



M

公共衛生碩士系列

总主编 姜庆五 俞顺章

营养与食品安全

主 编 郭红卫

复旦大学出版社

博學
MPH

公共
卫生
硕士
系列

总主编
姜庆五
俞顺章

M



营养与食品安全

主 编 郭红卫

復旦大學 出版社

图书在版编目(CIP)数据

营养与食品安全/郭红卫主编. —上海:复旦大学出版社,
2005.3
(博学·公共卫生硕士)
ISBN 7-309-04317-0

I. 营… II. 郭… III. ①食品营养②食品卫生
IV. R15

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第137120号

营养与食品安全

郭红卫 主编

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路579号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

责任编辑 宫建平

总编辑 高若海

出品人 贺圣遂

印 刷 浙江临安市曙光印务有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 26.25 插页 2

字 数 458

版 次 2005年3月第一版第一次印刷

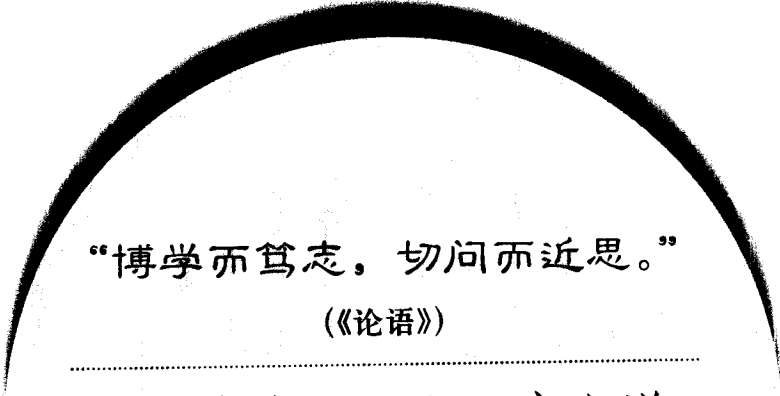
印 数 1—3 100

书 号 ISBN 7-309-04317-0/R·878

定 价 43.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究



“博学而笃志，切问而近思。”

(《论语》)

博晓古今，可立一家之说；
学贯中西，或成经国之才。

复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学 · 复旦博学

主编简介

郭红卫，教授，博士生导师。现为复旦大学公共卫生学院营养与食品卫生学教研室主任，中国营养学会常务理事，上海营养学会理事，上海预防医学会理事，上海预防医学会食品卫生专业委员会主任委员，上海微量元素学会理事，《中华预防医学杂志》、《卫生研究》、《中国食品卫生杂志》、《卫生毒理学杂志》和《环境与职业医学杂志》编委。曾赴日本东京理科大学和美国佛罗里达大学学习。主编由国家自学考试中心组织的《营养学》(科学出版社)、《医学营养学》(复旦大学出版社)，合作主编由国内11所大学联合编写的《公共卫生监督学》(黑龙江科学出版社)，副主编《卫生学》(复旦大学出版社)，参加《营养与食品卫生学》(人民卫生出版社)、《分子毒理学基础》(湖北科学技术出版社)和《高级营养学》(北京大学出版社)等著作的编写。主要研究领域为营养与健康、食品安全与健康等，现已发表相关论文30余篇。所研究项目曾获国家教委科技进步奖二等奖、三等奖，卫生部科技进步奖三等奖。1998年获上海市教育系统“比翼双飞奖”，1999年获上海医科大学华藏教学奖，2002年获吴阶平医学研究—保罗·杨森药学研究奖营养与食品安全三等奖，2004年获复旦大学陆宗霖奖教金。

内 容 提 要

本教材包括营养与健康及食品安全与健康两部分。

营养与健康篇内容有：中国居民膳食营养素参考摄入量，中国居民膳食指南，中国居民平衡膳食宝塔，中国2001~2010年食物与营养发展纲要，美国膳食指南、加拿大膳食营养建议、WHO人群营养目标以及健康饮食指数，各类食物特点，各类营养素、能量、饮酒等与营养相关健康问题。

食品安全与健康篇的内容包括：微生物污染与健康，N-亚硝基化合物、有毒金属、杂环胺化合物、农药残留和二噁英污染与健康，食品添加剂与食品安全，转基因食品的安全性，食品加工过程对食品中营养素的影响以及食品安全法制管理等。

主 编 郭红卫

编写人员 (以姓氏笔画为序)

- 王 劲 (复旦大学公共卫生学院)
达庆东 (复旦大学公共卫生学院)
卢 锋 (河南大学分子生物学重点实验室)
许兰文 (复旦大学实验动物部)
沈新南 (复旦大学公共卫生学院)
陈凤麟 (复旦大学公共卫生学院)
郭红卫 (复旦大学公共卫生学院)
郭俊生 (第二军医大学海医系)
薛 琨 (复旦大学公共卫生学院)

前 言

营养和食品安全与健康有着密切的关系,尤其是近代人类科学水平的发展、人们生活方式的改变带来了新的营养与食品安全问题。有些营养相关健康问题,如 2 型糖尿病和骨质疏松在中国已经成为重大的公共卫生问题;食品的微生物污染、化学性物质污染、放射性物质污染等仍然威胁着人体的健康。

考虑到 PMH 学员的工作背景以及公共卫生的工作性质,本书内容在第 1 篇“食品营养与健康”中,介绍了与合理营养有关的中国居民参考摄入量、膳食指南和中国 2001~2010 年食物与营养发展纲要,并介绍了一种用于评价整体膳食情况的方法——健康饮食指数;第 2~8 章分别讨论了各类食品和营养素以及热能与健康;第 9 章内容为饮酒与健康;第 10 章为营养与免疫、原发性高血压和肿瘤的关系;第 11 章论述了近年来研究较多的植物化学物与慢性疾病的关系;第 12 章讨论了营养素与药物的相互作用。

食品安全隐患来自微生物的污染、化学性物质的污染、放射性物质的污染等。本书第 2 篇“食品安全与健康”中分别讨论了食品的细菌污染、天然毒素、化学污染、食品添加剂与食品安全,介绍了转基因食品的安全与营养评价、食品加工对食品的营养与卫生质量的影响,食品卫生的法制管理等内容。

由于编写者的知识和经验有限,本书可能存在遗漏、缺点甚至错误,诚恳地希望各位专家和同道提出宝贵的批评和建议。

编 者

2004 年 10 月

目 录

第一篇 食品营养与健康

第一章 合理营养的工具	3
第一节 膳食营养素参考摄入量	3
第二节 膳食指南	12
第三节 中国 2001~2010 年食物与营养发展纲要	17
第四节 健康饮食指数	21
第二章 食品的种类与选择	25
第一节 植物性食物	25
第二节 动物性食物	32
第三章 碳水化合物与健康	38
第一节 碳水化合物与膳食纤维	38
第二节 血糖生成指数与高血糖负荷	45
第三节 机体糖代谢和糖尿病	48
第四章 脂类与健康	56
第一节 脂类	56
第二节 脂类代谢与动脉粥样硬化	64
第五章 蛋白质与健康	73
第一节 蛋白质及其评价方法	73
第二节 蛋白质摄入不足与过多	83
第六章 维生素与健康	86
第一节 脂溶性维生素	87
第二节 水溶性维生素	101

第七章 矿物质与健康	125
第一节 常量元素	125
第二节 微量元素	133
第八章 能量平衡与健康	147
第一节 能量平衡及其影响因素	147
第二节 体重过低与肥胖的危险性	151
第九章 饮酒与健康	160
第一节 饮酒与健康	161
第二节 营养与酒精性肝病	167
第十章 营养与健康	176
第一节 营养与免疫	176
第二节 营养与原发性高血压	181
第三节 营养与肿瘤	189
第十一章 植物化学物与慢性疾病	205
第一节 概述	205
第二节 各类植物化学物	206
第十二章 营养素与药物的相互作用	226
第一节 药物对营养素的影响	226
第二节 营养素及其他食物成分对药物的影响	229
第二篇 食品安全与健康	
第十三章 食品的细菌污染与食品安全	235
第一节 食品细菌污染与腐败变质	235
第二节 几种细菌性食源性疾病	241
第十四章 天然毒素与食品安全	251
第一节 霉菌毒素	251
第二节 水产品中的生物毒素	276

第三节 植物性食物中的天然毒素	283
第十五章 食品的化学污染与健康	291
第一节 N-亚硝基化合物	291
第二节 有毒金属污染及其预防	297
第三节 杂环胺化合物	304
第四节 农药残留及其对食品的污染	306
第五节 二噁英污染及其毒性	314
第十六章 食品添加剂与食品安全	320
第一节 食品添加剂及分类	320
第二节 食品添加剂的安全使用	331
第十七章 转基因食品的安全性和营养评价	338
第一节 转基因食品的主要功能	338
第二节 转基因食品的安全性评价	340
第十八章 食品加工对食品的营养质量及卫生状况的影响	347
第一节 食品中水分与食品的加工和贮藏	347
第二节 食品保藏工艺对食品质量的影响	352
第十九章 食品卫生安全法制管理	373
第一节 概述	373
第二节 食品卫生安全管理的法律规定	380
第三节 食品卫生标准	387
第四节 食品卫生监督	392
附录:英汉名词对照	399

第一篇

食品营养与健康

随着经济的发展,我国居民的膳食质量明显提高,但是目前营养不良情况仍很普遍,表现在一些营养素缺乏以及营养不平衡或某些营养素过剩。机体缺乏某些微量营养素引起的营养不足,如在贫困地区儿童的蛋白质营养不良、缺铁引起的机体铁营养不良或缺铁性贫血仍然存在;而某些营养素或热能摄入过多又是造成慢性退行性疾病的重要因素之一,如肥胖、高脂血症、恶性肿瘤、心脑血管疾病等。

保持膳食的平衡和良好的生活习惯可以预防这些疾病和营养缺乏病,并可控制疾病的发生及发展。这一观点是不容置疑的,但是需要我们在理论和实践中不断探索和总结推广。本篇内容从膳食推荐摄入量与膳食指南开始,在介绍合理营养膳食的要求和各种食物特点的基础上,再介绍各类营养素以及与营养相关的健康问题等。

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 354

LECTURE 1

第一章 合理营养的工具

第一节 膳食营养素参考摄入量

一、膳食营养素参考摄入量的应用

膳食营养素参考摄入量(dietary reference intakes, DRIs)是在推荐的每日膳食营养摄入量(RDA)基础上发展起来的一组每日平均膳食营养素摄入量的参考值。它是由各国行政当局或营养权威团体根据营养科学的发展,结合各自具体情况,针对社会各人群一日膳食中应含有的热能和各种营养素种类、数量提出的建议。以往制定 RDA 的目标是以预防营养缺乏病为主的,但随着经济发展、膳食模式改变会出现一些慢性疾病高发的问题,因而对营养素的摄入标准提出了新的要求。目前,欧美一些国家逐渐取得了以预防慢性病为目标来制定营养素供给量的共识,并规定了新的概念与内容。我国 1988 年修订的营养素供给量也未考虑到预防某些有关慢性病的问题。但随着营养科学的发展、食物资源的增加、人民生活水平的提高以及膳食模式改变影响健康等新问题的出现,使人们对营养在某些疾病发生和发展中所起的有利或有害作用的认识逐步加深。目前我国由于膳食结构改变引起的“富裕型”慢性病越来越多地威胁人们的健康,因此需要对其进行修订。我国现行的 DRIs 是中国营养学会于 2000 年修订的。

DRIs 包括 4 个营养水平指标:平均需要量、推荐摄入量、适宜摄入量和可耐受的高限摄入水平。

(一) 平均需要量

平均需要量(estimated average requirement EAR)系指某一特定性别、年龄及生理状况群体对某营养素需要量的平均值。营养素摄入量达到 EAR 的水平时可以满足人群中 50% 个体的营养需要,但不能满足另外半数个体的需要。EAR 可用于制定推荐摄入量、评价或计划人群的膳食摄入量,针对个体,可检查某营养素摄入量不足的可能性。

EAR 是一个特定人群的平均需要量,主要用于计划和评价群体的膳食。

根据某一年龄、性别组中摄入量低于 EAR 个体的百分比来评估群体中摄入不足的发生率,评价其营养素摄入情况是否适宜。针对个体,可以检查其摄入不足的可能性,如某个体在一段时间内平均的摄入量低于 EAR 2 个标准差,可以断定不能达到该个体需要量。

EAR 是计划和制定推荐摄入量的基础。如果已知 EAR 的标准差,则 RNI 定为 EAR 加 2 个标准差,即 $RNI = EAR + 2s$ 。如果资料不充分,不能计算标准差时,一般设 EAR 的变异系数为 10%, $RNI = 1.2 \times EAR$ 。

(二) 推荐摄入量

推荐摄入量(recommended nutrient intake, RNI)相当于传统使用的 RDA,是指可以满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中绝大多数个体(97%~98%)需要量的摄入水平。长期摄入 RNI 水平,可以满足机体对该营养素的需要,维持组织中有适当的营养素储备和保持健康。与 EAR 相比,RNI 在评价个体营养素摄入量方面的用处有限,当某个体的营养素摄入量低于 RNI 时,并不一定表明该个体未达到适宜营养状态。

RNI 是个体适宜营养素摄入水平的参考值,是健康个体膳食摄入营养素的目标,不是评价个体或群体膳食质量的标准,也不是为群体作膳食计划的根据。

RNI 是根据某一特定人群中体重在正常范围内的个体需要量设定的。对个别身高、体重超过此参考范围较多的个体,可能需要按每千克体重的需要量调整其 RNI。

(三) 适宜摄入量

适宜摄入量(adequate intake, AI)系指通过观察或实验获得的健康人群某种营养素的摄入量。例如纯母乳喂养的足月产健康婴儿,从出生到 4~6 个月,他们的营养素全部来自母乳,故母乳中的营养素含量就是婴儿的 AI。在个体需要量的研究资料不足而不能计算 EAR,因而不能求得 RNI 时,可设定 AI 来代替 RNI。AI 和 RNI 的相似之处是两者都是健康个体每日摄入膳食营养素的目标。AI 和 RNI 的区别在于:AI 的准确性可能远不如 RNI,可能明显的高于 RNI。

AI 主要用作个体营养素摄入目标,同时也用作限制过多摄入的标准。当健康个体摄入量达到 AI 时,出现营养缺乏的危险性很小。但如果摄入量低于 AI 值时,则不能对其是否适宜作出判断;群体的摄入量低于 AI 时,也不能判断群体摄入不足的程度。营养素的 AI 与 EAR 之间没有肯定的关系。

(四) 可耐受最高摄入量(tolerable upper intake levels)

可耐受最高摄入量(UL)是指平均每日可以摄入某营养素的最高量,即这

个量几乎对所有个体健康都无任何副作用和危险。当摄入量超过 UL 时,发生毒副作用的危险性增加。如果某营养素的毒副作用与摄入总量有关,则该营养素的 UL 是依据食物、饮水及补充剂提供的总量而定。如毒副作用仅与强化食品和补充剂有关,UL 则依据这些来源来制定。

在大多数情况下,UL 包括膳食、强化食品和添加剂等各种来源的营养素之和。当机体摄入量低于 UL 时,可以肯定不会发生毒副作用;当摄入量超过 UL 时,发生毒副作用的危险性增加。但不能以 UL 来评估人群发生毒副作用的危险性,因为 UL 对健康人群中最为敏感的成员也不应造成危险。

二、膳食营养素参考摄入量的制定

DRIs 的基础是营养需要量,即能维持正常生理功能、机体健康的热能和各种营养素的需要量。系机体为维持“适宜营养状况”,并处于继续维持其良好的健康状况,在一定时期内必须每天平均吸收该营养素的最低量,有时也称为“生理需要量”。需要量受年龄、性别、生理特点、劳动状况等多种因素的影响,即使在个体特征很一致的人群内,由于个体生理的差异,需要量也各不相同。鉴于对“维持良好的健康状态”可有不同的标准,FAO/WHO 联合专家委员会提出以下 3 个不同水平的需要量:①基本需要量,达到这种需要量时机体能够正常生长和繁育,但机体组织内很少或没有此种营养素储备,所以如果短期内膳食供给不足就可能造成缺乏;②储备需要量,为维持组织中储存一定水平时该营养素的需要量;③预防明显的临床缺乏症的需要量。

(一) 确定营养素需要量的方法

确定营养素需要量的依据有许多不同的主张,各营养素之间也有不同的考虑,但主要有动物实验研究、人体代谢研究、人群观察研究和随机性临床实验研究。上述每一种研究资料都有其优势和缺陷。确定营养素需要量时可以考虑以下 3 种可行的途径:①具有一系列能表明该营养素能够降低某种重要疾病风险的证据,包括随机临床试验的资料;②具有一系列能表明该营养素对选定的功能标志起到有益作用的证据,包括随机临床试验的资料;③证明临床上出现某营养素缺乏病或重要营养相关疾病与该营养素摄入不足有特定的关系,采用该途径应考虑机体对该营养素适当储存的需要。

用动物模型进行营养素需要量的研究时,可以很好地控制营养素摄入水平、环境条件、甚至遗传特性等,并能获得准确的数据。缺点是动物和人体需要的相关性可能不清楚,而且对动物可行的剂量水平和给予途径可能对人类不适用。

人体代谢研究多用于人体预防营养素缺乏病的需要量研究,在代谢病房中进行可以严格掌握营养素的摄入量和排出量,并能重复取血等生物样品,以测定营养素摄入量和有关生物标志间的关系。但此类研究也有其缺陷,主要为:①由于实验期限只能为数日至数周,难以确定是否可将所得结果应用于长期情况;②受试对象的生活受到限制,所得结果不能完全推至自由生活的人们;③研究中受试者的例数太少。

人群观察研究是用流行病学的方法对人群进行观测,可比较直接地反映自由生活人群的实际情况,并可用实验室方法加以证实,从而有力地证明营养素摄入量和疾病风险的关系。近年来,由于实验技术迅速发展,相关生物标志物的研究可以更加深入,能较准确地评估不同水平膳食营养素及非营养成分对健康的影响。但由于膳食的组分复杂,其中包含有多种密切相关的因素,分析混杂因素的影响相当困难,而且许多研究依靠受试者本人提供膳食资料,其重复性较差。如果选择观察人群的营养素摄入水平的差别不大,即使该营养素对人群发病有重大作用也往往不能得到有意义的结果。

随机性临床研究是将受试对象随机分至不同摄入水平组进行临床试验,可以限制人群观察研究中遇到的混杂因素的影响,如果例数足够,还可以控制未知的可能有关的因素,由此可以观察到在人群观察研究中不能发现的影响。但随机性临床研究的对象可能为一个选择性的亚人群组,所得的实验结果不一定适用于一般人群,而且观察期相对较短,在试验前长时间的营养素摄入情况可能对疾病有更大的影响,尤其针对慢性疾病研究更是如此。

总之,每一种研究资料都有其优势和缺陷。在探讨接触因素和疾病的因果关系时要综合考虑各种证据,并对资料的质量及其形成的基础进行适当的审评。在研究中,我们可以发现即使相同的年龄和性别,机体对营养素的需要量也不同,如甲某每天对某一营养素的需要量可能为 40 mg,而乙某的需要量却为 60 mg。但是当样本量足够大时,机体对这个营养素需要量为正态分布,其平均值其实就是 EAR。根据 EAR 数值,我们可推算出 RNI。下面以能量、蛋白质为例介绍确定其推荐摄入量的制定依据。

1. 成人能量推荐摄入量的确定方法 成人机体的能量消耗主要用于基础代谢(BMR)、生活活动和劳动的消耗以及食物热效应作用。由于直接测定成人在自由活动条件下的能量消耗量的资料有限,而基础代谢约占全天总能量消耗量的 60%~70%,因此,它是要因加算法估算成人能量需要量的重要基础。目前采用直接测定或用公式计算 BMR,然后乘以体力活动水平(PAL)来计算人体的能量消耗或需要量。BMR 在个体间差异大约为 8%,全天的 PAL