



主 编 杨 虎 杨国忠 胡逸民

临床医学 工程教程



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

R4
Y4-1
C.1

临床医学工程教程

主 编 杨 虎 杨国忠 胡逸民

副主编 何少商 陈安宇 杨彦琴 张可驰

编著者 (按姓氏笔画排序)

方祖祥 (复旦大学)

王宏山 (航空医学研究所)

王鸿明 (清华大学)

刘志翔 (首都医科大学)

何少商 (总后卫生部药品仪器检验所)

李 宁 (首都医科大学)

张可驰 (中日友好医院)

杨世豪 (北京友谊医院)

张宏金 (航空医学研究所)

严苏黎 (首都儿科研究所)

杨 虎 (北京大学第一医院)

杨国忠 (中国医学科学院信息所)

杨彦琴 (总后卫生部药品仪器检验所)

陈安宇 (首都医科大学)

赵 燕 (复旦大学)

胡逸民 (中国医学科学院肿瘤医院)

俞梦孙 (航空医学研究所)

唐东生 (解放军总医院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

临床医学工程教程/杨虎等主编. —北京: 人民卫生出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-117-08375-1

I. 临… II. 杨… III. 临床医学—教材 IV. R4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 150703 号

临床医学工程教程

主 编: 杨 虎 杨国忠 胡逸民

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 36.5

字 数: 852 千字

版 次: 2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08375-1/R·8376

定 价: 69.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

临床医学工程教程

临床医学工程教程



加强临床医学
工程教育，促
进医疗卫生事
业发展。

刘德培

2006.12.12

临床医学工程教程编辑委员会

主任委员 俞梦孙 (院士)

副主任委员 胡逸民 方祖祥 杨国忠 杨 虎

委 员 杨世豪 何少商 王鸿明 杨彦琴
张宏金 陈安宇 张可聰 唐东生
刘志翔 陈志刚 王金新

秘 书 庄小春 高莹慧

前言

现代科学技术的进步,现代工程技术、计算机技术、信息科学与现代医学的密切结合形成的临床医学工程学是诸多现代科学技术知识交融的一个重要学科,已成为当今医疗卫生事业发展的主要支柱之一。

二十世纪末、二十一世纪初,反映世界科技最前沿成果的先进医疗技术和医疗仪器设备大量涌入医疗卫生系统,我国广大农村乡镇和城市社区也正在装备许多新的医疗仪器设备,医疗卫生事业旧貌换新颜。新形势的需求,需要广大医务工作者,临床工程师和各级管理干部、官员急需知识更新,重新学习。我国虽已有近百所大学开设了生物医学工程专业,进行本科生、研究生的专业教育,但杯水车薪,远远不能满足医疗卫生事业发展的需求。同时随着我国社会的发展、相关法律体制的健全与完善,要求各类专业技术人员必须经过严格培训、考试和持证上岗。

目前国内尚缺少能够满足上述任务需求的教材,为此中国生物医学工程学会、北京生物医学工程学会临床工程与管理委员会决定组织国内的医学、医学工程、医院管理、计算机信息等领域的院士、教授、专家、学者编写《临床医学工程教程》一书。

本书以中国生物医学工程学会理事长、中国医学科学院院长、中国协和医科大学校长、中国工程院副院长刘德培院士的题词“加强临床医学工程教育,促进医疗卫生事业发展”作为本书的宗旨。

俞梦孙院士为首的编辑委员会制定了编辑原则并推荐专家、学者参与编写工作。

主编杨虎、杨国忠、胡逸民具体统筹、策划,制定编写大纲、并进行统稿和最终审定工作;直接参与各章、节编写的专家分工如下:绪论:杨国忠、胡逸民、杨虎;第一章 杨世豪、杨虎、张宏金;第二章 刘志翔、胡逸民;第三章 张可骢;第四章 陈安宇;第五章 唐东生、李宁;第六章 王鸿明、赵燕;第七章 杨虎;第八章 杨虎;第九章 何少商;第十章 方祖祥、王宏山、何少商、杨彦琴、胡逸民、严苏黎;第十一章 杨虎、杨彦琴、严苏黎;第十二章 唐东生。

学会王金新主任、庄小春、高莹慧等为本书出版作出了大量工作,有关部门领导对于本书出版给予大力支持与帮助,在此一并表示感谢。

本书涉及医学、工程学、法律法规、管理、计算机信息及医学仪器等诸多领域,虽然参考了国内外大量专著及各位作者丰富的工作经验,但因受篇幅和作者水平限制,本书定有不妥之处,恳请读者给予批评指正。

《临床医学工程教程》一书倘能作为临床医学工程教育大潮中的一引玉之砖,则诚感足矣。

杨虎 杨国忠 胡逸民

2006年12月12日于北京

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 基础知识

第一章 医学基础知识.....	7
第一节 人体解剖知识.....	7
第二节 生理学	14
第三节 生物化学	31
第四节 医学微生物	34
第五节 临床医学基础知识	36
第六节 急救技术	68
第二章 医学物理	72
第一节 力学基础知识	72
第二节 流体运动	74
第三节 振动、波动和声波	77
第四节 液体的表面现象	87
第五节 热力学基础知识	90
第六节 电学基础知识	93
第七节 磁学基础知识.....	100
第八节 光学基础知识.....	109
第九节 医学影像.....	120
第三章 电工学.....	126
第一节 电工学概述.....	126
第二节 电路基本定义和定律.....	129
第三节 直流电路的分析与计算.....	139
第四节 正弦交流电路的基本概念与计算.....	145
第五节 三相交流电路.....	158
第六节 用电安全常识.....	166

第四章 医用电子学	168
第一节 基本元器件.....	168
第二节 共发射极放大电路的基本分析、计算方法.....	172
第三节 常用放大器的分析计算方法.....	174
第四节 放大电路中的反馈.....	176
第五节 运放电路.....	179
第六节 波形发生电路.....	182
第七节 功率放大电路.....	189
第八节 直流电源.....	192
第九节 常用门电路和触发器.....	198
第十节 脉冲产生和整形电路.....	201
第十一节 数/摸、摸/数转换.....	202
第五章 计算机基础知识	205
第一节 计算机基本概念.....	205
第二节 Word 操作与应用	236
第三节 Excel 操作与应用	247
第四节 使用浏览器进行 WWW 浏览	286
第六章 基本电路原理图、基本机械识图	297
第一节 电路识图.....	297
第二节 机械制图.....	311
第二篇 专 业 知 识	
第七章 医疗仪器设备管理的法规、条例和标准	333
第八章 医疗仪器设备管理	341
第一节 医疗仪器基本概念.....	341
第二节 医疗器械、仪器设备(商品、物资)分类与代码.....	342
第三节 医疗仪器设备管理.....	350
第九章 计量与质控	355
第一节 计量基本术语.....	355
第二节 中华人民共和国计量法.....	357
第三节 计量单位.....	358
第四节 常用医用工作计量器具检定规程摘要.....	367
第五节 质量保证和质量控制.....	380

第十章 医学仪器	383
第一节 医学仪器的特点.....	383
第二节 生物电测量.....	388
第三节 心电图机与脑电图机.....	408
第四节 血压测量.....	423
第五节 血流量测量.....	428
第六节 呼吸系统测量.....	437
第七节 超声诊断仪.....	444
第八节 检验仪器.....	461
第九节 X射线机.....	487
第十节 肿瘤放射治疗设备及技术.....	503
第十一节 输液泵.....	513
第十二节 注射泵.....	517
第十三节 洗胃机.....	520
第十四节 制冷设备	523
 第十一章 医学仪器设备的验收、安装、调试、维修	533
第一节 验收的内容和程序.....	534
第二节 安装、调试的内容和程序.....	537
第三节 故障维修分析.....	539
第四节 电路焊接技术.....	543
 第十二章 常用检测设备及使用	548
第一节 万用表.....	548
第二节 示波器.....	553
第三节 数字存储示波器.....	559
第四节 信号发生器.....	562
第五节 电源.....	563
 参考文献	568

绪 论

生物医学工程 (Biomedical Engineering-BME) 是应用工程科学的原理和方法与生命科学的原理和方法相结合, 从工程学角度在系统、器官、组织、细胞乃至分子等多层次上, 依据人体结构、功能及其相互间的关系, 研究识别、监测和调控人体各种生命状态的技术和方法, 发展用于预防、诊断、治疗和康复等防病、治病、促进健康的手段和装置的交叉学科。

生物医学工程的发展, 起源于 H·冯·赫姆霍兹、D·雷蒙和 W·伦琴等人。H·冯·赫姆霍兹首先将工程学原理用于生理学的问题, 并且发现了肌肉和神经组织对直流电产生的电阻现象。1895 年威廉·伦琴偶然发现某种有穿透力的射线, 称作 X 射线。此后, 便掀起了一股研究 X 射线组织透射和组织破坏特性的浪潮, 最终导致了现代医学成像技术阵列的产生。

生物医学工程于 20 世纪初与生物物理和医学物理同时出现, 分别从工程学和物理学的角度研究人类疾病的诊治和预防。起初, 这三者实际上很难区分, 而且没有一个是正规培训计划的。在第一次和第二次世界大战之间, 许多实验室进行着与生物物理和生物医学工程相关的研究, 只有一家提供正规的培训, 即 1921 年建于德国法兰克福的奥斯瓦尔德医学物理研究所, 也即马克斯·普朗克生物物理研究所的前身。

第二次世界大战后, 围绕着工程学、物理学与医学和生物学相结合的领域开始建立相应学术组织。1959 年正式成立国际医学生物工程联合会 (International Federation for Medical and Biological Engineering IFMBE), 标志一个成熟的生物医学工程学科在全世界得以确立。生物医学工程学由最初的单纯“应用”于医学, 逐步发展到与医学的知识相“融合”; 由与临床医学的结合, 深入到现在的与基础医学的结合。

我国生物医学工程的发展, 始于上个世纪 70 年代初期。1977 年底, 《全国科学大会》和“技术科学规划会议”之时, 在有关领导和与会代表的倡议下, 我国始将生物医学工程学正式确立为一门独立的新学科, 1980 年 11 月成立了中国生物医学工程学会, 并于 1965 年加入国际医学生物工程联合会。

生物医学工程学作为 21 世纪重要的新兴学科, 它的生命力将越来越强盛, 学科领域不断扩大。目前, 我国生物医学工程学会依据不同的研究领域, 已设有如下几个分会, 即人工器官、生物材料、生物力学、生物电磁学、医学物理、生物医学测量、生物医学信息与控制、生物医学传感技术、心律、组织工程、医学超声工程、临床医学工程、中医药工程、血疗工程、体外循环、肿瘤靶向治疗技术、军事医学工程与卫生装备研究、数字医疗及医疗信息化、干细胞工程等。

随着科学技术的迅速发展, 生物医学工程也逐步深入到与基础医学乃至生命科学相

结合的层次。其主要特征是：从宏观向微观深入，由器官、组织向着细胞、分子层次发展，形成了一些新的前沿领域，具有代表性的是组织工程、生物芯片技术。从这些分支的构成也可看出，生物医学工程所涉及的学科何其广泛，对医学现代化的发展又何其重要！

生物医学工程的涌现不仅促进了医学的现代化，推动了各相关学科的发展，而且还形成了一个新的高新技术产业领域——生物医学工程产业，并与制药业构成了现代医疗体系的两大产业支柱。生物医学工程的产业范围包括：医学影像和诊断设备、医学电子仪器和监护装置、现代医学治疗设备、生物医学材料制品、（生物）人工器官、医学信息技术、康复工程技术和装置、组织工程等。

临床医学工程是生物医学工程的一个不可或缺的组成部分，是医疗器械的技术更新和在临床应用中不断发展的必然产物。20 世纪中叶以来，大量高新技术向医疗领域渗透，不断涌现出各种各样的新型医疗器械，从检查诊断用的心电、脑电等电生理仪器，查血查尿的自动化检验设备，超声、CT、MRI、PET 等影像装置；到抢救治疗用的除颤器、呼吸机等；以及肿瘤治疗用的医用加速器（包括钴-60 机）、射频及微波加温、超声聚焦等，几乎无所不包地渗透到医疗系统的各个环节。在当今的现代化医院里，医生们用着那么多起着不同作用的高科技装置，如果没有一支经验丰富的临床工程师队伍帮助维护和监控，不仅会直接影响诊疗效果，还可能会危及到医务人员和患者的生命安全。所以，临床工程部与医务部和护理部一起，共同构成了现代化医院的三大支柱，三者缺一不可。因此，临床工程技术人员应在医疗工作全过程中发挥应有的作用，保障医疗器械在临床使用时的安全性和诊断检查时的可靠性，使医疗仪器装备一直保持在优良的运行或待运行状态；保障医务人员在使用现代医疗设备时用得规范，符合标准，确保其发挥医疗设备的最大预定效能；特别是在今后个体化医疗的不断发展中，如何推动和参与适合医疗实际需求的创新技术的研发活动，培养新型的临床工程技术人员等等，都是临床医学工程学科的任务和使命。

美国 20 世纪 70 年代开始在医院建立了临床医学工程部，其主要任务是：确保临床上使用医疗设备具有很高的安全性、可靠性，对于医疗仪器设备的购置、计划、评估、安装、验收、日常使用质控、保养、维修、操作培训，承担相应的临床医学工程的科研、仪器功能开发和教学工作。目前，我国许多医院医学仪器设备总值已占医院固定资产的 50%~60%。高新技术医疗仪器设备的推广与应用，一方面增强了人们防治疾病的能力，另一方面也带来了某些问题。我国人口众多，经济基础较差，医疗卫生事业需求量大，应对医疗仪器设备技术做出全面合理的评估。而目前全国医疗卫生系统极缺临床医学工程技术人员。上世纪 80 年代，清华大学、北京大学、复旦大学、浙江大学、上海医科大学、首都医科大学等大学相继开设了生物医学工程专业课程，培养了许多本科生、研究生，但是对于医疗工作的需求是杯水车薪，据某省调研，从事临床医学工程工作者仅 5% 为临床医学工程专业毕业，7% 为医学影像专业毕业，83% 由其他医学专业、工程专业等人员从事此项工作。为了适应现代化医疗工作的需要，加强对临床医学工程的规范化管理，国内一些省、市医疗卫生系统进行了相应职称考试工作。为此，中国生物医学工程学会和北京生物医学工程学会临床医学工程与管理委员会组织国内生物医学工程专家、院士、医学专家、医疗设备管理专家及军内外著名医院医疗仪器设备工

程技术专家编写本书。

另外，国务院委托上海市进行职业培训试点，我学会亦参与临床医学工程试点培训考核工作。为适应当前临床医学工程岗位培训急需，学会决定将此书委托人民卫生出版社正式出版，本书分为两大部分，第一部分为基础知识篇，第二部分为专业知识篇。图文共计 90 万字，500 页。读者对象：卫生系统临床医学工程师；临床医、护、技专业人员；医院领导管理干部；各级卫生系统领导、管理干部；采购供应人员、大专院校相关专业的本科生及研究生；医疗仪器研制、生产、销售部门人员；国家医疗仪器质量控制技术监督、计量、外贸有关专业人员及领导。目前国内此类综合性专业书刊尚数少见。近来，卫生系统医疗事故时有发生，卫生部对加强医学仪器的正确应用极为重视，要加速开展对相关人员的上岗培训和考核工作，故为应此所需特出版本书，以飨读者。

(杨国忠 胡逸民 杨虎)

第一篇

基础知识

