

MEDICAL
IMAGING EQUIPMENT AND ENGINEERING

医学影像 设备与工程

甘泉 王骏 主编



MEDICAL
IMAGING EQUIPMENT AND ENGINEERING



郑州大学 *040108537993*

TH776
G025

医学影像 设备与工程

甘泉 王骏 主编



TH776
G025



江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇江

图书在版编目(CIP)数据

医学影像设备与工程/甘泉,王骏主编. —镇江:
江苏大学出版社,2012.8
ISBN 978-7-81130-375-9

I. ①医… II. ①甘… ②王… III. ①影像诊断—医
疗器械—医学院校—教材 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 195507 号

主 编 王 泉甘

医学影像设备与工程 Yixue Yingxiang Shebei yu Gongcheng

主 编/甘 泉 王 骏

责任编辑/李经晶 李菊萍

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编:212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press. ujs. edu. cn

排 版/镇江文苑制版印刷有限责任公司

印 刷/丹阳市兴华印刷厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/21.25

字 数/576 千字

版 次/2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-375-9

定 价/48.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

《医学影像设备与工程》编委会

主 编 甘 泉 王 骏
主 审 睦 建 任乃飞
副主编 甘 霖 薛 玉 俞政涛 刘小艳 韩伯兴 陈星山
李天博 殷苏民

编 委(以姓氏笔画为序)

王万富 山西省肿瘤医院
王芳群 江苏大学
王宗成 天津医科大学
王 骏 南京军区南京总医院
韦洪钧 江苏健康职业学院附属高淳人民医院
付永忠 江苏大学
冯 楠 石河子大学第一附属医院
史 跃 南京军区 97 医院
甘 泉 江苏大学附属医院
甘 霖 拉筹伯大学
田 俊 南京医科大学第二附属医院
白树勤 山西医科大学
白 洁 山西医科大学第二附属医院
刘小艳 南通大学
刘广月 南京大学附属鼓楼医院
刘欢欢 上海交通大学
孙存杰 徐州医学院
吴虹桥 南京医科大学常州市妇幼保健院
李天博 江苏大学
李文荣 西安交通大学
杨 林 川北医学院附属医院
肖永鑫 南京军区 149 医院
辛 春 盐城卫生职业技术学院
陈大龙 南京军区 82 医院
陈星山 复旦大学

参编者(排名不分先后)

陈新沛 江苏省徐州市第一人民医院
周选民 湖北医药学院附属太和医院
和卫星 江苏大学
郑力伟 上海医疗器械专科学校
俞政涛 南京大学
姜吉锋 南通大学南通市第三人民医院
荣伟良 江苏省常州市第二人民医院
徐中华 南京医科大学常州市妇幼保健院
殷苏民 江苏大学
高亚枫 苏州大学第一附属医院
黄小华 川北医学院附属医院
韩伯兴 浙江大学
程广贵 江苏大学
蔡裕兴 广州南方医科大学
薛玉 江苏大学

参编者(排名不分先后)

刘欢欢 孙志梅 范兴文 陈莉萍 李春叶 李泉
张莉 朱炜 吕白玉 刘婷 钱捷洁 葛振光
周文容 衡利敏 蔡南阳 成玉平 李毓峻 刘铭
刘威 缪鹏虎 袁迎春

前言

医学影像设备早已在医学研究和临床的各个专门领域得到应用和推广,现代医疗技术很大程度上是伴随着医学影像设备领域科学技术的发展而不断进步的,这种进步反过来又极大地促进了医学影像设备在深度和广度上的进一步发展。随着影像设备的不断普及和换代升级,医学影像设备已经成为医学科研、临床诊治不可缺少的关键技术设备。因此,影像设备的诊治应用、使用维护维修和技术研发得到了医疗单位和设备企业的高度重视。

医学影像设备是电子、机械、光学、核物理、计算机等学科技术汇集和相互融合的成果,是科技含量极高的工程应用装备。因此,在医学影像设备设计、制造、应用、安装、维护维修中,处处体现出工程学的特征。现代医学影像设备在传统基础上融合了计算机技术、数字信息处理技术和网络数据库技术,特别是计算机信息技术的发展使医学影像设备产生了革命性的变化。不论是影像诊断专业还是影像技术专业,医学影像学的专业学习内容均有了较大的调整,同时,生物医学工程、医疗器械等相关专业及相关企业也开始将自己的视野拓展到医学影像设备学的领域,这要求医学影像设备学的教学内容需要进行相应的拓展,以满足医疗、科研和企业行业对人才知识与能力的培养需求。为此,我们集中约请了院校、医院及相关企业的有关专家、教授以及临床工程的一线人员,组成了《医学影像设备与工程》编委会,共同参与本书的编写。

本书在对传统知识进行梳理的基础上,增加了许多医学影像设备的最新信息,以及大量源自实践积累的原创总结。其意义在于将医学影像设备的结构、原理渗透到医学影像设备工程中,使这些知识融会贯通在一起,既保持医学影像设备学的知识体系,又突出影像设备在实际应用中的工程特点,力求在内容上与新设备、新技术同步,与诊疗实践接轨。

本书的意义还在于将医学影像设备学与工程学贯穿其中,既能了解医学影像设备学的结构与原理,又能通过工程学电路框图、电路分析加深对设备结构、原理的理解。本书采用许多设备及零部件实物照片、原理框图、典型电路图例,使内容更为直观形象;还有故障检修实例、设备工程实验、设备检测仪器及检测参数指标、要点提示等内容,对提高学习者的工程应用能力有较好的指导价值。本书在突出重点的同时,图文并茂,通俗易懂。这些内容上的安排,使得本书不仅适用于传统医学影像设备学有关专业的师生,还可供医疗机构的影像科室、设备管理部门的专业人员,医学影像设备研究、设计、制造、服务机构专业人员,以及与影像设备有关的其他专业人员学习使用和参考。

江苏大学的睦建教授、任乃飞教授对本书的出版给予了肯定和帮助,感谢他们担任本书的主审工作。本书的编写还得到行业有关公司企业的大力支持,在此表示感谢。衷心感谢江苏大学出版社汪再非主任对本书编写和出版提供了许多宝贵意见与帮助。感谢江苏大学出版社的责任编辑李经晶和李菊萍老师,她们的智慧和努力让我对编辑职业产生了由衷的敬佩。

由于各种原因,书中的瑕疵在所难免,恳请广大读者给予指正。主编者邮箱: ganquan5706@163.com。

此书献给在医学影像设备与工程领域学习、研究和工作的人们,让我们共同为医学影像设备学科的发展而努力。

编 者

2012年8月8日

目 录

第 1 章 医学影像设备概论

- 1.1 医学影像设备发展历程 /001
- 1.2 医学影像设备发展趋势 /005
- 1.3 医学影像设备分类 /006
- 1.4 医学影像设备性能与特点 /009

第 2 章 医用 X 线机

- 2.1 医用 X 线机概述 /012
- 2.2 工频 X 线机 /016
- 2.3 程控 X 线机 /021
- 2.4 变频 X 线机 /022
- 2.5 X 线自动曝光控制装置 /027
- 2.6 医用 X 线电视系统 /031

第 3 章 计算机 X 线摄影设备

- 3.1 数字图像基础 /042
- 3.2 CR 设备 /044
- 3.3 CR 乳腺摄影设备 /048

第 4 章 数字 X 线摄影设备

- 4.1 间接数字化 X 线摄影设备 /050
- 4.2 直接数字化 X 线摄影设备 /051
- 4.3 平板 DR 评价 /055
- 4.4 DR 曲线编辑与探测器校准 /057
- 4.5 DR 乳腺摄影设备 /058

第5章 数字减影血管造影设备

- 5.1 X线影像模-数变换 /061
- 5.2 数字减影技术 /062
- 5.3 DSA 设备 /065

第6章 计算机X线体层摄影设备

- 6.1 CT 设备概述 /072
- 6.2 CT 球管 /074
- 6.3 CT 设备 /081
- 6.4 外部设备 /093
- 6.5 单排螺旋CT设备 /098

第7章 多排螺旋CT设备

- 7.1 多排螺旋CT设备概述 /107
- 7.2 64排VCT设备 /110
- 7.3 宝石CT设备 /115
- 7.4 双源CT设备 /118
- 7.5 电子束CT设备 /121
- 7.6 超宽探测器320排CT设备 /122

第8章 磁共振设备

- 8.1 磁共振概述 /124
- 8.2 MR 设备 /129
- 8.3 磁共振成像原理 /138

第9章 超声设备

- 9.1 超声医学概述 /144
- 9.2 超声设备 /147
- 9.3 B型超声设备 /154
- 9.4 超声多普勒设备 /156
- 9.5 全数字式B型超声设备 /159
- 9.6 超声经颅多普勒 /162
- 9.7 TCD 设备 /166

第 10 章 核医学设备

- 10.1 核医学设备概述 /175
- 10.2 γ 照相机设备 /177
- 10.3 单光子发射型计算机体层设备 /181
- 10.4 正电子发射型计算机体层设备 /185

第 11 章 图像存储与传输系统

- 11.1 PACS 系统概述 /194
- 11.2 数字影像会诊中心系统 /197
- 11.3 PACS 系统显示器的应用与选择 /198

第 12 章 工频 X 线机单元电路与故障检修

- 12.1 工频 X 线机故障概述 /200
- 12.2 工频 X 线机单元电路 /203
- 12.3 工频 X 线机故障综合分析与检修 /204
- 12.4 程控 X 线机单元电路分析 /207
- 12.5 程控 X 线机故障检修方法 /211

第 13 章 变频 X 线机单元电路与故障检修

- 13.1 变频 X 线机电路分析 /212
- 13.2 变频 X 线机元件 /220
- 13.3 西门子变频 X 线机电路分析与故障检修 /221

第 14 章 CT 设备单元电路与故障检修

- 14.1 CT 设备故障分类与检测 /229
- 14.2 CT 设备单元电路 /231
- 14.3 单排螺旋 CT 设备电路分析 /233
- 14.4 ELSCINT 2000 CT 设备故障检修 /249
- 14.5 多排螺旋 CT 设备电路与故障检修 /256
- 14.6 SPECT 设备电路与故障检修 /271

第 15 章 MR 设备单元电路与故障检修

- 15.1 线圈 /276

15.2 3.0T 磁共振设备电路与故障检修 /278

第16章 B超设备单元电路与故障检修

16.1 B超设备电路 /284

16.2 B超设备故障检修 /286

第17章 医学影像设备实验与质量控制

17.1 X线机单元电路实验 /291

17.2 医学影像成像质量控制 /305

17.3 医学影像设备质量控制的检测参数与仪器 /312

附录 英汉对照术语 /326

参考文献 /330

第1章 医学影像设备概论

医学影像设备所产生的某种能量,例如X线、电磁场、电子束、超声、核素、微波、红外线、可见光等,透过人体显示内部组织器官的结构、形态、密度、功能等,并以影像方式表现出来,这就是医学影像设备产生医学影像成像的过程。

自德国物理学家伦琴(W. C. Roentgen)发现X线后,X线机出现并被应用于临床。随着科技的发展和时代的进步,已从X线设备发展到计算机X线摄影设备(CR)、数字X线摄影设备(DR)、数字减影血管造影设备(DSA)、计算机X线体层摄影设备(CT)、磁共振设备(MR)、超声设备(US)、 γ 相机设备、发射型计算机体层成像设备(ECT)、单光子发射型计算机体层成像设备(SPECT)、正电子发射型计算机体层设备(PET/CT)以及附属外部设备、高压注射器、激光成像设备、图像存储与传输系统(PACS)等。医学影像设备是为医学影像成像提供以某种能量作为信息载体,然后透过人体显示人体内部组织结构、形态、密度和功能,将人体实际结构在空间和时间分布上的对应关系用影像方式显示出来,可携带人体机能、生化成分等生物学信息,具有广泛信息意义,并用以诊断与治疗疾病和为之服务的一切平台的设备装置。

数字X线摄影设备、CT设备、MR设备、US设备、核医学设备已被公认为是医学影像诊断的五大类成像技术医学影像设备。现代医学诊断最重要的环节是使用诊断设备,疾病治疗以诊断的结果为根本依据,诊断结果的准确程度决定着治疗成效,在提高医疗技术的同时,医学界更加注重诊断技术条件和水平的发展,演化出多种医学影像设备。医学临床设备的种类较多,可划分为四大类别,第一类是生物物理信号检测设备(心电、脑电、肌电、血压、血流、呼吸、脉搏和听力等信号的检测与监视);第二类是临床急救和治疗设备(心电监护仪、呼吸机、麻醉机、血透机、直线加速器、理疗设备);第三类是生物化学成分分析检验设备(血、尿等体液及细胞中的各种成分生化分析,微生物的分析与检验);第四类是医学影像诊断设备(X线机、CR、DR、DSA、CT、MR、超声、核素、红外线、电子束、微波、可见光等)。

医学影像设备的发展已使形态学影像分析只是其基本内容,医学影像不再是单纯意义上的“影像”含义,它可以携带有人体机能、生化成分等生物学信息,医学影像分析的概念已发展为医学影像综合信息。

1.1 医学影像设备发展历程

医学影像设备产生、创新、发展的过程本身就是一部发展史。1895年11月8日,德

国物理学家伦琴(图 1-1)偶然在实验中发现了一种从阴极射线管中发出的射线,它能够穿过不透明的物体,但又不能被透镜折射,它自身不能被看到,但能导致荧光物质发光并让感光胶片曝光,伦琴给这种当时未被知晓的“射线”命名为 X 线,人们也称为“伦琴射线”。

1895 年,伦琴利用 X 线拍摄的其夫人的手掌骨骼照片(图 1-2),堪称医学影像史上的最早照片记录,因此该年被称为医学影像史的开篇元年。1901 年伦琴荣获了首次颁发的诺贝尔物理学奖。从此利用 X 线对人体内部结构进行成像诊断的技术迅速普及,研制出了 X 线机的初级产品。X 线机局限于透视检查和摄影。



图 1-1 德国物理学家伦琴(W. C. Roentgen)



图 1-2 伦琴夫人手掌骨骼照片

1946 年,声学和电子技术在医学中的运用使 A 型超声(ultrasonic, US)成像出现。美国哈佛大学的伯塞尔(Purcell)和斯坦福大学的布洛赫(Bloch)发现了物质的核磁共振现象,1952 年他们被授予诺贝尔物理学奖。20 世纪 50 年代初期,原子能技术转化为核素医学成像,出现了同位素闪烁扫描仪。1958 年一次成像 γ 相机出现,20 世纪 60 年代, B 型超声设备研制成功,连续的动态实时影像为医学诊断提供了更新的手段,20 世纪 70 年代,医学影像技术进入成熟期,开始应用于人体解剖、组织学分析和临床诊断学等形态学科领域。1972 年,第一台计算机 X 线体层摄影设备(computed tomography, CT)的出现给医学影像技术、诊断带来了新进展,是医学影像设备研发史上的突破,使之进入创新阶段。

20 世纪 80 年代,第一台应用于头部的单光子发射型计算机体层(single photon emission computed tomography, SPECT)设备产生。多普勒(doppler)技术应用于超声成像领域,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)原理显示出在医学影像中的重要价值。磁共振设备和超声设备无创伤无损伤的成像方式,对比出其他成像方式带来创伤或损伤的不足,MR 和核素成像除了对人体结构的影像能够显示外,还能提供功能和生物上的信息,使成像方式多元化,影像技术与影像诊断综合化。

20 世纪 80 年代中期,医学影像设备性能提高,实现了自动化、智能化、数字化。例如 CR, DR, DSA 的出现使得医学影像设备数字化,提高影像质量、缩短成像时间、降低辐射、配有图像存储与传输系统成了影像设备发展的总趋势。超声设备具有彩色多普勒血流成像设备(color doppler flow image, CDFI)、核素成像具有正电子发射型计算机体层设备(positron emission computed tomography, PET)、磁共振设备具有超导高磁场强设备等。

20 世纪 90 年代,新一代多排螺旋 CT、超高速电子束 CT(EBCT)出现,它们具有快速扫描速度、特殊扫描技术和 CT 设备特殊装置,使心血管功能成像成为可能。图像存储

与传输系统能够大容量存储和高速传输影像图像。图像存储与传输系统(PACS)的出现方便了检索和调阅影像,实现了远程会诊和信息共享,使医学影像设备进入一个高速发展期。

1.1.1 X线管与常规X线机研制经历

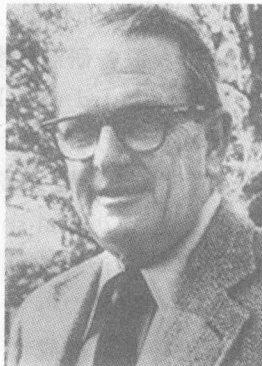
德国物理学家伦琴在做真空管高压放电实验时,发现产生了一种看不见具有很强穿透力、能使某些物质发出荧光、胶片感光的新型X线射线。这一次实验过程实际上是X线的产生过程,真空管高压放电实验中的真空管实际上是X线管雏形。德国西门子公司研制出世界上第一只X线管,此阶段称离子X线管阶段。此后,美国物理学家用钨做灯丝的X线管制造成功。它最大的特点就是钨灯丝加热到白炽状态时可提供管电流所需电压。荷兰 Philips 公司研制出世界上第一只旋转阳极X线管,提高了功率、缩小了焦点、几何模糊度减少,使之被广泛应用。

气体X线管和感应圈时代,X线机由气体X线管和感应圈组成,管电压 $40\sim 50\text{ kV}$,管电流 1 mA ,摄影时间长达 $30\text{ min}\sim 1\text{ h}$ 。此后X线机由考林杰研制的热电子X线管、纳斯科研制的变压器式高压发生装置组成,形成热电子X线管变压器式高压发生器实用化时代。进入防电击、防散射、三相高压发生器、旋转阳极X线管成熟时代,X线机功能进一步完善,防护设置齐全,附属设备配套,各类技术发展,该时期为X线机完整成熟时代。高摄影条件、大容量、控制技术、大功率、旋转阳极X线管、影像增强器、快速换片机、高压注射器、自动洗片机、电视电影、录像连续摄影体层装置、人工对比剂的使用,使X线机功能日趋成熟,使常规X线机进入到现代化时代。由单片机控制、计算机辅助的工频X线机,以及实现了自动化的X线机即程控X线机构成了单片机时代。

目前,进入了变频X线机时代,提高了X线质量,增加了X线量输出、实时控制、体积减小、智能化、数字化、错误故障显示、低计量曝光设计等。

1.1.2 CT设备研制是医学影像设备研发的突破

豪斯菲尔德(G. N. Hounsfield)是英国工程师,1972年首次研制出世界上第一台头颅的计算机X线体层摄影设备简称CT设备。CT设备的产生是利用计算机和X线技术的结合,用X射线束和探测器围绕被检者快速扫描获取大量信息,用数字的方法重组出密度分辨率极高的影像图像。CT设备的研制成功是医学影像设备研发的突破。英国工程师豪斯菲尔德(G. N. Hounsfield)和美国物理学家考马克(A. M. Cormack)共同荣获了1979年诺贝尔生理学医学奖(图1-3)。



豪斯菲尔德(G. N. Hounsfield)

考马克(A. M. Cormack)

图1-3 豪斯菲尔德(G. N. Hounsfield)和考马克(A. M. Cormack)

第一代 CT 扫描机(平移+旋转扫描)是笔形束 CT。扫描机架上一个 CT 球管产生单一 X 线束,在被检者后方机架上放置探测器,X 线经准直器环绕垂直于扫描平面的中心轴线旋转 1° 直至 180° ,完成全部数据组合成原始数据。第二代 CT 扫描机(平移+旋转扫描)是扇形束 CT。它在一代基础上增加了 3~30 个探测器组成,在一次平移时间内,由几个探测器多平行射束在不同角度下同时记录。第三代 CT 扫描机(平移+旋转扫描)是广角扇束 CT。探测器增加到 300~1000 个,X 线管和探测器围绕被检者做连续旋转扫描,X 线成广角扇束。第四代 CT 扫描机(旋转+静止扫描)采用反扇形束采集技术。探测器有 600~1500 个,呈 360° 分布,扫描时 CT 球管围绕被检者旋转一周而探测器不动。第五代(静止+静止扫描)是超高速 CT,采用大型特制扫描电子束 CT 球管,在扫描机一端安装电子枪,电子束经加速、聚焦、磁偏转后轰击 4 个半环状钨靶,产生 X 线经准直器后成扇形束。新一代 CT 扫描机(高速旋转+特色)。20 世纪 70 年代出现的滑环技术(sliping)加上高频 X 线发生装置,研制出螺旋 CT 之后又有多排螺旋 CT 投入临床应用,有 2 排、4 排、8 排、16 排、32 排、64 排、320 排等(multi-slice CT, MSCT)。CT 球管旋转一周就能获得更多的层面,即可完成一个脏器的扫描,实现了真正意义上的容积扫描(volume scan),旋转速度达到 0.5 s 一圈。新一代 CT 扫描机的特点是高速旋转再加 CT 设备特色显现,使 CT 设备进入一个多元化时代,产生出包括多层螺旋 CT、双源 CT、宝石 CT、容积 CT、4DCT 等多种 CT 设备。平板 CT 研发的成功,将使医学影像 CT 设备进入真正意义上的新二代 CT 扫描机时代。

1.1.3 MR 设备研制是一种非电离辐射医学影像设备

1972 年美国科学家 Paul C. Lauterbur 提出 MRI 方法,即把磁共振原理同空间编码技术结合起来,用一定的方法使空间各点磁场有规律地变化,磁共振信号中的不同频率分量,即可同一定的空间位置对应,通过一定的数学变换即可实现磁共振成像,随后其研制 MR 实验样机,成功获取 MRI 图像。20 世纪 80 年代 MR 样机研制成功,1983 年开始应用于临床。

MR 设备是一种非电离辐射医学影像设备,无创伤、无损伤、无辐射,已广泛用于全身系统,用以中枢神经系统、心血管系统、盆腔实质脏器、四肢关节、软组织显像凸出;MR 波谱分析(magnetic resonance spectroscopy, MRS)可用以被检者的物质代谢功能、生物上的信息检查;功能 MRI(functional MRI, FMRI)用以研究脑组织、早期诊断脑梗塞的生理解剖、手术设计、组织功能分布情况。现有超导高场 MR 设备 1.5T、3.0T、7.0T。

1.1.4 CR, DR, DSA 设备研制使数字化设备完善

计算机 X 线摄影(computed radiology, CR)设备、数字 X 线摄影(digital radiology, DR)设备的研制成功降低了摄影 X 线计量,使图像宽容度扩大,图像可后处理,影像可光盘存储,可接入图像存储与传输系统(picture archiving and communication system, PACS)。数字减影血管造影(digital subtractive angiography, DSA)具有微创、实时、分辨力高的特点,使血管造影介入治疗在临床上广泛应用。上述设备研制的成功完善了医学影像数字化设备。

1.1.5 医学影像设备体系形成

随着 X 线机、CR、DR、DSA、CT、MR、US、ECT、PET 等医学影像设备的成功研制,可发现它们的参数、原理、方法各不同,但是可以多种成像方法分别获得医学影像图像,

也可形成形态功能图像的融合,提高诊断敏感性和特异性。由立体定向放射外科(stereotactic radio surgery, SRS)设备、医用直线加速器、X-刀(X-knife)、 γ -刀(γ -knife)、 ^{60}Co 、介入放射设备都是由医学影像设备给予引导定位实施治疗的设备,属于医学影像设备的范畴。多种类型医学影像诊断设备与医学影像治疗设备相结合,以及在电子技术、计算机网络通讯和数字化技术推动下,各种医学影像设备不断出现,构成了医学影像设备体系。医学影像设备发展过程有多学科技术间的汇集和渗透,在医学影像设备的结构、原理、设计、制造、应用、安装、维护、检修上创建出新的交叉学科——医学影像设备工程学。

1.2 医学影像设备发展趋势

随着信息化技术的提高,医学影像设备已经进入分子影像学设备时代,各种影像设备在性能方面、功能方面都有大幅度提升,医学影像设备呈现出融合趋势。

1.2.1 计算机、电子信息、激光与存储技术发展

计算机的迅速发展使运算速度加快,医学影像设备的软件、图像处理速度、动态实时显示、功能测定的高速计算机处理速度大幅提高。信息技术高速发展,光纤网络走向宽带,由多色取代单色,光缆最高传输速率达 2.64 Tb/s 以上,使高质量、连续实时迅速传输医学影像图像成为可能。激光与存储技术的发展使医学影像图像存储容量大幅增加,存取更迅速、更方便。

1.2.2 分子影像学设备与医学影像设备进展

分子影像学设备产生的分子影像是采用某种分子探针插入人体细胞内,在遇到特定分子或特定基因产物后,能发射出可被 PET,MR 红外探测器接收的特殊信号,间接地显示分子代谢、基因转变影像。CT 设备扫描速度加速,新技术的使用提高了图像的质量,缩短了成像时间,使 CT 设备朝着实时连续成像、降低 X 线剂量,向平板探测器 CT 设备方向发展。US 设备采用密集式晶阵设计、相控阵电子扫描探头、动态扫描、动态聚焦,大幅度提高了清晰度。MR 设备提高了成像与重组速度,最快重组显示可达 20 幅/s,大矩阵采集原始影像使计算机存储与处理能力增强。DSA 应用旋转方式采集信息,可实时显示血管三维实体立体透视。医学影像设备总的发展趋势:在性能上继续提高,在功能上不断拓展,从整体上相互融合,种类上不断细化,设备具有特点,诊断与治疗双方彼此靠拢。

1. 影像设备性能方面的提高

在影像设备性能提高方面,医用 X 线机已经实现了高压发生器变频技术。CT 设备采用了多层螺旋扫描技术,提高了扫描速度,改善了低对比度分辨力和空间分辨力。US 设备扫描线倍增、再辅以新技术,使 US 的成像清晰度获得提高。MR 设备最快重组显示速度已接近实时成像显示。ECT 设备中 SPECT 采用只在 PET 中才应用的多探头技术,以多探头采集单元的信息,使探测灵敏度和成像质量大幅提高,信息采集迅速。

2. 影像设备功能方面的拓展

影像设备的功能随着软件的开发不断拓展,在临床及医学研究领域的应用更加广泛,CT 设备中的仿真内窥镜(virtual endoscopy)、表面重组(surface rendering)、容积再现(volume rendering)显示、专用的血管成像(CTA)、肿瘤学专用软件包、胆系成像

(CTC)软件、三维和四维重组等专用软件包各有特色。MR 设备中专用软件包心脏大血管的 MR 成像软件,可对冠状动脉显示和实施导航内窥镜显示。床移血管成像可以在成像中让床位步进移动,得到分段的血管影像,经过拼凑即可得到整段血管影像。MR 设备显示信息的范畴已拓展到生物化学信息、代谢性信息、分子生物学乃至基因信息。DSA 设备应用旋转方式采集信息,经计算机处理后也可以显示血管的三维信息,实体立体透视,即可以不采集“蒙片”,一次作出三维 DSA 成像,这种技术采用了“模糊成像”原理,节省了成像过程的时间,降低了检查时所需的辐射剂量。

3. 影像设备融合趋势

(1) 不同类型设备间的融合

不同类型的影像设备有着相互渗透、相互融合的趋势,表现在两个方面:通过软件技术使不同类型的设备完成相同的成像功能;或将不同类型的设备硬件组合在一起,实现多种成像方式影像的同时建立或及时切换。SPECT 或 PET 与 CT,MR 设备相互组合,产生能做两种方式成像的复合型设备,将 CT 设备与 C 形臂透视系统制造成一体化设备,CT 设备检查发现病变后,立即进行 C 形臂透视导向,直接实施穿刺等介入治疗操作。

(2) 同类型影像设备不同成像方式的融合

超声成像中将彩色多普勒血流成像与 B 型、M 型显示特点组合,形态显示表达出生理参数、运动状态及面积、周长和重量等方面的信息。US 设备软硬件的共同支持形成融合图像。专用 US 设备应用,例如:介入手术、穿刺手术、超声碎石,整个过程可以在 US 影像的监视下完成,DSA,CT,US,MR 成像都可以获得融合方式结合应用的设备。

(3) 影像设备专用化

医用 X 线机设备中,有胸部、胃肠、造影、床边机、C 形臂等专用设备,US 设备中有眼科、妇产科、心血管、口腔科等专用设备;CT 设备有常规、心脏、口腔专用设备、MR 有骨与关节专用设备。

(4) 影像设备数字化

医学影像设备中,直接成像设备在信息采集处理之后,已经是数字信息模式,还有的设备以模拟形式在信息采集后加以“模拟—数字”方式的转换。例如,计算机 X 线摄影 CR 设备、间接成像 DR(direct radiography)等,都是转换方式成像。医学影像设备上大都装配有符合国际数字影像通讯标准协议(DICOM 3.0)的数字输出接口,使其实现影像设备数字化。

1.3 医学影像设备分类

医学影像设备按其成像原理、技术特点、功能作用不同,可分为医学影像诊断设备和医学影像治疗设备两大类。

1.3.1 医学影像诊断设备

医学影像设备是以人体宏观解剖结构及功能为研究对象,称为现代医学影像(modern medical imaging, MMI)。按其信息载体不同分为: X 线设备、CR、DR、DSA、CT、MR、US、核医学、热成像、医用光学设备等。本书主要研究 MMI 中 X 线成像设备、