



LINCHUANG  
YINGYANG  
ZHILIAOXUE

# 临床营养 治疗学

(第2版)

于 康 / 主编



中国协和医科大学出版社

# 临床营养治疗学

(第2版)

中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院

于康主编

编者 (按编写顺序排列)

于康 李宁 马方 陈伟

中国协和医科大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

临床营养治疗学 / 于康主编. —2 版. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2008. 4  
ISBN 978 - 7 - 81136 - 018 - 9

I. 临… II. 于… III. 临床营养 - 食物疗法 IV. R459.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 028330 号

## 临床营养治疗学 (第 2 版)

---

主 编: 于 康  
责任编辑: 田 奇

---

出版发行: 中国协和医科大学出版社  
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: [www.pumcp.com](http://www.pumcp.com)  
经 销: 新华书店总店北京发行所  
印 刷: 三河华晨印务有限公司

---

开 本: 787 × 1092 毫米 1/16 开  
印 张: 28.25  
字 数: 650 千字  
版 次: 2008 年 6 月第 2 版 2008 年 6 月第 1 次印刷  
印 数: 1—5000  
定 价: 49.00 元

---

ISBN 978 - 7 - 81136 - 018 - 9/R · 018

---

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

## 第2版前言

《临床营养治疗学》(第1版)自2004年5月由中国协和医科大学出版社出版以来,受到广大临床营养师、临床医生和护士的欢迎。我们在中国协和医科大学成人教育学院的临床营养学教学工作中使用本书,收到了较好的教学效果。2005年12月,台湾新京开发出版股份有限公司还购买了本书第一版的版权,编修出版了本书的繁体中文版。自2004年出版以来,很多老师和同道,给予我们诸多的鼓励与支持,并对第1版提出了很好的建议和意见。所有这些,均使我们感到欣慰和鼓舞。

承蒙广大读者的厚爱和鼓励,并根据中国协和医科大学出版社的要求和计划,我们在广泛收集和整理最新的临床营养进展的基础上,于2008年编写出版《临床营养治疗学》(第2版)。考虑到临床营养实践和教学工作的连续性,本书第2版维持第1版的基本框架不变,即仍包括“基础营养”和“临床营养”两部分,共计31章。在此基础上,更新了约40%的内容,主要包括:增添部分新的进展,如欧洲肠外肠内营养学会(ESPEN)推荐的营养风险评定(NSR2002)、胃肠动力障碍与肠内营养、常见临床营养名词的中英文对照等;将“早产儿的喂养”由“各类健康群体的营养需要”一章移至“儿科疾病的营养治疗”一章;取消了第1版“烧伤病人的营养支持和治疗”一章;修订了新的标准,如新版的健康成人膳食摄入量标准(DRIs)、最新的高血压诊断标准等;全面修订了各章的文字表述,使其更趋科学、准确、简洁和通顺;修订和补充了参考文献等。

再次感谢临床营养的前辈及同道的指导和帮助,感谢我科进修医生胡洁勇大夫和胡桂华大夫对部分章节进行的文字校对。最后,恳请广大读者继续提出宝贵的意见和建议,以利本书进一步的完善和下一版的更新与出版。

于 康

2008年4月

于北京协和医院临床营养科

## 第1版前言

临床营养是一门科学，她已成为医学和生命科学的重要组成部分；临床营养治疗也成为众多疾病综合治疗的基础。

临床营养学得以传承和发展的基础是临床营养教学。我国自20世纪80年代在部分医学院校建立医学营养专业以来，近20年时间，已培养出一定数量的临床营养本科、硕士和博士毕业生。目前，一些高等医药学院的医疗和护理专业也相继开设临床营养课。但不可否认的是，我国临床营养的整体教学水平与发达国家相比、与社会的实际需求相比，仍有相当大的差距。

编写并完善临床营养学教材是缩小和弥补这一差距的重要一环。

作为毕业于高等院校临床营养专业，同时又在中国协和医科大学北京协和医院营养科进行十多年临床实践和教学的医生，我们深切体会到编写一本好的临床营养教材的重要性、紧迫性和艰巨性。我们进行了大胆的尝试：在强调基本理论和基础知识的同时，努力将我们的临床体会和教学经验与营养学基本理论和最新发展相结合，使本教材的科学性、先进性和实用性得到保证。

这本教材包括“基础营养”和“临床营养治疗”两大部分，共32章，使用者可根据实际需要进行增减并安排相应学时。我们鼓励在使用本教材的同时，参阅书后所附的参考文献及有关的临床营养专著。

这本教材可供高等医药院校医疗、护理和营养专业本科和专科教学、“专升本”教学和成人大专继续教育用，也可作为研究生营养教学的参考教材。

因时间紧迫，加之水平有限，不当和不妥之处在所难免，还望广大读者指正。

于 康

2003年11月

于中国协和医科大学北京协和医院营养科

## 目 录

## 第一篇 基础营养

第一章 临床营养绪论 .....	( 1 )
第二章 能量 .....	( 7 )
第一节 能量的来源及热源质的代谢 .....	( 7 )
第二节 能量的需要量 .....	( 9 )
第三节 人体能量代谢的测定 .....	( 14 )
第四节 疾病状态下能量消耗的计算 .....	( 15 )
第三章 蛋白质和氨基酸 .....	( 17 )
第一节 蛋白质的生化和生理 .....	( 17 )
第二节 蛋白质的生理作用 .....	( 21 )
第三节 膳食蛋白质的消化、吸收和利用 .....	( 22 )
第四节 氮平衡 .....	( 23 )
第五节 蛋白质和氨基酸的需要量 .....	( 23 )
第六节 膳食蛋白质的质量评价 .....	( 25 )
第七节 创伤与饥饿对氨基酸和氮代谢的影响 .....	( 29 )
第四章 脂类 .....	( 31 )
第一节 脂类的种类和理化性质 .....	( 31 )
第二节 脂类的生理功能 .....	( 34 )
第三节 脂类的消化和吸收 .....	( 37 )
第四节 脂类的代谢 .....	( 39 )
第五节 脂类的食物来源及其营养价值 .....	( 43 )
第六节 脂类的供给量标准 .....	( 45 )
第五章 碳水化合物 .....	( 47 )
第六章 维生素 .....	( 53 )
第一节 维生素概述 .....	( 53 )
第二节 维生素 A .....	( 54 )
第三节 维生素 D .....	( 58 )
第四节 维生素 E .....	( 60 )
第五节 维生素 K .....	( 63 )
第六节 维生素 B <sub>1</sub> .....	( 64 )

第七节	维生素 B <sub>2</sub> .....	( 66 )
第八节	尼克酸 .....	( 68 )
第九节	维生素 B <sub>6</sub> .....	( 69 )
第十节	叶酸 .....	( 71 )
第十一节	维生素 B <sub>12</sub> .....	( 73 )
第十二节	维生素 C .....	( 75 )
第七章	矿物质 .....	( 78 )
第一节	常量元素 .....	( 78 )
第二节	微量元素 .....	( 89 )
第八章	膳食纤维 .....	( 99 )
第九章	水、电解质与酸碱平衡 .....	( 104 )
第一节	水、电解质与酸碱平衡 .....	( 104 )
第二节	水、电解质代谢紊乱 .....	( 107 )
第十章	胃肠道生理及营养素的消化和吸收 .....	( 110 )
第一节	胃肠道的解剖及概述 .....	( 110 )
第二节	胃肠道的分泌和食物消化 .....	( 110 )
第三节	营养素的吸收 .....	( 112 )
第四节	胃肠的运动 .....	( 115 )
第五节	肠屏障和肠粘膜屏障损害概述 .....	( 117 )
第十一章	膳食营养素参考摄入量及中国居民膳食指南 .....	( 120 )
第一节	中国居民膳食营养素参考摄入量 .....	( 120 )
第二节	中国居民膳食指南及平衡膳食宝塔 .....	( 122 )
第三节	膳食摄入量调查 .....	( 131 )
第十二章	各类健康群体的营养 .....	( 134 )
第一节	新生儿及婴儿的营养与膳食 .....	( 134 )
第二节	幼儿及儿童的营养与膳食 .....	( 141 )
第三节	孕妇营养 .....	( 149 )
第四节	乳母营养 .....	( 152 )
第五节	老年人营养 .....	( 154 )

## 第二篇 临床营养

第十三章	临床营养支持组的建立与发展 .....	( 158 )
第十四章	医院基本膳食与治疗膳食 .....	( 162 )
第十五章	诊断与代谢膳食 .....	( 171 )
第一节	诊断用试验膳食 .....	( 171 )
第二节	代谢膳食 .....	( 174 )
第十六章	营养风险筛查与营养状况评定 .....	( 176 )

第一节	营养不良及其分类 .....	(176)
第二节	营养风险筛查与营养评定 .....	(177)
第十七章	胃肠道疾病的营养治疗 .....	(200)
第十八章	肝、胆、胰腺疾病的营养治疗 .....	(213)
第一节	肝脏疾病的营养问题 .....	(213)
第二节	肝脏损伤的营养治疗 .....	(216)
第三节	胆囊炎和胆石症的营养治疗 .....	(222)
第四节	胰腺疾病的营养治疗 .....	(224)
第十九章	呼吸系统疾病的营养治疗 .....	(228)
第一节	营养不良对呼吸系统结构和功能的影响 .....	(228)
第二节	慢性阻塞性肺疾病病人的营养支持 .....	(230)
第三节	急性呼吸窘迫综合征病人的营养支持 .....	(233)
第四节	机械通气患者的营养支持 .....	(235)
第二十章	心血管疾病的营养治疗 .....	(237)
第二十一章	肾脏疾病的营养治疗 .....	(245)
第二十二章	内分泌系统疾病的营养治疗 .....	(271)
第一节	糖尿病的营养治疗 .....	(271)
第二节	甲状腺功能亢进症的营养治疗 .....	(285)
第三节	甲状腺功能减退症的营养治疗 .....	(288)
第四节	单纯性甲状腺肿的营养治疗 .....	(290)
第五节	原发性骨质疏松症的营养治疗 .....	(290)
第六节	肾上腺皮质功能减退症(爱迪生病) .....	(292)
第七节	功能性低血糖(功能性胰岛素分泌增多)的营养治疗 .....	(294)
第八节	原发性醛固酮增多症的营养治疗 .....	(295)
第九节	神经性畏食症的营养治疗 .....	(296)
第二十三章	痛风症的营养治疗 .....	(298)
第二十四章	肥胖症的营养治疗 .....	(308)
第二十五章	遗传性疾病的营养治疗 .....	(317)
第一节	苯丙酮尿症 .....	(317)
第二节	糖原累积病 .....	(318)
第三节	半乳糖血症 .....	(319)
第四节	果糖代谢缺陷 .....	(320)
第五节	肝豆状核变性 .....	(320)
第二十六章	儿科疾病的营养治疗 .....	(322)
第一节	早产儿的营养及喂养 .....	(322)
第二节	小儿营养性贫血的营养治疗 .....	(325)
第三节	婴儿腹泻的营养治疗 .....	(333)
第四节	婴幼儿营养不良的饮食治疗 .....	(336)



第五节 饮食与儿童肥胖 .....	(342)
第二十七章 肠外营养与肠内营养 .....	(347)
第一节 肠外营养支持的适应证、禁忌证和并发症 .....	(347)
第二节 肠内营养的适应证、禁忌证和并发症 .....	(351)
第三节 肠外营养和肠内营养支持方式及操作技术 .....	(354)
第四节 肠外与肠内营养支持的管理与监测 .....	(358)
第五节 肠内营养和胃肠动力 .....	(360)
第二十八章 肠内营养制剂 .....	(364)
第一节 肠内营养制剂的分类及其组成 .....	(364)
第二节 肠内营养制剂的性质及配置 .....	(377)
第三节 肠内营养制剂的评价 .....	(379)
第二十九章 肠外与肠内营养输液系统 .....	(382)
第三十章 外科疾病的营养支持 .....	(386)
第一节 外科疾病的营养支持概述 .....	(386)
第二节 常见外科疾病的营养支持 .....	(389)
第三十一章 创伤和感染病人的营养支持 .....	(400)
第一节 创伤/感染后的临床及代谢改变 .....	(400)
第二节 创伤和感染后肠道粘膜屏障损伤与肠道细菌移位 .....	(405)
第三节 创伤/感染病人的营养支持 .....	(408)
附录 .....	(416)
附录1 常见食物蛋白质含量 .....	(416)
附录2 常见食物脂肪含量 .....	(418)
附录3 常见食物碳水化合物含量 .....	(420)
附录4 常见食物膳食纤维含量表 .....	(422)
附录5 常见食物含钾量 .....	(425)
附录6 常见食物含铁量 .....	(426)
附录7 常见食物中的含水量 .....	(427)
附录8 常见食物的酸碱性表 .....	(427)
附录9 临床检验参考值 .....	(428)
附录10 常用临床营养名词的中英文对照 .....	(433)
主要参考文献 .....	(442)

# 第一篇 基础营养

## 第一章 临床营养绪论

机体摄取、消化、吸收、代谢和利用食物 (food) 或营养素 (nutrients) 以维持生命活动的整个过程, 称为营养 (nutrition)。

食物是维持人体生命和机体活动的最基本物质条件之一。平衡膳食 (balanced diet) 是维持人体健康的最基本物质条件之一。

营养学可分为基础营养、妇幼营养、临床营养/肠内与肠外营养、老年营养、公共营养、营养资源与营养分析、特殊人群营养、微量元素营养等多个分支或领域。各分支或领域间相互交叉。

### 一、临床营养

临床营养 (clinical nutrition) 是现代营养学和现代医学的重要组成部分。它是根据疾病的病理、病人的心理及生理基本特点, 给予恰当的能量及营养素, 以增强机体抵抗力, 促进组织修复, 减低器官负担, 纠正因代谢失常而产生的矛盾, 达到预防、治疗有关疾病, 增进健康, 延缓衰老的目的。

近代医学已明确, 采取包括医疗、护理、营养和心理等多方面密切结合的综合治疗才能获得最好的疗效。许多疾病需要营养治疗, 有些疾病或疾病的某些阶段, 营养治疗成为主要的治疗手段。合理的营养治疗能够改善患者的代谢状况, 修补损伤组织, 改善临床结局 (outcome)。临床营养工作的质量直接影响医院整体医疗效果。

(一) 饮食治疗 饮食治疗是病人综合治疗的基础。饮食治疗与药物、手术、理疗、心理治疗及其他专门疗法具有同等重要性。

1. 饮食治疗的基本原则 病人住院时, 为设计和制定治疗饮食, 应考虑以下几个原则。

(1) 首先了解环境因素在配制治疗饮食中的意义 包括了解病人的家庭情况、经济条件、职业特点、既往病史、药物过敏情况、饮食习惯, 每天食物的摄入量及其营养价值等。

(2) 实施饮食治疗过程中宣教工作的重要性 凡刺激性较强的食物及治疗上需要限制的食物, 事先要把食物对病情影响的基本原理向患者解释清楚, 使其主动配合接受饮食

治疗。

在进行饮食治疗时，应按照治疗原则设计食谱、选择食物、确定餐次，并听取病人的意见反馈。

应注意不同饮食的餐次不同，如流质、半流质一般每日5~6次，鼻饲每日6~8次，普食每日3次，软饭每日5次。此外，部分治疗膳食，如糖尿病膳食和消化道疾病膳食等也往往采用少量多餐的原则。

(3) 出院后病人需要继续治疗时，在制定饮食方案时，要有利于家庭、亲属及护士的护理。在病人需要特别护理时，需要家庭成员、营养师及访视护士应共同商讨计划，制定并调整饮食治疗方案。

(4) 具体执行计划时应注意事项 ①营养治疗用的饮食配制应该常改变花样或烹调方法，注意色、香、味和形的搭配，合乎卫生学要求，并保证其能量和营养素合理；②治疗用的膳食，不但应注意减轻患者器官的负担，而且也应注意它对整个机体所产生的作用；③注意病人总能量的消耗，为患者提供适宜的能量；④进行营养治疗时，必须对病人解释营养治疗的目的，使病人相信为其配制的饮食的合理性，充分了解遵守这种饮食原则的重要性，绝不可为满足一种嗜好而破坏营养治疗的原则。

2. 食谱编制 为保证饮食治疗的顺利完成，应注意做好食谱编制工作。食谱的编制首先要满足人体对能量和营养素的需要量，并按能量和营养素的供给量标准及治疗原则来选择和搭配各种食物。要充分考虑患者的经济条件、食物的季节变化、患者的饮食习惯等，并采用适当的烹调方法，注意变换花样以促进食欲，并能充分利用各种食物在营养价值上的特点，发挥互补作用，使食物的质和量均符合饮食治疗原则。

(二) 肠内营养与肠外营养 近代概念的临床营养还包括肠内营养 (enteral nutrition, EN) 和肠外营养 (parenteral nutrition, PN)。所谓肠内营养，是指经消化道给予能量和营养素，根据组成不同分为整蛋白型肠内营养和氨基酸型肠内营养。根据给予途径的不同，分为口服和管饲。所谓肠外营养，是经静脉为无法经胃肠道摄取和利用营养物质的患者提供包括氨基酸、脂肪、糖类、维生素及矿物质在内的营养素，以满足患者对能量和营养素的需要。肠内营养与肠外营养都是适应现代治疗学的需要而发展起来的。目前，人们在新的基础上重新认识到肠道 (gut) 的重要性，并提出“如果胃肠道功能允许，应首选肠内营养”的基本原则。

(三) 临床营养的主要应用和研究内容 目前，临床营养的主要应用和研究内容包括：

1. 各类疾病的营养支持与治疗。
2. 在疾病状态下，能量及各类营养素的代谢特点及对疾病的可能影响。
3. 对住院病人的营养风险筛查 (nutritional risk screening, NRS)、营养状况评定 (nutritional assessment) 及人体组成 (body composition) 分析等。
4. 应激状态下的营养支持及代谢调理。
5. 营养与感染、免疫等关系。
6. 特殊营养因子的应用与研究 (如谷氨酰胺、精氨酸、n-3 多不饱和脂肪酸、核苷酸、膳食纤维等)。
7. 肠屏障功能研究及肠粘膜屏障损害的诊断与营养支持。

8. 各类器官移植病人的营养支持。
9. 营养素与药物的关系研究。
10. 循证医学 (evidence - based medicine, EBM) 在临床营养中的应用。
11. 合理营养在防治各类慢性疾病方面的作用。
12. 先进的营养支持途径的建立与现代输液系统的应用。

## 二、住院病人的主要营养问题

住院病人有诸多的营养问题,如宏量营养素缺乏、常量元素缺乏、微量元素缺乏和维生素缺乏等,但核心问题仍是蛋白质能量营养不良 (protein - energy malnutrition, PEM)。

蛋白质能量营养不良在住院病人中广泛存在,在消化内科、神经科、恶性肿瘤和老年病人中,蛋白质能量营养不良的发病率相对较高。

蛋白质能量营养不良可导致不良的临床结局 (clinical outcome),包括并发症的发生率增加、死亡率增高、住院时间延长、住院费用增加等。

临床上通常将蛋白质能量营养不良分为以下三种类型:

### 1. 干瘦型或单纯饥饿型营养不良 (marasmus)

(1) 主要原因 能量摄入不足,常见于慢性疾病或长期饥饿的病人,如神经性厌食、食管狭窄引起的梗阻或有严重的吸收不良综合征的患者。

(2) 主要临床表现 严重的脂肪和肌肉消耗。在婴幼儿者则表现为生长发育延缓。

(3) 营养评定 皮褶厚度和上臂围减少,躯体和内脏肌肉量减少,血浆白蛋白降低,但免疫力、伤口愈合力在早期尚好,病人精神及食欲在早期尚可。

### 2. 低蛋白血症型或急性内脏蛋白消耗型 (kwashiorkor)

(1) 主要原因 常见于长期蛋白质摄入不足,常由于严重的外伤、感染、大面积烧伤等引起的剧烈的系统性炎症反应造成,同时还可能伴随食物摄入量的显著减少。机体对此类情况的反应与单纯的半饥饿状态截然不同。

(2) 主要临床表现与营养评定 与 marasmus 型不同,该型伴有明显的生化指标异常,主要为血浆白蛋白明显下降和淋巴细胞计数下降。病人的部分人体测量指标可能无明显改变,但内脏蛋白质迅速下降,毛发易拔脱,出现水肿及伤口愈合延迟。对此型病人若不采用有效的营养支持,可因免疫力受损,导致革兰阴性菌败血症或严重真菌感染。

### 3. 混合型营养不良 (mixed marasmus and visceral malnutrition)

(1) 主要原因 该型为最严重的一类营养不良,是由于蛋白质和能量的摄入均不足所致。常在病变的终末期产生。包括脏器官性的,如晚期的肝脏病变引起的恶病质;疾病源性的,如癌性恶病质或艾滋病 (acquired immunodeficiency syndrome, AIDS) 耗竭。这种营养不良的特征是:①急性期蛋白的增高,如 C 反应蛋白 (C reactive protein, CRP) 增高;②血清细胞因子水平增高;③外周血中单核细胞释放的白介素 -1 和肿瘤坏死因子增高等。

(2) 主要临床表现 这类病人因原本能量储备少,在应激状态下,体蛋白急剧消耗,极易发生感染和伤口不愈等并发症,病情危重,死亡率高。

### 三、营养支持和治疗的主要目的、对象和时机

营养支持和治疗的目的因被支持和治疗的病人的病种和病情进展的不同而异。营养支持和治疗的主要目的见表 1-1。

表 1-1 营养支持和治疗的主要目的

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 促成蛋白质合成</li><li>2. 减少骨骼肌蛋白的分解</li><li>3. 为免疫及创面愈合提供适宜的能量及营养基质</li><li>4. 恢复糖原贮存, 支持重要脏器功能</li><li>5. 提供多种维生素、常量元素和微量元素</li><li>6. 纠正水和电解质紊乱</li><li>7. 补充有特殊作用的营养因子, 如精胺酸、谷氨酰胺、n-3 脂肪酸、膳食纤维</li></ol> |
|--|

营养支持和治疗的主要对象包括蛋白质能量营养不良的患者、存在营养风险 (nutritional risk) 的患者、各类慢性疾病患者、遗传代谢性疾病患者等。

营养支持的时间取决于对病人营养状态的估价。对于蛋白质能量营养不良或存在营养风险的病人, 应给予适宜的营养支持和治疗。

应特别注意的是, 对于严重分解代谢的患者, 能量平衡并不是营养支持的目的。现有的研究资料显示, 在某种情况下, 即使有可能达到能量平衡, 这种平衡本身对疾病和患者的结局也并非有益。很多证据表明, 因过度的支持而造成的能量平衡却是一种潜在的危害, 因为在严重的分解状态下, 患者往往不能很好地利用大量的营养底物, 相反可能导致代谢性并发症增高, 如高血糖症和脂肪变性等, 并可能出现肝功能异常等。而适宜的营养支持则能避免上述情况的出现。

### 四、营养支持和治疗的方式

合理的营养供给途径通常根据疾病的性质、病人的营养状态及主管医生和营养师的判断而确定。一般按下述程序进行选择:

1. 病人可经口摄取自然食物, 则可根据具体情况选择如下膳食:
  - (1) 普食 (general diets)。
  - (2) 软饭 (soft diets)。
  - (3) 半流食 (semi-liquid diets)。
  - (4) 流食 (liquid diets)。
  - (5) 治疗膳食 (therapeutic diets)。
  - (6) 代谢膳食 (metabolic diets)。
  - (7) 试验膳食 (experimental diets)。
  - (8) 如需要, 可在自然膳食基础上添加混合奶 (mixed formula)、匀浆膳食 (homoge-

nized diets) 和肠内营养制剂。

2. 病人不能或不愿摄取自然食物, 但病人胃肠道功能允许, 则可选择下述肠内营养制剂:

- (1) 整蛋白型肠内营养制剂。
- (2) 水解蛋白/短肽型肠内营养制剂。
- (3) 氨基酸型肠内营养制剂。
- (4) 特殊治疗用肠内营养制剂。

3. 如有明确的缺乏, 可在通用型制剂应用的基础上, 选择有关组件型肠内营养制剂:

- (1) 氨基酸组件制剂。
- (2) 维生素组件制剂。
- (3) 微量元素组件制剂。
- (4) 糖类组件制剂。

4. 肠内营养的支持方式可根据需要选择:

- (1) 口服。
- (2) 鼻饲。
- (3) 造瘘。
- (4) 如需要, 可在肠内营养支持的基础上联合使用肠外营养。

5. 在病人的胃肠道功能不允许时, 可选择肠外营养, 其方式包括:

- (1) 中心静脉插管。
- (2) 周围静脉插管。
- (3) 经中心静脉的周围静脉插管 (peripherally inserted central catheters, PICC)。

6. 当胃肠道功能恢复后, 应尽早过渡到肠内营养或经口摄食。

## 五、营养支持方式的过渡

1. 由肠外营养到肠内营养的过渡 在过渡初期, 为确保患者在逐渐耐受管饲肠内营养阶段仍维持适宜的营养, 应保持肠外营养所提供的液量及营养量。这时管饲通常从每小时 40~60ml 的速度开始, 持续滴注或重力注入, 随着患者肠道耐受性的增加, 每隔 8~24 小时可以每小时增加 25ml。同时监测水、电解质平衡及营养素摄入量 (包括肠内与肠外途径)。在逐渐增加管饲量的同时, 减少 PN 的补给量。这一过程一般需要 2~3 天, 但对于未接受过任何肠内营养支持的患者, 适应这一过程可能需要更长时间。对于这类患者和一些吸收不良综合征的患者, 应首先稀释一半浓度, 滴速控制在 30ml/h, 同时观察患者的耐受情况。若出现恶心、呕吐、腹胀、腹泻、肠痉挛或大量营养液滞留等胃肠道不耐受症状, 应采取以下措施: ①暂时按现有速率水平持续滴注; ②稀释输入速度; ③更换管饲液内容; ④上述方法无效时, 可停止管饲, 恢复采用肠外途径提供营养, 至肠道功能改善后再行过渡。

2. 从肠外营养到口服自然食物的过渡 当开始经口摄入并逐渐增加摄入量时, 仍应维持肠外营养补给, 一定要监测病人的耐受程度, 并坚持少量多次摄入。随着每次摄入的增加, 进食间隔可不断拉长。开始时可将配方饮食稀释到 1/4 或 1/2 浓度, 当患者能够耐受所需入液量是再升至正常浓度。

由肠外营养过渡至口服配方饮食比过渡至管饲更加困难，主要因为患者可能无法接受配方饮食的味道，以及每日必须经口饮入很大容量（有时甚至超过3L）。过渡期应更加注意少量多次，并加强营养监测。

Moore（1986）称由于肠外营养能产生“早饱”综合征（satiety syndrome）而使胃蠕动抑制，主张先使之轻度的饥饿数日，静脉仅输注可保持水、电解质平衡的液体，以便刺激胃肠活动，同时利用条件反射，借助菜肴的色、香、味以引起食欲，或与家人共餐以得到愉快。通过管饲与经口摄食的适当配合，有助于从肠外过渡到肠内营养。从长期管饲过渡到经口摄食正常膳食，也应遵循这个原则。

随着肠外营养向经口喂养过渡技术的迅速发展，自然食物将逐渐将逐渐取代要素饮食。可以用简单的流食，如清流食，作为经口的首选饮食。从少量开始（30~60ml/h），维持2天后逐步加量，并更换饮食内容，少量多餐，每日6~8次，每次30~60ml，每餐2~3种食品。在此期间，给予营养价值较高的食品，保证优质蛋白；限制饱和脂肪酸摄入；满足维生素、常量元素、微量元素和可溶性膳食纤维摄入，直到患者经口摄食完全达到所需营养标准，维持3~4天，如无不良反应，可以撤除肠外营养。应注意过快增加食物的种类和容量可能会导致胃肠道不耐受。此外，对于胃肠功能基本正常的神经性厌食症患者，营养支持的同时需要亲属、医务人员的热情鼓励及关心，创造良好的进餐环境。

3. 从肠内营养支持到口服自然食物的过渡 过渡期间遇到的普遍困难是食欲不振及有饱腹感。晚间用管饲给予周期性的肠道营养，白天正常进餐，可以补充摄入营养及液量的不足，并能为经口进食创造机会，增加患者的进食兴趣及主观能动性。对于准备经口进食或进行家庭肠内管饲的病人，每日管饲应滴注8~20小时而不是持续滴注，周期的长短取决于患者对营养液体容量和经口进食量的耐受程度。

（于 康）

## 第二章 能 量

### 第一节 能量的来源及热源质的代谢

能量 (energy) 是维持体温及一切生命活动的基本保障。有机体为了生存, 需要不断地从外界摄取食物, 并在体内经酶的催化, 进行一系列复杂的化学反应, 逐步、分次地释放出其中所蕴藏的能量。在生物体内, 糖类 (碳水化合物)、脂肪和蛋白质在代谢过程中均伴随能量的释放、转移和利用, 此过程称为能量代谢。

#### 一、能量及其来源

研究人体能量代谢的最终目的是获得能量平衡。能量失衡, 可妨碍机体的正常生理功能, 甚至导致疾病的发生。对人类能量需要的研究是整个营养科学领域内最基本的问题, 并且成为推动营养科学发展的动力之一。

国际上常用的能量单位是卡 (calorie, cal), 其定义为: 1g 的水由 15℃ 升温至 16℃ 所需要的能量为 1 卡。将 1000g 水由 15℃ 升温至 16℃ 所需要的能量为 1 千卡 (kilocalorie, kcal)。能量的国际单位为焦耳 (joule, J), 其定义为: 用 1 牛顿的力推动物质移动 1 米所需要的能量为 1 焦耳。焦耳的 1000 倍为千焦耳 (kilojoule, kJ), 千焦耳的 1000 倍为兆焦耳 (megajoule, MJ)。卡与焦耳的换算关系为:

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J} \quad (\text{即 } 1 \text{ J} = 0.239 \text{ cal})$$

$$1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJ} \quad (\text{即 } 1 \text{ kJ} = 0.239 \text{ kcal})$$

$$1000 \text{ kcal} = 4.184 \text{ MJ} \quad (\text{即 } 1 \text{ MJ} = 239 \text{ kcal})$$

植物吸收太阳能, 通过光合作用将简单的无机物合成含有潜能的热源质, 即糖类 (碳水化合物)、脂肪和蛋白质, 统称三大产热营养素。热源质在弹式能量计 (bomb calorimeter) 中燃烧所测得的能量称为粗能量, 在体内经消化、吸收及中间代谢而产生的能量称为生理能量。可见生理能量受消化率和不能完全氧化的代谢产物的影响。

糖类 (碳水化合物) 和脂肪于体内能完全氧化, 而蛋白质在中间代谢氧化时, 尚有部分含氮化合物不能转化为能量, 由尿排出。每克蛋白质所产生的这部分含氮化合物在能量测定计内产生 1.20kcal 能量。

如按糖类 (碳水化合物) 的消化率为 98%, 脂肪 95%, 蛋白质 92% 计算, 对每克热源质从能量测定计测定的结果加以校正, 得出如下的生理能量:

$$\text{糖类 (碳水化合物)} \quad 4.15 \times 98\% = 4.0 \text{ kcal}$$

$$\text{脂肪} \quad 9.45 \times 95\% = 9.0 \text{ kcal}$$

$$\text{蛋白质} \quad 5.65 \times 92\% - 1.20 (\text{尿素}) = 4.0 \text{ kcal}$$

另外, 酒类含有的乙醇 (酒精) 也是产生能量的物质。1g 乙醇可供给 7kcal。



糖类（碳水化合物）和脂肪为能量的最主要或最有效的来源，二者在临床营养领域被称为非蛋白热卡（non-protein calorie, NPC）。蛋白质若用于供给能量，不仅损失其组织修复和生理调节的功能，而且又因尿素等含氮化合物的形成而增加了机体额外的能量消耗。因此，为充分发挥蛋白质效用，必须供给充分而来源平衡的 NPC。

## 二、热源质的基本代谢

（一）糖类（碳水化合物）的代谢 碳水化合物是我国居民膳食的主要成分，为能量的主要来源。各地区的人们所摄碳水化合物在膳食中的比例差别很大。碳水化合物经口入胃肠道后，经淀粉酶和双糖酶水解后，以单糖形式被小肠吸收，一半以上为葡萄糖，其余主要是果糖和乳糖。葡萄糖吸收后大部分以血糖形式随血液循环分布全身，为身体细胞摄取和利用；小部分经胰岛素的调节转化为糖原。乳糖和果糖也转化为糖原贮存在肝脏和肌肉内。糖原贮存是相当有限的，总重约 500g，其中 200g 是肝糖原，可以转化成葡萄糖为身体利用，其余 300g 是肌肉糖原，不能直接变成葡萄糖被身体利用，因此 24h 的饥饿状态就可将肝糖原耗尽。此后若仍无外源性碳水化合物补充，则骨骼肌的蛋白质分解为氨基酸，经糖异生途径转化成葡萄糖供给能量。

葡萄糖的氧化首先经磷酸化后氧化成丙酮酸，然后丙酮酸进入线粒体氧化脱羧转变为乙酰辅酶 A，再经三羧酸循环彻底氧化成二氧化碳和水并释放能量。丙酮酸在缺氧条件下可还原成乳酸，以后仍可氧化再生被彻底氧化利用。葡萄糖过多时，大量丙酮酸可经转氨作用生成丙氨酸，也可生成过量乙酰辅酶 A。过多的乙酰辅酶 A 超过了三羧酸循环可能氧化的量时可合成为脂肪酸。胰岛素的作用是使糖原分解停止，促进糖原生成，刺激机体组织利用葡萄糖，并使一些葡萄糖经脂质生成作用转化为脂肪。胰岛素通过上述作用降低血糖，将血糖调节在正常范内。应激状态下，如感染初期，胰岛素释出增加，但由于糖皮质激素、儿茶酚胺、胰高糖素及生长激素等亦增加，以及周围组织对胰岛素的拮抗作用，降低了血糖的利用。高血糖的结果常使葡萄糖经肾排出。正常时，血中葡萄糖可被脑、肾髓质和一些血细胞直接利用，而肌肉和其他许多组织则可以从脂肪酸代谢获得能量。

（二）脂质代谢 脂肪是人体能量的主要贮存形式。脂肪组织中 90% 是甘油三酯。某些不饱和脂肪酸，如亚油酸不能由体内合成，需外源性摄入。经肠外途径输入的长链和中链脂肪乳直接进入静脉血流。甘油三酯分解成甘油和脂肪酸。部分甘油经糖生成作用转化为葡萄糖，游离脂肪酸则氧化产生乙酰辅酶 A，经三羧酸循环释出能量（8.4kcal/g）。

（三）蛋白质代谢 蛋白质是生命的存在方式。成人平均每天需要蛋白质 1g/kg，用以补充身体蛋白质不可避免的消耗，如脱落细胞、肌肉伸缩时消耗的肌动蛋白和肌凝蛋白，以及用于身体的生长，组织的修复，维持循环中蛋白质含量及制造酶等。摄入的蛋白质经肠道中的蛋白酶水解成肽最终水解为氨基酸，吸收后经肝门静脉进入肝脏。过去认为，有 8 种氨基酸在人体内不能合成或合成的速率不能满足需要，必须从外界补充，这 8 种为异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、苏氨酸，故称必需氨基酸。现在知道所谓“非必需氨基酸”也是相对的，如组氨酸、脯氨酸等。在人体处于分解代谢占优势的情况时（如大剂量化疗/放疗、饥饿状态、感染等），能量摄入不足，肌肉蛋白质首先分解为氨基酸，经转氨或脱氨作用进行代谢。脱氨后经乙酰辅酶 A 转化成酮体，或经草酰乙