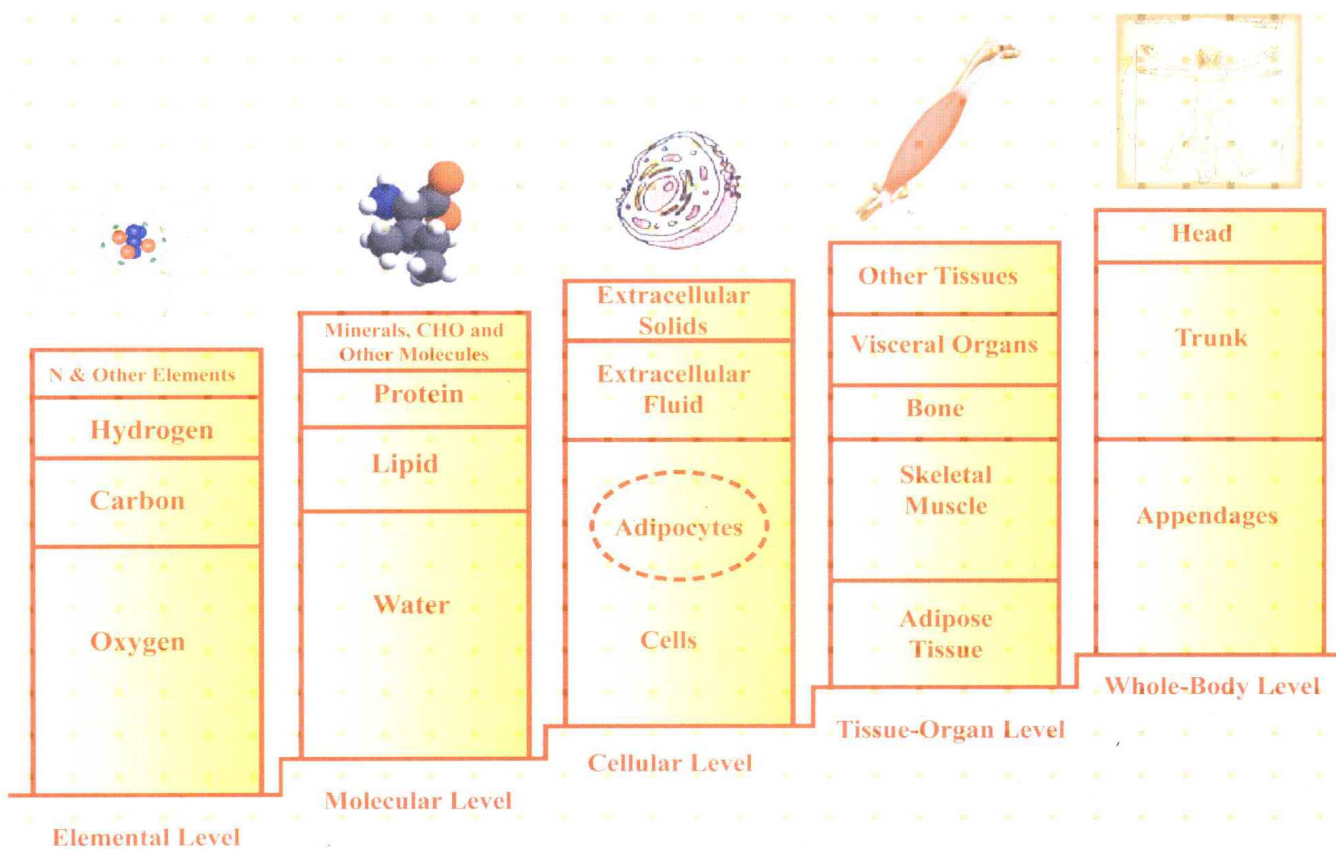


人体组成学

HUMAN BODY COMPOSITION

王自勉 主 编
吴至行 副主编



高等教育出版社
Higher Education Press

人体组成学

HUMAN BODY COMPOSITION

王自勉 主 编

吴至行 副主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

人体组成学是人体生物学的分支学科之一, 主要研究人体内诸多组成成分的含量与分布、组分之间的数量关系、体内外各种因素对组分间数量关系的影响, 以及在活体中测定人体组分的方法。研究人体组成不仅具有生物学意义, 更与提高国民体质、增进健康、治疗疾病密切相关。

本书包括四篇共 31 章。第一篇 (共 7 章) 阐述人体组成模型及组分之间的数量关系; 第二篇 (共 12 章) 阐述在活体中测定人体组成的各种方法, 介绍了在本研究领域运用方法学的最新进展; 第三篇 (共 7 章) 阐述了各种生物学因素对人体组成的影响; 第四篇 (共 5 章) 阐述了某些疾病对人体组成的病理影响。

本书由海外、中国大陆及台湾地区的华人学者通力合作编写, 作者大都在人体组成学及其相关领域中从事研究或临床工作。全书既反映了当代人体组成学领域的最新进展, 也介绍了不同地域学者对华人身体组成的研究成果。

本书是第一部分以中文写成的人体组成学专著, 可作为从事人体组成学、营养学、临床医学、运动医学、老年医学以及体质调查的研究人员、教师和研究生的参考用书。

图字: 01-2008-2678 号

图书在版编目 (CIP) 数据

人体组成学 / 王自勉主编. —北京: 高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978-7-04-023720-7

I. 人… II. 王… III. 人体结构 IV. Q983

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 041234 号

策划编辑 安琪 责任编辑 甘师秀 封面设计 张楠 责任绘图 宗小梅
版式设计 张楠 责任校对 王超 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京佳信达艺术印刷有限公司

网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 889×1194 1/16
印 张 34.75
字 数 950 000

版 次 2008 年 6 月第 1 版
印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷
定 价 98.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23720-00

谨以此书献给我挚爱的华夏大地

因为那里埋葬着我的先辈

因为那里有我的兄弟姐妹

因为那里延承着我的后代

因为那里有我生长的根脉

人体组成学

主编 王自勉 副主编 吴至行

参编作者 (按汉语拼音顺序排列)

蔡克嵩

台湾大学医学院检验医学部, 台北, kstsaimd1128@ntuh.gov.tw

陈隼

New York Image Reading Center, St. Luke's-Roosevelt Hospital Center, and Institute of Human Nutrition, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, jc2664@columbia.edu

陈俊忠

阳明大学运动健康科学研究中心, 台北, jjchen@ym.edu.tw

陈昭

Mel and Enid Zuckerman College of Public Health, University of Arizona, Tucson, Arizona, zchen@email.arizona.edu

何清

St. Luke's-Roosevelt Hospital Center, New York, qing_he@hotmail.com

何橈通

台北荣民总医院教学研究部、内分泌新陈代谢科, 台北, ltho@vghtpe.gov.tw

黄仙红

浙江大学医学院公共卫生系, 杭州, hxx974291@163.com

李艳平

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京, liyanping72@yahoo.com

刘爱玲

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京, liuailing72@yahoo.com

刘灿宏

台北医学大学万芳医院复健医学部暨肥胖防治中心, 台北, chain_horn@yahoo.com.tw

刘华崙

天禄诊所, 新竹, tianluclinic@yahoo.com.tw

马冠生

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京, mags@chinacdc.net.cn

彭巧珍

成功大学医学院附设医院教学中心, 台南, cjpeng@mail.ncku.edu.tw

阮祥燕

首都医科大学附属北京妇产医院妇科内分泌诊疗中心, 北京, ruanxiangyan@163.com

沈澍

Obesity Research Center, St. Luke's-Roosevelt Hospital Center, and Institute of Human Nutrition, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, ws2003@columbia.edu

石光中

“三军总医院”新陈代谢科, 台北, s1208985@ms31.hinet.net

孙淑媚

Department of Biostatistics, Virginia Commonwealth University, Richmond, VA, ssun@vcu.edu

向清三

Department of Radiology, University of British Columbia, Vancouver, Canada, xiang@phas.ubc.ca

王自勉

Obesity Research Center, St. Luke's-Roosevelt Hospital Center, and Institute of Human Nutrition, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, zw28@columbia.edu

吴至行

成功大学医学院家庭医学部暨身体组成研究中心, 台南, paulo@mail.ncku.edu.tw

杨荣森

台湾大学医学院骨科部, 台北, rsyang@ntuh.gov.tw

余文文

Obesity Research Center, St. Luke's-Roosevelt Hospital Center, New York, wyu@chpnet.org

虞一浩

Department of Medicine, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, yy102@columbia.edu

张一影

Naomi Berrie Diabetes Center, Columbia University College of Physicians and Surgeons, New York, yz84@columbia.edu

朱善宽

浙江大学医学院人体组成和健康研究中心, 杭州, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin, szhu@mcw.edu

序

现在正是研究人体组成的绝好时机。从分子水平上探索深层生物学机制的研究正在快速取得进步；而在较实用的层次上，技术进步使得研究者能以更高的精密度和准确度来测定各种身体组分。基础科学的进步与方法学的进步相结合，就开创了新的可能性，来回答动物与人类生物学的基本问题，其最终目的是扩展我们对各种急性与慢性疾病的认识。

人类遗传学的进展使得研究者能够理解各种身体组分的发生、含量、结构、功能及生理调节的机制，这些身体组分分布在元素、分子、细胞、组织-器官及整体层次上。这样，我们最终能够判断并理解个体与群体在身体组成方面的复杂变化。将包括身体组成在内的人类表型信息（phenotypic data）与深层次遗传机制及环境因素相联系，这在现在与未来都是一个广阔的研究领域。

亚洲拥有最大的人群，单单是中国，就有 13 亿人口，约占世界人口的五分之一，而关于亚洲人群身体组成的研究还不多。因此，在亚洲人群开展上述研究特别重要。然而，在最近几年里，关于包括华人在内的亚洲人群身体组成的信息增加了许多，表现为发表的论文数量增加很快。在亚洲国家建立了许多新的人体组成学研究室。已发表的论文扩展了我们对种族之间身体组成非同质性的认识。现有的资料提示，亚洲人与白种人及其他人群比较，一些主要身体组分的含量及分布存在着差异，这些组分与健康指标的关系也存在着差异。我们需要更深入的研究，以了解遗传与环境因素是如何导致个体间、人群间及种族间的这些差异的。将适用于西方人群的概念与数量关系简单地套用于亚洲人群是不恰当的，甚至可能会误入歧途。

我高度评价并推荐这部以中文写成的《人体组成学》专著。这部新书包括了 4 篇 31 章，探讨了人体组成学的理论与模型、人体组分的测定方法，以及人体组成与某些疾病的关系。这本专著汇集了前人对身体组成的研究成果，定能促进对华人身体组成的研究。

本书由 20 余位作者合作撰写。作为本书的主编，王自勉博士撰写了 8 个章节、4 篇导言及 2 个附录。我认识王自勉博士已有近 20 年。在 1990 年以前，除了哥伦比亚大学的 Jack Wang，世界上几乎没有华人从事人体组成学研究。在我的帮助下，王自勉博士成为第一位来到美国研究人体组成学的中国科学家。我们共同提出的人体组成五层次模型已被广泛接受，并在世界各国的研究与教学中应用。在王自勉博士之后，更多的华人学者来到美国，学习这个领域中日益增长的新知识。现在，这些华人学者在学术上已经相当成熟，得以与海峡两岸的华人学者合作，撰写出第一部人体组成学的中文专著。这也反映出在过去 20 年中，对华人身体组成的研究已经取得相当大的进步。

我也认识参与撰写这部开拓性专著的其他一些作者，他们曾在或仍在美国工作，包括张一影、陈昭、沈激、吴至行、朱善宽、孙淑媚、阮祥燕、余文文、何清、陈隽。在他们之中，朱善宽博士与吴至行医师已分别在杭州的浙江大学与台南的成功大学建立了各自的人体组成学研究室。



序

我相信华人学生和研究者必能从这部人体组成学专著中获益，从而透彻理解人体组成学的重要概念和原理。

Steven B. Heymsfield, MD

Clinical Research, Metabolism

Merck Research Laboratories

126 E. Lincoln Avenue

PO Box 2000, RY34A - A238

Rahway, NJ07065 - 0900

Tel: 732 - 594 - 4448

Fax: 732 - 594 - 5179

E-mail: Steven.Heymsfield@Merck.com

(王自勉译)

前 言

人类生来就是富有好奇心的动物。人类不但致力于探索外部世界，也不懈地探索自己身体的奥秘。人类生物学的许多分支，如解剖学、组织学、生理学与生物化学等，分别从各自的角度来探索人体的奥秘。作为人类生物学的分支之一，人体组成学（human body composition）也从一个独特的角度来探索人体奥秘。与其他分支不同，人体组成学是从数量的角度来研究人体，即探索人体内各种组成成分的含量与分布、各种组分之间的数量关系，以及体内和体外诸多因素对各种组分含量的影响。

对许多读者来说，人体组成学可能还是一个陌生的学科。因此，有必要举例说明这门学科的研究内容。以身体中含量极多的水为例，人体组成学要回答的问题包括：身体中含有多少水？水的分布有什么特点？水含量与其他组分含量之间的数量关系有什么规律？人体中水含量的正常变化幅度有多大？生长发育、老化与性别等生物学因素对体内水含量有何影响？哪些疾病会导致身体中水含量的病理变化（过多或过少）？如何在活体中安全、准确地测定水含量？

像水这样的组分，在人体中可以列举出四五十个，如氮、磷、脂肪、蛋白质、细胞、骨骼肌等。这些组分分布在元素、分子、细胞、组织-器官与整体等五个层次。测定所有这些组分的含量与分布、探索各种组分之间的数量关系、阐明各种组分含量的变化及其与疾病的关系，构成了人体组成学的主要研究内容。

与大多数学科一样，人体组成学也包括了理论、方法及应用等三个研究领域。相应的，本书31个章节分为4篇。第一篇（共7章）阐述人体组成学的相关理论及重要组分。第二篇（共12章）介绍在活体中测定人体组分含量的方法。第三篇（共7章）探讨各种生物学因素（如基因、年龄、性别、营养与运动等）对人体组成的影响。第四篇（共5章）讨论某些疾病对人体组成的影响。

本书是第一部用中文撰写的人体组成学专著。人体组成学在欧美各国已有长足进展，以英文写作的专著时有出版。但在海峡两岸，迄今在人体组成学领域里还只有零星的、不成系统的研究。华人约占世界人口的五分之一，与其他种族相比，在身体组成方面既有共同点，也存在差异。因此，研究华人的身体组成不仅具有重要的生物学意义，更与提高国民身体素质、增进健康、治疗疾病密切相关，其重要性不言而喻。在本书中，我们尽可能多地介绍有关华人身体组成的研究成果。因此，本书并非人体组成学英文专著的简单重复。我们希望本书能对人体组成学及相关领域的研究者、特别是青年学者有所帮助，以促进人体组成学这门学科在海峡两岸生根、开花、结果。

我们有幸请到 Steven Heymsfield 教授为本书作序。Heymsfield 教授在人体组成学多方面的研究中作出了杰出贡献，是全世界在这个领域里最重要的科学家之一。早在1979年，他就率先将CT技术用于人体组成测定。他曾长期担任哥伦比亚大学 St. Luke's-Roosevelt 医院人体组成实验室主任，在此期间，该实验室从设备到研究水平，均居于世界领先地位。Heymsfield 教授对于本书许多作者来说，亦师亦友，给予我们极大帮助，包括欣然允诺为本书作序。在序言里，Heymsfield 教授着重指出，亚洲人种体内某些主要组分的含量及分布与其他种族不同，将西方人种身体组成的概念及数量关系简单地套用于亚洲人种，很可能不合适甚至是错误的。Heymsfield 教授鼓励我们深入探索华人身体组成的特点，并指出在拥有13亿人口的中国开展人体组成研究，乃是一个新的科学领域。我们也有幸请到王昭孔（Jack Wang）先生审阅本书。王昭孔先生从1970年起即从事人体组成学研究，他可能是最早涉足这个领域的华人。由他来审阅本书，无疑具有足够的权威性。在此，本书作者向 Heymsfield 与王昭孔两位先生表示衷心的感谢。

本书可能是第一部以汉语简体字与繁体字在海峡两岸分别出版的学术著作。本书主编在筹划期间与高等

教育出版社联系，很快就得到了积极回应，并在编写体例、专业名词翻译等方面得到了具体指导。鉴于本书部分作者与读者居于台湾的实际情况，我们提出在海峡两岸分别出版简体字版与繁体字版，也获得高等教育出版社的理解与支持。在此，我们向高等教育出版社、特别是本书的策划编辑安琪女士和责任编辑甘师秀女士，表示由衷的感谢。相信本书的出版，能为海峡两岸的学术与文化交流起到一点促进作用。

由于我们的学术水平有限，也由于多数作者久居海外，对撰写中文学术文章已感生疏，本书不可避免地存在不足之处。再则，由于半个世纪的阻隔，海峡两岸不但存在简体字与繁体字的差别，而且遣词造句与行文风格也有相当大的差异。人体组成学的新名词、新术语不断出现，要将它们译成准确而简约的中文，殊非易事；而两岸学者对同一个英文名词及术语，往往有不同译法。凡此种种，都给本书的编写带来困难。虽然我们作了许多努力，仍未能尽如人意。希望读者不吝指出本书的缺点与错误，以便再版时更正。

本书是一部以海外华人学者为主、有海峡两岸学者参与、由20余位作者合作撰写的学术专著。在本书的作者团队中，既有已在人体组成学这块园地辛勤耕耘了20多年的老科学家，也有涉足这门学科不久的朝气蓬勃的年轻科学工作者。本书作者几乎都有留学海外的经历，这使我们得以扩展视野，学习到人体组成学及相关学科的最新成就。不过，留学的根本目的是创新与超越。在本书的作者团队中，王自勉博士提出了人体组成的五层次模型；张一影博士发现了瘦素（leptin）；沈澍博士提出了脂肪组织的影像学分类系统；朱善宽博士率先探讨了人体组成对交通事故死亡率的影响。这表明，我们华人学者有能力在探索人体组成奥秘的研究前沿占有一席之地。现在，本书作者团队中的吴至行医师与朱善宽博士，已分别在海峡两岸的成功大学与浙江大学，创建了人体组成学研究室。我们希望、也相信他们能在不久的将来取得一流的研究成果。留在海外的作者，也正以各种方式，回馈那方生我养我的土地。合力撰写本书，就是我们的回馈方式之一。

此刻，我想起了伟大的微生物学家和化学家巴斯德对青年学生说过的一段话：“当生活于实验室和图书馆的宁静之中，你们首先要问问自己：我为自己的学习做了些什么？而当你们有所进步的时候，再问问自己：我为自己的祖国做了些什么？直到有一天，你们可以因自己已经用某种方式对人类的进步和幸福作出了贡献而感到巨大的幸福。”重温巴斯德的教诲，我又一次想起，当40年前自己身处南京大学的实验室和图书馆时，中国大陆每一百个同龄青年中，有幸能受到高等教育的，仅只一人。作为一名幸运者，从那时以来，我仿佛一直感受着那九十九位同龄者的无言嘱托，仿佛一直承担着对这些兄弟姐妹的无形责任。现在，当这部以中文写成的《人体组成学》终于可以付梓的时候，为之倾注了极多心力的我如释重负，实实在在地感受到了巴斯德所说的巨大幸福。

身居海外的本书各位作者，惯常以英文来写作论文。因此在本书的写作过程中，我们曾不止一次被问道，为什么要用中文来写这本专著？我想，答案就在下面这首广为传唱的诗歌里：

不要问我到哪里去，我的心依着你/ 不要问我到哪里去，我的情牵着你/ 我是你的一片绿叶，我的根在你的土地/ 无论我走在哪片云彩，我的眼总是向着你/ 如果我在风中歌唱，那歌声也是为着你/ 不要问我到哪里去，我的路上充满回忆/ 请你祝福我，我也祝福你/ 这是绿叶对根的情意。

这部以中文写成的《人体组成学》所凝聚的，正是我们这片绿叶，对根的眷眷深情。

王自勉

2008年3月于哥伦比亚大学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号
高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010) 58581118

目 录

第一篇 人体组成的模型与组分

导言	王自勉	1
1. 人体组成学概述及研究简史	王自勉	3
2. 人体组成五层次模型	王自勉	13
3. 人体组成基准值	王自勉	31
4. 人体组分之间的数量关系	王自勉	47
5. 骨骼肌含量及其测定	王自勉	63
6. 脂肪与脂肪组织	沈 激	77
7. 人体中的微量元素	陈 隽	89

第二篇 人体组成研究的方法学

导言	王自勉	105
8. 中子活化分析法及全身 ⁴⁰ K计数技术	王自勉	107
9. 全身总水量及细胞外水含量测定法	吴至行 余文文	117
10. 双能量X射线吸收法	陈 昭	135
11. 生物电阻抗分析法	吴至行 孙淑媚	157
12. 计算机体层摄影及磁共振成像	沈 激 向清三 陈 隽	175
13. 水中密度测定法	陈 昭	187
14. 空气置换体积测定法	马冠生 李艳平	197
15. 超声波测量法与三维光学扫描法	吴至行	215
16. 形态学测量法	吴至行 刘华巖	231
17. 多组分模型方法	王自勉	255
18. 儿童期身体组成的测定方法	沈 激	267
19. 人体组成学常用统计方法	朱善宽 孙淑媚 黄仙红	279

第三篇 生物因素对人体组成的影响

导言	王自勉	301
20. 遗传因素对人体组成的影响	张一影 虞一浩	303
21. 激素与人体组成之间的关系	虞一浩 张一影	315
22. 年龄与性别对人体组成的影响	马冠生 李艳平 刘爱玲	329
23. 妊娠、绝经与身体组成	阮祥燕	353
24. 膳食与身体组成	彭巧珍	365
25. 运动与身体组成	刘灿宏	397
26. 能量代谢与身体组成	王自勉	409



第四篇 人体组成学的临床应用

导言

27. 骨质疏松症与身体组成

28. 艾滋病与身体组成

29. 糖尿病、肥胖与身体组成

30. 脊髓损伤与身体组成

31. 癌症与身体组成的关系

王自勉 427

杨荣森 蔡克嵩 429

何 清 455

石光中 何橈通 471

陈俊忠 485

陈 昭 501

附录

I 人体组成学英汉词汇

II 人体组成研究大事年表

王自勉 吴至行 521

王自勉 535

CONTENTS

Part I. BODY COMPOSITION MODELS AND COMPONENTS

Introduction	Zimian Wang	1
1. Human Body Composition Studies: A Brief Review	Zimian Wang	3
2. Five-Level Model of Human Body Composition	Zimian Wang	13
3. Reference Values of Human Body	Zimian Wang	31
4. Quantitative Relations among Human Body Components	Zimian Wang	47
5. Skeletal Muscle Mass and Measurements	Zimian Wang	63
6. Fat and Adipose Tissue	Wei Shen	77
7. Trace Elements in Human Body	Jun Chen	89

Part II. BODY COMPOSITION MEASUREMENT METHODS

Introduction	Zimian Wang	105
8. In Vivo Neutron Activation Analysis and Whole Body ⁴⁰ K Counting	Zimian Wang	107
9. Total-Body Water and Extracellular Water Measurements	Chih-Hsing Wu Wenwen Yu	117
10. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry	Zhao Chen	135
11. Bioelectrical Impedance Analysis	Chih-Hsing Wu Shumei Sun	157
12. Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging	Wei Shen Qing-San Xiang Jun Chen	175
13. Underwater Weighing	Zhao Chen	187
14. Air Displacement Plethysmography	Guansheng Ma Yanping Li	197
15. Ultrasonometry and 3-Dimensional Photonic Scanning	Chih-Hsing Wu	215
16. Anthropometry	Chih-Hsing Wu Hwa-Yam Liu	231
17. Multicomponent Models	Zimian Wang	255
18. Pediatric Body Composition Methods	Wei Shen	267
19. Common Statistical Methods	Shankuan Zhu Shumei Sun Xianhong Huang	279

Part III. BIOLOGICAL INFLUENCES ON HUMAN BODY COMPOSITION

Introduction	Zimian Wang	301
20. Genetic Influence on Human Body Composition	Yiying Zhang Yi-Hao Yu	303
21. Hormonal Influence on Human Body Composition	Yi-Hao Yu Yiying Zhang	315
22. Age and Sex Influence on Human Body Composition	Guansheng Ma Yanping Li Ailing Liu	329
23. Pregnancy, Menopause and Body Composition	Xiangyan Ruan	353



24. Food and Body Composition	Cheau-Jane Peng	365
25. Exercise and Body Composition	Tsan-Hon Liou	397
26. Energy Metabolism and Body Composition	Zimian Wang	409

Part IV. CLINICAL APPLICATION OF HUMAN BODY COMPOSITION STUDIES

Introduction	Zimian Wang	427
27. Osteoporosis and Body Composition	Rong-Sen Yang Keh-Sung Tsai	429
28. AIDS and Body Composition	Qing He	455
29. Diabetes, Obesity and Body Composition	Kuang-Chung Shih Low-Tone Ho	471
30. Spinal Cord Injury and Body Composition	Jin-Jong Chen	485
31. Cancer and Body Composition	Zhao Chen	501

Appendix

I	English-Chinese Vocabulary in Human Body Composition Studies	Zimian Wang Chin-Hsing Wu	521
II	Chronology of Human Body Composition Research	Zimian Wang	535

第一篇 人体组成的模型与组分

导 言

王自勉

人体组成学是人类生物学的一个分支，它是从数量的角度来探索人体的奥秘。人体组成学研究大致包括三个方面，即探索人体组成的数量规律；探索如何在活体测定身体组分的含量；以及探索诸多体内外因素对人体组成的影响。本书第 1 篇共有 7 章，着重讨论人体组成的模型及某些重要组分。

本篇第 1 章是全书的概述。作者开宗明义地提出了人体组成学的定义，并简要回顾了其 150 多年的发展史。前 100 多年（1850—1962 年）可称为早期研究，后 40 多年（1963 年至今）是人体组成研究的快速发展阶段。作者概述了当代人体组成学研究的三个主要领域，并从专著、杂志、学术研讨会及论文数量等方面，佐证了人体组成研究的快速发展。此章也展望了人体组成学的未来发展趋势。作为本书的附录，作者列举了自 1850 年以来人体组成研究的大事年表。有志于科学研究的青年学者，当能从中感悟到，正是先驱者的不懈努力，才有了人体组成学这门学科；而我们的责任，就是为这座学术殿堂添砖加瓦，使之更加辉煌，更能造福于人类。

第 2 章阐述了人体组成的五层次模型，这是人体组成学的基础理论之一。按照这个模型，人体组成可以在五个层次上加以研究，即元素层次、分子层次、细胞层次、组织-器官层次与整体层次。这五个层次既是不同的，又是相互联系的。从组成的复杂程度来看，这五个层次是由低级向高级发展的。每一个层次都包含了若干身体组分，而这些组分之和等于人体质量。此章对人体组成的五个层次进行了逐一讨论，并介绍了各个层次上的重要组分。此章不仅使读者对人体组成有清晰的了解，而且有助于理解组分之间的区别与联系，以及层次之间的区别与联系。

第 3 章介绍人体组成的基准值。既然人体组成学是从数量的角度来探索人体奥秘，那么很自然产生一个问题：各种组分在人体内的含量究竟有多少？这看似简单的问题却很难回答，因为全世界 60 亿人，由于年龄、性别、种族、生活环境、营养状况、健康状况的不同，各自的身体组成何止千差万别。为此，学者们总结了大量文献，提出了基准个体（reference individual）的概念。此章主要以列表的方式，给出了自胎儿到幼年再到成年，男性与女性的身体组成基准值，从而帮助读者进一步理解人体组成的数量特点。需要指出的是，此章给出的主要是白种人的数值。适用于黄种人的人体组成基准值至今阙如，有待学者们的继续努力来建立。

第 4 章讨论身体组分之间的比值，这是探索人体组成数量关系的重要方面。研究发现，某些身体组分之间的比值相当稳定。最著名的例子是，全身水含量与去脂肪身体质量之间的比值为 0.73。奇妙的是，这个规律对于从小鼠到海豹再到人的哺乳动物都适用。这方面研究的意义，一是探索人及其他

哺乳动物身体组成的奥秘；二是为建立新的人体测定组成方法提供依据。如果组分 A 与组分 B 之间存在较恒定的比值，那么知道了 A 的含量，就可以计算得到 B 的含量；反之亦然。人体内存在的若干相对稳定的组分间比值，在此章中都有介绍。作者并且导出数学模型，来帮助读者深入理解，为什么某些组分之间的比值较为稳定，而另一些组分之间的比值则变异性较大。

第 5 章介绍骨骼肌及其含量的测定方法。人体组成的每个层次都包含特定的组分。骨骼肌是组织-器官层次的主要组分，分别占成年男性与女性体重的约 40% 与 30%。由于骨骼肌含量与生长发育、衰老、运动及疾病密切相关，测定全身和局部的骨骼肌含量受到人体组成研究者的长期关注。此章列举了已有的骨骼肌含量测定方法，逐一讨论了其理论基础、应用及局限性。

第 6 章介绍脂肪与脂肪组织。脂肪与脂肪组织是两个密切联系但又不同的身体组分。脂肪是分子层次的组分，而脂肪组织则是组织-器官层次的组分。阅读此章有助于消除对这两个组分的混淆。随着肥胖症发病率的增高，人们对脂肪组织的形态、结构、分类与功能有了更深的认识，此章介绍了这些方面的研究进展。既然脂肪与脂肪组织是不同的组分，其测定方法必有差别。此章分别介绍了脂肪含量的测定方法与脂肪组织含量的测定方法。

本篇最后一章（第 7 章）介绍人体内的微量元素。人体中含有 50 多种元素，其中 11 种宏量元素（O、C、H、N、Ca、P、S、K、Na、Cl、Mg）在第 2 章已有述及；其余 40 多种元素合计不足体重的 0.5%，但若干元素却有其生理重要性。此章概述了人体内的微量元素，并着重介绍了 Fe、Zn、Co、I、F 与 Cr 共 6 种元素。作者对这 6 种元素的体内含量、分布、生理重要性及测定方法作了概要的讨论。

人体组成学概述及 研究简史

王自勉

- 1.1 人体组成学的定义
- 1.2 人体组成学的早期研究
- 1.3 人体组成学的研究现况
- 1.4 人体组成学的未来发展

参考文献