



特殊营养学

于志深 顾景范 主编

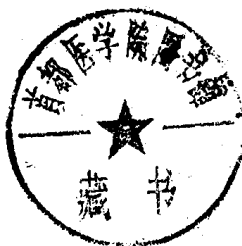
科学出版社

1
R151
Y25

特 殊 营 养 学

于志深 顾景范 主编

2K4212



A0047274

科 学 出 版 社

1991



(京)新登字 092 号

内 容 简 介

特殊营养学是现代营养学和环境医学的一个新的分支学科,这门学科以环境、饮食营养与机体的关系为对象,主要研究特殊环境、特种作业对人体生理和代谢作用的规律和机制、饮食营养与机体对环境因素反应、适应及耐受能力的关系,并根据特殊情况下机体对饮食营养的需求,制定合理营养的组织原则和膳食营养素的供给量标准,从饮食营养方面保障人体的健康。本书在阐述环境与机体、应激适应与营养关系的基础上,分别介绍了高温、低温、放射线照射、低照度、有害化学物质、航空、航天、航海、潜水、采矿、运动、农牧业及作战等人员营养研究的进展。

本书可供营养学、环境医学、运动医学、劳动卫生及职业病等学科的科研工作者和研究生以及医学院校有关专业的教师和高年级学生参考。对于工矿企业劳动保护及军队卫生后勤等部门的工作人员,也有参考价值。

特 殊 营 养 学

于志深 顾景范 主编

责任编辑 赵甘泉

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1991 年 10 月第一次印刷 印张: 17 1/4 插页: 2
印数: 0001—1500 字数: 387 000

ISBN 7-03-002556-3/Q·349

定价: 18.90 元

作者及工作单位

(按姓氏笔画为序)

- 于守洋 哈尔滨医科大学营养与食品卫生教研室
于志深 航天医学工程研究所
方允中 军事医学科学院放射医学研究所
王佩纲 军事医学科学院卫生学环境医学研究所
王德恺 中国人民解放军海军医学研究所
刘广青 中国人民解放军海军医学研究所
刘继鹏 军事医学科学院卫生学环境医学研究所
张月明 新疆医学院营养卫生教研室
陈吉棣 北京医科大学运动医学研究所
吴柏龄 军事医学科学院情报研究所
吴训贤 西安医科大学营养卫生教研室
杨家驹 中国人民解放军第三军医大学营养卫生教研室
柳 黄 山西医学院营养卫生教研室
顾景范 军事医学科学院卫生学环境医学研究所
徐星友 中国人民解放军空军第四研究所

序 言

特殊营养是营养学中的一个新兴领域。它是随着国民经济日益发展和人民生活不断提高,而在生产中出现营养问题后而引起人们重视的。广义地说,孕妇、乳母、儿童、老年人、病人都是特殊人群,他们的营养需要和存在的营养问题各有特殊性,因此,先后产生了妇幼营养、老年营养、临床营养等分支学科。特殊营养不包括这部分人群,而是以特殊环境、特种作业的人群为对象的。这些人群都工作在经济建设或国防建设的第一线,或是担负着繁重而艰苦的劳动,或是在艰苦的环境中生产或战斗,这些特殊条件对于他们的营养需要提出了特殊的要求,并直接关系到他们的健康和劳动效率。因此,特殊营养与工矿、部队、体育等战线的卫生保障有着更密切的关系。它的应用性与针对性更加明显,于是,作为一门分支学科,在我国四化建设中诞生是必然的了。

从基础理论上讲,要阐明特殊作业对营养的特殊需要,必须从特殊劳动或特殊环境对机体的生理、生化、代谢等方面的影响进行研究,才能发现其特点而找出适宜的营养保障措施。特殊劳动包括不同强度与不同性质的体力劳动、神经紧张或心理负荷;随着机械化和自动化程度的提高,劳动性质从体力过渡到智力,神经系统的协调整合功能越来越重要。特殊环境包括不同物理或化学因素对人体生理机能的影响,大至自然环境,小至生产环境或密闭空间;随着认识与开发自然能力的提高,高寒、高温、高原、宇航、深潜的禁区一再被打破,数以千计的有害化学物质的致癌、致突变、致畸性为人们发现。通过对这些特殊因素的探索,可以把营养学的理论与整个生命科学紧密地联系在一起。特别是近年关于应激适应的学说与分子生物学的技术都为深入研究特殊营养提供了新的方法,并因而进一步充实了营养学的基础理论,推动了学科的发展。

中国营养学会根据实际工作和学科发展的需要,1986年成立了特殊营养专业组,在西安召开第一届学术会议。在会上从事不同特殊作业人群营养工作的专家分别作了专题报告,这些报告基本上概括了特殊营养的范畴,扼要地介绍了各种特殊作业对营养代谢的影响、存在的营养问题、营养需要量和应采取的保障措施等,受到全体代表的欢迎。在科学出版社的大力支持下,这些报告又经作者的充实加工,得以汇编成为我国第一本特殊营养的专著,以此奉献给在特殊作业第一线的职工和指战员,及为他们的卫生保障作出卓越贡献的营养工作者。本书在第二届特殊营养学术会议召开的前夕出版,必将对于特殊营养的学术讨论起到促进作用!

我们特别高兴的是邀请到军事医学科学院情报研究所吴柏龄研究员为本书撰写了一篇关于应激适应与营养的综述,为我们学习特殊营养的基础理论提供了最新资料。我们希望本书的出版能唤起工矿、部队、体育界各级领导重视本行业的作业特殊性,而将营养问题列为保障特殊人群健康的重要措施,使营养科学为增进我国人民身体素质与加强经济建设和国防建设发挥更大的作用!

顾景范

1990年12月25日

• iii •

目 录

序言	顾景范(iii)
第一章 概论——环境与机体的关系	于志深 1
引言	1
一、饮食营养是构成机体的物质基础和生命活动的能量来源	2
(一) 机体的组成成分	2
(二) 机体的能量代谢	3
(三) 人体物质代谢的平衡	4
二、环境因素影响机体的生理状况和代谢	4
(一) 环境因素对机体的影响	4
(二) 环境因素通过食物品种、数量和化学成分的限制对机体的影响	5
三、机体对环境的反应能力,取决于机体的生理及营养状况	5
(一) 机体生理功能和代谢的调节控制系统	5
(二) 机体对环境的反应能力,取决于机体的生理及营养状况	8
四、特殊营养学的研究对象和工作范畴	11
结束语	14
参考文献	14
第二章 应激适应与营养的关系	吴柏龄 16
一、概述	16
二、应激的代谢特点	17
(一) 应激时的蛋白质代谢	19
(二) 应激时的肝糖原异生	20
(三) 应激时的脂质代谢	20
(四) 应激代谢的几个实例	21
三、应激适应的营养问题	23
(一) 热能	23
(二) 蛋白质和氨基酸	24
(三) 脂肪和脂肪酸	28
(四) 碳水化物	33
(五) 维生素	34
(六) 矿物质和微量元素	35
(七) 微量营养成分与免疫力	37
(八) 其它营养成分	37
结束语	38
参考文献	38
第三章 特殊环境条件下微量元素与健康的关系	于志深、吴柏龄 41

一、特殊环境对微量元素代谢的影响	41
(一) 高温对微量元素代谢的影响	41
(二) 低温对微量元素代谢的影响	42
(三) 低氧对微量元素代谢的影响	43
二、应激情况下微量元素在代谢中的作用	44
(一) 应激时的能量代谢与微量元素的关系	44
(二) 应激适应过程中微量元素与蛋白质合成的关系	44
(三) 微量元素与应激时细胞损伤及某些疾病的关系	45
结束语	47
参考文献	47
第四章 高原营养	王佩纲 49
一、高原气候的特点	49
(一) 大气压和氧分压	49
(二) 沸点低	50
(三) 气温低	51
(四) 湿度低	51
(五) 太阳辐射和电离辐射强	51
(六) 气流快	52
二、高原气候对人体的影响	52
(一) 缺氧对人体危害的原因	53
(二) 缺氧的临床症状	53
(三) 缺氧对机体物质代谢的影响	54
三、人体对缺氧的适应	63
(一) 自然适应	63
(二) 积极适应	64
四、高原营养	64
(一) 一般营养研究情况	65
(二) 营养提高缺氧耐力的研究	70
(三) 高原指甲凹陷症与营养的关系	73
(四) 高原营养的实际问题	75
参考文献	76
第五章 高温环境作业者的营养	王德恺 78
引言	78
一、高温环境	78
(一) 自然高温环境	78
(二) 工业高温环境	78
二、高温环境中人体的体温调节与出汗	79
三、高温环境对人体消化机能与食欲的影响	79
(一) 对消化机能的影响	79
(二) 对食欲的影响	80
四、高温环境对营养代谢的影响	80

(一) 热能代谢.....	80
(二) 蛋白质.....	81
(三) 脂肪和碳水化合物.....	81
(四) 水和无机盐.....	82
(五) 维生素.....	84
五、关于高温作业者营养素供给量.....	85
(一) 热能.....	85
(二) 蛋白质、脂肪和碳水化合物.....	86
(三) 无机盐和微量元素.....	86
(四) 维生素.....	86
六、高温作业者的营养保证.....	86
(一) 安排好饮料供应.....	86
(二) 采取促进食欲和消化液分泌的措施.....	89
(三) 提供营养适宜的膳食.....	89
参考文献.....	90
第六章 低温营养问题于守洋	91
一、引言.....	91
(一) 人体同环境温度间的热平衡.....	91
(二) 环境温度与环境低温.....	91
(三) 我国的气候地理与低温影响.....	92
二、低温条件下的主要营养问题.....	93
(一) 环境低温对人体作用的基本问题.....	93
(二) 有待研究解决的低温营养问题.....	93
三、低温条件下的营养代谢问题.....	94
(一) 热能消耗量增加.....	94
(二) 环境低温作用下机体代谢方式的某些改变.....	95
(三) 低温对人体健康与发育的影响.....	96
四、低温条件下的营养需要量.....	98
(一) 有关低温条件下营养需要量的主张.....	98
(二) 热能需要量.....	99
(三) 能源性营养素的配比及供给量标准.....	99
(四) 维生素需要量.....	100
(五) 矿物质与微量元素需要量.....	102
五、低温条件下的营养保障.....	102
(一) 平衡膳食的原则要求.....	103
(二) 平衡膳食的食物供应.....	103
(三) 对供膳与膳食制度的要求.....	104
参考文献.....	104
第七章 放射营养问题方允中	106
一、辐射条件下营养保障问题.....	106
(一) 预防营养缺乏或不足的重要性.....	107

(二) 辐射条件下营养保障措施·····	108
二、辐射对营养素代谢的影响·····	109
(一) 放射损伤时营养素代谢·····	109
(二) 营养素代谢改善措施的效果·····	112
三、营养因素对放射损伤的防治作用·····	112
(一) 单一营养素的防治作用·····	113
(二) 多种营养素或与其它措施的综合效果·····	118
(三) 食物对放射损伤的防治效果·····	118
四、放射损伤的营养治疗·····	120
(一) 慢性放射病的营养治疗·····	120
(二) 急性放射病的营养治疗·····	120
(三) 食欲缺乏时的营养供给问题·····	121
五、辐射条件下营养问题的展望·····	121
参考文献·····	122
第八章 低照度作业人员的营养 ····· 杨家驹	125
一、低照度作业的概念和环境特点·····	125
二、低照度作业对营养素代谢的影响·····	126
(一) 视网膜内维生素 A 的代谢·····	126
(二) 蛋白质·····	127
(三) 脂肪·····	127
(四) 其它维生素·····	128
(五) 微量元素·····	128
(六) 其它影响暗适应的因素·····	129
三、低照度作业人员的营养问题·····	129
四、低照度作业人员的营养需要量·····	129
(一) 维生素 A·····	129
(二) 核黄素·····	130
(三) 蛋白质·····	130
(四) 锌、硒·····	131
(五) 热能·····	131
五、低照度作业人员的营养保障措施·····	131
(一) 暗适应功能的检查·····	131
(二) 膳食指导原则·····	132
(三) 应急情况下的保障措施·····	132
(四) 其它保障措施·····	132
参考文献·····	132
第九章 化学毒物接触者的营养 ····· 吴训贤	134
一、毒物代谢简介·····	134
二、营养素与毒物的相互影响·····	136
(一) 蛋白质·····	136
(二) 脂质·····	137

(三) 碳水化物	137
(四) 维生素	137
(五) 无机盐和微量元素	140
(六) 食品中其它成分的解毒作用	141
三、某些有毒作业人员的营养与膳食	141
(一) 铅作业人员的营养与膳食	141
(二) 汞作业人员的营养与膳食	143
(三) 镉作业人员的营养与膳食	145
(四) 苯作业人员的营养与膳食	146
(五) 农药作业人员的营养与膳食	147
(六) 有害气体作业人员的营养与膳食	150
附录 中国医学科学院营养学系制订的 14 种作业人员保健食初步草案 (1962)	151
参考文献	152
第十章 航空营养徐星友	153
一、引言	153
(一) 航空在经济和国防建设中的重要作用	153
(二) 飞行对人体的影响	153
(三) 做好飞行人员营养卫生工作的重要性	155
二、飞行对机体营养代谢的影响	156
(一) 飞行对消化机能的影响	156
(二) 高空胃肠胀气	156
(三) 飞行对代谢的影响	157
三、飞行人员营养卫生保障的组织与实施	162
(一) 飞行人员营养素需要量标准	162
(二) 不同飞行条件下的营养卫生保障	163
参考文献	165
第十一章 航天员营养于志深	167
一、引言	167
二、航天环境的特点及其对人体的影响	167
(一) 对航天员体重减轻的认识	168
(二) 航天对机体水盐代谢的影响	169
(三) 航天对机体能量代谢的影响	173
(四) 失重和运动减退对机体运动支撑系统(肌肉和骨骼)的影响	174
(五) 失重及运动减退对机体作用的机理	176
三、航天员营养的供给量标准和航天食品的研制要求	177
(一) 航天员的能量代谢和热能供给量标准	177
(二) 蛋白质供给量标准和能源物质间的配比	179
(三) 航天员的维生素需要量	182
(四) 水和矿物盐类的供给量	183
(五) 航天食品的研制要求和推荐的我国航天员营养素暂定供给量标准	184

四、结束语·····	185
参考文献·····	186
第十二章 航海与潜水人员的营养 ····· 刘广青	189
一、航海环境的特点及航海人员的营养问题·····	189
(一) 环境特点·····	189
(二) 劳动因素·····	190
(三) 食品供应、贮存及烹调的特点·····	190
二、航海因素对营养素代谢的影响·····	190
(一) 热能代谢·····	190
(二) 三大营养素·····	191
(三) 维生素·····	192
(四) 矿物质·····	192
三、航海人员营养素供给量·····	193
(一) 热量·····	193
(二) 三大营养素·····	193
(三) 维生素与矿物质·····	193
四、航海食品·····	193
五、潜水作业的特点·····	195
(一) 高压环境·····	195
(二) 热量丢失增加·····	195
(三) 精神高度紧张·····	195
(四) 食欲发生变化·····	195
六、潜水作业对潜水员营养素代谢的影响·····	196
(一) 热能代谢·····	196
(二) 三大营养素·····	196
(三) 维生素·····	197
(四) 水与矿物质·····	197
七、潜水人员的营养素供给量·····	198
(一) 热量·····	198
(二) 三大营养素·····	198
(三) 维生素·····	198
(四) 水与矿物质·····	198
参考文献·····	199
第十三章 矿工营养 ····· 柳 黄	200
一、主要职业危害及对机体的影响·····	200
(一) 振动和噪声·····	200
(二) 生产性粉尘·····	203
(三) 不良气象条件·····	206
二、矿工的合理营养及膳食·····	208
(一) 营养供给量·····	208
(二) 合理的膳食构成·····	210

• x •

(三) 膳食制度.....	210
参考文献.....	212
第十四章 运动员营养陈吉棣	213
一、体育运动在增强人民体质和健康水平中的作用.....	213
(一) 系统的体育锻炼促进儿童青少年的生长和发育.....	213
(二) 体育运动提高人体的机能水平.....	213
(三) 体育运动可以改变人体的代谢.....	215
(四) 体育运动改变人的身体成分.....	215
(五) 体育运动可提高运动器官的工作能力.....	215
(六) 体育运动通过改善体力及身体机能对人的心理状态起到良好的作用.....	215
二、合理营养在保证运动员健康和机能水平中的作用.....	215
(一) 合理营养有助于提高运动能力和运动后的恢复.....	215
(二) 运动员合理营养的基本要求.....	216
(三) 不同专项运动员营养代谢和需要的特点.....	217
三、运动员的营养代谢和需要量.....	219
(一) 运动的热能代谢和需要.....	219
(二) 运动员的热能需要量及其评定.....	221
(三) 运动对蛋白质、脂肪和糖代谢的影响和需要.....	222
(四) 运动对水和无机盐代谢及需要量的影响.....	226
(五) 运动员的维生素代谢和需要量.....	228
(六) 运动对微量元素代谢和需要量的影响.....	229
四、运动员的合理营养及饮食措施.....	230
(一) 运动员在比赛期的合理营养及饮食措施.....	230
(二) 运动员减体重期的营养与饮食措施.....	231
(三) 儿童青少年运动员的营养及饮食措施.....	232
(四) 运动员在热环境训练期的营养及饮食措施.....	233
(五) 运动员在低温环境训练期的营养及饮食措施.....	234
参考文献.....	235
第十五章 紧急战斗部队的营养问题刘继鹏	237
一、现代战争的特点及可能出现的营养问题.....	237
(一) 热量供应不足.....	237
(二) 维生素缺乏病的发生.....	237
(三) 饮食卫生问题.....	238
二、营养保障措施.....	238
(一) 平时的营养保障措施.....	238
(二) 战时的营养保障措施.....	238
三、特殊情况下的营养保障措施.....	241
(一) 不全饥饿时热量供应及营养素的代谢.....	241
(二) 不全饥饿时低热量口粮的适宜组成.....	249
四、摘要.....	250
参考文献.....	251

第十六章 农牧民营养问题	张月明 252
一、农牧民营养问题研究的重要性	252
(一) 目前世界的食品危机与农牧业生产.....	252
(二) 世界性的营养状况亟待改善与根本方向.....	253
二、农牧民劳动环境和作业的特殊性	253
(一) 特殊环境.....	253
(二) 特殊作业.....	254
三、农牧民营养现况	254
(一) 农民营养状况与存在的问题.....	254
(二) 牧民营养状况与存在的问题.....	256
(三) 农牧民营养与健康及疾病的关系.....	257
四、营养代谢特点与需要量	259
五、结束语	260
参考文献	260

第一章 概论——环境与机体的关系

于 志 深

引 言

当代自然科学的飞速发展,社会的巨大变动,正使人们的认识对象、手段、方式和进程发生急剧的变化。科学的发展,以分门别类、化整为零、分析还原为基本方式的研究方法,随着系统论、控制论和信息论的发展,在整体观、系统观的影响下,正被将事物的各个组成部分及其诸方面、诸因素联系起来,以综合考察为主的研究方法所取代,在哲学及人类认识发展的历史上,被称为“综合的时代”^[1]。不同学科在高度分化和发展的基础上,相互渗透,产生了许多边缘学科和横向学科。

特殊营养学是现代营养学和环境医学的一个新的分支学科。从整体观、系统观出发,以环境-饮食营养和人体的相互关系为对象,特殊营养学主要研究特殊环境、特种作业人员的营养问题。对环境与机体关系的认识是这门学科诞生和发展的基本出发点。

在哲学及人类认识发展的历史过程中,环境与机体、物质与精神的相互关系,历来是人们关注的重大课题。

辩证唯物论认为宇宙间除运动中的物质外,再无其他,并再一切事物都不是孤立存在的。虽然生命科学的进展,现在还未能解决生命起源的问题,但人和一切生物都是地球发展的产物,都只能在一定的条件下生存和发展,这是已有大量科研工作所证明了的事实。根据放射性物质衰变的测定结果,地球的年龄约为 46 亿年。在地球诞生的初期,地面是不可能生命和细胞存在的。现今人们所发现的最古老的细胞是 34 亿年前的化石,其表现很像今天的细菌。地球上原核细胞的出现远早于真核细胞。原核细胞在缺氧的条件下能进行无氧代谢,从养料中获取能量。只有当大气中氧的浓度达到一定的水平时,才可以出现能进行有氧代谢、代谢率更高的真核细胞。真核细胞的产生,清楚地表明了环境在生物进化过程中的决定性作用。

20 世纪 70 年代兴起的环境科学是一门综合性很强的、研究人与环境关系的科学。从环境科学的观点看,人类所处的外环境包括自然环境和由于生产劳动、生活方式、生活习惯等所构成的个人生活环境。作用于人体的环境因素一般被分为物理性、化学性及生物性三大类,但由于社会环境、经济条件、人际关系和作业性质等所造成的精神(心理)负荷(如:高度紧张、过度兴奋、惊慌、恐惧、悲伤、愤怒、焦虑等)、强体力负荷等,对机体的生理和代谢,也有不可忽视的影响。环境是作用于机体的所有事物和力量的总和。人和环境是相互依存、相互影响的对立统一体。日光、空气、水和食物等都是人类赖以生存和发展必需的环境条件,机体依赖这些因素的作用来维持自身的生存,同时,也无时不在受到环境因素变化和制约的影响。一切生物只有适应环境才能生存和发展。人与其他生物的区别

别在于人类不像其他生物那样仅靠自身的存在影响环境、仅靠自身的生理反应能力来适应环境。人类对环境不是完全从属的和被动的，而是能够通过自己的劳动、控制、改造和利用自然环境为人类服务的。并且人类对环境的影响程度和改造能力，是随着社会生产力的发展而逐步提高的。人类在改造客观世界的同时也改造着自己，人类是在与不利环境的斗争中发展起来的^[2]。

从系统科学的观点看，人体是一个开放的、复杂的、多层次的巨系统，人与环境构成更复杂的超巨系统。钱学森教授特别强调从整体观、系统观出发研究人体科学的必要性。他指出：“现代生命科学虽然已经发展到了分子生物学的水平，但还是不能解决人的整体问题，回过头来，还要研究由亿万分子所构成的整体，因为整体的性质和功能并不等于其各个组成部分的简单相加。人体科学是从整体研究人体的科学，是研究人在客观环境所处功能态的科学，并且人体的功能态通过与外环境的物质交换、信息交换及大脑意识的作用，是可以调节的”^[3]。

我们认为，营养学是研究饮食营养与机体(生命现象)关系的科学，是研究机体新陈代谢规律及其合理营养要求的科学，也是研究环境与机体关系的科学。本章主要从营养学的角度来阐述我们对环境与机体关系的认识。

一、饮食营养是构成机体的物质基础和生命活动的能量来源

众所周知，生命是蛋白体的存在形式，有机体的新陈代谢是生命的最一般的和最显著的现象。新陈代谢意味着体内外物质的交换，能量的转移，是体内外环境间有机联系最深刻的体现，而饮食营养是实现这种联系的重要媒介和桥梁。

(一) 机体的组成成分

机体成分的测定结果表明，人体主要由蛋白质、脂肪等有机化合物、水和钙、磷等矿物质组成。正常成年男子体内水的含量约占体重的 62%，蛋白质和脂肪约占体重的 17% 和 14%，碳水化合物占体重的百分比不到 2%，矿物质总共约占体重的 5—6%。

就目前所知，在 92 种天然元素中，已有 60 余种在人体内发现。其中有 11 种已经证实为人体必需的宏量元素，它们约占体重的 99.9%，是构成机体细胞、血液、骨骼等组织的主要成分(表 1-1)；为人体必需的微量元素有 16 种，它们是：铁、氟、锌、碘、钒、硒、铜、锰、镍、钼、钴、铬、锡、硅、砷和硼^[4]，它们的总量虽然还不到体重的 0.1%，但它们参与神经递质、激素和多种酶的构成，或是这些重要的生物活性物质的激活因子，在能量代谢、蛋白

表 1-1 成年人体主要元素占体重的百分比

元 素	占体重%	元 素	占体重%
O	65	Ca	1.5—2.2(2.0)
C	18	P	0.8—1.2(1.0)
H	10	K	0.35
N	3	S	0.25
		Na	0.15
		Cl	0.15
		Mg	0.05

质合成、遗传信息传递、机体的生长发育、造血、免疫及神经内分泌系统功能等方面有着重要的作用。

人体血液中元素的含量与环境元素的分布有明显的相关(图 1-1), 从一个侧面反映了在物质构成方面机体与环境的一致性。

用同位素技术测定机体成分更新的情况, 结果表明机体的所有组成部分都在不断更新中。机体水分子的半寿期约为 7 天, 蛋白质的半寿期约为 80 天, 而脑细胞蛋白质的更新速度比其他组织快得多(约为 3 小时)。血浆游离氨基酸是氨基酸在各种组织间运转的主要形式, 虽然其浓度不高(总浓度约为 2mg/L), 但更新速度很快, 平均半寿期约为 15 分钟。动物实验证明不同组织化学成分的更新速度不同, 如大白鼠肝脏细胞蛋白质的半寿期为 5—6 天, 而肌蛋白的半寿期为 30 天。即使像骨骼、牙齿这样的硬

组织, 在活体内也是不断更新重建的。我们用 ^{45}Ca 放射自显影术测定正常及模拟失重大鼠骨盐代谢的实验结果表明, 给动物腹腔注射 ^{45}Ca ($10\mu\text{C}/100\text{g BW}$) 后 2 小时, 在骨组织中就可以看到 ^{45}Ca 分布的情况, 并且其分布主要集中在骺板、骨膜、门齿等骨质代谢旺盛和生长速度较快的部位^[6]。

(二) 机体的能量代谢

能量是组织细胞完成其所有生理功能活动的动力。蛋白质的合成、消化液的分泌、肌肉的收缩、神经兴奋的传导等, 一切生命活动都伴有能量的消耗。所以机体在代谢过程中, 必须不断从高能物质转化为低能产物的反应中获取能量, 才能维持其生命活动的正常进行。根据生理学的测定结果, 一个成年人在安静状态下, 每昼夜的能量消耗约为 1400—1800kcal¹⁾, 肌肉活动、精神紧张、食物营养成分的消化吸收和环境温度的变化等, 都影响机体的能量代谢。

食物中能向机体提供能量的营养素 (energy nutrients) 主要是碳水化合物、脂肪和蛋白质。它们在生物氧化过程中释出的能量约有 55% 以热能的形式散出体外, 45% 以三磷酸腺苷 (ATP) 的形式储存, 在体内用于所有消耗能量的过程。维生素、无机盐和微量元素虽不提供能量, 但它们在机体能源物质的转化和能量代谢调节的过程中, 起着极其重要的作用, 也是机体必不可少的营养素。

不同能源物质的分子构成不同, 所以氧化时释出的能量也不相等。1g 脂肪能提供 9.3kcal (39kJ) 的能量, 1g 碳水化合物或蛋白质可提供 4.1kcal (17kJ) 的能量。在代谢

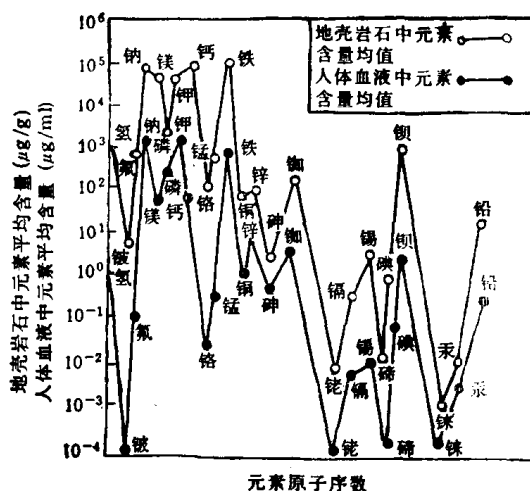


图 1-1 人体血液和地壳中元素含量的相关性^[9]

1) 1cal = 4.1868J。

过程中, 它们的耗氧量、CO₂ 和代谢水的生成量也不等(表 1-2)。了解这些营养素能量代谢的特征, 对于设计特殊环境、特种作业人员膳食(或口粮)热能供给量的配比, 是很有实际意义的。

表 1-2 不同营养素的能量代谢特征^[7]

	蛋白质	脂肪	碳水化合物
卡价 (kcal/g)	4.1	9.3	4.1
耗氧量 (ml/g)	966	2 019	829
CO ₂ 生成量 (ml/g)	774	1 427	829
水生成量(ml/g)	0.41	1.07	0.60
呼吸商 (RQ, 按体积计)	0.81	0.71	1.00
热当量 (kcal/L O ₂)	4.49	4.69	5.05

(三) 人体物质代谢的平衡

由于新陈代谢是维持机体生存和发展必不可少的条件, 人体是靠不断从外环境获取营养物质并在物质与能量的转化和耗散过程中才能维持其存在的结构, 所以维持代谢的平衡, 需要消耗大量的营养素。据估算, 一个人从初生到 60 岁, 机体从外环境摄入的水约有 60 万 kg, 碳水化合物 10 000kg, 蛋白质 1 600kg, 脂肪 1 000kg。一个成年人 24 小时的物质代谢平衡情况见表 1-3。

表 1-3 成年人一昼夜的物质代谢平衡^[8]

摄 入 量		排 出 量	
水	2 400ml	水	2 730ml
O ₂	715g	CO ₂	840g
干物质*	500g	干物质	45g
总量	3 615g	总量	3 615g

* 干物质指食物的固体成分, 包括无机盐。食物的消化率按 95% 计算, 净热量为 2 400kcal, 含蛋白质 10%, 脂肪 35%, 碳水化合物 55%。

二、环境因素影响机体的生理状况和代谢

(一) 环境因素对机体的影响

环境因素的变化可以直接影响机体的生理状况和代谢, 如高温环境中体温的调节主要靠蒸发散热, 由于水、矿物盐和多种水溶性维生素的丢失, 体温调节障碍, 体内热蓄积, 可以发生中暑、热痉挛等症状; 低温环境, 由于机体热能需要量增加, 食物的质和量与机体的耐寒能力直接有关; 噪声不仅损伤听觉器官的功能, 而且对神经内分泌系统、心血管系统和代谢也有影响, 有些变化甚至发生在听力损伤之前; 航天失重及/或运动减退导致航天员体重减轻、水盐代谢和氮代谢负平衡, 并有骨骼肌萎缩、骨盐丧失等现象发生。在环境医学和职业病工作领域内, 有大量的资料说明环境因素影响机体的生理状况和代谢, 并与多种疾病的发生有密切的关系^[9]。环境医学的任务就是研究人类生存环境中各种有害因素对人体的作用规律、机理、危害程度, 为制定环境质量标准提供医学依据, 提出改善环