



科爱传播
KE'AI COMMUNICATIONS

中文版

维生素

营养与健康基础 (第三版)

The Vitamins

Fundamental Aspects in Nutrition and Health

〔美〕小杰拉德·F. 库姆斯 编著
张丹参 杜冠华 等 译



科学出版社
www.sciencep.com



原版引进

The Vitamins

Fundamental Aspects in Nutrition and Health

维 生 素

营养与健康基础

(第三版)

[美]小杰拉德·F. 库姆斯 编著

张丹参 杜冠华 等 译

科 学 出 版 社

北 京

图字: 01-2008-1079 号

This is a translation of

The Vitamins: fundamental aspects in nutrition and health, 3rd Edition

Gerald F. Combs, Jr.

Copyright ©2008, Elsevier Inc.

ISBN-13: 978-0-12-183493-7

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目(CIP) 数据

维生素: 营养与健康基础/ (美) 库姆斯 (Combs, G. F.) 著; 张丹参等译. —北京: 科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-024253-2

I. 维… II. ①库…②张… III. 维生素-营养卫生- IV. R151.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 035430 号

责任编辑: 田慎鹏 贾明月/责任校对: 邹慧卿

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2009 年 4 月第一次印刷 印张: 42

印数: 1—2 500 字数: 995 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

译者名单

主 译：张丹参 杜冠华

参加翻译人员

(按姓氏笔画排序)

马 荣	王 金	王 树	王 静	王春艳	曲彩红
刘玉波	刘红彬	刘志权	严春临	杜冠华	李 炜
李淑娟	杨 辉	杨建明	张 力	张 季	张 海
张 辉	张丹参	张利利	武海霞	郑晓霞	赵永明
赵宝民	郝秀轻	胡兴光	侯 勇	夏振山	黄红娜
黄景利	童 伟	董晓华	颜 娟	魏艳玲	

译者序

营养素或称营养物质,是维持人类和动物正常生理功能所必需的物质,其中有些营养物质机体不能合成或合成量不能满足机体维持正常生理功能的需要,需要从外部环境中获得,这就是人类或动物的必需营养物质,这些营养物质通常来源于日常饮食。如果这些营养物质缺乏,就可导致机体生理功能紊乱、疾病发生甚至死亡。维生素就是这些维持生命的生理功能必需的营养物质。

尽管维生素是被广泛认识的重要物质,有关维生素的专著却并没有像维生素在营养学上那样普及,现有的关于维生素的书籍并不能满足营养学家、食品科学工作者、临床医师及其他领域人员的需求。在此情况下,本书的作者小 G. F. 库姆斯博士在 1991 年 8 月完成了《维生素》第一版书稿并出版,此后在 1997 年 8 月修订了第二版,而我们翻译的这本《维生素》是作者 2006 年 10 月修订的第三版《维生素》。在这一版中,作者在多个方面拓展了其内容,特别是那些与维生素应用相关的影响因素等方面的内容。

本书共有 22 章,其中第 1~4 章为维生素相关概念的概述;第 5~17 章中每一章分别详细介绍一种重要的维生素,而且都有相应的病例来补充说明正文中的内容,增加了内容的趣味性;第 18 章介绍了类维生素,这是作者第三版增加的内容,是对目前许多维生素相关概念的阐述;最后第 19~22 章,系统介绍了维生素应用中需要了解和熟悉的知识内容。整本《维生素》框架清晰,内容丰富,数据、图表和病例资料翔实,特别是在每一章的开篇,作者列出了其认为最重要的专业术语,也为我们理解、阅读其他相关专业著作提供了便利。

《维生素》是一本目前论述维生素内容最详尽、框架结构最完善的专著,对医学、药学、营养学、卫生学等专业的人员具有重要的参考价值。因此,受科学出版社的委托,我们翻译了这部《维生素》奉献给读者。在翻译过程中,我们尽可能忠实于原著,展示原著的风格和特色,同时,也对书中的一些错误进行了修订。但由于翻译人员的水平所限,肯定存在不完善之处,敬请读者不吝指正。

《维生素》一书不仅介绍了关于维生素的相关知识,更为可贵的是作者在论述维生素相关知识的同时,应用科学的思维方式和严密的逻辑推理指导本书的论述过程,这不仅有利于读者阅读,更有助于从事科学研究和教学人员从中汲取更多的知识。例如在描述维生素的发现过程中,作者全面分析了科学研究过程中存在的问题,包括正确判断和偏见的影响。例如书中介绍的发生在 20 世纪初期的科学研究中的错误,直至今日,也还非常普遍,不仅有些管理人员(包括科学背景非常强的管理人员)还不能掌握,甚至很多的科学家也还在重复着这类 20 世纪的错误,至今仍然影响着科学的发展。读这本书也有利于科学研究人员建立科学的思维模式,指导相关的科学研究工作。

希望通过我们的努力,能够为营养学、食品科学和医药卫生专业学生、教师、临

床医师、生物医学工作者和其他保健相关专业工作者提供一本内容丰富的参考书，并使本书成为教科书和案头参考书，实现本书原作者希望的，将此书“变成可在许多书架上发现的、受到高度评价的、有些轻微破损的、写满了笔记的一本书”的心愿。

张丹参 杜冠华

2008年8月28日于北京

序

我很高兴有机会写第三版《维生素》。因为前两版很受欢迎，在这一版的写作中，我没有变更基本框架。在题目方面，《维生素》仍是为学术课程所设计的一部专著；因此，我保持本书的基本定位。不过，此书也可以作为营养学家、饮食学家、食品科学工作者、临床医师、其他生物医学和健康学会同行的必备参考书。因为这个原因，我在本书的几个重要领域中拓展了其内容的深度，特别是那些与维生素状态和应用相关的影响健康的内容。此外，还增加了脚注，以将引用的重要研究结果的原始论文文献提供给读者。我以最新研究结果为基础修订了每一章节，值得注意的是，我拓展最多的章节是那些在编写第二版时显著变动的章节：维生素 A (5)、维生素 D (6)、维生素 E (7)、维生素 C (8) 和叶酸 (16)。在目录中，我增加了类维生素 (19) 和量化维生素需要量 (20) 两章。我修订了类维生素的范围，将其延伸到对黄酮类化合物和新的非维生素 A 原胡萝卜素类（如番茄红素、黄叶素等）的探讨，这两方面都是当前大家感兴趣的研究课题。我通过《饮食摄入参考》(DRI) 拓展资料，完成了维生素需要量的章节，这些资料是在第二版付印时还没有全部公布的数据。

我感谢编辑 Chuck Crumley、Mara Conner 和 Julie Ochs 的大力支持，我们的合作非常愉快。

有格言称：“教学是双重的学习”。我发现，这句话也适用于这本书的写作，毕竟，此书是一本教材，因此，我在写作这本书的过程中获得的对维生素的理解，比其他任何形式可能获得的都多。当然，这意味着多少个周末和夜晚，我精疲力竭地在一堆堆的科研论文、书籍和综述中查找资料，这些资料充实了我的著作。我喜欢这项工作，我希望读者会从中受益。

小 G. F. 库姆斯
美国北达科他州大福克斯
2006 年 10 月

(张丹参 杜冠华 译)

以下网址可下载本书部分相关内容

<http://books.elsevier.com/companions/9780121834937>

第二版序

自从写作第一版《维生素》以来，我就有机会从康奈尔大学学生、不同专业教师和健康专业人员那里收集在不同领域使用这本书的评价。当然，在完善这本书的方式上，确定思路相当困难。在第二版的写作过程中，我努力尝试改进，但是作为一本教材，基于方便使用的原则，我没有改变整体框架。

那些对第一版已经很熟悉的读者会发现，在修订本中通过几种方式使内容表述得更全面、更详尽。最重要的改动包括用最近发表的新资料更新内容，特别是在分子生物学和临床医学领域中的重要发现。包括增加了许多以表格形式表达的重要研究结果，也包括以脚注形式引用的重要研究论文，还增加了每章参考文献的数量。这些引用的内容，同第一版一样，主要包括重要的研究综述。虽然每一章节都以这种方式增容，但最显著的变化在如下章节：维生素 A (5)、维生素 D (6)、维生素 E (7)、维生素 C (8) 和叶酸 (16)，这些领域在近期发展迅速。维生素各论 (5~18) 部分的框架上有一些较小的改动，每章都给出了本章的目录；也包括对维生素在营养和健康中总体意义的概述，而维生素缺乏和毒性的话题在单独的题目下讨论。

或许，第二版最醒目的部分是其专业性布局。这体现了 Academic Press 编辑和全体同事的贡献。他们不仅使此书外观更加美观，而且我相信，比在我电脑里设计的第一版更易于使用。我感谢 Charlotte Brabants 和 Chuck Crumley 在编辑《维生素》这本书时表现的专业性和耐心。我也感谢我的妻子 Dr. Barbara Combs，不仅因为她对我将许多周末和夜晚放在这项工作上给予的理解，还感谢她关于设计一本以讨论为基础的学习环境中使用的教材的建议。

《维生素》仍是为营养学教师，营养学、膳食学、食品科学和医学毕业生、临床医师、生物医学工作者和其他保健专业工作者使用而设计。此书可作为教科书和案头参考书。我希望本书能被使用——变成那些可在许多书架上发现的、被高度评价的、有些轻微破损的、写满笔记的书。

小 G. F. 库姆斯

纽约伊萨卡岛

1997 年 8 月

(张丹参 杜冠华 译)

第一版序

我发现,学习的最好方式就是去教书,这是千真万确的。因为,我基本上没有在教学或教育学领域中正规培训过,而在我自己教学的几年中,我逐渐意识到,一个好的教师必须懂得比其教授课程的主题更多的知识。在接下来的几年中,这种认识又有所发展,我意识到个体学习的方式多种多样,并且学习的过程本身与教学的关联和与我在教学中使用资料的关联同样密切。这些启迪对我意义非凡,因为这使我进入了一个教育心理学领域,在这个领域中,我至少拥有了一个好教师的部分洞察力。事实上,正是这些促成我写这本书。

在这个领域的探索中,我不期而遇了两本对我极具影响力的书,一本是由康奈尔大学乔·诺瓦克(Joe Novak)教授著的《教育理论》(*Theory of Education*)^①,另一本是由诺瓦克教授及其同事鲍勃·古温(Bob Gowin)著的《学习如何学习》(*Learning How to Learn*)^②。我极力向那些在各自专业领域教学岗位的任何学科的“专家”们推荐这两本著作。从阅读这些书以及与诺瓦克教授的交谈中,我了解到,人们是以“概念”而非事实来思考(和学习)的。所以,在过去几年,我尝试在康奈尔大学采用比我(或其他人)以前所应用的更多的以概念为中心的教学方式讲授我的课程“维生素”。当我考虑把这个经验作为一项持续性的活动时,它已经导致我将传统的授课方式转变为一种基于开放性课堂讨论的方式,目的是让学生参与教学的过程。我发现,每一个学生都带着有价值的个人观点来探讨,虽然在现代社会肯定存在着关于营养学的误区,这些误区事实上也不可能真正验证,但我发现,与维生素相关的讨论非常正确。换句话说,每个人都带来了一些维生素相关的概念框架的研究,因此,教师的任务就是在这个框架之上通过添加新的概念来完善建筑,恰到好处地建立新的连接和修饰现有的概念。

的确,我的记录很快变得非常清晰,所有其他的可用的有关维生素科目的参考资料中,唯独缺乏与课题相近的以概念为中心的支持资料。因而,我着手写一本新型的有关维生素的教科书,这本书将是在此类教材中最有价值的。在做这些工作的过程中,我设法将关注点定位于重要概念,使这本书具有实际应用价值。因为我发现许多科学领域的技术词汇在学习上有很大障碍,我在每章的开始列出了我认为最重要的专业术语并在正文中应用。因为我希望这是对当前理解的确切的概要,而不局限于最初的科学著作中提及的内容,所以我仅引用我认为对学生有用的当前主要的综述文献。因为我发现,讨论真实世界的案例能够强化学科的学习,所以我加上了可用于课堂练习或学生作业的案例报告。我有意增加了为高等院校课程中与营养学相关的一个学期课程的背景读物。事实上,为了精炼本书,我已经在康奈尔大学我的课程中使用了这本书的草稿。

虽然写作《维生素》的初衷是用于教学,但我认为它作为营养学家、饮食学家和许

① Cornell University Press, Ithaca, NY, 1977, 324 pp.

② Cambridge University Press, New York, 1984, 199 pp.

多内科医师、兽医师及其他保健专业工作者的案头参考也非常实用。实际上，我对从同事那里收集到的评论达到的效果非常满意。

我希望，这部《维生素》能够被反复阅读、充实和仔细思考。对我来说，像维生素这样极具魅力的内容是人人都需要的。

小 G. F. 库姆斯

纽约伊萨卡岛

1991年8月

(张丹参 杜冠华 译)

怎样使用本书

《维生素》是一本为高等院校营养学和健康相关课程准备的教科书，但也可作为案头参考或维生素自学手册。本书除适用于教师教学外，还特地增加了针对学生应用的有关内容。

学生必读

在阅读每一章节前，请花费少量时间预习每章标题页上的“基本概念”和“学习目的”。“基本概念”的理论基础是该章节的主题；这些概念是在章节中出现的与之相关的新的概念。在前几章中定义的基本概念可能读者已经非常熟悉了，如果对其不熟悉，则需要去阅读一些背景读物或进行背景探讨，直到感觉能够轻松理解这些基本概念。读者可以发现，本书大多数章节的设计是基于对前面章节的理解；在大多数章节中，“基本概念”与前面章节的“学习目的”相关。关注“学习目的”，这是理解本书主线的基础，在阅读每一章节的时候记住这些“学习目的”将帮助你锁定重要概念。下一步，可通过阅读“词汇”表了解不熟悉或感觉不确定的术语。然后，阅读正文时，试着找到这些词汇，你可从具体语境的应用中对这些词汇的含义有更好的理解。如果这仍不能满足对那些特殊术语的理解，就需要查阅一本好的医学或科学词典。

如果你要通读这本书，注意内容的布局是有规律的。首先，注意每章的主要部分是篇头醒目的标题，然后是与主题相关的关键词和术语。这些特点可以帮你浏览详细的信息。也要注意脚注资料，其对正文作了许多补充，但对核心概念的理解并不必要。因此，此书适用于两种水平的阅读：粗略阅读时，可以忽略脚注仍然能够了解重要概念；详细阅读时，可从脚注中得到更多的背景资料。

第5~17章每章都有病例研究，包含着从医学文献中摘录的一个或多个病例报告。在每一个病例中，用相关的问题将你的思维聚焦于与维生素功能相关的特征。读者可试着忽略与章节主题相关的主要内容，在没有前期的详细的营养学、极少的某一维生素经验知识的情况下，把你自已放在主治医师的位置上去判断这个问题。你会发现附录B中附加的病例研究同样有趣。

花费一些时间，通读每章末尾处的习题。这些习题可以直接帮助你记忆每章的重要概念，并促使你将已经学到的概念进行整合。有些章会要求你准备一个主题的概念图。许多人发现概念图是强效学习工具；因此，如果你之前对此不了解，那么阅读《学习怎样学习》一书^①将对你很有价值。

每章的末尾都有一个读物目录。除第2章外，都列出了对维生素发现具有划时代意义的重要文献，读物目录由著名科学杂志中的重要综述组成。因此，尽管文中没有引用

^① Novak, J. D., and Gowin, D. B. (1984). Learning How to Learn. Cambridge University Press, New York, 1984, 199 pp.

原始研究报告，但你可以通过列出的综述去追溯特别感兴趣的研究论文。

最后，当然不可缺少的是，要带着对营养学领域的兴趣学习！

教师必读

我希望你发现这个版式和内容表达方式对你的维生素教学有益。在末尾，有我在康奈尔大学应用《维生素》作为教材教学的一些经验，也可能对你有帮助。

我发现每一个研究维生素的学生都有着这个科目的背景知识，虽然这些背景知识一般来说并不完善，常常是非数据资料和谬误资料。的确，营养学高年级学生和其他领域的学生相差很大。对教师，他们绝大多数是与一个科目相关领域的专家。再者，我发现，由于至少拥有这个学科的一些知识背景，以及由于某种原因的激励想要学习更多，每个学生研究维生素时都有独特的视角，所以可能不太容易被教师弄明白。

我确信，当教师和学生从各自不同的视角相互理解时，才是有意义的学习。这对讲解维生素有两大益处。第一，教师的兴趣是了解学生的想法，了解学生对涉及维生素缺乏、维生素功能等相关内容的理解水平，这些也可以建立和适当地改善。第二，我发现许多高年级学生有着有趣的经验（包括通过个人或家族史、他们自己的研究、从其他课程中获得的信息），这些对课堂讨论可能很有价值，对抗了“教师无所不知”（众所周知的谬误）的概念。为了确定学生的视角，我发现有用的方式是，在第一次课上分配任务，在第二次课上提交自传体短文。我分给大家我为这个目的写的文章，然后，我要求每个学生写“或多或少”自己想写的，认可之后我把班上每个学生呈交的材料复印并分发。那些我看到的传记，有的只有几句话，有的则长一些，很好地展示了自己；我发现每篇文章都帮助我很好地了解了我的学生和关于他们对维生素的理解及他们对我课程的期望。这种练习也同样适用于学生和学生之间，可促进一个充满活力的班级讨论。

我在教学中用《维生素》作为教科书，有规律性地分配阅读任务，通常为每个班级一次准备一章，我一般在开放型讨论方式中进行指导。在一个传统的教学模式中，我认为对一个营养学家重要的是要了解关于维生素的所有信息，我发现这很难，几乎没有可能。因此，我将那些信息写进这本教科书，为对学生的学习负责，随时从由读物中得到的拾遗来更新内容。我在课堂上通过讨论特别感兴趣和关心的内容来帮助学生。常常，这意味着在某一点上读物中表述并不清楚，或读物本身提出的问题并没有在上下文中特别注明。通常，这些问题可以通过其他学生的观察和我给出的补充资料得到很好的理解和掌握。因此，我的课堂准备包括整理补充教科书讨论的研究数据，确定那些我用于导入讨论的问题。在完善我的问题的过程中，提出与这个概念相联系的简单问题，这对我自己准备这个主题的概念图也非常有益。例如，“生育酚类的小肠吸收方式与我们已知的物理化学性质有什么关系？”如果你不熟悉这个概念图，我强力推荐你求助于《学习如何学习》，试试那些技巧，看它是否能够在教学上帮助你。

我发现每周给出我已经写好的习题或病例研究作为作业非常有益。以我的经验，有规律的作业可让学生将精力保持集中在这个课题上，防止他们忽略这门课，直到考试才复习。最重要的是，我相信，学习和必需进行的书面作业在思维上相关。为了支持学习，我在每堂课开始的时候，简要地检查每个人的作业，在下一堂课发回带有我评语的作业。你将发现，病例研究摘自真实的临床报告；然而，我并没有给出全部原始报告中

相关的临床所见（例如对治疗的反应），这是为了让它们成为练习的形式。我发现，学生的作业做得很好，他们特别喜欢病例研究。为此，我在修订版的附录 B 里增加了病例研究；我建议你在课堂上使用这些病例研究。

我根据学生在课堂上的参与情况、每周的作业情况、对新近研究论文的综述和一两次考试（即期中或期末）来评估学生的表现。为了让每个学生追踪一个自己特别感兴趣的课题，我要求他们对去年发表的研究论文采用 *Nutrition Reviews* 风格进行综述。我除了对选择的论文的重要性进行评价之外，还对每一篇综述中的批评性分析进行评价，并要求他们去讨论。这项作业常常很易被接受。许多学生在研究上没有经验，因此感觉评论时力不从心，我发现在分配讨论之前对涉及的试验设计和统计学推理的大体原则进行预先指导非常有益。因为我采用了一种概念导向教学模式，因此很早前就在考试中放弃了简答的问题（例如，列举需要维生素 C 饮食来源的物种的名称）。代之，我用简短的病例描述、真实的试验数据，询问学生其诊断对策，让他们假设疾病的发展过程，设计假设检验的方法，解释结果等等。许多学生可能更喜欢传统的简答的考试方式；不过，我发现这样的惰性可以通过课堂讨论的实例或家庭作业来克服。

《维生素》一书对于加强我在康奈尔大学课程的教学很有价值。因此，我诚恳地希望它对你的教学有同样的帮助。我的学生、同事及其他使用这本书的人对前几版的评论对我帮助很大。请让我知道此书是否能满足你的需要。

小 G. F. 库姆斯

（张丹参 杜冠华 译）

目 录

译者序

序

第二版序

第一版序

怎样使用本书

I 营养学中维生素概述

第1章 什么是维生素?	3
I. 关于维生素的思考	4
II. 维生素: 一个全新的概念	4
III. 维生素的定义	5
IV. 已知的维生素	6
第2章 维生素的发现	8
I. 营养学作为一门学科的出现	9
II. 营养科学的发现过程	10
III. 维生素发现的经验阶段	10
IV. 维生素发现的实验阶段	15
V. 维生素学说	18
VI. 维生素的阐明	22
VII. 维生素相关术语	37
VIII. 其他有时被称作维生素的因子	37
IX. 维生素的近代史	38
第3章 维生素的化学和生理学特性	41
I. 维生素的理化性质	43
II. 维生素 A	49
III. 维生素 D	52
IV. 维生素 E	55
V. 维生素 K	57
VI. 维生素 C	59
VII. 硫胺	61
VIII. 核黄素	62
IX. 烟酸	64

X. 维生素 B ₆	65
XI. 生物素	66
XII. 泛酸	67
XIII. 叶酸	68
XIV. 维生素 B ₁₂	70
XV. 维生素的一般特性	74
XVI. 维生素的生理学作用	77
XVII. 维生素的代谢	83
XVIII. 维生素的代谢作用	87
第 4 章 维生素缺乏症	89
I. 维生素缺乏的定义	91
II. 维生素缺乏的多种原因	93
III. 维生素缺乏的临床表现	95
IV. 维生素缺乏性疾病：生化损伤的表现	105
II 维生素各论	
第 5 章 维生素 A	111
I. 维生素 A 的重要性	113
II. 维生素 A 的来源	114
III. 维生素 A 的吸收	117
IV. 维生素 A 的转运	121
V. 维生素 A 的代谢	129
VI. 维生素 A 的排泄	133
VII. 维生素 A 的代谢功能	134
VIII. 维生素 A 缺乏症	153
IX. 维生素 A 的毒性	159
X. 病例	162
第 6 章 维生素 D	168
I. 维生素 D 的重要性	169
II. 维生素 D 的来源	170
III. 维生素 D 的小肠吸收	175
IV. 维生素 D 的转运	175
V. 维生素 D 的代谢	179
VI. 维生素 D 的代谢功能	184
VII. 维生素 D 缺乏症	197
VIII. 维生素 D 的毒性	203
IX. 病例	204

第7章 维生素E	209
I. 维生素E的重要性	211
II. 维生素E的来源	211
III. 维生素E的吸收	214
IV. 维生素E的转运	215
V. 维生素E的代谢	219
VI. 维生素E的代谢功能	222
VII. 维生素E缺乏症	239
VIII. 维生素E的药理作用	241
IX. 维生素E的毒性	242
X. 病例	243
第8章 维生素K	247
I. 维生素K的重要性	248
II. 维生素K的来源	249
III. 维生素K的吸收	252
IV. 维生素K的转运	253
V. 维生素K的代谢	254
VI. 维生素K的代谢功能	258
VII. 维生素K缺乏症	265
VIII. 维生素K的毒性	268
IX. 病例	269
第9章 维生素C	273
I. 维生素C的重要性	274
II. 维生素C的来源	275
III. 维生素C的吸收	279
IV. 维生素C的转运	280
V. 维生素C的代谢	282
VI. 维生素C的代谢功能	284
VII. 维生素C缺乏症	299
VIII. 维生素C的药理作用	301
IX. 维生素C的毒性	303
X. 病例	305
第10章 硫胺	309
I. 硫胺的重要性	310
II. 硫胺的来源	311
III. 硫胺的吸收	314

IV. 硫胺的转运	314
V. 硫胺的代谢	315
VI. 硫胺的代谢功能	316
VII. 硫胺缺乏症	320
VIII. 硫胺的毒性	325
IX. 病例	325
第 11 章 核黄素	329
I. 核黄素的重要性	330
II. 核黄素的来源	331
III. 核黄素的吸收	332
IV. 核黄素的转运	333
V. 核黄素的代谢	335
VI. 核黄素的代谢功能	337
VII. 核黄素缺乏症	340
VIII. 核黄素的毒性	344
IX. 病例	344
第 12 章 烟酸	347
I. 烟酸的重要性	348
II. 烟酸的来源	349
III. 烟酸的吸收	351
IV. 烟酸的转运	352
V. 烟酸的代谢	353
VI. 烟酸的代谢功能	357
VII. 烟酸缺乏症	359
VIII. 烟酸的药理作用	363
IX. 烟酸的毒性	365
X. 病例	365
第 13 章 维生素 B ₆	368
I. 维生素 B ₆ 的重要性	369
II. 维生素 B ₆ 的来源	369
III. 维生素 B ₆ 的吸收	371
IV. 维生素 B ₆ 的转运	372
V. 维生素 B ₆ 的代谢	373
VI. 维生素 B ₆ 的代谢功能	375
VII. 维生素 B ₆ 缺乏症	380
VIII. 维生素 B ₆ 的药理作用	383