

高等医药院校教材
医学相关专业医学课程教学改革教材

供卫生事业管理、药学、检验、医学影像学、护理学、康复治疗学等专业用

人体机能学

主 编 陈丙莺

副主编 顾 洛 朱学江



人民卫生出版社

高等医药院校教材

医学相关专业医学课程教学改革教材

供卫生事业管理、药学、检验、医学影像学、护理学、康复治疗学等专业用

人 体 机 能 学

主 编 陈丙莺

副主编 顾 洛

朱学江

主 审 李栋生

编 者 (按姓氏笔画排列)

戈应滨 (南京医科大学)

朱学江 (南京医科大学)

季晓辉 (南京医科大学)

林厚怡 (南京医科大学)

陈丙莺 (南京医科大学)

顾 洛 (南京医科大学)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

人体机能学/陈丙莺主编. —北京:

人民卫生出版社, 2004. 11

ISBN 7-117-06478-1

I. 人… II. 陈… III. 人体-机能(生物)-医学院校-教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 105978 号

人 体 机 能 学

主 编: 陈 丙 莺

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.75

字 数: 393 千字

版 次: 2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-06478-1/R·6479

定 价: 28.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

序

经过 25 年改革发展，社会有了巨大进步，中国医学教育也取得了令人瞩目的成就。人民生活水平的不断提高，使得社会对医疗保健的需求越来越高。在发达国家，医学相关专业（medicine related profession programs）或健康相关专业（health related profession programs）发展迅猛，在招生和毕业生规模上已远远超过了临床医学专业。正是通过医学相关专业的举办和高度专业化职业人才的培养，使得社会的整个医疗保健和卫生服务质量与水平得到显著提升。这种适应于社会经济发展需要的职业分化也推动了高等教育的分化，体现了合理利用教育资源、取得最大效益的办学规律。我国也出现了相似的显著变化。近年来，国内医学院校中护理学、卫生事业管理、药学、康复治疗学、临床或卫生检验、医学影像学等医学相关专业呈现了蓬勃发展势头。但是，我国与发达国家相比，这方面仍存在较大差距。要实现医学和医疗保健服务的大众化和现代化，我国的高等医学院校必须奋起直追，把发展医学相关专业的高等教育作为推动我国高等医学教育现代化的重要任务来抓。

面对发展我国医学相关专业的迫切需要，努力保证和提高教育教学质量和人才培养质量应该是我们坚定不移的办学原则。但是，如何才能确保教育教学和人才培养质量呢？这是一个重要的研究课题。事实上，我国的医学相关专业教育兴起的时间不长，积累的经验不多，大多沿用临床医学教育的老套路，外加与专业相匹配的 7~10 门专业基础和专业课程。课程设置和教学内容与培养目标和培养要求存在明显的脱节，结果造成教育教学资源的利用不合理、学生的知识与能力结构不合理。针对这一问题，南京医科大学立项，开展了医学相关专业课程体系改革的教学研究，以学科整合为基础，重构医学课程体系。根据医学相关专业的培养目标，重新设定医学相关专业毕业生的医学知识与能力要求。作为这一教改课题的物化成果，诞生了本套教材。在这套教材的编写中，我们完全打破了以学科为单位的传统医学课程体系，从生物医学导论、人体结构学、人体机能学、人类疾病病原病理学基础、临床医学基础及人类疾病学概论六个方面，依据医学科学本身的内在联

系，重构了全新的课程体系。在编写教学内容时，特别注意了所面对的读者群并非临床医学专业学生，而是将从事与医学高度相关的健康事业的学生。因此他们所具备的医学知识是他们的专业基础，应力求宽泛、适用，但却没有必要达到临床医学专业所要求的深度。事实上，套用现成的临床医学专业的教材已给教学带来很大困难，造成内容过深，课时紧张、教师难以把握教学内容，学生难以把握学习要点，教和学双方都有无所适从感。应该说，这是医学相关专业教学中遇到的共同的老问题，本套教材正是力求解决这一难题。经过编著者的竭诚努力，这套教材终于出版了。但是，这套教材能否实现我们的初衷，能否体现教学改革的精神，能否适应我国医学相关专业高层次人才培养的需要，还有待教学实践的检验以及教学一线教师的共同努力。我们期待着同道们赐教指正，希望通过教学实践，这套教材经不断修订以日臻完善。

本套教材是南京医科大学的教改项目，受到教育部世行贷款 21 世纪初高等教育教学改革项目和江苏省教学改革重点课题“高等医学教育教学内容和课程结构的整体优化”及南京医科大学教学改革课题经费的资助；编写过程中，全校有关学院和附属医院不同学科的老师们精诚协作，共同努力；并受到许多兄弟院校著名专家教授的加盟支持；本套教材的出版自始至终都受到人民卫生出版社的高度关注、热情帮助和鼎力支持。我们谨此代表本系列教材编写委员会向有关各方表示最诚挚的谢意。

主任委员 王心如

副主任委员 季晓辉

2004 年 8 月于南京

前 言

为适应科学发展的趋势及社会对人才的要求，众多的医学院校增设了与医学相关的专业，即非临床医学专业，如医学与管理、法律、医学英语等学科交叉的新专业。对这些专业学生掌握临床医学知识的要求显然不需要与临床医学学生完全一致，但他们又必须对医学知识有一个较全面的了解。在我校“非临床医学专业基础和临床系列教材”编委会的指导下，按专业特点的要求，将原生物化学与分子生物学、生理学、基础免疫学三门学科融合为《人体机能学》。它将从分子水平、细胞水平和整体水平三个层次介绍人体机能的基础理论知识。

接受编写任务后，《人体机能学》编写组成员认真讨论了编写本教材的指导思想和编写原则，编写过程中注意不失学科的完整性和系统性，但又不强求深度，各知识点要求突出基本概念，深入浅出，成为一本可读性较强、知识结构不失完整性的学科交叉的专业课本。让这些专业的学生学完这门课后，对一个完整人体既有系统的宏观机能知识，又适应二十一世纪分子生物学时代，在分子水平上对人体微观功能有一个基本框架的了解。

全书分四篇，共十九章。第一篇 人体的化学组成及其代谢；第二篇 基因信息的传递；第三篇 细胞的基本功能与能量代谢；第四篇 组织器官的系统功能及调节。

本教材编写组成员由原生物化学与分子生物学、生理学、基础免疫学三个学科具有多年教学经验的老、中、青教师组合而成，并聘请生理学科资深教授李栋生老师担任主审。感谢姜慧君、何广武、顾伟华老师在结构式的绘制工作中和李迎春、周蓉老师在本书部分章节文字录入中所付出的辛勤劳动。尽管大家都极认真地投入本教材的编写，但编写为“非临床医学专业”而又必须具备一定医学知识的学生所专用的教材，应该是一次新的尝试，故从编写形式到具体内容，都可能存在这样或那样的问题和不足之处。敬请使用本教材的广大师生和读者提出宝贵意见，以便今后改进。

陈丙莺
2004 年 5 月

目 录

第一篇 人体的化学组成及其代谢

第一章 蛋白质	2
第一节 蛋白质的分子组成与结构	2
一、蛋白质的化学组成	2
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	2
三、蛋白质的分子结构	4
四、蛋白质结构与功能的关系	7
第二节 蛋白质重要的理化性质	9
一、两性离解与等电点	9
二、蛋白质的高分子性质	9
三、蛋白质变性、沉淀与凝固	9
第三节 具有催化活性的蛋白质——酶	10
一、酶的分子结构与催化活性	10
二、酶促反应的特点	12
三、酶的抑制作用	12
四、酶与医学的关系	13
第四节 蛋白质分解代谢——氨基酸代谢	14
一、氨基酸的一般代谢	14
二、氮的代谢	16
三、个别氨基酸的代谢	18
四、氨基酸代谢与医学的关系	19
第二章 核酸	21
第一节 核酸的化学组成	21
一、核酸的元素组成	21
二、核苷酸的组成	21
三、核苷酸的结构与命名	22
第二节 核酸的结构与功能	24
一、核酸的一级结构	24
二、DNA 的空间结构与功能	24
三、RNA 的空间结构与功能	25
第三节 核酸重要的理化性质	27

一、核酸的一般理化性质	27
二、DNA 的变性、复性与杂交	28
第四节 核苷酸代谢及其与医学的关系	28
一、核苷酸的生物学功能	28
二、嘌呤核苷酸代谢	29
三、嘧啶核苷酸代谢	30
四、脱氧核苷酸的生成	32
第三章 糖	34
第一节 糖的化学及生理功能	34
一、糖的元素组成与化学本质	34
二、糖的生理功能	34
第二节 糖代谢	35
一、糖的无氧酵解	35
二、糖的有氧氧化	36
三、磷酸戊糖途径	38
四、糖原的合成与分解	39
五、糖异生	41
六、血糖	42
第三节 糖代谢障碍	43
一、高血糖与糖尿病	43
二、低血糖	43
三、耐糖量试验	44
四、糖原积累症	44
第四章 脂类	45
第一节 脂类化学及生理功能	45
一、脂类的化学组成	45
二、脂的分类	45
三、脂类的生理功能	45
第二节 甘油三酯代谢	46
一、甘油三酯的分解代谢	46
二、甘油三酯的合成代谢	50
第三节 甘油磷脂的代谢	53
一、甘油磷脂的组成及结构	53
二、甘油磷脂的合成	53
三、甘油磷脂的降解	54
第四节 胆固醇代谢	55
一、胆固醇合成的原料	55

二、胆固醇合成的过程	55
三、胆固醇的代谢转变	56
第五节 血浆脂蛋白	57
一、血脂	57
二、血浆脂蛋白	57
第六节 脂类代谢紊乱	58
一、高脂血症	58
二、动脉粥样硬化	59
三、脂肪肝	59
四、肥胖	59
 第五章 水与无机盐	60
第一节 体液的分布与组成	60
第二节 水的生理功能及水平衡	60
一、水的生理功能	60
二、水的平衡	61
第三节 电解质的生理功能及平衡	62
一、电解质的生理功能	62
二、钠和氯的代谢	63
三、钾的代谢	63
第四节 水与电解质平衡的调节	63
一、抗利尿激素	63
二、醛固酮	63
三、心钠素	64

第二篇 基因信息的传递

第六章 DNA 的复制	66
第一节 DNA 的半保留复制	66
一、半保留复制的实验依据	66
二、半保留复制的意义	66
第二节 参与 DNA 复制的酶类及蛋白因子	67
一、DNA 聚合酶	68
二、引物酶	68
三、DNA 解旋、解链的有关酶类和蛋白因子	68
四、DNA 连接酶	69
第三节 DNA 生物合成过程	69
一、复制的起始	69
二、复制的延长	70
三、复制的终止	70

第四节 DNA 损伤与修复	71
一、DNA 损伤	71
二、DNA 损伤的修复	71
第五节 逆转录和逆转录酶	73
 第七章 基因表达	74
第一节 转录	74
一、转录的模板	74
二、RNA 聚合酶	74
三、转录过程	75
四、真核生物转录后修饰	76
第二节 翻译	78
一、参与蛋白质生物合成的物质	78
二、蛋白质生物合成过程	80
三、翻译后的加工修饰	81
 第八章 基因表达的调控	83
第一节 原核生物基因表达的调控	83
一、原核生物转录水平的调控——操纵子模式	83
二、翻译水平的调控	84
第二节 真核生物基因表达的调控	85
一、DNA 水平的调控	85
二、转录水平的调控	85
三、转录后水平的调控	85
 第三篇 细胞的基本功能与能量代谢	
 第九章 细胞的基本功能	88
第一节 细胞的化学组成和基本结构	88
一、细胞的基本结构	88
二、细胞膜的化学组成和结构	88
第二节 物质的跨膜转运	89
一、单纯扩散	89
二、易化扩散	90
三、主动转运	91
四、出胞和入胞作用	91
第三节 细胞的信息传递	92
一、细胞信息传递的分子基础	92
二、细胞信息传递的基本途径	94
第四节 细胞的生物电及其活动的本质	97

一、细胞的生物电活动及其产生机制	97
二、细胞的兴奋性及兴奋的引起	99
三、神经-肌接头处的信息传递	100
四、肌细胞的收缩功能	101
第十章 能量代谢	103
第一节 能量的产生、储存和利用	103
一、能源物质	103
二、生物氧化的概念	103
三、能量的储存、利用和转换	104
第二节 ATP 的生成	104
一、底物水平磷酸化	105
二、氧化磷酸化	105
第三节 影响能量代谢的因素	108
一、基础代谢	108
二、影响能量代谢的因素	109
第四节 体温及其调节	109
一、体温的正常值及生理波动	110
二、产热与散热	111
三、体温的调节	112

第四篇 组织器官的系统功能及调节

第十一章 血液	116
第一节 血液的基本组成与理化特性	116
一、血液的组成	116
二、血浆的主要成分及功能	116
三、血液的理化特性	117
第二节 血细胞生理	118
一、红细胞生理	118
二、白细胞生理	119
三、血小板生理	119
第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	120
一、血液凝固	120
二、抗凝与纤维蛋白溶解	123
第四节 血型	123
一、ABO 血型	124
二、Rh 血型	124
三、ABO 血型与输血	124

第十二章 血液循环	126
第一节 心脏的泵血功能	126
一、心动周期.....	126
二、心脏的泵血过程.....	126
三、心脏泵血功能的评定.....	127
四、心脏泵功能的调节.....	128
第二节 心脏的生物电活动	128
一、心肌细胞的跨膜电位.....	128
二、心肌的兴奋性.....	130
三、心肌的自律性.....	132
四、心肌的传导性.....	133
五、体表心电图.....	133
第三节 血管生理	134
一、血管的分类及功能特点.....	134
二、血流量、血流阻力和血压.....	135
三、动脉血压.....	136
四、静脉血压与静脉回流.....	137
五、微循环.....	138
六、组织液.....	139
七、淋巴液的生成与回流.....	140
第四节 心血管活动的调节	141
一、神经调节.....	141
二、体液调节.....	144
第十三章 呼吸	146
第一节 肺通气	146
一、实现肺通气的结构及其功能.....	146
二、肺通气过程及动力.....	147
三、肺通气的阻力.....	148
四、肺容量.....	148
五、肺通气效率.....	149
第二节 肺换气与组织换气	150
一、气体交换的原理.....	150
二、气体物理特性对气体扩散的影响.....	151
三、影响肺换气的因素.....	151
第三节 气体在血液中的运输	152
一、气体在血液中的存在形式.....	152
二、氧的运输.....	153
三、二氧化碳的运输.....	155

第四节 呼吸运动的调节	156
一、呼吸中枢	157
二、呼吸运动的反射性调节	158
第十四章 消化和吸收	162
第一节 概述	162
一、消化道平滑肌的生理特性	162
二、消化液的主要功能	163
三、消化道的神经支配及其作用	163
四、消化道的内分泌功能	164
第二节 口腔内消化	165
一、唾液及其作用	165
二、咀嚼和吞咽	165
第三节 胃内消化	166
一、胃液及其作用	166
二、胃的运动	169
第四节 小肠内的消化	169
一、胰液的分泌	169
二、胆汁的作用	171
三、小肠液的作用	172
四、小肠的运动	172
第五节 肝脏	172
一、肝脏在物质代谢中的作用	172
二、肝脏的生物转化作用	173
三、胆汁酸代谢	174
四、胆色素代谢与黄疸	176
第六节 大肠内消化	180
一、大肠液的分泌及作用	180
二、大肠的运动和排便	180
第七节 吸收	181
一、概述	181
二、几种主要营养物质的吸收	181
第十五章 尿的生成和排出	183
第一节 肾脏的结构特点及肾血流量	183
一、肾脏的结构特点	183
二、肾脏的血液供应特点	184
第二节 肾小球的滤过功能	185
一、滤过膜及其通透性	185

二、有效滤过压·····	186
三、影响肾小球滤过的因素·····	187
第三节 肾小管和集合管的转运功能·····	187
一、肾小球和集合管的重吸收作用·····	188
二、肾小管和集合管的分泌作用·····	190
第四节 尿生成的调节·····	191
一、抗利尿激素·····	191
二、肾素-血管紧张素-醛固酮系统·····	192
第五节 尿液、尿液的浓缩和稀释及其排放·····	193
一、尿液·····	193
二、尿液的浓缩和稀释·····	193
三、排尿·····	195
 第十六章 感觉器官·····	196
第一节 概述·····	196
一、感受器和感觉器官·····	196
二、感受器的一般生理特性·····	196
第二节 视觉器官·····	197
一、眼的折光系统及其调节·····	197
二、视网膜的感光功能·····	199
三、与视觉有关的其他现象·····	199
第三节 听觉器官·····	200
一、外耳和中耳的功能·····	200
二、内耳(耳蜗)的功能·····	200
三、声波传入内耳的途径·····	201
第四节 内耳的平衡感觉功能·····	201
 第十七章 神经系统的功能·····	202
第一节 神经元的功能·····	202
一、神经元的基本结构和功能·····	202
二、纤维传导兴奋的特点·····	203
第二节 反射活动的一般规律·····	203
一、突触的传递·····	203
二、神经递质和受体·····	206
三、反射·····	207
第三节 神经系统的感觉功能·····	209
一、脊髓的感觉功能·····	209
二、丘脑的感觉功能·····	209
三、大脑皮层的感觉分析功能·····	210

四、痛觉·····	211
第四节 中枢神经系统的运动功能·····	212
一、脊髓的运动功能·····	212
二、脑干对运动功能的调节·····	214
三、小脑的运动功能·····	214
四、基底神经节的运动功能·····	215
五、大脑皮层的运动功能·····	216
第五节 中枢神经系统对内脏功能的调节·····	216
一、自主神经系统·····	216
二、下丘脑对内脏功能的调节·····	217
三、大脑皮层对内脏活动的调节·····	218
第六节 脑的高级功能·····	218
第七节 脑的电活动与睡眠·····	220
一、脑电图·····	220
二、诱发电位·····	221
三、觉醒与睡眠的产生机制·····	221
 第十八章 内分泌系统·····	 223
第一节 概述·····	223
一、激素的种类和作用的一般特性·····	223
二、激素的作用机制·····	223
第二节 下丘脑和垂体的内分泌功能·····	225
一、下丘脑和神经垂体·····	226
二、下丘脑和腺垂体·····	226
第三节 甲状腺的内分泌功能·····	227
一、甲状腺激素的生物合成和释放·····	227
二、甲状腺激素的生物学作用·····	228
三、甲状腺功能的调节·····	230
第四节 甲状旁腺、甲状腺 C 细胞及维生素 D ₃ ·····	231
一、甲状旁腺·····	231
二、甲状腺 C 细胞 ·····	231
三、维生素 D ₃ ·····	232
第五节 肾上腺的内分泌功能·····	232
一、肾上腺皮质·····	232
二、肾上腺髓质·····	234
第六节 性腺的内分泌功能·····	235
一、性腺激素·····	235
二、性腺激素分泌的调节·····	236
第七节 胰岛的内分泌功能·····	237

一、胰岛素·····	237
二、胰高血糖素·····	237
第十九章 免疫系统·····	239
第一节 非特异性免疫系统·····	239
一、屏障结构·····	240
二、非特异性免疫细胞·····	240
三、非特异性免疫效应分子·····	242
第二节 特异性免疫系统·····	244
一、免疫器官·····	244
二、免疫细胞·····	245
三、免疫分子·····	247
第三节 抗原·····	250
一、抗原·····	250
二、抗原表位·····	251
三、医学上重要的抗原物质·····	252
四、超抗原·····	255
第四节 免疫应答·····	255
一、免疫应答的一般特点·····	255
二、细胞免疫应答·····	256
三、体液免疫应答·····	257
四、免疫耐受·····	259
汉英索引·····	260

第一篇 人体的化学组成及其代谢

生物体是由碳、氢、氧、氮、硫、磷等化学元素组成的复杂有机体。在体内这些化学元素并非无序存在,而是有规律、有顺序按一定的连接方式形成各种各样的生物分子。首先由简单的化学元素组成小分子有机化合物如氨基酸、核苷酸、单糖、脂肪酸等,然后再由这些小分子化合物分别形成蛋白质、核酸、多糖、脂类等生物大分子。它们的结构各异,功能不同,是生命活动不可缺少的物质。

本篇内容包括蛋白质、核酸、糖、脂类、水和无机盐共五章。主要介绍它们的化学组成与分子结构;重要的理化性质与生理功能;代谢及其与医学的关系。

核酸与蛋白质是体内重要的生物大分子,是个体生长、发育、遗传、物质代谢等生命现象的物质基础。糖是生物体主要能源和碳源,人体所需能量的 70% 来自糖,葡萄糖代谢过程中有些产物可转变为氨基酸、核苷酸、胆固醇等物质。脂肪的生理作用是储能与供能,类脂是生物膜的重要组成成分,二酰基甘油和三磷酸肌醇参与信息传递。水和无机盐是机体内环境稳定的重要因素,也是物质代谢正常进行的必要条件。物质代谢即物质在体内的合成与分解过程,有些中间代谢物是重要的生理活性物质。体内物质代谢中绝大部分是由酶催化的化学反应,酶是具有催化活性的蛋白质(核酶除外),有关酶的基本知识将在蛋白质章中介绍。通过上述内容的介绍为学习后续课程和进一步研究生命现象打下基础。