

外科名家精品系列

SURGICAL  
NUTRIOLOGY

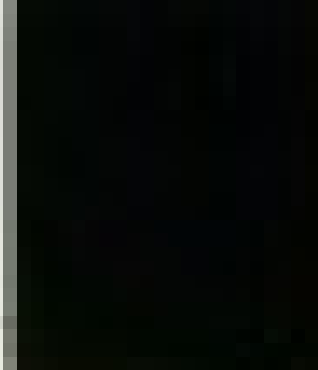
# 普通外科 营养学

主 编 石汉平 余红兰 吴承堂  
副主编 姜海平 马文君 齐玉梅 刘正军



人民军医出版社  
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

中国医药出版社



中国医药出版社

中国医药出版社

# 普通外科 营养学

主编：王卫平 副主编：王卫平 王卫平 王卫平  
编委：王卫平 王卫平 王卫平 王卫平 王卫平



中国医药出版社

外科名家精品系列

# 普通外科营养学

SURGICAL NUTRILOGY

主 编 石汉平 余红兰 吴承堂

副主编 姜海平 马文君 齐玉梅 刘正军



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

---

图书在版编目(CIP)数据

普通外科营养学/石汉平,余红兰,吴承堂主编. —北京:人民军医出版社,2012.7  
(外科名家精品系列)

ISBN 978-7-5091-5766-4

I. ①普… II. ①石…②余…③吴… III. ①外科—临床营养 IV. ①R459.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 133583 号

---

策划编辑:郭颖 文字编辑:曹李 朱华萍 袁朝阳 责任审读:黄栩兵

出版人:石虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8153

网址:[www.pmmp.com.cn](http://www.pmmp.com.cn)

---

印刷:三河市潮河印业有限公司 装订:恒兴印装有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:25.75 彩页 10 面 字数:630 千字

版、印次:2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—2500

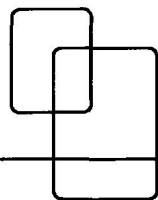
定价:120.00 元

---

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

## 主编简介



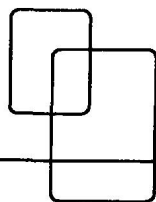
石汉平,医学博士,中山大学附属第一医院外科学教授,主任医师,博士生导师。美国外科学院院士(FACS)。先后在武汉大学、国防科技大学、第二军医大学、美国约翰斯·霍普金斯大学(Johns Hopkins University)、美国新泽西医科与齿科大学(University of Medicine & Dentistry of New Jersey,UMDNJ)学习。

发表学术论文 180 余篇,其中 SCI 收录论文 30 余篇。应邀学术讲座 200 余次。主编《围手术期病理生理与临床》、《肿瘤营养学》、《映秀日记》、《医怀天下》等书籍 9 部,副主编 4 部,参与编写 10 余部。专利 8 项,其中发明专利 3 项。获省部级科技进步二等奖 3 项、三等奖 1 项。立三等功 1 次,在美国学习期间获美国杰出人才签证。曾经到映秀参与抗震救灾。



先后创立广州抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会、广东省医学会肠外肠内营养学分会、中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会、广东省抗癌协会肿瘤营养专业委员会,并担任上述四学会主任委员。创办卫生部《医学参考报—营养学频道》,任主编,还担任中华医学会肠外肠内营养学分会副主任委员,广东省临床营养质量控制中心副主任,中华医学会肠外肠内营养学分会老年营养学组副组长。为国际外科学会活跃会员、国际创伤与重症监护学会活跃会员、国际外科代谢与营养学会活跃会员、美国休克学会会员、美国伤口愈合学会会员、中华医学科技奖评审委员、国家自然科学基金评审委员。兼任《中华普通外科学文献》编辑部副主任,《中华胃肠外科杂志》、《中华肿瘤防治杂志》、《中国医学继续教育》、《中华普通外科学文献》、《Journal of Cancer Research》等多家杂志编委。广东省医学会理事,广州抗癌协会常务理事。

## 主编简介



**余红兰**,女,中山大学附属第一医院外科副教授,副主任医师,东山院区外科副主任。长期从事普通外科及营养支持临床工作,对胃肠道疾病尤其是恶性肿瘤、外科危重病、疑难病、快速康复外科技术及临床营养支持具有较丰富的临床经验。在国内核心期刊发表论文 10 余篇,参与编写著作多部,编写《围手术期病理生理与临床》并担任副主编。参与多项临床研究工作,获省市级科研课题多项,科研项目“双歧杆菌在化疗引起的黏膜炎中对 TLRs 信号通路调节的研究”获第 48 届日本外科代谢与营养学年会优秀论文奖。目前担任中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会委员及秘书,广东省抗癌协会肿瘤营养专业委员会委员,广东省医学会肠外肠内营养学分会老年营养学组副组长。

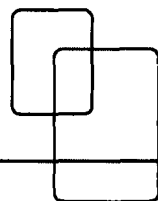


**吴承堂**,男,1967 年生,南方医院普通外科副教授、副主任医师,硕士研究生导师。目前主持广东省科技计划项目、广东省自然科学基金、校长基金和南方医院优秀中青年人才培养专项基金等多项课题。在国内外医学核心期刊上发表学术论文 68 篇,1999 年获军队科技进步二等奖 1 项,2000 年、2005 年获广东省科技进步二、三等奖各 1 项,2008 年获军队医疗成果三等奖 1 项。获第七届(2004 年)全国普外科中青年医师优秀论文二等奖 1 项,广东省医学会第十二次(2007 年)外科学术会议优秀论文一等奖 1 项。荣立个人三等功一次。参与编写学术专著 3 部。

目前国内学术界任职:中华预防医学会微生态学分会委员,广东省医学会肠外肠内营养学分会常委,广东省抗癌协会肿瘤营养专业委员会委员,广州市抗癌协会肿瘤营养与支持治疗学组常委,广东省自然科学基金评审专家,《中华外科杂志》通讯编委、《中华普通外科学文献(电子版)》编委、《南方医科大学学报》审稿专家、南方医科大学学生科学技术指导委员会专家。

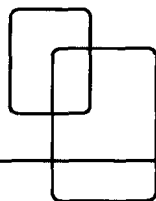
# 内容提要

---



编者集数十年临床经验与国内外最新进展,系统阐述了正常生理代谢,各种营养素的生理功能、来源、消化、吸收、代谢及摄入量,能量底物利用与调节,手术创伤代谢的机制、特征、诊断与治疗,营养筛查与评估的内容、工具、指标,营养支持的实施、途径、监测与疗效评估,营养支持并发症及其防治,营养制剂的选择、营养不良与干预、常见代谢异常,外科代谢的若干问题等。本书内容翔实,图文并茂,病例真实,贴近临床,适于普通外科医师、营养科医师及相关科研人员阅读参考。

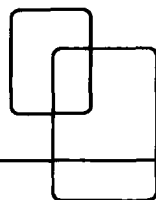
# 编著者名单



主 编 石汉平 余红兰 吴承堂  
副主编 姜海平 马文君 齐玉梅 刘正军  
编著者 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁一娟 | 马 磊 | 马文君 | 区文弢 | 王 伟 |
| 王 亮 | 王天宝 | 毛晓鹏 | 邓 红 | 石汉平 |
| 石英英 | 叶志君 | 伍颖君 | 刘正军 | 齐玉梅 |
| 江 华 | 孙冠青 | 李 薇 | 李玉斐 | 杨 婷 |
| 吴承堂 | 余红兰 | 张 卫 | 张 强 | 张建龙 |
| 张晓伟 | 张晓槟 | 张贇建 | 陈 伟 | 陈 涛 |
| 陈邴津 | 姜海平 | 钟俊新 | 袁凯涛 | 晏 霞 |
| 徐蓉蓉 | 陶晔璇 | 梁晓坤 | 董文广 | 谢信君 |
| 谢雯霓 | 薛聪龙 | 熊伟昕 | 戴伟钢 |     |

# 序 言



外科手术作为一种治疗手段,本身也是一种创伤。手术除创伤本身可引起一系列代谢改变以外,创伤性炎症、感染,以及手术的禁食和营养不良等均可引起不同程度的代谢改变。外科手术的这种特殊性决定了围术期营养支持有别于其他疾病条件下的营养支持。所以,对围术期患者实施营养支持时,首先要了解患者的代谢变化。创伤、手术后机体代谢反应的基本特征是高代谢,不仅能量消耗量增加,而且三大营养素(糖、脂肪、蛋白质)的供能比例也会发生变化。一般认为,手术后机体的代谢反应分为退潮期、涨潮期及恢复期三个阶段,不同时期机体的代谢反应各具特征,而且创伤严重程度、手术大小影响机体代谢反应的程度及其持续时间。这就要求医务人员在为手术患者实施营养支持时,应该根据患者的代谢情况,调整营养支持的配方。

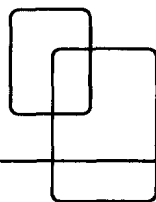
石汉平、余红兰、吴承堂等医师从我国临床工作的实际需要出发,编写了《普通外科营养学》一书,编写人员都是在外科及临床营养一线工作的医务人员,他们努力工作、勤奋好学,他们善于观察、勤于思考,急病人所急,想医师所想,从自己的切身体会与深刻感受出发,以临床医务人员及患者的实际需要为目标,不辞劳苦编写了本书,这是对我国外科学及临床营养学的一大贡献。相信本书的出版会进一步提高围术期营养支持水平,进一步促进营养支持的合理应用,从而更好地服务患者。

本书由生理代谢概述、营养素、能量底物利用与调节、手术创伤代谢、营养筛查与评估、营养支持的实施、营养支持的途径、营养制剂的选择、营养支持的监测与疗效评估、营养支持的并发症、营养不良与干预、常见代谢异常、外科代谢的若干问题等 13 章组成,比较系统地叙述了外科代谢与营养支持的基础与临床问题,内容丰富、图文并茂、实用性强。本书以手术科室医师、学生及临床营养工作者为读者对象,广泛适用于不同等级医院,不同年资医务人员参考。

詹文华

于中山大学

# 前言



作为一名有 20 年军旅生涯的老兵,对那段激情燃烧的青春岁月无比珍惜,对那段豪情万丈的快意人生留恋不已。尽管离开部队多年,自己一直保持着部队热血沸腾的生活态度,保持着军人雷厉风行的工作作风。尽管离开部队多年,自己对部队仍然一往情深,自己像一个等待冲锋号的战士,一直希望仍然能够为部队做一些什么。尽管时间与精力的确相当吃紧,自己仍然非常快乐、非常坚定地接受了编写本书的任务,并把它当成奉献军队的一次机会。

但是,在实际编写过程中,遇到了一些困难:一位作者因身体原因中途退出了编写队伍,还有个别章节的文稿质量欠佳需另请高明,所以,不断有新的专家加入编写队伍中来。于此,编写工作严重拖延。交稿时间比原计划时间晚了整整 7 个月。尽管原因很多,但是都不是理由。好在不是战场打仗,否则,别说是晚了 7 个月,就是晚了 7 分钟,后果都可能不堪设想。

本书是中山大学、南方医科大学、暨南大学、广东省人民医院、武汉大学、上海交通大学、南开大学、天津市第三中心医院、新疆医科大学、河北医科大学、四川省人民医院、成都军区总医院、北京协和医院、汕头大学等单位中青年专家学者共同努力的结果,是集体智慧的结晶。由于水平有限、工作繁忙、杂事不断,本书的缺点、乃至错误一定不少,恳请广大读者批评指正。

全书分为 13 章 70 节,比较系统地叙述了外科代谢与营养支持的基础与临床问题,从机体的生理代谢入手,循序渐进地讨论了营养素的代谢,能量底物的利用,创伤代谢反应,营养不良的筛查与干预,营养制剂的选择与合理应用,营养支持的途径、实施、检测、疗效评价与并发症的防治,常见代谢异常及外科代谢的常见问题。本书内容丰富、图文并茂、实用性强,本书以手术科室医师、学生为读者对象,广泛适用于不同等级医院,不同年资专家参考。

在本书完成之际,作为主编,自己从内心感激全体编写人员,没有他们的辛勤劳动,没有他们的忘我工作,就不会有本书的一切;没有他们的牺牲与付出,没有他们的坚持与忍耐,本书的一切便无从谈起。因为读书的过程尽管是快乐的,但是同时也是劳心的;因为写作的过程尽管是收获的,但是同时也是付出的。

我把本书献给自己军旅生涯第一站——原长沙工程兵学院(现并入国防科技大学),是军校的艰苦,磨练了自己的意志;是军校的严格,养成了自己的作风;我把本书献给自己军旅生涯的第一批战友,是长沙工程兵学院新三队 59 位战友们、同学们的热血、激情,定格了自己人生目标与努力方向;我把本书献给自己军旅生涯的第一位首长——长沙工程兵学院新三队的程林润教导员与夏忠君队长,是他们的教诲与标杆,确立了自己的使命与责任。他们是自己心目中的丰碑,是逐渐远去的传说,是现世鲜见的领导。

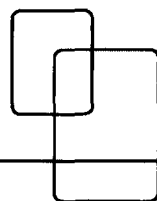
从小深切体会了疾病的险恶,深刻理解了病人的痛苦。所以,我认识到拯救病人生命的不仅是医生笔下的药,手中的刀,更有真诚的微笑,关切的眼神。所以,我自觉要求自己急病人所急,痛病人所痛,忧病人所忧,想病人所想。从医近 30 年,对胃肠道疾病的外科治疗及临床营养支持积累了丰富的临床工作经验。对高龄老人的外科手术、外科疑难重症、快速康复外科技技术及围手术期病理生理有深刻的认识与体会。

救死扶伤是我的庄严承诺,精益求精是我的不懈追求。

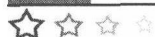
欢迎访问我的博客 <http://blog.sina.com.cn/surgeon> 及好大夫网站 <http://www.shihp.haodf.com>,鼓励阅读卫生部《医学参考报—营养学频道》。

石汉平  
于广州

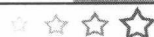
# 目 录



|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>第 1 章 概论</b>        | 1   |
| 第一节 能量需求、平衡与消耗         | 1   |
| 第二节 能量代谢               | 6   |
| 第三节 食欲                 | 9   |
| 第四节 食物                 | 11  |
| 第五节 饥饿的代谢适应            | 17  |
| <b>第 2 章 营养素</b>       | 20  |
| 第一节 水                  | 20  |
| 第二节 糖类                 | 22  |
| 第三节 蛋白质                | 34  |
| 第四节 脂类                 | 39  |
| 第五节 维生素                | 48  |
| 第六节 矿物质                | 69  |
| <b>第 3 章 能量底物利用与调节</b> | 90  |
| 第一节 概述                 | 90  |
| 第二节 食物的可利用度            | 93  |
| 第三节 激素环境               | 98  |
| 第四节 炎症因子               | 103 |
| 第五节 肠道细菌               | 108 |
| 第六节 社会经济地位与代谢          | 110 |
| <b>第 4 章 手术创伤代谢</b>    | 115 |
| 第一节 创伤应激反应             | 115 |
| 第二节 创伤代谢的基本特征          | 122 |
| 第三节 应激糖代谢              | 131 |
| 第四节 应激脂肪代谢             | 137 |
| 第五节 应激蛋白质代谢            | 141 |
| 第六节 毛细血管渗漏综合征          | 145 |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>第5章 营养筛查与评估</b>      | 151 |
| 第一节 营养筛查                | 151 |
| 第二节 营养评估                | 155 |
| 第三节 人体成分分析              | 160 |
| 第四节 体重指数                | 164 |
| <b>第6章 营养支持的实施</b>      | 169 |
| 第一节 概述                  | 169 |
| 第二节 肠外营养                | 169 |
| 第三节 肠内营养                | 184 |
| 第四节 肠内、肠外营养的联合应用        | 191 |
| 第五节 营养支持小组              | 192 |
| <b>第7章 营养支持的途径</b>      | 194 |
| 第一节 概述                  | 194 |
| 第二节 外周静脉                | 195 |
| 第三节 中心静脉                | 197 |
| 第四节 经周围静脉的中心静脉置管        | 203 |
| 第五节 动静脉瘘                | 205 |
| 第六节 鼻饲                  | 207 |
| 第七节 胃造口术                | 211 |
| 第八节 肠造口术                | 214 |
| <b>第8章 营养制剂的选择</b>      | 217 |
| 第一节 肠内营养制剂              | 217 |
| 第二节 肠外营养制剂              | 222 |
| 第三节 免疫营养与药理营养制剂         | 228 |
| <b>第9章 营养支持的监测与疗效评估</b> | 240 |
| 第一节 一般监测                | 240 |
| 第二节 特殊监测                | 251 |
| 第三节 疗效评估                | 256 |
| <b>第10章 营养支持的并发症</b>    | 259 |
| 第一节 导管相关性感染             | 259 |
| 第二节 肠外营养相关性胆汁淤积         | 266 |
| 第三节 肠内营养耐受不良            | 271 |
| 第四节 再喂养综合征              | 275 |
| 第五节 高碳酸血症               | 279 |
| 第六节 脂肪超载综合征             | 283 |
| <b>第11章 营养不良与干预</b>     | 291 |
| 第一节 蛋白质热量营养不良           | 291 |
| 第二节 Kwashiorkor 症       | 294 |
| 第三节 恶病质                 | 294 |



|        |                    |     |
|--------|--------------------|-----|
| 第四节    | 营养支持对临床结局的影响·····  | 297 |
| 第五节    | 白蛋白的临床应用·····      | 301 |
| 第 12 章 | 常见代谢异常 ·····       | 307 |
| 第一节    | 应激性高血糖·····        | 307 |
| 第二节    | 高脂血症·····          | 315 |
| 第三节    | 脂肪肝·····           | 322 |
| 第四节    | 贫血·····            | 329 |
| 第五节    | 代谢综合征·····         | 333 |
| 第六节    | 肌肉减少症·····         | 338 |
| 第 13 章 | 外科代谢的若干问题 ·····    | 347 |
| 第一节    | 胃的应用生理与临床·····     | 347 |
| 第二节    | 胃肠吻合术后的代谢改变·····   | 350 |
| 第三节    | 胰十二指肠切除术后代谢改变····· | 361 |
| 第四节    | 短肠综合征·····         | 369 |
| 第五节    | 糖尿病的外科治疗·····      | 374 |
| 第六节    | 肥胖症的外科治疗·····      | 385 |
| 第七节    | 手术后制动与活动·····      | 391 |
| 彩图     | ·····              | 401 |

# 第1章

## 概 论

### 第一节 能量需求、平衡与消耗

#### 一、能量需求

##### (一)基本需求

新陈代谢是生命的四大基本特征中最重要的特征。它包括物质的合成代谢:机体从外界摄取营养物质来完成自身的构筑和自身的更新,同时贮存能量。它还包括物质的分解代谢:机体通过分解体内的营养物质为生命活动提供能量。机体内物质的合成和分解过程称为物质代谢,在物质代谢的整个过程中始终伴随着能量的释放、转移、贮存和利用等一系列过程。

“能量”(energy)在自然界有多种形式,如太阳能、化学能、机械能、电能,它们之间可以相互转换。为了计量上的方便,国际上制订统一的单位,即焦耳(joule, J)或卡(calorie, cal)。1kcal指1000g纯水的温度由15℃上升到16℃所需要的能量。而1J则是指用1N力把1kg物体移动1m所需要的能量。两种能量单位的换算如下:

$$1\text{kcal}=4.184\text{kJ}$$

$$1\text{kJ}=0.239\text{kcal}$$

能量就是做功的能力,做功就要消耗能量,人类的一切生命活动都需要能量的支持,当人说话、步行、跑步、写字、站立、挺身、生物代谢等都需要消耗能量。能量是维持人体生命活动及内环境稳定最根本的需要,也是营养学最基本的问题。身体利用食物氧化产生的能量做功,所消耗的能量最终都以热的形式散发。正常情况下人类能量的唯一来源是食物,机体将食物中所含的能量转化成机体生命活动所需的能量或能量的储存形式。生物体内,糖类、蛋白质和脂肪在代谢过程中所伴随的能量释放、转移和利用称为能量代谢。准确地了解能量需要是提供合理有效的营养支持及决定营养物质需要量与比例的前提和保证。

世界卫生组织(World Health Organization, WHO)将能量需要定义为:“个体在拥有维持长期良好健康状况相适应的体重、体成分和体力活动强度时,达到与能量消耗相平衡的能量摄入水平;该量应能够维持经济和社会生活所必需和合理的体力活动。在儿童、孕妇和乳母,能量需要包括与良好健康相适应的组织储备、分泌乳汁等有关的能量需要”。许多人(特别是成人)不一定每天都能维持能量的平衡,而是在一段时间内能量的摄入与消耗是平衡的,因此能



量需要是指一段时间内的正常摄入量。根据 WHO 关于能量需要的定义,能量摄入量是指在扣除尿和粪便中能量的必要损失后,机体可获得的代谢性能量。

健康状态下,热量都是来自饮食。正常的饮食也是人类获取全面营养物质的最佳途径。只有丰富的食物和良好的胃肠功能才能为人体提供足够的热量和全面的营养成分,包括糖类、脂肪、蛋白质、维生素、矿物质、膳食纤维和水。由饮食途径来提供营养成分最有利于机体的健康和疾病的恢复,无论哪种疾病,能尽快地恢复由消化道进食是最佳选择。

## (二)需要量计算

如何简便、精确地确定患者能量代谢需求值一直是临床工作的重点之一,目前临床上很少直接测量患者能量需求,较多的是应用预测公式或凭经验估计来确定患者的能量需求。应用预测公式估计能量代谢需求虽然简便,但在应用过程中存在较多的缺陷。应用间接测热法直接测得的患者能量消耗值被认为是目前能量代谢测定的“金标准”。但是,临床上各种不同状态下的病人实际能量需要量是一个十分复杂的问题,在许多情况下,机体能量消耗值并不等于实际能量需要量,而且不同病人的能量消耗与能量利用效率之间的关系也不同。一般说来,饥饿时能量消耗下降 30%~40%;择期手术对能量消耗的影响较小,约增加 10%;严重创伤、多发性骨折时可增加 30%;感染时能量消耗的增加可达 50%~60%;大面积烧伤时能量消耗增加最明显,可增高 1 倍左右。值得注意的是,创伤、感染、烧伤等应激状态下危重患者的能量消耗有较大的个体差异,相同的应激程度下,不同患者的能量消耗改变有所不同,同一患者在不同疾病阶段其能量消耗也不一致。例如在创伤复苏早期,机体能量消耗下降,与此时组织氧供不足有关。伴有多器官功能衰竭、休克及脑死亡的危重患者,其能量消耗并不增高,相反常低于正常估算值。此外,部分危重患者在 ICU 期间每日不同时间的能量消耗也会不同。

成年人的能量消耗包括基础代谢、体力活动和食物的热效应三个方面,这些不可避免的能量消耗称为基础能量消耗(basal energy expenditure, BEE)。BEE 的计算常用 Harris-Benedict 方程式,具体如下:

$$\text{男性 BEE} = 66 + (13.75 \times W_t) + (5.0 \times H_t) - (6.76 \times A)$$

$$\text{女性 BEE} = 665.1 + (9.56 \times W_t) + (1.7 \times H_t) - (4.67 \times A)$$

式中  $W_t$  = 体重(kg);  $H_t$  = 高度(cm);  $A$  = 年龄(岁);在该公式中,体重定义如下: BMI > 25 时,采用理想体重计算; BMI ≤ 25 时,按照实际体重计算。

目前,临床上估算创伤、应激状态患者的能量消耗常采用应激程度系数乘以 Harris-Benedict 公式估算值。即:热卡需求量 = BEE × 活动系数 × 应激系数。

具体应激程度系数如下:饥饿 0.85,择期手术 1.05~1.15,感染 1.20~1.40,闭合性颅脑损伤 1.30,多发性创伤 1.40,系统性炎性反应综合征 1.50,大面积烧伤 2.0。临床实际工作中,热卡量的计算还要考虑活动因素、年龄、发热及营养状态等。见表 1-1,表 1-2,表 1-3。

表 1-1 热卡需要量的应激系数

| 创伤   | 应激系数      |
|------|-----------|
| 小手术  | 1.00~1.10 |
| 长骨骨折 | 1.15~1.30 |
| 恶性肿瘤 | 1.10~1.30 |

(续 表)

| 创伤         | 应激系数      |
|------------|-----------|
| 腹膜炎/脓毒症    | 1.10~1.30 |
| 严重感染/多发创伤  | 1.20~1.40 |
| 多器官功能障碍综合征 | 1.20~1.40 |
| 烧伤         | 1.20~2.00 |

表 1-2 热卡需要量的活动系数

| 状态  | 活动系数 |
|-----|------|
| 卧床  | 1.20 |
| 非卧床 | 1.30 |

表 1-3 热卡需要量的校正系数

| 因素                                                    | 校正量  |
|-------------------------------------------------------|------|
| 体温( $>37^{\circ}\text{C}$ , 每增加 $1^{\circ}\text{C}$ ) | +10% |
| 营养不足                                                  | +10% |
| 年龄 $>70$ 岁                                            | -10% |

但是应激程度系数的划分带有很大的主观性。另一方面,同样疾病患者个体间的差异也较大,同一患者每天的能量消耗量变化也较大,不宜用固定的公式进行估算。近年来的一些研究发现,并非所有创伤、感染、烧伤后的危重患者均处于高代谢状态。Makk 等测定一组危重患者的实际能量消耗,并与 Harris-Benedict 公式相比较。结果发现 23% 的患者能量消耗在正常范围内(90%~110% 估算值),62% 的患者处于高代谢状态,另有 15% 则处于低代谢状态。如果按 Harris-Benedict 公式估算值提供热量,32% 的患者能量足够,41% 的患者供给不足,而 27% 的患者则过度供给。热量平衡与危重病人的死亡率直接相关,热量不足者多器官功能衰竭发生率高。经过多年的研究和临床实践,许多权威机构和组织提出了各种情况下机体能量需要的推荐量,可供一些没有条件做能量消耗测定的单位或部门参考。例如:美国肠内肠外营养协会(American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN)推荐有条件做能量消耗测定时,提供 1.25 倍实际测得的 REE 给卧床的营养不良病人,提供 1.5 倍实际测得的 REE 给自主活动的营养不良病人,热量:氮=100:1;如果不能做能量消耗测定,提供 136kJ/kg $\cdot$ d<sup>-1</sup>(30kcal/kg $\cdot$ d<sup>-1</sup>)给卧床的营养不良病人,热量:氮=100:1;提供 146~167kJ/kg $\cdot$ d<sup>-1</sup>(35~40kcal/kg $\cdot$ d<sup>-1</sup>)给自主活动的营养不良病人,热量:氮=100:1。临床实践证明,这些推荐量可满足绝大部分病人每日的能量需要。

## 二、能量平衡

物理学上有能量守恒定律,人体也遵循这个原理。机体摄取的热量与消耗的热量之间的关系称为热量的平衡状态。用公式表示为:热量平衡=摄取的热量-消耗的热量。平衡关系分为三种状态:正平衡、平衡、负平衡。若摄取的热量超过消耗的热量就是正平衡;若摄取的热