸	(84)
第十五节	肉碱	(85)
第四章	不同生理人群的营养	(87)
第一节	孕妇营养	(87)
第二节	乳母营养	(101)
第三节	婴、幼儿营养	(105)
第四节	儿童、青少年营养	(118)
第五节	老年人营养	(127)
第五章	营养状况评价	(134)
第一节	概述	(134)
第二节	膳食调查	(134)
第三节	体格检查	(142)
第四节	生化测定	(145)
第六章	营养素标准、膳食结构和食物营养	(148)
第一节	营养素标准	(148)
第二节	膳食结构和膳食指南	(150)
第三节	食物营养和食谱编制	(153)

下篇 常见疾病的营养防治

第七章	营养缺乏病	(162)
第一节	概述	(162)
第二节	营养缺乏病病因	(162)
第三节	营养缺乏病表现	(165)
第四节	营养缺乏病诊断	(166)
第五节	营养缺乏病预防和治疗	(167)
第八章	心血管疾病	(170)
第一节	冠心病	(170)
第二节	高脂血症	(172)
第三节	高血压病	(174)

第九章 胃肠道疾病	(177)
第一节 胃炎	(177)
第二节 消化性溃疡	(179)
第三节 腹泻	(182)
第四节 便秘	(184)
第十章 肝胆胰疾病	(186)
第一节 病毒性肝炎	(186)
第二节 脂肪肝	(190)
第三节 肝硬化	(192)
第四节 肝昏迷	(194)
第五节 胆囊炎和胆结石	(195)
第六节 胰腺炎	(197)
第十一章 肾脏疾病	(200)
第一节 概述	(200)
第二节 肾炎	(202)
第三节 肾病	(205)
第四节 肾结石	(207)
第五节 肾功能衰竭	(209)
第十二章 内分泌和代谢性疾病	(215)
第一节 糖尿病	(215)
第二节 痛风	(227)
第三节 肥胖症	(233)
第四节 骨质疏松症	(236)
第十三章 营养与肿瘤	(240)
第一节 概述	(240)
第二节 营养素与肿瘤的关系	(240)
第三节 常见恶性肿瘤的营养防治措施	(244)
第十四章 外科营养	(248)
第一节 概述	(248)
第二节 外科病人的营养	(250)
第十五章 营养支持疗法	(253)

第一节	管饲疗法	(253)
第二节	肠外营养	(261)
第十六章	病人膳食	(271)
第一节	试验膳食	(271)
第二节	治疗膳食	(279)
第十七章	氧自由基与抗氧化营养素	(281)
第一节	概述	(281)
第二节	氧自由基的生成和清除	(283)
第三节	氧自由基与疾病	(284)
第四节	抗氧化营养素的作用	(286)
第五节	抗氧化营养素概念在营养学实践中的意义	(289)
第十八章	中国传统医学中的营养学	(290)
第一节	概述	(290)
第二节	中医营养学与现代营养学的比较	(291)
第三节	介绍七种常见病的食疗和药膳方	(295)
第十九章	分子营养学	(299)
第一节	分子营养学的定义和发展简史	(299)
第二节	营养素对基因表达的调控	(304)
第三节	基因多态性对营养素吸收、代谢和利用的影响	(315)
第四节	营养素与基因相互作用在疾病发生中的作用	(318)
附录一	常用食物一般营养成分表	(321)
附录二	常用食物的氨基酸含量	(339)
附录三	常用食物的脂肪酸和胆固醇含量	(344)
附录四	各种活动的能量消耗率	(347)
附录五	中国居民膳食指南和中国居民平衡膳食宝塔	(349)
附录六	中国居民膳食营养素参考摄入量	(358)
附录七	主要参考文献	(363)

上 篇 营 养 学 基 础

概 论

人体必须与环境保持平衡才能维持健康。在环境因素中,影响人体健康的有空气、土壤、水、辐射、营养等因素,其中营养是环境因素中的重要因素。人体需要不断从食物中获得营养以保持人体与外界环境的能量平衡和物质代谢的平衡,以维持人体健康。

营养(nutrition)是指人体摄入、消化、吸收和利用食物中营养成分,维持生长发育、组织更新和良好健康状态的动态过程。食物中具有营养功能的物质称为营养素(nutrients),这些物质具有供给能量、构成组织和调节生理的功能,它通过食物获取并能在人体内被利用,但并非所有的营养素都同时具有上述3种功能,而是各有不同,如蛋白质以构成机体组织为主,脂肪和碳水化合物以供给机体能量为主,维生素和矿物质以调节代谢为主。因此,各种营养素合理的搭配才能提供、维持人体全面生理功能的需要。

营养学(nutriology)是研究人体营养过程、需要和来源,以及营养与健康关系的科学。营养学现已形成具有几个分支的一门学科,主要包括人类营养学、临床营养学、公共营养学、预防营养学等方面。

人类营养学:主要研究营养素和人体在不同生理状态下或特殊环境下的营养需要。

临床营养学(医学营养学):主要研究营养与疾病的关系、人体在病理状态下的营养需要,以及如何满足这种需要。通过调整这些营养素的供应,达到调整人体的生理功能、促进疾病的治疗和康复的目的。

公共营养学:主要研究社区人群的营养状态与需求,食物的生产、供应、分配和社会保障体系。

预防营养学:主要研究膳食营养与疾病,尤其是与非传染性慢性疾病的发生、发展和预防的关系。虽然目前尚未形成完整的体系,但其重要性日益被人们认识,学科内容正在不断发展。

合理营养是维持人体正常生长发育和保持良好健康状态的物质基础。合理营养的基本要求是:①能保证供给用膳者必需的热能和各种营养素,且各种营养素之间的比例平衡;②通过合理加工烹调,尽可能减少食物中各种营养素的损失,并提高其消化吸收率;③改善食物的感官性状,使其多样化,促进食欲,满足饱腹感;④食物本身清洁无毒害,不受污染,不含对机体有害物质,食之无害;⑤有合理的膳食制度,三餐定时定量,比例合适。

通过各种食物的合理搭配达到合理营养要求的膳食称为平衡膳食 (balanced diet)。

(一) 营养在防病治病中的作用

1. 预防营养缺乏症

某些营养素的缺乏可直接引起缺乏病,如蛋白质、能量缺乏可引起蛋白质能量营养不良。维生素 A 缺乏可引起夜盲症,维生素 B₁ 缺乏可引起脚气病,维生素 D 缺乏可引起佝偻病,烟酸缺乏可得癞皮病,铁的缺乏可患缺铁性贫血,钙的缺乏易患骨质疏松症等。保持营养素的充足平衡,可以预防营养缺乏症。

2. 预防某些常见病发生

流行病学的资料表明,补充某些抗氧化营养素能降低一些常见病的发病率和病死率。如补充微量元素硒可降低肝癌的发病率,补充维生素 E 可降低脑卒中、冠心病的病死率等。又如慢性支气管炎采用提高免疫功能和抗氧化营养素的补充,可减少其感染的发作次数。

3. 提高临床治疗效果

营养素的合理补充,能调整病人的生化代谢,有助于疾病的康复。如病毒性心肌炎的病人,在应用抗心律失常的西药和抗病毒提高免疫功能、改善心肌循环的中药外,同时应用氧化的营养素—— β 胡萝卜素、维生素 C、维生素 E、维生素 A 和微量元素硒保护心肌细胞,能提高疗效,使不少有病毒性心肌炎后遗症的病人得到康复。又如哮喘的治疗在控制感染的诱因外,补充硒可减少白三烯的产生,从而减少哮喘的发作。

4. 支持手术治疗和促进术后康复

营养能改善病人的手术条件,使一些原来不能手术的病人能够进行手术治疗。营养能促进手术后的伤口愈合、骨折愈合,促进体力的恢复,达到早日康复的目的。

5. 防止疾病恶化、并发症和减少治疗中不良反应

某些营养素能清除氧自由基,提高免疫功能,防止疾病恶化和并发症。例如,糖尿病治疗中补充微量元素铬和硒会使血糖易于控制,合理饮食治疗可降低血糖,有些轻的初发病人通过饮食营养治疗就能控制血糖。饮食营养治疗还是防止糖尿病并发症的主要手段之一。又如癌症病人在化疗和放疗过程中常因不良反应大、白细胞下降严重,而难以完成治疗计划,采用营养素的治疗后减少不良反应,使化疗和放疗的计划能顺利完成。营养治疗还能使一些癌前病变的病人得到逆转,减少恶化癌变。

6. 胃肠内、外直接营养

营养治疗还能使一些消化功能很差或不能经肠吸收的病人获得营养。如对消化功能差或不能经口摄食的胃造瘘、空肠造瘘病人,可采用胃肠内直接注入营养液的方式,供给肠内营养,营养配方用蛋白质水解的氨基酸和短肽与适当比例的糖、脂肪、维生素、矿物质等混合营养制剂组成。对不能经肠吸收的病人,可直接从静脉中滴注提供葡萄糖、氨基酸、脂肪乳剂、维生素和矿物质等营养素,称为胃肠外营养。

营养治疗在现代医学的临床治疗中已成为一种重要的治疗手段,并发展成一门临床营养的学科,现各大医院都已相继建立临床营养科,在防治疾病中发挥着它们的作用。

(二) 营养学研究方法

1. 营养流行病学方法

应用营养调查和疾病的发病率或病死率进行相关的分析,分析各种营养素与疾病发生的关系;应用病例对照研究,分析各种营养素对疾病的相对危险度;应用血清库的储存血清

对疾病发生进行前瞻性研究;应用实验流行病学,用某些营养素对疾病进行干预性研究等。

2. 临床研究方法

从临床的指标研究病人的营养状态,患病后的生化代谢指标的变化,调整病人的营养状态,调整人体营养素平衡,改善病人的功能,研究其对病人治疗和康复的作用。

3. 动物实验方法

应用动物制造模型,观察疾病对病理生理、生化的变化,以及营养素对疾病的预防和治疗的作用。

4. 分子生物学方法

从分子生物学的水平,研究营养素对疾病的发生和治疗的机制。

(三) 营养措施

1. 评定病员的营养状态

通过膳食调查和体格测定,评定病人的营养状态和膳食供给中存在的问题。

2. 营养素特殊供给

熟悉疾病对人体生化代谢的影响,以便确定疾病状态下的营养素特殊供应的需要。

3. 营养标准

确定病人的能量和营养素供给的标准。

4. 决定营养供给方式

凡能从胃肠道供给营养者尽量通过胃肠供应;对不能经胃肠供应者,可采用全胃肠外营养;对消化功能差的病人亦可采用要素膳供给营养;特殊疾病的病人可采用特殊的膳食供应。

5. 保健功能

在供给全面的平衡膳食基础上,根据治疗和康复的需要,从提高免疫功能或抗氧化功能的需要,可增加和补充某些营养素,以提高人体的某些保健功能。

6. 调理

在营养治疗的基础上,结合中医中药来调整、调理人体功能,则更有利于营养素的吸收利用,更有利于疾病的治疗。

(史奎雄)

第一章 能量与宏量营养素

第一节 能 量

新陈代谢是生命活动的基本特征。人体在生命活动过程中不断从外界环境中摄取食物,从中获得人体必需的营养物质。人体从食物中获得的供能物质是碳水化合物、脂类、蛋白质,这三大营养素经消化转变成可吸收的小分子营养物质被吸收入血。这三类营养素在体内分解代谢后每 g 分别可为人体提供 16.74、37.66、16.74 kJ(4、9、4 kcal)的能量,所以这三类营养素又称为产能营养素。

产能营养素在生物氧化中释放能量,其中一部分用于维持体温,另一部分则以高能磷酸键化合物(ATP、GTP 等)、高能硫酯键化合物(乙酰辅酶 A)等形式储存。高能磷酸键也可转移给肌酸,形成磷酸肌酸储存备用。机体活动消耗的能量大部分取自 ATP,每摩尔 ATP 的高能磷酸键水解可释放 30.54 kJ(7.3 kcal)能量。由于能量是人体生命的基本条件,能量的摄入与消耗是否平衡又直接影响其他营养素的代谢和身体健康,所以,能量代谢是营养学研究的重要内容。

(一) 能量常用单位和换算

常用的能量单位为卡(calorie),在常温常压下,1 g 水的温度从 15 °C 上升到 16 °C 所需要的能量。在实际应用中常以千卡(kilocalorie, kcal)为单位。1984 年改用国际单位制以焦耳(Joule, J)为能量单位。营养学上使用最多的是其 1 000 倍的单位,即千焦(kJ)。1 kcal 相当于 4.184 kJ。目前,千卡已被确定“不得使用”,规范采用千焦(kJ)。

(二) 人体能量的来源

能量的来源主要是食物中的碳水化合物、脂类和蛋白质,三者统称为产能营养素。

碳水化合物是机体的重要能量来源,机体所需能量约 70% 由食物中的碳水化合物提供。食物中的碳水化合物经消化产生的葡萄糖等被吸收后,有一部分以糖原的形式储存在肝脏和肌肉中。肌糖原是骨骼肌中随时可动用的储备能源,用来满足骨骼肌在紧急情况下的需要。肝糖原也是一种储备能源,储存量不大,主要用于维持血糖水平的相对稳定。肝脏还能利用乳酸、丙酮酸、甘油和某些氨基酸等非糖物质合成糖原。机体利用非糖物质合成葡萄糖或糖原,称为糖异生作用。肝糖原异生作用对保持肝脏肝糖原储备有重要意义。

机体内的脂质分为组织脂质和储存脂质两部分。组织脂质主要包括胆固醇、磷脂等,是组织、细胞的组成成分,在人体饥饿时也不减少,但不能成为能源。储存脂质主要是脂肪,称三酰甘油(甘油三酯)或中性脂肪。在全部储存脂肪中,脂肪约占 98%。其中一部分是来自食物的外源性脂肪;另一部分是来自体内碳水化合物和氨基酸转化成的内源性脂肪。脂肪

是体内各种能源物质的主要储存形式。脂肪通常储存在皮下组织、内脏器官周围、胃肠系膜和肌纤维间等处,储存量较大,成年男子一般为体重的10%~20%,女子更多一些。

储存的脂肪,在需要时可迅速分解成甘油和脂肪酸,经血液输送到各组织、细胞以供利用。一般情况下,机体摄入、吸收过多的能源物质,而又缺少活动时,体内脂肪储存增多,体重随之增加;反之,能源物质供给不足,而活动量过大时,体内储存脂肪减少,体重随之减轻。脂肪作为能源物质的另一特点是在体内氧化时释放的能量多,1g脂肪在体内氧化所释放的能量是碳水化合物或蛋白质的2倍。在正常情况下,人体所消耗的能源物质中40%~50%来自体内的脂肪,其中包括从食物中摄取的碳水化合物所转化成的脂肪;在短期饥饿的情况下,则主要由体内的脂肪供给能量。脂肪酸可直接供给很多组织利用,也可在肝脏转化成丙酮酸再供给其他组织利用。不但骨骼肌、心肌等可利用脂肪酸和酮体,在饥饿时,脑组织也可利用酮体。所以,脂肪也是重要的能源物质,但它不能在机体缺氧条件下供给能量。

蛋白质是由氨基酸构成的,在机体蛋白质代谢中主要是利用氨基酸进行合成和分解代谢。体内氨基酸有两个来源:一是来自食物蛋白质消化所产生的氨基酸,由小肠吸收入血;二是机体新陈代谢过程中,组织、细胞蛋白质分解所产生的氨基酸。氨基酸主要作用是合成细胞成分、酶、激素等生物活性物质。氨基酸也可以作为能源物质,但这是它的次要功能。人体在一般情况下主要利用碳水化合物和脂肪供能。但在某些特殊情况下,机体所需能源物质供能不足,如长期不能进食或消耗量过大时,体内的糖原和储存脂肪已大量消耗之后,将依靠组织蛋白质分解产生氨基酸来获得能量,以维持必要的生理功能。

(三) 人体能量的消耗

人体能量的消耗主要有以下四个方面。

1. 基础代谢

基础代谢(basal metabolism)是指维持机体最基本生命活动所消耗的能量。一般指清晨睡醒静卧、未进餐、心理安静的状态,此时,只有呼吸、心跳等最基本的生命活动,没有食物的消化吸收和体力、脑力活动的能量消耗。

基础代谢以基础代谢率(basal metabolism rate, BMR),以“kJ/(m²·h)”表示。正常情况下,人体的基础代谢率比较稳定;在相同年龄、性别、体重的正常成年人中,85%的人其基础代谢率在正常平均值的±10%以内。中国人基础代谢率平均值见表1-1。

表 1-1 人体每小时基础代谢率

年龄(岁)	男		女		年龄(岁)	男		女	
	kJ/m ²	kcal/m ²	kJ/m ²	kcal/m ²		kJ/m ²	kcal/m ²	kJ/m ²	kcal/m ²
1~	221.8	53.0	221.8	53.0	30~	154.0	36.8	146.9	35.1
3~	214.6	51.3	214.2	51.2	35~	152.7	36.5	146.4	35.0
5~	206.3	49.3	202.5	48.4	40~	151.9	36.3	146.0	34.9
7~	197.9	47.3	200.0	45.4	45~	151.5	36.2	144.3	34.5
9~	189.1	45.2	179.1	42.8	50~	149.8	35.8	139.7	33.9
11~	179.9	43.0	175.7	42.0	55~	148.1	35.4	139.3	33.3
13~	177.0	42.3	168.6	40.3	60~	146.0	34.9	136.8	32.7
15~	147.9	41.8	158.8	37.9	65~	143.9	34.4	134.7	32.2
17~	170.7	40.8	151.9	36.3	70~	141.4	33.8	132.6	31.7
19~	164.0	39.2	148.5	35.5	75~	138.9	33.2	131.0	31.3
20~	161.5	38.6	147.7	35.3	80~	138.1	33.0	129.3	30.9
25~	156.9	37.5	147.3	35.2					

影响基础代谢的因素有：

(1) 体表面积：体表面积越大，散热面积越大。儿童年龄越小相对体表面积越大，基础代谢率也越高。瘦高体型的人由于所含代谢活性高的瘦体质较多和体表面积大，其基础代谢率高于矮胖的人。

(2) 年龄：婴幼儿时期是一生中代谢最旺盛的阶段，与身体组织迅速生长有关。青春期又是一个代谢率较高的时期，但成年后随年龄增长代谢率又缓慢地降低。其中内分泌的影响可能是重要因素，也与体内活性组织相对量的变动有密切关系。

(3) 性别：即使年龄与体表面积都相同，女性的基础代谢耗能低于男性。因女性体内的脂肪组织比例大于男性，活性组织(瘦体重)比例小于男性。育龄妇女在排卵期前后有基础体温波动，表明此时基础代谢也有变化。

(4) 内分泌：内分泌系统分泌的激素中，对基础代谢影响最大的是甲状腺激素。它可增强各种细胞的物质代谢速率，分泌过多或过少可导致基础代谢率的增加或降低。甲状腺功能亢进者，基础代谢率可比正常平均值增加 40%~80%。

(5) 其他因素：如气温，在高温环境下因散热需要出汗，呼吸心跳加快；温度过低可使机体散热增加并颤抖，因此，不论高温环境或低温环境都可引起基础代谢率增高。能引起交感神经兴奋的因素通常使基础代谢率增高。

2. 体力活动

体力活动包括劳动和体育活动，是机体能量消耗的主要部分。常见的中等强度劳动如学生的日常活动、机动车驾驶等，其耗氧量是基础代谢的 4~5 倍。体力活动不仅消耗大量机械能，而且还要消耗用于修整组织和合成细胞内物质的能量。能量消耗的多少除了与劳动强度和持续时间长短相关外，还与劳动熟练程度有关。

目前，应用 BMR 乘以体力活动水平 (physical activity level, PAL) 来计算人体的能量消耗量或需要量。中国营养学会建议将成人的活动强度分为 3 级，活动水平的划分等级的标准参见表 1-2。

表 1-2 建议中国成人活动水平分级

活动强度	职业工作时间分配	工作内容举例	PAL	
			男	女
轻	75%时间坐或站立	办公室工作、修理电器钟表、售货员、酒店服务员、化学实验操作、讲课等	1.55	1.56
	25%时间站着活动			
中	25%时间坐或站立	学生日常活动、机动车驾驶、电工安装、车床操作、金工切割等	1.78	1.64
	75%时间特殊职业活动			
重	40%时间坐或站立	非机械化农业劳动、炼钢、舞蹈、体育运动、装卸、采矿等	2.10	1.82
	60%时间特殊职业活动			

注：PAL：体力活动比，
$$PAL = \frac{\text{一项活动每分钟能量消耗量}}{\text{每分钟基础代谢的能量消耗量}}$$

3. 食物特殊动力作用

食物特殊动力作用亦称食物热效应 (thermic effect of food, TEF)，是指因摄入食物引起的能量消耗增加的现象。这是摄食后一系列消化、吸收、合成活动，以及营养素与营养素代谢产物之间相互转化过程中所消耗的能量。摄食不同的食物增加的能量消耗不同，其中蛋白质的食物特殊动力作用最大，相当于增加其能量的 30%，碳水化合物为 5%~6%，脂肪

为4%~5%。一般成人摄入混合膳食,每天由于食物特殊动力作用而额外增加的能量消耗,相当于基础代谢的10%。

例如,某人24小时消耗的基础代谢的能量为7531.2 kJ(1800 kcal),则食物特殊动力作用额外消耗的能量为753.12 kJ(180 kcal)。

4. 生长发育

婴幼儿、儿童、青少年的生长发育需要能量。新生儿按kg体重与成人比较,其能量消耗比成人多2~3倍。3~6个月的婴儿,每天用于生长发育的能量占摄入能量的15%~23%。据Waterlowd的测定结果,体内每增加1g新组织约需20 kJ(4.78 kcal)能量。孕妇除供给胎儿生长发育所需的能量外,还有自身生殖系统发育的特殊需要和体脂储备的需要。乳母合成和分泌乳汁也需要额外补充能量,每天约836.8 kJ(200 kcal)。

(四) 能量的供给

健康成人摄入的能量应与消耗的能量经常保持平衡,能量摄入过少导致体重减轻;摄入过多引起体重过重或肥胖。中国营养学会推荐膳食能量摄入量见表2-3。

能量供给按营养素来源要有适当的比例。碳水化合物占55%~65%,脂肪占20%~30%,蛋白质占10%~14%。根据中国的饮食习惯及生产情况,热能量的主要来源是粮食,其余来自食用油脂、动物性食品和蔬菜。各种食物可供能量的多少,主要取决于其中蛋白质、脂肪和碳水化合物含量的多少。

表 1-3 中国居民膳食能量和蛋白质的推荐摄入量(RNI)与脂肪供能比

年龄(岁)	能 量				蛋白质		脂肪占能量百分率(%)
	RNI(MJ)		RNI(kcal)		RNI(g)		
	男	女	男	女	男	女	
0~	0.4 MJ/kg**		95 kcal/kg**		1.5~3 g/(kg·d)		45~50
0.5~							35~40
1~	4.60	4.40	1100	1050	35	35	
2~	5.02	4.81	1200	1150	40	40	30~35
3~	5.64	5.43	1350	1300	45	45	
4~	6.06	5.83	1450	1400	50	50	
5~	6.70	6.27	1600	1500	55	55	
6~	7.10	6.67	1700	1600	55	55	
7~	7.53	7.10	1800	1700	60	60	25~30
8~	7.94	7.53	1900	1800	65	65	
9~	8.36	7.94	2000	1900	65	65	
10~	8.80	8.36	2100	2000	70	65	
11~	10.04	9.20	2400	2200	75	75	
14~	12.00	9.62	2900	2400	85	80	25~30
18~							20~30
轻体力活动	10.03	8.80	2400	2100	75	65	
中体力活动	11.29	9.62	2700	2300	80	70	
重体力活动	13.38	11.30	3200	2700	90	80	
孕妇		+0.84		+200			+5 孕早期 +15 孕中期 +20 孕晚期
乳母		+2.09		+500			+20