

《传染病预防与健康丛书》编委会

主任 徐建国
副主任 汪诚信 张建中 卢金星
编委 徐建国 汪诚信 张建中 卢金星 刘起勇
刘崇柏 俞东征 孙俊 李素梅 阚飙

《微营养素与健康》 编写人员名单

主编 李素梅
副主编 郑庆斯 赵金扣
参编人员（按姓氏笔画排列）
刘爱民 江苏省疾病预防控制中心
李素梅 中国疾病预防控制中心
谷云有 中国疾病预防控制中心
武鸣 江苏省疾病预防控制中心
周志荣 中国疾病预防控制中心
郑庆斯 中国疾病预防控制中心
郑健东 中国疾病预防控制中心
赵金扣 江苏省疾病预防控制中心
董慧洁 中国疾病预防控制中心
覃玉 江苏省疾病预防控制中心

传染病预防与健康丛书

中国疾病预防控制中心传染病预防控制所 组织编写

微营养素与健康

李素梅 主编

郑庆斯 赵金扣 副主编

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

微营养素与健康/李素梅主编. —北京: 化学工业出版社, 2003.10
(传染病预防与健康丛书)
ISBN 7-5025-4858-0

I. 微… II. 李… III. 营养素-关系-健康 IV. Q493

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093685 号

传染病预防与健康丛书
中国疾病预防控制中心传染病预防控制所 组织编写
微营养素与健康
李素梅 主编
郑庆斯 赵金扣 副主编
责任编辑: 靳星瑞 杨立新
孙绥中
文字编辑: 成荣霞
责任校对: 顾淑云
封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市延风装订厂装订
开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 11 $\frac{1}{4}$ 字数 296 千字
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4858-0/R·179
定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongboo.com

前 言

微营养素在浩如烟海的营养科学中不过是一撮沙砾，但是随着对疾病的深入认识，微营养素在人体内的不平衡状态已经和许多疾病联系在一起，营养学家、疾病控制专家、临床医生和其他卫生工作者越来越多地致力于这方面的研究和探索。一些微营养素缺乏如碘缺乏、铁缺乏和维生素 A 缺乏已经列入全球的微营养素控制行动，随着社会经济的发展和卫生资源的积累和调整，更多的微营养素控制计划将在发达国家以及部分发展中国家实施。人类采取综合性干预策略纠正或防止微营养素的失衡将是一项长期的、效益显著的公共卫生工作。另外一个不容忽视的趋势是，随着人们生活水平的提高和对生活质量的追求，微营养素缺乏或过剩也成为医学界以外的人们普遍关注的话题。

本书编写过程中力图满足两类读者的需求，一是为基层从事营养及其他卫生工作的专业人员提供参考，二是供非医学背景的普通读者了解微营养素与健康的有关信息。书中对各种微营养素的篇幅安排有所侧重，如对于碘、铁、维生素 A、锌、硒等篇幅较多，而其他微营养素的描述相对简略。此外还收录了一些作为微营养素颇有争议的元素供读者参考。

由于时间所限，很遗憾还有一些重要的微营养素没能编写进本书。另外，本书在编写过程中虽经多次修改和补充，但时间匆促，且限于编者的水平，不足之处，敬请读者指正。

编 者

2003 年 9 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 微营养素的定义、分类和生理功能	1
一、微量元素	1
二、维生素	3
第二节 人类认识微营养素与健康关系的历史	5
一、微量元素	5
二、维生素	7
第三节 剂量-反应关系	9
一、Venchikov 双相曲线	9
二、总剂量-反应曲线	10
第四节 需要量和摄入量	11
一、营养素需要量	11
二、膳食营养素参考摄入量	12
第五节 微营养素缺乏	13
一、缺乏的定义	13
二、营养素缺乏的不同阶段	14
三、营养素缺乏的公共卫生干预	15
第六节 内外环境微量元素的分布与健康	15
一、人和动物内环境元素分布	16
二、外环境元素分布与人类健康	17
三、内外环境的关系	19
第七节 微营养素与公共卫生策略	20
一、国际组织	20
二、主要微营养素缺乏	22
三、措施和行动	23

参考文献	23
第二章 碘	25
第一节 “傻子屯”的故事	25
第二节 碘及碘的作用	26
一、碘是重要的微营养素	26
二、碘在自然界的分布	27
三、碘的生理作用	28
四、人体碘的来源及需要量	28
第三节 碘缺乏	29
一、碘缺乏是重要的公共卫生问题	29
二、碘缺乏病流行状况	30
三、碘缺乏病流行特征	32
四、碘缺乏危害	35
五、碘缺乏病的诊断和治疗	38
六、碘缺乏防治	43
七、碘缺乏的监测与评价	45
八、碘缺乏病健康教育	49
九、我国碘缺乏病防治进展	55
第四节 碘量	60
一、高碘性甲状腺肿	60
二、碘性甲亢	61
参考文献	62
第三章 铁	64
第一节 概述	64
第二节 结构与性质	65
一、铁的化学性质	65
二、含铁化合物	65
三、铁的储存形式	66
四、人体内铁的分布	67
第三节 铁在自然界中的分布	67

第四节 环境、生活与生物之间的相互关系	67
一、铁的吸收	68
二、铁的转运	69
三、铁储存	70
四、铁的更新	71
第五节 生理学作用和需要量	71
一、生理学作用	71
二、需要量	73
第六节 铁缺乏 (iron deficiency)	82
一、病因学	82
二、流行病学	84
三、临床表现	89
四、诊断	94
五、铁缺乏的预防与控制	96
六、监测评估	100
第七节 铁过量 (iron excess)	102
第八节 研究进展	105
参考文献	106
第四章 锌	108
第一节 锌的历史	108
第二节 锌的理化性质	109
第三节 锌在自然界中的分布	110
第四节 环境、生活与生物之间的相互关系	110
一、吸收	110
二、代谢分布	111
三、排泄	113
第五节 锌的生理功能和需要量	113
一、锌的生理功能	113
二、生理需要量和膳食需要量	116
三、影响膳食锌吸收利用的因素	116

四、各国估计的锌的平均需要量 (EAR) 和膳食推荐摄入量 (RNI)	122
五、锌的可耐受最高摄入量 (UL)	124
六、锌主要食物来源	125
第六节 锌缺乏症	127
一、锌缺乏发生的可能原因	127
二、临床表现	127
三、锌缺乏症的诊断标准	127
四、锌缺乏对人体健康的影响	128
五、评价锌营养的方法	132
六、治疗	142
七、预防与控制	142
第七节 锌的毒性	142
第八节 研究方向推荐	144
参考文献	145
第五章 硒	148
第一节 硒的故事	148
第二节 硒的物理和化学性质	149
第三节 硒在自然界中的分布	150
第四节 环境、生活与生物之间的相互关系	151
一、人体硒的来源	151
二、硒的膳食来源	152
三、影响食物中硒的因素	153
四、硒的吸收、代谢和排泄	153
第五节 硒的生理生化功能和需要量	156
一、硒的生理生化功能	156
二、硒的生理需要量	163
第六节 硒缺乏	168
一、硒缺乏原因	168
二、硒缺乏与人类相关疾病	169

三、硒缺乏的预防和控制措施	176
第七节 硒中毒	177
一、慢性硒中毒	178
二、急性硒中毒	179
第八节 硒的研究展望	180
参考文献	180
第六章 铜	184
第一节 结构与性质	184
第二节 自然界中的分布与循环	184
第三节 铜的代谢	185
一、人体内铜的分布	185
二、铜的吸收与排泄	185
第四节 生理学作用和需要量	186
第五节 铜缺乏所致疾病	187
一、小儿缺铜综合征	188
二、卷发综合征	189
三、低血铁-低血铜-低血清蛋白综合征	189
四、缺铜与白癜风	189
五、其他	190
第六节 铜中毒	191
一、急性铜中毒	191
二、肝豆状核变性	191
参考文献	192
第七章 钼	193
第一节 结构与性质	193
第二节 自然界中的分布	193
一、岩石中的钼	193
二、土壤中的钼	193
三、植物中的钼	194
四、环境中钼的来源	194

第三节 钼在人体的分布与代谢	195
一、钼的分布	195
二、钼的吸收与排泄	195
第四节 生理学作用和需要量	196
一、钼与心血管病的关系	196
二、钼与肿瘤的关系	196
三、其他	197
第五节 钼缺乏	197
一、病因学	197
二、钼缺乏所致疾病	197
三、防治	198
第六节 钼中毒	198
参考文献	199
第八章 氟	200
第一节 结构与性质	200
第二节 自然界中的分布	200
一、地壳中的氟	200
二、空气中的氟	201
三、水中的氟	201
第三节 氟在自然界中的循环	202
第四节 氟的代谢	203
一、人体内氟的含量与分布	203
二、氟的吸收、贮存与排泄	204
第五节 氟对机体的作用	205
一、氟的生理作用	205
二、氟的毒理作用	207
第六节 氟缺乏与龋齿	208
第七节 地方性氟中毒	209
一、病因学	209
二、流行病学	210

三、临床表现	211
四、诊断	212
五、预防和控制	213
六、监测	214
七、研究进展	215
参考文献	216
第九章 铬、锰、钴	217
第一节 铬	217
一、概述	217
二、结构和性质	217
三、自然界中的分布	218
四、吸收、转运、储存和代谢	218
五、生理作用和需要量	219
六、铬缺乏	221
七、铬中毒	221
第二节 锰	221
一、概述	221
二、结构和性质	222
三、人体中锰的来源和分布	222
四、吸收、转运、储存和代谢	222
五、生理作用和需要量	223
六、锰缺乏	223
七、锰中毒	224
第三节 钴	225
一、概述	225
二、结构和性质	225
三、人体中钴的来源和分布	226
四、吸收、转运、储存和代谢	226
五、生理作用和需要量	227
六、钴缺乏	227

七、钴的毒性	228
参考文献	228
第十章 钒、镍、硼	229
第一节 钒	229
一、概述	229
二、自然界中的分布	229
三、生理学作用和需要量	229
四、钒缺乏	230
五、钒过量	232
六、研究进展	233
第二节 镍	233
一、概述	233
二、自然界中的分布	233
三、生理学作用和需要量	234
四、镍缺乏	234
五、镍过量	235
六、研究进展	235
第三节 硼	236
一、概述	236
二、自然界中的分布	236
三、生理学作用和需要量	237
四、硼缺乏	237
五、硼过量	238
六、研究进展	238
参考文献	238
第十一章 硅、铝、铅、砷	240
第一节 硅	240
一、概述	240
二、结构和性质	240
三、自然界中的分布	241

四、生理学作用和需要量	241
五、硅缺乏	242
六、硅过量	243
七、硅的研究进展	245
第二节 铝	245
一、概述	245
二、结构和性质	246
三、自然界中的分布	246
四、铝中毒	246
五、铝的食用安全性评价	251
六、健康教育	252
第三节 铅	252
一、概述	252
二、结构和性质	252
三、自然界中的分布	252
四、环境、生活与生物之间的关系	253
五、生理学作用和需要量	255
六、铅中毒	255
第四节 砷	261
一、概述	261
二、结构和性质	261
三、自然界中的分布	262
四、环境、生活与生物之间的相互关系	262
五、生理学作用和需要量	262
六、砷中毒	263
八、研究进展	266
参考文献	267
第十二章 维生素 A	269
第一节 概述	269
第二节 结构与性质	270

第三节	自然界中的分布	272
第四节	环境、生活与生物之间的相互关系	273
一、	吸收	273
二、	储存	275
三、	运转	277
四、	代谢	278
第五节	维生素 A 的生理功能及需要量	278
一、	生理功能	278
二、	需要量的研究	290
三、	膳食中维生素 A 的来源	295
第六节	维生素 A 缺乏	295
一、	病因学	296
二、	流行病学	297
三、	诊断	298
四、	临床表现	298
五、	预防和控制	300
六、	营养状况评价	301
第七节	维生素 A 过量引起的毒性	304
第八节	研究进展	308
	参考文献	310
第十三章	其他维生素	312
第一节	叶酸	312
一、	人们是如何认识叶酸的	312
二、	结构和性质	313
三、	代谢和生理学作用	313
四、	叶酸在自然界中的分布	314
五、	叶酸缺乏症和临床应用	315
六、	叶酸的需要量	319
七、	叶酸的毒性	320
第二节	其他 B 族维生素	320

一、维生素 B ₁	320
二、维生素 B ₂	321
三、烟酸.....	322
四、维生素 B ₆	323
五、维生素 B ₁₂	323
六、泛酸.....	324
七、维生素 H	325
第三节 维生素 C	325
一、维生素 C 的发现	325
二、维生素 C 的结构和性质	326
三、维生素 C 的代谢和生理学作用	326
四、维生素 C 在自然界中的分布	328
五、维生素 C 缺乏症和临床应用	329
六、维生素 C 的需要量	332
七、维生素 C 的毒性	332
第四节 维生素 D	333
一、维生素 D 的发现	333
二、维生素 D 的结构和性质	334
三、维生素 D 的代谢和生理学作用	335
四、维生素 D 的来源	336
五、维生素 D 缺乏症和临床应用	337
六、维生素 D 的需要量	338
七、维生素 D 的毒性	339
参考文献.....	339

第一章

概 论

第一节 微营养素的定义、分类和生理功能

微营养素没有确切的定义，它是人们对那些与疾病和健康密切相关的微量元素、维生素、氨基酸等物质的统称。微营养素的生理作用千差万别，但共同的特点是以微量或痕量存在于生物体组织中并发挥着生物学作用。通常，正常组织中微营养素的质量分数以多少微克每克或多少纳克每克来计算，这也就是统称之为微营养素的缘由。

一、微量元素

(一) 定义

在人类通过研究发现的百余种化学元素中包括了 11 种常量元素，它们是碳、氢、氧、氮、硫、钙、磷、钾、钠、氯、镁；6 种惰性气体：氦、氖、氩、氪、氙、氡；其他 73 种均为微量元素。在这些微量元素中有一些对于维持生物组织结构和功能起着重要作用，但并不是全部微量元素都属于微营养素。营养学家把与机体健康与疾病相关的微量元素称为必需微量元素。1990 年 FAO/IAEA/WHO（联合国粮食与农业组织/国际原子能机构/世界卫生组织）对必需微量元素的定义为：必需微量元素是人体所必需的元素，或者该元素是体内活性物质有机结构的必需成分，当这种元素的摄入量减少到一定程度后，总会导致重要生理功能的损伤。

(二) 分类

FAO/IAEA/WHO 根据其生物学作用分为以下三类。

(1) 人体必需微量元素 8 种，包括碘、锌、硒、铜、钼、铬、

钴和铁。

(2) 人体可能必需的微量元素 5 种，包括锰、硅、硼、钼和镍。

(3) 具有潜在的毒性，但在低剂量时可能具有人类必需功能的微量元素 8 种，包括氟、砷、铅、镉、汞、铝、锂和锡。

但是，应该指出的是由于人们对微量元素认识的局限性，很难有一种永久的分类方法。不同时期的分类法代表当时人们对微量元素的认知状态。有的元素曾经被认为“有毒”后来发现也是人体必需微量元素，如氟、砷、硒等。所有元素的毒性是固有的，但在人体中发挥毒性还是发挥有益的生理功能取决于其在生物体内的浓度。基于这方面考虑，有的专家主张将微量元素简单地分为两大类：已经证明的必需微量元素和目前尚不能证明其必需性的微量元素。这种分类法的不确定性和灵活性为第二类中的另一些元素可能具有的必需性留有了余地。

关于微量元素必需性的含义在营养学界颇费争论，Cotzlas 曾经提出关于微量元素必需性的标准，他认为一种必需微量元素应该符合以下 6 项指标。

- (1) 存在于所有生命体的所有健康组织中；
- (2) 在一个动物体内的质量分数与另一个动物的质量分数非常一致；
- (3) 不管用何种动物研究，从体内除去该元素后，可重复诱发相同的生理和结构的异常；
- (4) 补充这种元素可恢复或防止异常的发生；
- (5) 由于缺乏这种元素引起的异常经常伴有特殊的生物化学改变；
- (6) 当这种缺乏被预防或治愈时，这种生物学上的改变也能恢复正常。

另一位学者 Scheoeder 补充以上指标，认为一种参与生物功能的微量元素还应该具有以下特点。

- (1) 它在生命发源的海水中应该有比较丰富的含量；