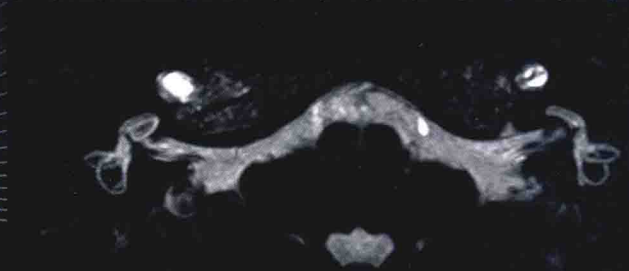
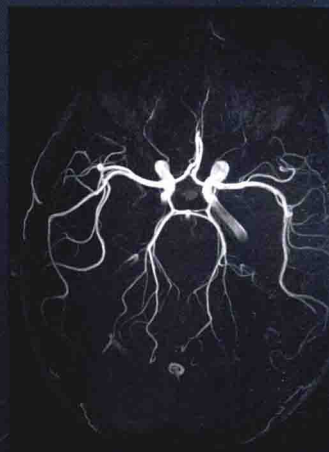


全国高等医学院校教材

供医学影像及相关医学类专业用

医学影像信息学

王 骏 周晓政 陈安民◎主编



北京大学医学出版社

全国高等医学院校教材
供医学影像及相关医学类专业用

医学影像信息学

王 骏 周晓政 陈安民 主 编

北京大学医学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像信息学/王骏, 周晓政, 陈安民主编. —北京:
北京大学医学出版社, 2014. 12
全国高等医学院校教材
ISBN 978-7-5659-0991-7

I. ①医… II. ①王…②周…③陈… III. ①影像诊断—信
息学 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 275936 号

医学影像信息学

主 编: 王 骏 周晓政 陈安民

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京瑞达方舟印务有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 赵 欣 刘春艳 责任校对: 王怀玲 责任印制: 李 啸

开 本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 13 字数: 363 千字

版 次: 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0991-7

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编委会

主 编

王 骏 南京军区南京总医院（南京大学附属金陵医院）
周晓政 南京医科大学
陈安民 洛克斯医疗

副主编

孙大权 南京医科大学
李 伟 中山大学附属江门医院
刘 洪 郑州大学第一附属医院
谭少庆 南昌大学附属长城医院（解放军第九四医院）
高 磊 天津市第三中心医院
吴虹桥 南京医科大学附属常州市妇幼保健院

编委（排名不分先后）

王俊杰 三峡大学第三临床学院葛洲坝中心医院
王 涛 天津市第三中心医院
王 骏 南京军区南京总医院（南京大学附属金陵医院）
冯 楠 石河子大学第一附属医院
孙大权 南京医科大学
刘小艳 南通大学附属医院
刘 洪 郑州大学第一附属医院
张文杰 解放军第八一医院
陈安民 洛克斯医疗
吴细香 天津市第一中心医院
吴虹桥 南京医科大学附属常州市妇幼保健院
李 伟 中山大学附属江门医院
李 超 武警后勤学院附属医院
李振辉 昆明医科大学第三附属医院
张 翔 天津市第三中心医院
罗 松 南京军区南京总医院（南京大学附属金陵医院）
周晓政 南京医科大学
杨晓鹏 郑州大学第一附属医院
赵新民 天津市第三中心医院
胡玉川 第四军医大学唐都医院
顾 欣 武警后勤学院附属医院
高 磊 天津市第三中心医院
谭少庆 南昌大学附属长城医院（解放军第九四医院）

前言

在我于 20 世纪 80 年代末从事放射专业时，当时的放射照片上的信息量取决于 X 线摄影条件是否合适，一旦放射师所给的 X 线摄影条件有所偏差，往往通过减薄技术或采用强光灯阅片，以弥补因摄影条件不到位所致照片信息量的不足，但其效果欠佳。慢慢地，随着仪器设备的进步，以及微焦点 X 线球管的产生，可以对细小组织结构进行放大摄影，以显示其细微信息。后来有了高千伏 X 线机，拓展了 X 线摄影的曝光宽容度，使影像的细节增加。再后来有了感绿片、感绿屏等，所有这些无一不是为了增加放射照片的信息含量。

随着 CT、磁共振成像、数字减影血管造影（DSA）的进步，特别是当常规 X 线摄影进入数字化时代（CR、DR）时，放射师开始通过窗口技术（窗宽、窗位）根据组织结构及病灶的特点，提取临床所需求的、具有良好亮度 and 对比度的医学图像信息。加之多排探测器 CT 突飞猛进地发展，采用三维重组技术使二维平面图像全方位地重组成三维图像，使临床医师更直观地观察病灶及其与周围组织结构之间的关系，为治疗方案的确定与愈后评估提供了丰富的医学影像信息。

也正是因为医学影像全面进入数字化，其网络化发展也就势在必行，以图像存储与传输系统（PACS）为主导的科室的放射科信息系统（RIS）及医院内部的医院信息系统（HIS）的网络化时代全面开启。它使得计算机用户可利用其终端随时、随地调阅患者的相关医学图像（并可对其进行后处理）及其各项相关的临床检查结果，综合该患者的所有相关信息对其作出正确的诊疗，大大缩短了床位周转率。

医学影像信息化时代已经来临，且随着计算机的进步而进步，随着互联网的发展而发展，使医学影像信息突破科室及院内的框架走向世界，进入千家万户。纵观这几十年的发展成果，如何合理地通过医学影像后处理技术最大限度地提取医学影像相关信息，如何在极短的时间内拥有您所需要的医学影像相关信息被提到议事日程上来，这就是我们撰写这部教材的初衷。

该书以数字图像为基础，介绍了利用各种医学影像后处理技术提取医学影像相关信息，阐述了网络技术的存储、传输和查阅，并对如何利用各类搜索引擎在最短的时间内查全、查准所需的医学影像相关信息进行了分析。毫无疑问，该书的撰写离不开生物医学工程技术人员，离不开在医学影像科一线工作的放射师，离不开医学影像信息检索的图书情报人员，甚至还包括 PACS 建设的厂家，以及网站、QQ 群、微信群的版主，这就很自然地形成了该书的编委梯队，是多学科专家学者共同努力的结晶。因此，这也就足以避免了目前市场上过于局限在某一方面而孤立、单调地谈论医学影像信息学的状况。该书适合于医学影像、生物医学工程及相关医学类在校学生及同行使用。

尽管编委们努力想把当今的所有知识点尽可能多地纳入其中，但由于能力有限，加之作为一门新兴的边缘学科，没有完整的可供借鉴的现成资料，各种错误在所难免，敬请广大师生通过“医学影像健康网”（www.mih365.com）或电子邮箱 yingsong@sina.com 发来你们的见解，以利再版。

最后，感谢各位编委们的无私奉献，感谢出版社的大力支持，感谢洛克斯医疗、江苏金马扬名信息技术有限公司所提供的相关资料，特别要感谢我的科主任，医学影像学著名专家、博士研究生导师卢光明教授在百忙之中所提出的建设性意见，以及为该书的顺利出版给予的大力支持！

全军医学影像中心
南京军区南京总医院
南京大学附属金陵医院 王 骏
2014 年 8 月 12 日

目 录

第一篇 医学影像信息的提取

第一章 生物医学工程学与医学影像

信息学 1

第一节 生物医学工程学 1

一、生物医学工程学概述 1

二、生物医学工程学的研发趋势 3

第二节 生物医学工程与医疗设备

器材 5

一、医疗设备器材的应用范围 5

二、我国生物医学工程学科及

产业的发展 6

第三节 医学影像信息学 7

一、医学影像信息学 7

二、医学信息技术和数字医疗 8

第二章 常见医学成像原理及其信息

优势 10

第一节 数字 X 线成像技术 10

一、计算机 X 线摄影 (CR) 10

二、数字 X 线摄影 (DR) 13

三、X 线摄影的特点 14

第二节 CT 成像技术 14

一、CT 成像基本原理 15

二、窗口技术 17

三、CT 的评价 17

第三节 磁共振成像技术 19

一、磁共振成像原理 19

二、磁共振的评价 21

第四节 数字减影血管造影技术 23

一、DSA 成像原理 23

二、DSA 图像处理 24

三、DSA 减影方式 25

第五节 超声成像技术 27

一、超声诊断学定义及范畴 27

二、超声诊断仪的种类 28

三、医用超声成像原理 28

四、3D 超声仪结构与原理 28

五、超声诊断的临床应用范围 31

第三章 图像处理提取信息 33

第一节 数字成像技术的发展 33

第二节 正确应用数字图像处理 34

第三节 合理应用三维重组技术 36

一、CT 重组技术 37

二、磁共振重组技术 47

第四节 窗口技术的应用 51

第五节 图像测量 51

一、定量测量 51

二、定形测量 60

三、定位测量 63

第六节 摄片技术 63

第四章 计算机辅助检测 64

第一节 CAD 概念与近况 64

第二节 CAD 在乳腺疾病中的应用 64

一、CAD 的作用 64

二、CAD 系统 65

第三节 CAD 在胸部疾病中的应用 68

一、肺实质的分割 68

二、图像的二值化 68

三、形态学运算 68

四、肺实质的轮廓检测和分割 68

第四节 CAD 系统的评价与展望 69

一、CAD 系统的评价 69

二、CAD 的展望 70

第二篇 图像存储与传输系统

第一章 PACS 的产生与原理	71	二、PACS 和 HIS 系统接入的网络 安全	88
第一节 概 述	71	第二节 RIS 系统特点与流程	89
第二节 PACS 的原理	72	第三节 医院 PACS 的效益评估	90
一、医学影像数据的获取	72	一、住院日减少模型	90
二、医学影像数据的传输	73	二、胶片节省模型	91
三、医学影像数据的存储	75	三、等效工作时间减少模型	91
四、医学影像的重现和处理	77	第四章 PACS 与互联网	92
五、医学影像信息与其他医疗 信息的交换	77	第一节 PACS 的优势与限度	92
第三节 PACS 的主要功能	79	第二节 统计功能	92
第二章 PACS 功能的基本构成	80	第三节 医院信息系统的现状与 展望	95
第一节 PACS 的组成	80	一、HIS 的构成与内容	95
第二节 医学影像传输	81	二、HIS 的作用	96
一、传输类型	81	三、HIS 的现状	96
二、传输方法	81	四、HIS 的构建	97
三、影响传输速度的因素	81	五、构建 HIS 的难点	97
四、医学影像传输的标准化与 信息压缩	81	六、HIS 的展望	97
第三节 PACS 系统逻辑结构	82	第四节 PACS 与远程医学	98
一、DICOM 采集	82	一、远程医学	99
二、DICOM 服务器	82	二、远程放射学	99
三、DICOM 打印服务器	82	第五节 PACS 与国际互联网	100
四、PACS 管理工具	83	第六节 医学影像信息学免费 资源	101
五、远程服务系统	83	第五章 医疗信息数字云技术	102
六、胶片处理系统	83	第一节 数字云的基本概念与 特点	102
第四节 DICOM 标准及应用	83	一、数字云的基本概念	102
一、什么是 DICOM	83	二、数字云的特点	102
二、基本概念和定义	84	第二节 云计算的起源、演化与 软件的关系	103
三、标准的组成	84	一、云技术的起源	103
四、临床应用	86	二、云技术的演化	104
第五节 服务器的要求	86	三、云与软件的关系	104
一、服务器的定义	86	第三节 云计算的核心技术	105
二、服务器类型	87	一、并行计算	105
三、院级服务器要求	87	二、虚拟化技术是提高服务效率的 最佳解决方案	106
四、医学影像科服务器要求	87	三、分布式海量数据存储技术	106
第三章 PACS 与医院信息系统	88		
第一节 PACS 与 HIS	88		
一、PACS 与 HIS 系统的连接 方式	88		



四、海量数据管理技术	106	形式	107
五、编程方式	106	一、基础设施服务 (IaaS)	107
六、云计算平台的管理技术—自动 化、智能化手段	107	二、平台服务 (Paas)	108
七、可靠性和安全性	107	三、软件即服务 (SaaS)	109
第四节 云计算系统可提供的服务		第五节 云服务发展的趋势	110

第三篇 医学影像信息与互联网

第一章 医学影像师的信息素养	113	二、PubMed 数据库结构	141
第一节 信息素养概述	113	三、PubMed 的检索规则	142
第二节 医学影像常用信息源	118	四、PubMed 基本检索	144
第三节 信息需要与行为	121	五、PubMed 主题词检索	145
一、信息需要	121	六、PubMed 高级检索	147
二、信息行为	122	七、期刊数据库检索	149
三、信息检索	123	八、单篇引文匹配器	149
第四节 信息技术	124	九、临床查询	150
一、数据库技术简介	124	十、检索结果的显示、评价、分析和 管理	151
二、数据库的构成	124	第五节 其他工具与链接	154
第二章 计算机信息检索	126	一、My NCBI 个性化功能	155
第一节 计算机信息检索概述	126	二、LinkOut	156
第二节 计算机信息检索策略与 步骤	126	三、批量引文匹配器	157
一、检索策略	126	四、临床试验数据库	157
二、检索步骤	128	第四章 Web of Science	158
第三节 常用医学影像中文资源	129	第一节 Web of Science 平台概述	158
一、中国生物医学文献服务 系统	129	一、Web of Science 收录范围	159
二、维普期刊资源整合服务 平台	130	二、Web of Science 检索方法	160
三、万方数据知识服务平台	132	三、Web of Science 个性化服务的定 制与管理	161
四、中国知网	134	第二节 Web of Science Core Collection (Web of Science 核心合集)	162
五、读秀学术搜索	135	一、Web of Science Core Collection 的 数据库构成	162
六、超星发现系统	136	二、Web of Science Core Collection 的 检索方法	163
第三章 PubMed	137	三、检索结果的显示、评价、分析与 管理	168
第一节 美国医学索引	137	第三节 Journal Citation Reports 期 刊引用报告	171
第二节 MEDLARS 检索系统与 MEDLINE 数据库	137		
第三节 Entrez 资源整合系统	137		
第四节 PubMed 检索系统	140		
一、PubMed 收藏范围	140		

一、Journal Citation Reports 概况	171	第三节 医学影像搜索引擎	186
二、Journal Citation Reports 提供的 引文数据	172	一、Medical Matrix	186
三、Journal Citation Reports 的检索	172	二、Medscape (医景)	187
第五章 因特网医学影像信息资源	175	三、Medical World Search (医学世界 检索)	188
第一节 网络搜索引擎检索	175	四、CliniWeb International (国际临床 网)	188
一、搜索引擎的分类	175	五、Health A to Z	189
二、常见网络搜索引擎—— Google	176	六、MedHunt	189
三、常见网络搜索引擎—— Baidu (百度)	181	第四节 医学影像网络资源	190
第二节 学术搜索引擎	183	一、国内医学影像专业网站	190
一、国外学术搜索引擎	183	二、国际医学影像专业网站	194
二、国内学术搜索引擎	185	三、其他医学影像相关网站	195
		四、医学影像网站面临的问题	196
		参考文献	197



第一篇 医学影像信息的提取

第一章 生物医学工程学与医学影像信息学

医学影像信息学是以数字图像为基础,利用计算机对医学影像进行后处理,并通过网络技术最大限度地获取医学影像信息,对其进行存储、传输、查阅、利用,甚至还可通过各类搜索引擎在最短的时间内利用互联网查全、查准医学影像相关信息,并对医学影像临床、教学、科研、设备及其科室进行全面质量管理、质量控制与评价,采用动态网络信息使原始图像的信息量最大限度“增值”的一门新兴的、多学科交叉的边缘学科。无疑,医学影像信息学对于改善医疗流程,提高临床、教学、科研、管理水平有着极其重要的意义,致使放射科信息系统(radiology information system, RIS)、医院信息系统(hospital information system, HIS)及图像存档和传输系统(picture archiving and communication system, PACS)相互融合构成医学影像信息系统(medical imaging information system, MIIS)。因此,医学影像信息学离不开包括 PACS 建设在内的生物医学工程,离不开医学影像技术学,离不开医学影像信息检索,甚至还包括互联网在内的多学科交叉的结晶,从根本上丰富、发展、完善了医学影像信息学的内涵与外延。概括地讲,医学影像信息学就是研究医学影像信息的获取、处理、传递、存储和利用规律的一门学科。

第一节 生物医学工程学

一、生物医学工程学概述

生物医学工程(biomedical engineering, BME)是运用现代自然科学和工程技术的原理和方法,从工程学角度,在多层次上研究生物体特别是人体的结构、功能和其他生命现象,研究用于防病、治病、人体功能辅助及卫生保健的人工材料、制品、装置和系统的工程原理的学科,是一门科学技术与工程学高度综合的新兴边缘学科。它主要以临床医学为对象,以数学、物理、化学、生物等学科为基础,交叉融合电子、机械、化工、计算机信息为一体,为临床诊断、治疗和预防疾病作出了巨大的贡献。生物医学工程学是各种工程学科同生物医学相结合的学科,它具有相关学科的属性,但更具有独立学科的自身特点。它为认识和控制生命现象提供工程学原理和方法(如生物力学、生物系统建模等),为医疗器械(含医学仪器设备与人工材料等)的开发提供新的原理、方法和技术基础。生物医学工程和生物技术(biotechnology)是构成生物工程(bioengineering)的两个基本组成部分,是 21 世纪人类知识经济的制高点,是

人类健康与高质量生活的基础。

1. 生物医学工程学 (BME) 概述 生命科学的两大工程学科包括生物技术和生物医学工程, 到目前已有了飞速发展, 并且和几乎所有的自然与工程领域相互交叉。生物医学工程学是应用工程技术的理论和方法, 研究解决医学领域中预防和诊治疾病、保障人类健康的一门新兴科学, 是现代生命科学和医学、工程学相结合而发展起来的, 其形成与发展的模式基本上可归纳为: 通过工程技术手段把物理、化学以及技术科学中新的技术、原理、方法应用于研制医疗装置、器械、材料, 满足临床诊治的需要。随着科学技术进步, 新的物理、化学方法和工程技术不断被应用于医学, 医用产品越来越多, 相应的工业越来越发达, 到 20 世纪末已发展成为代表一个国家科技进步和国民经济现代化水平的标志。20 世纪, BME 技术取得了巨大成就, 医学影像诊断、临床实验室检验、功能成像等诊断技术不断进步, 各种以新的医疗设备为支撑的新治疗手段不断涌现, 以心脏起搏器等人工脏器为代表的人工器官或部件得以普及和发展, 以新材料为基础的辅助治疗器材广泛应用, 许多具有跨时代的新技术和新设备层出不穷。目前, 生物医学工程学的主要分支领域有: 生物力学和生物流变学、生物材料和人工器官、生物系统的建模和控制、生物医学信息的检测和处理、医学成像及图像处理、纳米医学材料和技术等。虽然生物医学工程学涉及面广, 信息量大, 发展迅速, 但是, 按其最终研究目标, 可将其分为生物医学材料、生物医学工程器械、远程诊疗系统和生物医学康复工程等几个方面。

2. BME 的发展历程及内容

(1) 20 世纪 50 年代出现了高分子材料, 研制出了人工器官, 如人工肺、人工心脏瓣膜、人工血管等, 甚至包括人工心脏的研究。半导体硅材料的研制成功使得心脏起搏器从体外发展成全部植入人体的埋藏式电子治疗装置。光导纤维材料的面世, 使内窥镜开始进入纤维内窥镜时代。在影像领域, 放射性核素成像技术从静态检查方法的放射性核素扫描仪发展到动态观察的 γ 照相机, 红外线成像也开始用于临床检查, 超声成像技术进入探索阶段。在生化检验方面, 研制成功了自动生化分析仪。

(2) 20 世纪 60 年代, 随着红宝石激光器的问世, 激光作为光电子技术应用于医学领域中的多种学科, 并取得明显的效果; X 线减影技术开始应用。超声波成像技术采用了“灰阶与实时”这一关键技术。

(3) 20 世纪 70 年代, CT 的问世标志着 BME 取得突破性进展。在超声成像技术中, 扫描图像的数字转换、图像处理、操作仪器的程序控制、各种功能和自动控制显示使超声技术迅速发展起来。医学影像技术和材料科学的发展成果, 导致了介入放射学的产生。

(4) 20 世纪 80 年代, 在医学影像技术中, 发展出了 DSA、MRI、ECT、彩色多普勒超声诊断装置、图像存档与通讯系统等既可显示形态学, 又可提示功能状况的医学影像诊断学。随着传感技术的发展, 可同时监测钠、钾、钙、氯诸离子和 pH5 个参数的集成血液电解质传感器研制成功, 促进了研制全自动生化分析仪。以微波、射频、激光、超声、红外线等技术为基础的医疗设备和器械的不断问世, 使 BME 步入了治疗领域。

(5) 20 世纪 90 年代, BME 向着系统综合和微型、微观两个方向发展并取得辉煌成果。以纳米技术为基础的材料研究, 使“生物导弹”问世, 即以纳米磁性材料为药物载体的靶向药物经血管运至病变部位再行释放, 以减少药物对肝、脾、肾等器官所产生的不良反应。纳米微粒也可作为对比剂用于 MRI 成像领域。金刚石也用于手术刀, 它质地坚硬, 有着极好的耐久性, 理想的耐磨性, 良好的热传导性和对一切酸的耐腐蚀性; 它无任何细胞毒性反应、溶血反应和补体激活现象, 具有优越的力学、热学、化学和生物学性能, 被誉为 21 世纪的生物材料。以其他材料构成的生物材料加入人体细胞组织中, 研制成功了骨细胞、体液和陶瓷混合而成的人工骨材料。“分子设计”将是下一个战略目标。生物力学的研究, 从微观上, 如细胞力学, 为生命体的各个基本层次建立本构关系或力学模型奠定了基础。系统综合方面则在组织和



流体研究的基础上建立各种器官的力学模型,进而设计各大系统如循环、消化、呼吸、生殖等系统的模型。这些研究将进一步揭示人体生命现象,并为研制各种人工脏器及新型仪器提供理论依据。生物控制方面的研究,促进了开展生物系统的建模、辨识、分析、控制乃至应用的各种研究工作。开展较多的是建立循环系统模型、神经系统模型、呼吸系统模型、免疫系统模型以及流行病学模型等。大规模集成电路制作设备和技术基础的发展使马达、传感器、信息处理及控制电路均可集成在一块极小的芯片上,从而研制出“万能医用微型机器人”,它可在不损害任何器官的情况下,依照无线电指令,沿着血管或胃肠道行进到发病部位进行检查,并将图像和数据传送给医师,再按指令提取组织样品,供切片检查用或直接向病变部位释放药物。也可用它来清除血栓,切断或接通神经,进行细胞级操作,微米级视网膜等精细手术。现已制成的机器人,可在血管中测定血糖值并自动注入相应量的胰岛素。在微观技术应用方面,已发展到扫描隧道显微镜(STM)和研究分子结构时可确定原子位置的原子显微镜以及可识别原子种类的分子显微镜。传感器技术的发展,研制成功了直径为10A的纳米级传感器,用于分子水平的传感器,在基因研究中可识别蛋白质,在脑研究中可识别神经递质。激光技术也取得了很大进展,即激光流式细胞仪技术和共聚焦激光扫描显微镜技术。目前正在发展一种激光高速DNA分子结构定序技术,将大大推动分子生物学和遗传学的发展。准分子激光器目前颇受青睐,它是眼科角膜成型术的一颗新星。光动力疗法(PDT)是诊断与治疗相结合的一种方法,除用于癌瘤外,还可以选择性地医治动脉粥样硬化,治疗上消化道及生殖器部位的乳头瘤病毒感染,消除血库中血及血制品的病毒,净化血癌的骨髓等。

在医学影像技术方面,已从形态显像向功能性显像发展。如数字X线摄影(DR)和数字减影血管造影(DSA)装置,数字式点片成像系统(DSI),以及可重构三维血管图像的双平面血管造影装置。用于临床的超高速CT,比常规CT快10~20倍,可连续摄取上百个0.5mm厚的心脏图像。在MRI成像技术上,研制出了新型超高速MR装置,可在0.04~0.07s内拍摄心脏实时影像。在以进行功能性检查为特点的放射性核素成像方面,已研制出三探头的SPECT,其成像时间、灵敏度、分辨力都有很大提高。期待中的正电子CT将成为研究大脑功能的有力武器。超声成像技术在不断提高图像质量与扩展诊断功能方面,已有适于在血管内部检测的微型超声探头。

计算机技术的发展为医学图像处理提供了极其优越的条件,可以进行图像变换、复原、增强和模式识别等,做到三维数据采集、二维预处理、三维重构、显示立体图像,通过软件可以实现高速数据传输和处理,大信息量存贮,图像重建立体感,功能更新和扩展等。在远程医学技术中,已开发的利用网络提供教育和医疗诊断的共用软件,能帮助缺医少药地区提高医疗和教育水平。随着多媒体技术的普及,也成为了家庭医疗保健技术的重要手段。电磁波的生物效应研究,是BME的重要内容之一,近年已有向极低频段发展的趋势。由于出现了灵敏度极高的微波辐射计,使人体辐射的测量进入到厘米波和毫米波领域。低强度毫米波的生物效应的研究可进一步探索人体生命现象,对促进中西医结合,发展具有我国特色的家庭医疗保健技术都具有重要意义。

二、生物医学工程学的研发趋势

这是近30年来发展最快的医学工程技术之一。20世纪60年代末CT的发明是临床影像诊断学的一次划时代的跃进。与此同时,磁共振成像(MRI)、超声显像、放射性计算机断层成像(ECT)和放射性核素成像(照相)等一系列成像新技术的开发问世,使医学影像诊断达到了前所未有的新水平。CT从研制开发生产至今40余年,不断向三维成像技术、X线全信息技术方面发展,以提取更多的信息。

在医学成像与图像处理技术方面,研究如何将人体有关生理、病理的信息提取出来并显示



为直观的图像、图形方式,或对已获得的医学图像进行分割、分类、识别、解释及三维重建等分析处理,医学成像技术与分子生物学相互交叉渗透而产生的分子影像学技术为疾病的早期诊断和治疗提供了可能性,也为临床诊断引入了新的概念。当前我国生物医学工程将重点在以下12个方面发展:

(1) 数字化X线影像技术及设备:目前,数字化X线影像技术已成为临床诊断的最主要手段,涉及的关键技术包括:直接数字化X线影像技术;数字化X线三维影像技术;低剂量CT、容积CT等。

(2) 磁共振成像技术及设备:磁共振成像(MRI)是检测人体解剖、生理和心理信息的多因素、多层面和多对比度成像设备。

(3) 核医学成像技术及设备:核医学成像是放射性核素标记化合物的体内生化过程进行成像的装备,是目前能够在临床应用的最主要的分子成像手段。根据我国目前需求应重点发展单光子断层成像(SPECT)技术和系统,正电子发射(PET)影像技术和系统,PET与CT融合技术等。

(4) 数字化超声波成像技术及设备:超声成像设备是四大影像设备中使用最为广泛的成像设备。目前,我国应该重点发展超声探头、多波束成像技术、谐波成像技术、多角度复合成像技术、三维成像技术、电容式微机械超声换能器、彩色超声成像设备系统、数字黑白超声影像设备等。

(5) 新型数字化医学影像技术及设备:我国应该重点发展近红外光学成像系统及其关键技术以及人体阻抗成像系统及其关键技术。

(6) 人体功能状态监测分析技术及装置:为对人体生命过程中反映生理、病理功能状态的各种信号进行提取与分析,我国应重点发展对人体干扰少或无干扰状态下的空间分布多通道测量技术、多参数综合分析技术、生理信号测量数字化技术,如准确的无创连续动态血压测量技术及装置;可穿戴式生理信号测量技术及装备;自然睡眠条件下睡眠质量与生命信息检测技术及装置。

(7) 生物医学微系统技术:我国需要重点发展微流体芯片、流量控制系统、给药微喷阵列、微电极和神经肌肉刺激系统、微泵、微阀、微细胞操作系统等技术;开发体内检测、治疗微系统;设计人体内环境参数监测系统、人体运动及关节监测与运动疾病诊断系统、微型内窥镜、植入式功能康复系统等。

(8) 医学纳米技术和纳米材料:我国应重点发展可运载肿瘤标志物分子的特异性抗体、肿瘤治疗药物以及对比剂等新的高效药物(基因)载体;发展纳米尺度的显微探针成像技术;发展用于组织再生修复的纳米生物材料;建立用于纳米材料健康与安全评价的技术与方法。

(9) 生物医学传感器:需要重点发展应用于生物医学领域的生物传感器信号传导、单细胞分析等相关技术;核酸传感器和DNA芯片、免疫生物传感器、酶传感器、组织和全细胞传感器;从应用上来说,用于生化成分、食品和药物分析、生物检测的传感器,医用生物传感器,家用医疗保健类生物传感器等。

(10) 临床检验和分析技术及仪器:需要重点发展具有高精度、高速度、高稳定性和可重复性好的自动生化分析技术及产品、自动血液分析技术及产品;应用荧光、化学等方法的临床免疫分析技术及产品;无创血糖检测技术及产品;近红外脑血氧检测技术产品;开发快速、高通量、低成本核酸检测技术及产品;研究可进行重要呼吸道病毒及传染病病原体的临床早期、快速以及便于现场应用的检测技术等。

(11) 神经工程技术:根据神经工程学的发展,为实现重大神经系统疾病和神经系统功能障碍治疗和功能修复,我国应该发展脑-机接口、功能性电刺激、神经种植器件与系统等技术。

(12) 康复工程技术:应重点发展假肢仿生智能控制技术、低成本假肢矫形、适应不同功



能障碍者工作和学习的环境控制系统与远程交流、认知功能康复、人工电子耳蜗汉语识别、电子助视、老年人室内安全监护等技术。根据我国生物产业发展“十一五”规划,生物医学工程高技术专项将按照当代生物医学工程技术和产业发展的方向,重点发展医疗影像设备、医疗监护系统及设备、肿瘤物理治疗设备等 11 大类产品,强化新型医用植入器械和人工器官、数字化与智能化医疗装备、可生物降解医用高分子及药物控释载体、医疗监护和远程诊疗系统等领域的创新能力,突破人体结构组织工程支架的设计和工程化制造技术、靶向药物控释载体和系统的设计及工程化制造技术、医疗设备核心部件/构件的设计及工程化制备等重大关键技术,推进高技术医疗影像设备、医疗监护设备和系统、远程诊疗系统设备、肿瘤物理治疗设备的产业化,着力强化具有国际化发展能力的生物医学工程集团企业的自主创新能力,带动一批年产值达数十至百亿元的产业集群,带动中、小企业发展,促使我国生物医学工程产品实现向高性能化的历史性转变,培育国民经济新的增长点,提高我国医疗保健系统技术和装备水平,扭转高端医疗器械主要依靠进口、医疗费用增长过快的局面。

第二节 生物医学工程与医疗设备器材

一、医疗设备器材的应用范围

1. 医疗设备器材大致包括诊断设备、治疗设备、辅助材料应用等, SFDA 有较详细的分类。从功能方面具体主要有以下几个类别。

(1) 医学影像: X 线摄影和透视、CR、DR、CT、MR、DSA、US 成像、ECT、PET。

(2) 临床检验、分析和分子生物学: 血细胞分析仪、生化分析仪、酶免分析仪、流式细胞分析仪、血凝仪、荧光分析仪、放免分析仪、PCR、DNA 分析仪。

(3) 电生理信息检测和监护: 心电、脑电、肌电、血流、血糖、pH、多导生理监护仪(血压、血氧、心电、心率、阻抗呼吸、体温)、24 h 动态监护仪(心电、脑电血压)、手术监护设备、母婴监护仪、胎儿监护仪、睡眠监护仪。

(4) 物理治疗: 放疗与立体定向放射外科手术(γ 刀、X 刀、粒子刀)、超声治疗技术(高强聚焦超声、超声体外碎石、超声止血)、电磁波热疗技术(体外温热治疗、体腔温热理疗、热凝治疗)、高能肿瘤热疗技术(高强聚能超声热疗、射频热疗机、微波热疗机)。

(5) 微创: 腔镜、机器人、导航定位。

(6) 人工器官替代: 人工肾、人工肝、体外循环。

(7) 手术刀: 电刀、超声刀、血管结扎。

(8) 生物医学材料: 外科缝合线、人工皮、隐型眼镜、人工血管、人工肌腱、牙齿、骨假体、植体、导管、支架。

(9) 医疗信息系统: PACS (picture archiving and communication system)、DICOM 3.0 (digital imaging and communication in medicine, 3.0)、IHE (integrating the healthcare enterprise)。

2. 生物医学工程和现代医疗设备器材的发展领域 今后的医疗器械将继续在医学诊断、手术、监护、康复等方面获得更大发展,总趋势是:器械智能化、简易化;保健转向家庭;生物、物理、工程设计领域交叉融合;提高临床诊断精确性。美国 FDA 专家预测未来十年以下 6 个方面将有较大发展:包括计算机辅助诊断、智能器械、生物传感器、机器人、网络等在内的计算机相关技术;分子医学;家庭与自我保健;微创方法;器械/药物结合的产品;人工器官移植/辅助装置及组织工程组件等。



3. 大力发展生物医学工程和医疗设备器材 生物医学工程和医疗设备器材两者之间相辅相成,一方面生物医学工程是基础,其课题研究的深入会催生新的医疗设备器材出现,同时对临床医疗设备器材的需求信息会产生新的研究方向。大力发展生物医学工程和医疗设备器材需要:①加强科研人员和生产企业的交流信息沟通;②加强科研人员、临床医生和医疗单位生物医学工程服务人员交流信息沟通;③加快技术向实际应用转化。目前环境体制越来越有利,科技创新和成果转化已成为我们的基本发展方向,相信只要努力,生物医学工程和医疗设备器材发展前景看好。

二、我国生物医学工程学科及产业的发展

我国生物医学工程的发展至今已有二十几年的历史,中国生物医学工程学会目前拥有 20 个分科学会(专业委员会),基本涵盖了生物医学工程的有关专业。随着国家科技发展规划的实施,我国生物医学工程的发展逐步加快。但是,与世界发达国家相比,我国生物医学工程的研究水平还比较低,绝大多数的生物医学工程高端产品还需从国外进口。目前,发达国家生物医学工程产品市场与药品市场之比已达 1:1.9,我国仅为 1:6;全国 17.5 万个医疗机构中 60% 的设备仍保持在 20 世纪 80 年代水平。近年来,我国生物医学工程产业快速发展,2005 年我国生物医学工程产业总销售额已逾 730 亿元,比 2000 年增长了 60%,其中中型医疗设备销售额约 100 亿元;出口额已从 10 年前的 0.13 亿美元猛增到 2005 年的 24.90 亿美元。但总体看,我国生物医学工程产业集聚程度低,全国医疗器械生产企业多达 12 243 家,年销售额亿元以上企业只有 60 余家;产品性能普遍落后。技术含量高的大型生物医学工程产品少。从总体上说,我国的生物医学工程学科的发展仍不平衡,创新不足,存在一些问题有待研究解决,主要表现在:

1. 生物医学工程研究方面 多年以来,我们在生物医学工程研究方面引进、吸收、消化、跟踪研究的多,创造性研究较少;在生物医学工程理论方法等方面的基础性研究多,但取得自主知识产权并市场化的研究成果与产品少,而开发出的具有国际竞争力的相关产品则更少。

2. 人才培养方面 国内各大院校培养出来生物医学工程学科的人才中,毕业于理工科院校的生物医学工程学科人员工程技术力量雄厚,但是医学背景欠缺,在将工程知识真正应用于临床、解决医学临床实际问题时能力较差。而毕业于医学院校的生物医学工程学科的人才,其研究的主要特点是与医学结合紧密,医学知识深厚,但是工程力量相对薄弱,如何有效地解决这一问题,培养出适应时代发展需要的生物医学工程专业人才是高校及有关研究机构需要深入研究并加以合理解决的问题。

3. 医院生物医学工程科大多得不到应有的重视与支持 医院生物医学工程科应该是医疗卫生事业系统的重要组成部分之一,是当代整个卫生事业进步与发展的标志。在发达国家,生物医学工程是医学科学学科研究发展的主要支柱。但是多年来,我国生物医学工程科的工作内容在医院专业中处于从属地位。目前,生物医学工程科的主要任务是对医院所需器材进行论证、采购、检验、安装、调试和计量,保障医院治疗、诊断、科研和教学的需要,是以供应和保障为主体。在医院内部管理上,生物医学工程科属于医院辅助科室,它仅仅是医院中各业务科室的后勤,显得并不重要。

4. 医疗器械产业化方面 目前我国医疗器械工业总产值与国际先进水平的差距依然非常明显,主要表现为民族产业不强,高、精、尖的生物医学工程产品依赖进口现象严重,加快了医疗费用的高速膨胀;由于我国生物医学工程产品档次低,可靠性不高、缺乏创新能力等原因,难与国外产品抗衡;生物医学工程产业虽然数量众多,但组织规模不大、产品档次低,难以参与国际竞争。为了更好地加快我国生物医学工程学科的发展,我们应从以下几方面入手,解决相关的问题。



(1) 科技创新: 加快生物医学工程学科科技创新体制的建设, 促进生物医学工程的发展。科技创新体制的建设与完善, 就是要充分整合有限的资源, 要有所为, 有所不为。从事生物医学工程领域的研究人员必须有强烈的科技创新意识, 要以核心部件和关键技术的突破为重点, 具体可以从医疗影像技术和装置、医学生物材料、心理安抚诊疗技术和设备等领域找到突破口, 进行深入研究。在医疗影像技术和装置领域, 发展新的医学影像处理理论、方法和技术, 运用新的原理和技术, 发展有限功能目标的可移动、便携式医疗影像技术装置, 以“软件”之长, 避“硬件”之短, 力求突破核心技术, 形成有技术优势的自主知识产权。总之, 科研成果与相关产品必须向具有自主知识产权的方向迈进。只有这样, 生物医学工程研究才能纳入良性循环的轨道。

(2) 人才培养: 人才培养模式要创新。应该借鉴国外生物医学工程专业人才培养计划, 探索出适合我国国情的生物医学工程学科人才培养计划, 包括各学科间的交叉、综合, 以便构建出科学的、注重理论联系实际的教育、教学体系。同时要树立大学科观, 建立开放的学科体系, 加强信息合作与交流。

(3) 强强合作: 国家有关主管部门、有关大学和研究机构应共同制定国家生物医学工程发展战略。充分利用国家现有的各种资源加强跨部门的科技协作, 使各有关部门的工作纳入国家战略之中, 避免资源浪费、低水平重复和发展不协调等弊端。

(4) 注重整合: 充分利用我国高校合并、重组的机遇, 发挥各院校的优势, 加速生物医学工程学科的交叉发展。事实表明, 我国理工院校与医科院校的强强整合, 给生物医学工程学科的发展带来了前所未有的发展机遇。理、工、医三类学科的交叉、合作, 整合了各类资源, 更好地带动了生物医学工程学科发展。

(5) 发挥特色: 发展生物医学工程, 应该始终以医疗费用控制、医学可持续发展为大前提, 紧紧围绕新世纪医学变革的特点, 发展适合中国国情的生物医学工程技术及产业。要把握好原创性研究和技术集成之间的平衡和有机结合, 既要有长远的生物医学工程基础性研究规划, 又要重视解决国民医疗保健的迫切市场需求; 既要重视科研设施和条件的加强, 更要注重相关人才的培养和创新团队的建设。随着国家《生物产业发展“十一五”规划》的实施和人民生活水平的逐年提高, 我国生物医学工程学科面临着众多新课题、新挑战、新机遇, 我们的许多科研成果有着极好的产业化前景。在未来, 生物医学工程将为现代文明流行病的预防和调控, 为有效地控制医疗费用的膨胀, 为医学和社会医疗卫生事业的可持续发展, 提供新概念、新思路、新方法、新技术、新装备, 从而推动医学的变革, 促进人类健康。

第三节 医学影像信息学

一、医学影像信息学

医学影像信息学是继 DR、CT、DSA、MRI、ECT 等数字化图像之后, 医学影像学同计算机科学技术结合而派生出来的新领域。它包括了放射科工作的管理、质量控制 (quality control, QC) 与质量保证 (quality assurance, QA)、影像信息的存档与传输和远程放射学等。信息放射学对提高医疗、教学、科研等工作的水平和效率有着重要的意义。

医学影像信息学是以放射学信息系统 (radiology information system, RIS)、PACS 和互联网络为基础的, 是以数字化图像为前提的。RIS 通过计算机网络进行放射科工作的管理, 如影像检查的预约、登记、书写报告、质量控制与质量保证以及统计等。PACS 使 RIS 的功能趋于完善。医学影像学图像大都可作为数字化图像进入 PACS 进行存档和传输。数字化成像设备

笔记

