



Precision  
Medicine

精准医学出版工程

精准预防诊断系列

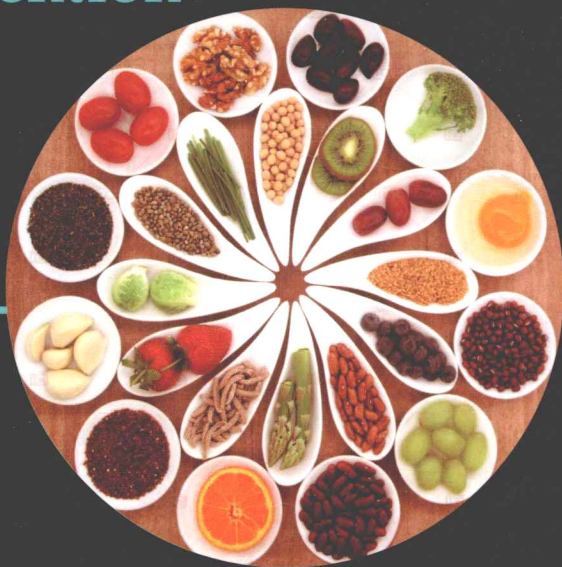
总主编 詹启敏

“十三五”国家重点图书出版规划项目

# 食品营养与精准预防

## Food Nutrition and Precision Prevention

王慧 刘烈刚 等  
编著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



“十三五”国家重点图书出版规划项目

Precision  
Medicine

精准医学出版工程

精准预防诊断系列

总主编 詹启敏

# 食品营养与精准预防

## Food Nutrition and Precision Prevention

王慧 刘烈刚 等  
编著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书为“精准医学出版工程·精准预防诊断系列”图书之一。作为精准医学的重要分支,食品营养近年来依托于基因组学、表达组学、代谢组学、微生物组学及相关的大人群样本研究等的支撑,逐渐走向精准化,得到快速的发展,并日益受到临床医学、健康管理、疾病预防等专业领域科研人员、临床专家以及群众的关注和重视。精准营养学在传统的营养学基础上,进一步系统考察社会经济发展状况、文化背景、疾病状态、生活习惯和遗传背景等差异在营养干预和预防中的作用,促进更为安全、有效且经济的营养干预模式,从而满足人体生长发育需要,维持人体健康和正常机体生理功能。本书从多个角度和层次出发,阐明在人群中进行精准营养干预的重要性和必要性,探讨影响人群营养代谢的主要因素,从而为人群的精准营养干预提供指导。

本书对于精准医学研究人员,特别是在精准营养学领域从事研究工作的专家学者具有重要的学术参考价值,也适合健康管理师作为参考书使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

食品营养与精准预防/王慧等编著. —上海:上海交通大学出版社,2020  
精准医学出版工程/詹启敏主编  
ISBN 978-7-313-20473-8

I. ①食… II. ①王… III. ①食品营养 IV. ①R151.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 269045 号

## 食品营养与精准预防

SHIPIN YINGYANG YU JINGZHUN YUFANG

编 著:王 慧 刘烈刚 等

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:苏州市越洋印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:543 千字

版 次:2020 年 1 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-20473-8

定 价:218.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:27.25

印 次:2020 年 1 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0512-68180638

## 编 委 会

### 总主编

詹启敏(北京大学常务副校长、医学部主任,中国工程院院士)

### 编 委

(按姓氏拼音排序)

卞修武[中国人民解放军陆军军医大学第一附属医院(西南医院)病理科主任,全军病理学研究所所长,中国科学院院士]

崔大祥(上海交通大学转化医学研究院副院长,纳米生物医学工程研究所所长,讲席教授)

段会龙(浙江大学生物医学工程与仪器科学学院教授)

府伟灵[中国人民解放军陆军军医大学第一附属医院(西南医院)检验科名誉主任,全军检验专科中心主任,教授]

阚 飙(中国疾病预防控制中心传染病预防控制所副所长,研究员)

刘俊涛(北京协和医院妇产科副主任、产科主任,教授、主任医师)

刘烈刚(华中科技大学同济医学院公共卫生学院副院长,教授)

罗荣城(暨南大学附属复大肿瘤医院院长,南方医科大学肿瘤学国家二级教授、主任医师)

陶芳标(安徽医科大学卫生管理学院院长,出生人口健康教育国家重点实验室、人口健康与优生安徽省重点实验室主任,教授)

汪联辉(南京邮电大学副校长,江苏省生物传感材料与技术重点实验室主任,教授)

王 慧(上海交通大学医学院公共卫生学院院长,教授)

魏文强(国家癌症中心、中国医学科学院肿瘤医院肿瘤登记办公室主任,研究员)

邬玲仟(中南大学医学遗传学研究中心、产前诊断中心主任,教授、主任

医师)

邬堂春(华中科技大学同济医学院副院长、公共卫生学院院长,教授)

曾 强(中国人民解放军总医院健康管理研究院主任,教授)

张军一(南方医科大学南方医院精准医学中心副主任,主任医师)

张路霞(北京大学健康医疗大数据国家研究院院长助理,北京大学第一医院肾内科主任医师、教授)

张 学(哈尔滨医科大学校长、党委副书记,教授)

朱宝生(昆明理工大学附属医院/云南省第一人民医院遗传诊断中心主任,国家卫健委西部孕前优生重点实验室常务副主任,教授)

### 学术秘书

张 华(中国医学科学院、北京协和医学院科技管理处副处长)

# 《食品营养与精准预防》

## 编委会

### 主 编

王 慧(上海交通大学医学院公共卫生学院院长,教授)

刘烈刚(华中科技大学同济医学院公共卫生学院副院长,教授)

### 副主编

宋海云(上海交通大学医学院公共卫生学院教授)

杨雪锋(华中科技大学同济医学院公共卫生学院教授)

陈培战(上海交通大学医学院公共卫生学院副研究员)

### 编 委

(按姓氏拼音排序)

巴 乾(上海交通大学医学院公共卫生学院副研究员)

冯 英(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

高 莹(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

侯 敏(上海交通大学医学院公共卫生学院讲师)

乐颖影(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

李 于(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

李增宁(河北医科大学第一医院教授、主任医师)

牟 为(上海交通大学医学院公共卫生学院讲师)

秦立强(苏州大学医学部公共卫生学院教授)

瞿宇晋(首都儿科研究所遗传研究室副研究员)

桑仲娜(天津医科大学公共卫生学院副教授)

杨建军(宁夏医科大学公共卫生与管理学院教授)

杨 巍(华中科技大学同济医学院公共卫生学院讲师)

姚 平(华中科技大学同济医学院公共卫生学院教授)

应 浩(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

詹丽杏(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

章海兵(中国科学院上海营养与健康研究所研究员)

周 丹(上海交通大学医学院公共卫生学院讲师)

周婧琪(上海交通大学医学院公共卫生学院讲师)

## 主编简介



王慧,天津医科大学和美国伯明翰阿拉巴马大学联合培养医学、理学博士,现任上海交通大学医学院公共卫生学院院长,教授、博士生导师。长期从事慢性病防控、营养与食品安全基础和应用研究,重点探究遗传、营养和食源性危害因素及其交互作用在肿瘤等慢性病个体化诊断、预防和预后预测中的功能和作用;筛选发现肿瘤防控新靶标,探讨营养和药物靶向防控肿瘤的新机制和新方法。承担国家杰出青年科学基金等多项课题,入选中国科学院“百人计划”,获得“中国青年女科学家奖”、上海市三八红旗手、上海市优秀学术带头人,上海市领军

人才等多项奖励与荣誉。同时担任国务院食品安全委员会专家委员会委员,食品安全国家标准审评委员会微生物分委员会主任委员,中国营养学会营养转化医学分会副主任委员,中国毒理学会理事、食品毒理学专业委员会副主任委员,上海市预防医学会副会长等。在 *Nature Genetics*、*Gut*、*Environmental Health Perspectives*、*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*、*Clinical Cancer Research* 等国际期刊发表 SCI 收录论文 120 余篇,申请专利 24 项(授权 14 项),实现成果转化 7 项,形成国家标准、行业标准 8 项,获计算机软件著作权登记 1 项。

## 主编简介



**刘烈刚**, 华中科技大学同济医学院劳动卫生与环境卫生学博士、德国柏林洪堡大学博士, 现为华中科技大学同济医学院公共卫生学院副院长, 食品营养与安全湖北省重点实验室主任, 华中科技大学“华中学者”特聘岗教授、博士生导师。长期从事营养与食品卫生学教学、研究工作, 在糖尿病发病机制和营养干预等方面有丰富的研究经验。承担及参与国家科技支撑计划项目、国家自然科学基金面上项目、973 计划项目、863 计划项目等多项国家级课题。研究成果荣获教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖二等奖(排名第一)、湖北省自然科学奖二等奖(排名第一)、国家级教学成果奖二等奖(排名第三)等多个奖项。同时担任食品安全国家标准审评委员会委员、国家卫健委营养标准审评委员会委员、中国营养学会常务理事、湖北省营养学会理事长。作为通讯作者在 *the British Medical Journal*、*Diabetes Care*、*Environmental Health Perspectives*、*Diabetes*、*the American Journal of Clinical Nutrition*、*the American Journal of Epidemiology* 等国际期刊发表 SCI 收录论文 80 余篇。

“精准”是医学发展的客观追求和最终目标,也是公众对健康的必然需求。“精准医学”是生物技术、信息技术和多种前沿技术在医学临床实践的交汇融合应用,是医学科技发展的前沿方向,实施精准医学已经成为推动全民健康的国家发展战略。因此,发展精准医学,系统加强精准医学研究布局,对于我国重大疾病防控和促进全民健康,对于我国占据未来医学制高点及相关产业发展主导权,对于推动我国生命健康产业发展具有重要意义。

2015年初,我国开始制定“精准医学”发展战略规划,并安排中央财政经费给予专项支持,这为我国加入全球医学发展浪潮、增强我国在医学前沿领域的研究实力、提升国家竞争力提供了巨大的驱动力。国家科技部在国家“十三五”规划期间启动了“精准医学研究”重点研发专项,以我国常见高发、危害重大的疾病及若干流行率相对较高的罕见病为切入点,将建立多层次精准医学知识库体系和生物医学大数据共享平台,形成重大疾病的风险评估、预测预警、早期筛查、分型分类、个体化治疗、疗效和安全性预测及监控等精准预防诊治方案和临床决策系统,建设中国人群典型疾病精准医学临床方案的示范、应用和推广体系等。目前,精准医学已呈现快速和健康发展态势,极大地推动了我国卫生健康事业的发展。

精准医学几乎覆盖了所有医学门类,是一个复杂和综合的科技创新系统。为了迎接新形势下医学理论、技术和临床等方面的需求和挑战,迫切需要及时总结精准医学前沿研究成果,编著一套以“精准医学”为主题的丛书,从而助力我国精准医学的进程,带动医学科学整体发展,并能加快相关学科紧缺人才的培养和健康大产业的发展。

2015年6月,上海交通大学出版社以此为契机,启动了“精准医学出版工程”系列图书项目。这套丛书紧扣国家健康事业发展战略,配合精准医学快速发展的态势,拟出版一系列精准医学前沿领域的学术专著,这是一项非常适合国家精准医学发展时宜的事业。我本人作为精准医学国家规划制定的参与者,见证了我国精准医学的规划和发展,欣然接受上海交通大学出版社的邀请担任该丛书的总主编,希望为我国的精准医学发

展及医学发展出一份力。出版社同时也邀请了吴孟超院士、曾溢滔院士、刘彤华院士、贺福初院士、刘昌孝院士、周宏灏院士、赵国屏院士、王红阳院士、曹雪涛院士、陈志南院士、陈润生院士、陈香美院士、徐建国院士、金力院士、周琪院士、徐国良院士、董家鸿院士、卞修武院士、陆林院士、田志刚院士、乔杰院士、黄荷凤院士等医学领域专家撰写专著、承担审校等工作，邀请的编委和撰写专家均为活跃在精准医学研究最前沿的、在各自领域有突出贡献的科学家、临床专家、生物信息学家，以确保这套“精准医学出版工程”丛书具有高品质和重大的社会价值，为我国的精准医学发展提供参考和智力支持。

编著这套丛书，一是总结整理国内外精准医学的重要成果及宝贵经验；二是更新医学知识体系，为精准医学科研与临床人员培养提供一套系统、全面的参考书，满足人才培养对教材的迫切需求；三是为精准医学实施提供有力的理论和技术支撑；四是将许多专家、教授、学者广博的学识见解和丰富的实践经验总结传承下来，旨在从系统性、完整性和实用性角度出发，把丰富的实践经验和实验室研究进一步理论化、科学化，形成具有我国特色的精准医学理论与实践相结合的知识体系。

“精准医学出版工程”丛书是国内外第一套系统总结精准医学前沿性研究成果的系列专著，内容包括“精准医学基础”“精准预防”“精准诊断”“精准治疗”“精准医学药物研发”以及“精准医学的疾病诊疗共识、标准与指南”等多个系列，旨在服务于全生命周期、全人群、健康全过程的国家大健康战略。

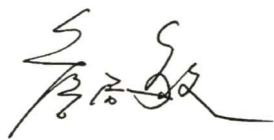
预计这套丛书的总规模将达到 60 种以上。随着学科的发展，数量还会有所增加。这套丛书首先包括“精准医学基础系列”的 10 种图书，其中 1 种为总论。从精准医学覆盖的医学全过程链条考虑，这套丛书还将包括和预防医学、临床诊断（如分子诊断、分子影像、分子病理等）及治疗相关（如细胞治疗、生物治疗、靶向治疗、机器人、手术导航、内镜等）的内容，以及一些通过精准医学现代手段对传统治疗优化后的精准治疗。此外，这套丛书还包括药物研发，临床诊断路径、标准、规范、指南等内容。“精准医学出版工程”将紧密结合国家“十三五”重大战略规划，聚焦“精准医学”目标，贯穿“十三五”始终，力求打造一个总体量超过 60 种的学术著作群，从而形成一个医学学术出版的高峰。

本套丛书得到国家出版基金资助，并入选了“十三五”国家重点图书出版规划项目，体现了国家对“精准医学”项目以及“精准医学出版工程”这套丛书的高度重视。这套丛书承担着记载与弘扬科技成就、积累和传播科技知识的使命，凝结了国内外精准医学领域专业人士的智慧和成果，具有较强的系统性、完整性、实用性和前瞻性，既可作为实际工作的指导用书，也可作为相关专业人员的学习参考用书。期望这套丛书能够有益于精准医学领域人才的培养，有益于精准医学的发展，有益于医学的发展。

本套丛书的“精准医学基础系列”10 种图书已经出版。此次集中出版的“精准预防诊断系列”系统总结了我国精准预防与精准诊断研究各领域取得的前沿成果和突破，将为实现疾病预防控制的关口前移，减少疾病和早期发现疾病，实现由“被动医疗”向“主

动健康”转变奠定基础。内容涵盖环境、食品营养、传染性疾病、重大出生缺陷、人群队列、出生人口队列与精准预防,纳米技术、生物标志物、临床分子诊断、分子影像、分子病理、孕产前筛查与精准诊断,以及健康医疗大数据的管理与应用等新兴领域和新兴学科,旨在为我国精准医学的发展和实施提供理论和科学依据,为培养和建设我国高水平的具有精准医学专业知识和先进理念的基础和临床人才队伍提供理论支撑。

希望这套丛书能在国家医学发展史上留下浓重的一笔!



北京大学常务副校长  
北京大学医学部主任  
中国工程院院士  
2018年12月16日

# 前言

在过去几十年中,慢性非传染性疾病(简称慢性病)已经代替传染性疾病成为影响中国人口健康和导致人口死亡的主要疾病。以高血压、糖尿病、脑卒中(中风)、冠心病和肿瘤等为代表的慢性病发病率逐年升高。随着人口预期寿命的增加以及老龄化时代的到来,慢性病将给我国带来沉重的经济和社会负担。2016年10月25日开始实施的《“健康中国2030”规划纲要》明确提出,到2030年,我国人均预期寿命达到79岁,因重大慢性病导致的过早病死率较2015年下降30%,居民健康素养水平提升至30%。相关纲要和计划的实施对于促进中国人口健康起了重要的促进作用。

慢性病病因复杂,生活方式、运动、膳食因素和环境暴露等均不同程度地影响个体的慢性病发病风险。因此,在明确慢性病病因的基础上有针对性地进行预防和干预是相关疾病防治的主要手段和方法。在转化医学的概念提出后,2015年美国奥巴马提出的“精准医学计划(PMI)”为推动疾病的个体化诊断和治疗规划了前景。由于精准医学计划的远景和宏伟目标具有很强的吸引力,2016年美国国立卫生研究院将该计划升级为“全民健康研究项目”,以期通过精准化技术、手段和方法的研究和开发,为全民健康提供更为合理、有效的疾病早期预防和干预策略。在我国科学技术部和卫生部(现国家卫生健康委员会)相关部门的带领下,国内高校、科研机构、医院和企业等展开了针对慢性病预防和控制的相关精准医学研究,这使得我国在医疗卫生方面取得了快速的发展和进步。

营养是保障个体生理和生命活动的基本要素。除了传统的七大营养素——水、膳食纤维、维生素、矿物质、碳水化合物、脂肪和蛋白质外,我们从日常膳食中获取的其他植物源和动物源性化合物成分也对个体的健康产生重要影响和调控作用。值得注意的是,营养失衡是慢性病形成的主要原因,由营养失衡导致的慢性病占相关疾病的40%~80%。随着中国经济水平的发展,过去几十年中居民的膳食谱发生了重大变化,并且这种动态变化也伴随着中国传统饮食文化的逐渐演化。由此可见,食品营养的均衡与合理,对于保障人群的健康具有重要的社会意义和科学价值。随着生物医学研究手段的

进步,我们对营养的理解逐渐从生理功能深入到细胞、分子水平和基因组水平,尤其是第二代测序技术、代谢组学、蛋白质组学等技术的发展,使我们能够更加完整、全面地考量营养素对人体靶细胞和靶器官等的生物学调控作用,也为今后进行个体化营养干预和研究提供了基础。

因此,我们对目前营养学研究的前沿进展,尤其是生理学功能、慢性病调控、分子信号机制以及营养调控的组学数据方面的进展进行了系统总结,并根据不同类型人群包括婴幼儿、老年人、慢性病患者(肿瘤、糖尿病以及罕见遗传性疾病患者)的营养需求和精准干预手段、方法及标准等分别进行了阐述,旨在为从事相关领域工作的医疗工作者、营养学家、科研人员和研究生等提供参考。

本书第1章由王慧、刘烈刚、宋海云、陈培战、孙金丽、周丹和杨巍执笔,第2章由宋海云、冯英、高莹、乐颖影、李于、应浩、詹丽杏和章海兵执笔,第3章由秦立强、桑仲娜、杨雪锋和姚平执笔,第4章由王慧、巴乾、牟为、侯敏和周婧琪执笔,第5章由杨建军、李增宁和瞿宇晋执笔。

本书在撰写阶段得到了众多专家的支持和帮助,引用了一些作者的论著及其研究成果,在此向他们表示衷心的感谢!

本书如有疏漏、错谬或值得商榷之处,恳请读者批评指正。

王 慧 刘烈刚  
2018年5月26日

# 目录

<b>1</b>	<b>概论</b> .....	001
1.1	引言 .....	001
1.2	中国慢性病发病概况 .....	002
1.2.1	中国慢性病的总体发病情况 .....	003
1.2.2	心血管疾病的发病情况 .....	004
1.2.3	糖尿病的发病情况 .....	004
1.2.4	肥胖的发病情况 .....	005
1.2.5	非酒精性脂肪肝的发病情况 .....	005
1.2.6	恶性肿瘤的发病情况 .....	006
1.2.7	慢性阻塞性肺疾病的发病情况 .....	006
1.3	慢性病与环境、营养失衡的相关性 .....	007
1.3.1	心血管疾病和高血压发病风险与营养失 衡的相关性 .....	007
1.3.2	胰岛素不耐受和糖尿病与营养失衡的相 关性 .....	008
1.3.3	肥胖和非酒精性脂肪肝与营养失衡的相 关性 .....	009
1.3.4	癌症与营养失衡的相关性 .....	010
1.3.5	膳食中暴露的环境有毒物质对慢性病发病 的影响 .....	012
1.4	不同人群中实现精准营养的基本需求 .....	015
1.4.1	针对罕见遗传病患者的精准营养干预 .....	016
1.4.2	针对常见病患者的精准营养干预 .....	017

1.4.3	针对普通健康人群的精准营养干预	018
1.5	精准营养的研究手段	021
1.5.1	DNA 测序技术	021
1.5.2	RNA 测序技术与基因表达阵列分析	022
1.5.3	蛋白质组学	023
1.5.4	代谢组学和脂质组学	023
1.5.5	表观遗传学	024
1.5.6	类器官和器官芯片	024
1.5.7	生物信息学技术	025
1.6	国内外政策	026
1.6.1	“精准营养”——从实验室走向普通大众	027
1.6.2	营养健康大数据为精准营养干预奠定基础	028
1.6.3	建立大数据时代,精准+科学引领营养健康	029
1.7	小结	030
	参考文献	030

<b>2</b>	<b>营养与慢性病</b>	039
2.1	膳食结构模式	039
2.1.1	膳食中的七大营养素	040
2.1.2	膳食结构模式及其特点	044
2.1.3	膳食结构平衡的意义	050
2.2	碳水化合物	051
2.2.1	碳水化合物的分类和食物来源	052
2.2.2	碳水化合物的消化和吸收	054
2.2.3	碳水化合物的代谢和功能	054
2.2.4	血糖水平的调节	058
2.2.5	碳水化合物与健康	059
2.3	蛋白质摄入与慢性病	066
2.3.1	蛋白质的化学组成	067
2.3.2	蛋白质的消化和吸收	070
2.3.3	蛋白质在细胞内的合成	072
2.3.4	蛋白质的生理功能	074
2.3.5	食物中的蛋白质和蛋白质的摄入	076

2.3.6	蛋白质摄入与疾病发生的相关性	081
2.3.7	蛋白质的研究进展和研究方向	085
2.4	脂肪和特殊脂肪酸	086
2.4.1	脂肪酸概述	087
2.4.2	脂肪酸的来源和种类	087
2.4.3	体内脂肪酸的合成	088
2.4.4	必需脂肪酸在体内的代谢	089
2.4.5	脂肪和脂肪酸的生理功能	090
2.4.6	膳食脂肪及脂肪酸的参考摄入量	091
2.4.7	膳食脂肪及脂肪酸与人群疾病的关系	091
2.4.8	脂肪酸摄入与相关疾病发病的分子机制研究	101
2.4.9	脂肪酸摄入与相关疾病的人群研究	105
2.5	个性化的乳制品	107
2.5.1	乳制品的营养价值	107
2.5.2	乳制品的分类	108
2.5.3	不同年龄段对乳制品的选择	115
2.5.4	不同体质者对乳制品的选择	119
2.5.5	特殊群体对乳制品的选择	120
2.5.6	小结与展望	123
2.6	加工肉类	124
2.6.1	加工肉类概述	124
2.6.2	加工肉类的营养组成	126
2.6.3	影响加工肉类安全的因素	127
2.6.4	加工肉类与心血管疾病	131
2.6.5	加工肉类与癌症	132
2.6.6	加工肉类与肥胖和糖尿病	136
2.6.7	小结与展望	138
2.7	盐分摄入与慢性病预防	139
2.7.1	食盐概述	139
2.7.2	食盐的生理学功能	140
2.7.3	食盐对食物的调节作用	142
2.7.4	食盐中添加成分及其生理学功能	143
2.7.5	食盐与慢性病的关系	146
2.7.6	高盐饮食对机体信号转导途径的调控	150