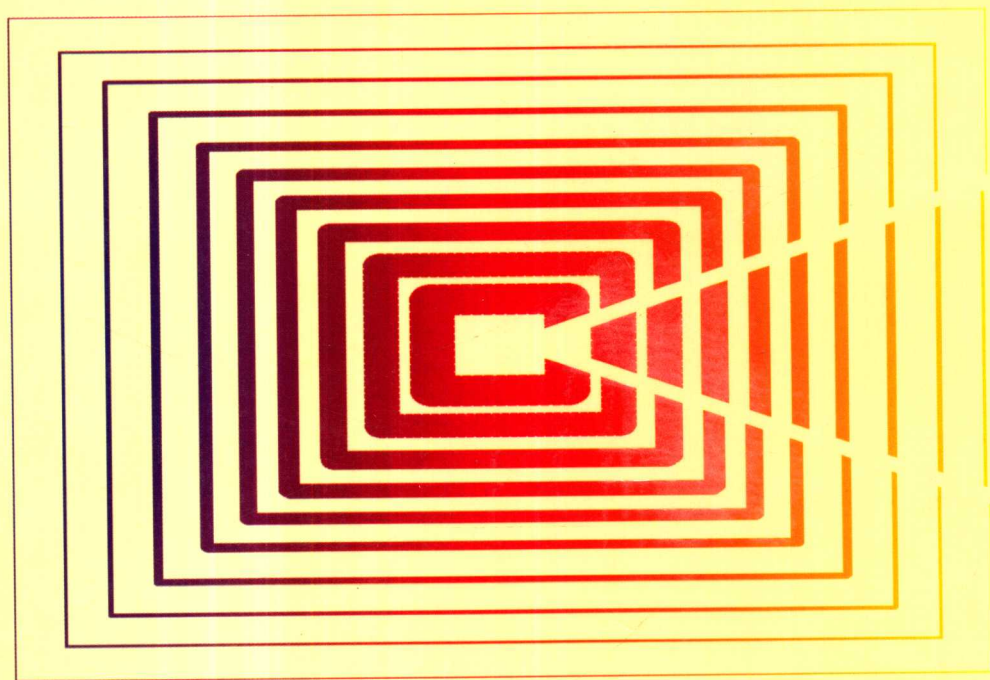


卫生部规划教材  
全国高等职业技术教育教材  
供高职、高专医学影像技术专业用

# 医学影像设备学

主编 徐跃 副主编 黄泉荣



人民卫生出版社

R445-4  
X831

卫生部规划教材  
全国高等职业技术教育教材  
供高职、高专医学影像技术专业用

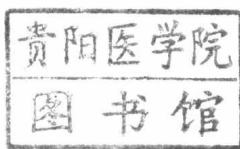
# 医学影像设备学

主 编 徐 跃

副主编 黄泉荣

编 者 (以姓氏笔画为序)

冯开梅 (山东省莱阳卫生学校)  
张永顺 (解放军白求恩军医学院)  
张佐成 (山东省卫生学校)  
沈克涵 (天津医科大学)  
唐树森 (上海医疗器械高等专科学校)  
徐 跃 (泰山医学院)  
黄泉荣 (浙江医学职业技术学校)  
韩丰谈 (泰山医学院)



0309468

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像设备学/徐跃主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2002  
ISBN 7-117-05087-X

I. 医... II. 徐... III. 影像诊断-医疗器械  
IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 056823 号

医学影像设备学

主 编: 徐 跃  
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](mailto:pmph@pmph.com)  
印 刷: 北京市安泰印刷厂  
经 销: 新华书店  
开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.25 插页: 4  
字 数: 588 千字  
版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 版第 1 次印刷  
标准书号: ISBN 7-117- 05087 - X/R · 5088  
定 价: 39.50 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)

# 全国高等职业技术教育医学影像专业 规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设的要求,满足高等职业技术教育医学影像技术专业的教学需要,卫生部教材办公室组织全国具有医学影像和医学影像技术专业教学经验和编写水平的教师,根据高等职业技术教育的培养目标,对其主干课程进行了规划和编写。

这套教材全面贯彻了素质教育的思想,从社会发展对高素质技术型人才需要的实际出发,重视对学生实践能力和创新精神的培养,突出实用性。教材编写过程中,在理论体系、内容结构和阐述方法等方面也做了一些尝试。特别注重和要求教材的内容要兼顾不同学制学生的水平和能力,要与助理执业医师考试及学生毕业后的实际工作相衔接。教材编写注重启发性,并注意到全套教材的整体优化。

本套教材共 8 种,其中《医学影像诊断学》、《医学影像检查技术》和《影像电子学基础》为教育部高职高专规划教材。

医学影像成像原理	主 编 李月卿
	副主编 李 萌
医学影像设备学	主 编 徐 跃
	副主编 黄泉荣
医学影像设备管理	主 编 李林枫
* 医学影像诊断学	主 编 祁 吉
	副主编 刘林祥
* 医学影像检查技术	主 编 袁聿德
	副主编 贾树春
放射物理与防护	主 编 李迅茹
放射治疗技术	主 编 王瑞芝
* 影像电子学基础	主 编 陈武凡
	副主编 邱松耀

# 前 言

《医学影像设备学》是由卫生部教材办公室组织编写，供高职高专医学影像技术专业使用的规划教材。该教材根据专业培养目标的要求，结合教学与工作实际，考虑到我国医学影像设备的现状和发展，参阅有关资料编写而成。

全书共分 13 章，除第一章简要介绍了医学影像设备的发展简史和分类外，还分别介绍了诊断用 X 线设备、X 线电视系统、数字 X 线成像设备、PACS 系统、X 线计算机体层成像设备、磁共振成像设备、超声诊断设备以及核医学成像设备的工作原理、基本结构和应用特点，为学习相关课程及从事医学影像技术工作准备必要的基础知识。

本书在编写过程中着重阐述基本原理，力求做到内容丰富、层次清楚、重点突出、循序渐进，既有理论分析，又有实例介绍。为了加强基本理论的学习和理解，提高分析问题和解决问题的能力，教材选编了部分经典实验内容。

在编写过程中，编者所在单位的领导和同志们给予了许多关心、支持与帮助；泰山医学院张里仁教授对全书提出了许多指导性的意见并审阅了全部书稿，解放军白求恩医学院李良成讲师帮助绘制了第七章的插图，上海医疗器械高等专科学校汪红志讲师为第十章提供了许多有价值的资料，福建医科大学莆田分校的廖永贵讲师帮助绘制了第五章的部分插图。泰山医学院韩丰谈副教授作为本书编写组秘书做了大量的工作，还有一些专家、教授提出了许多宝贵的意见和建议，在此一并表示诚挚的感谢。

由于我们的水平有限，书中存在许多不足之处，恳请广大师生和同行给予批评指正，以便再版时修改和提高。

编 者

2002 年 6 月

# 目 录

第一章 医学影像设备学概论	1
第一节 医学影像设备发展史	1
第二节 医学影像设备分类	3
一、医学影像诊断设备	3
二、医学影像治疗设备	8
第二章 诊断用 X 线机	11
第一节 概述	11
第二节 透视用 X 线机	11
一、荧光屏式透视用 X 线机	13
二、X 线电视系统	14
三、诊视床	14
四、遮线器	16
第三节 摄影用 X 线机	17
一、普通摄影用 X 线机	17
二、适时摄影用 X 线机	22
三、体层摄影用 X 线机	25
第四节 心血管造影用 X 线机	27
一、高压注射器	28
二、导管床和心血管造影专用 X 线管头支架	29
三、X 线电影摄影机、录像机及点片照相机	31
第五节 其他专用 X 线机	34
一、牙科 X 线机	34
二、口腔全景摄影 X 线机	34
三、乳腺摄影 X 线机	37
四、床边用 X 线机	37
五、手术用 X 线机	38
第三章 诊断用 X 线管	39
第一节 固定阳极 X 线管	39
一、固定阳极 X 线管的构造	39
二、X 线管的焦点	42
第二节 旋转阳极 X 线管	44

第三节	特殊 X 线管	47
一、	金属陶瓷旋转阳极 X 线管	47
二、	三极 X 线管	48
三、	软 X 线管	50
四、	CT 用 X 线管	51
第四节	X 线管的特性与规格	51
一、	X 线管特性	51
二、	构造参数	52
三、	电参数	52
第五节	X 线管管套	57
一、	固定阳极 X 线管管套	57
二、	旋转阳极 X 线管管套	57
三、	组合机头	57
第四章	高压发生装置	59
第一节	高压变压器	59
一、	高压变压器的构造	59
二、	高压变压器的工作原理	61
三、	高压变压器的过渡过程	62
第二节	高压元器件	64
一、	灯丝变压器	64
二、	高压整流器	64
三、	高压电缆、高压插头及插座	65
四、	高压交换闸	68
第五章	X 线机主机单元电路	70
第一节	概述	70
一、	对电路的基本要求	70
二、	基本电路	71
第二节	电源电路	72
一、	简单的电源电路	72
二、	可变输入电压的电源电路	72
三、	双“通”、“断”按钮的电源电路	73
四、	电源电压自动调整电路	74
第三节	高压初级电路	75
一、	管电压的调节	75
二、	管电压的控制	80
三、	管电压预示与管电压补偿电路	81
第四节	X 线管灯丝加热电路	84

一、谐振式磁饱和稳压器 .....	85
二、空间电荷补偿器 .....	86
三、X线管灯丝加热电路举例 .....	91
第五节 高压次级电路 .....	93
一、单相全波整流高压次级电路 .....	93
二、三相全波整流高压次级电路 .....	95
三、倍压整流高压次级电路 .....	99
四、mAs 表测量电路 .....	100
五、高压次级电路举例 .....	100
第六节 限时电路 .....	103
一、电子限时电路工作原理 .....	103
二、使用单结晶体管和可控硅的简单限时电路 .....	104
三、使用单结晶体管和三端双向可控硅的限时电路 .....	105
四、JSB-23 型限时器电路 .....	107
五、XG-501A 型 X 线机限时电路 .....	107
第七节 自动曝光控时电路 .....	110
一、光电管自动曝光控时原理 .....	111
二、电离室自动曝光控时原理 .....	114
第八节 旋转阳极启动、延时、保护电路 .....	116
一、基本工作原理和特点 .....	117
二、几种常见的旋转阳极启动电路 .....	118
三、旋转阳极延时、保护电路 .....	120
第九节 X 线管安全保护电路 .....	122
一、参数连锁式容量保护电路 .....	123
二、负荷率式瞬时负载保护电路 .....	123
三、降落负载式瞬时负载保护电路 .....	126
第十节 X 线机操作控制电路 .....	127
一、透视控制电路 .....	127
二、点片摄影控制电路 .....	128
三、普通摄影控制电路 .....	129
四、滤线器摄影控制电路 .....	129
<b>第六章 工频 X 线机</b> .....	132
第一节 概述 .....	132
一、主要技术参数 .....	132
二、电路结构特点 .....	133
第二节 电源电路 .....	134
第三节 高压初级与管电压预示电路 .....	135
一、台次交换与通讯电路 .....	135



二、高压初级电路 .....	136
三、管电压预示电路 .....	137
第四节 X线管灯丝加热电路 .....	138
第五节 高压次级与管电流测量电路 .....	139
第六节 限时电路 .....	140
一、点片限时电路 .....	141
二、摄影限时电路 .....	142
第七节 旋转阳极启动及保护电路 .....	144
一、启动电路 .....	144
二、保护电路 .....	146
第八节 X线管安全保护电路 .....	147
第九节 控制电路 .....	149
一、透视控制电路 .....	149
二、点片控制电路 .....	150
三、普通摄影控制电路 .....	151
四、滤线器摄影控制电路 .....	152
第十节 电动诊视床电路 .....	153
第十一节 程控 X线机简介 .....	156
<b>第七章 中频 X线机 .....</b>	<b>158</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>158</b>
一、中频机的主要特点 .....	158
二、中频机的系统框图 .....	160
三、中频机的工作原理 .....	160
四、中频机的技术参数 .....	161
<b>第二节 直流逆变电源 .....</b>	<b>161</b>
一、直流电源 .....	161
二、桥式逆变 .....	162
<b>第三节 电路分析 .....</b>	<b>166</b>
一、开关机电路 .....	166
二、直流稳压电源 .....	166
三、计算机控制电路 .....	169
四、键操作及显示电路 .....	170
五、阳极启动电路 .....	172
六、采样调整电路 .....	172
七、可控硅触发电路 .....	176
八、曝光控制电路 .....	176
九、诊视床参量选择电路 .....	181
十、高压变压器组件电路 .....	182

第四节 软件介绍 .....	184
一、初始化程序 .....	184
二、主程序 .....	184
三、中断服务程序 .....	184
四、曝光准备程序 .....	188
五、曝光程序 .....	188
<b>第八章 X线电视系统</b> .....	190
第一节 概述 .....	190
一、X线电视的特点 .....	190
二、X线电视系统的构成 .....	190
第二节 影像增强器 .....	191
一、影像增强管 .....	191
二、管套 .....	196
三、电源 .....	196
四、光学系统 .....	197
第三节 中心控制器 .....	198
一、影像组成与传送 .....	198
二、逐行扫描与隔行扫描 .....	199
三、全电视信号 .....	200
四、辅助功能 .....	203
第四节 X线电视摄像机 .....	209
一、摄像管式摄像机 .....	210
二、CCD摄像机 .....	212
三、CMOS摄像器件 .....	215
第五节 X线电视监视器 .....	216
一、显像管 .....	216
二、偏转系统 .....	217
三、监视器电路 .....	217
四、高清晰度电视简介 .....	222
<b>第九章 数字X线成像设备</b> .....	224
第一节 概述 .....	224
第二节 计算机X线摄影系统 .....	225
一、影像板 .....	226
二、读取装置 .....	228
三、计算机图像处理 .....	230
四、图像存储和记录装置 .....	233
第三节 数字X线摄影系统 .....	236

一、DR 的基本结构和工作原理 .....	236
二、直接数字 X 线摄影 .....	237
第四节 数字减影血管造影系统 .....	242
一、DSA 的基本结构及影响图像质量的因素 .....	242
二、DSA 对设备的特殊要求和技术措施 .....	244
三、现代 DSA 设备和新技术 .....	247
第五节 图像存储和通信系统与远程放射学系统 .....	250
一、PACS 的基本结构和关键技术 .....	250
二、远程放射学系统 .....	254
<b>第十章 X 线计算机体层成像设备</b> .....	256
第一节 概述 .....	256
一、X 线 CT 扫描机的发展简史 .....	256
二、X 线 CT 扫描机的发展趋势 .....	261
第二节 X 线 CT 扫描机的基本组成 .....	262
一、数据采集系统 .....	262
二、计算机和图像重建系统 .....	270
三、图像显示、记录和存储系统 .....	274
第三节 螺旋 CT .....	276
一、螺旋 CT 的特点 .....	276
二、螺旋扫描装置 .....	278
<b>第十一章 磁共振成像设备</b> .....	285
第一节 概述 .....	285
一、磁共振成像的发展简史 .....	285
二、磁共振成像的特点 .....	285
三、磁共振的临床应用与局限性 .....	287
四、磁共振成像设备的组成 .....	287
第二节 主磁体系统 .....	290
一、主磁体的性能指标 .....	290
二、主磁体的种类与特点 .....	291
三、磁体的匀场技术 .....	296
第三节 梯度磁场系统 .....	297
一、梯度磁场的作用 .....	297
二、梯度磁场的性能指标 .....	298
三、梯度线圈 .....	299
四、梯度场发生系统 .....	300
五、存在的问题 .....	300
第四节 射频场系统 .....	301

一、射频脉冲 .....	301
二、射频线圈 .....	302
三、射频脉冲发射系统 .....	305
四、射频信号接收系统 .....	306
第五节 信号采样与量化 .....	307
一、信号采样和采样保持 .....	307
二、量化和量化误差 .....	309
三、信号采集单元的组成 .....	309
第六节 计算机图像重建与控制系统 .....	309
一、主计算机系统 .....	309
二、主计算机系统中运行的软件 .....	310
三、图像重建 .....	311
四、图像显示 .....	312
第七节 超导及低温系统 .....	312
一、超导性与超导体 .....	312
二、低温技术 .....	313
三、超导环境的建立与失超保护 .....	316
第八节 磁场的屏蔽 .....	317
一、磁场与环境的相互影响 .....	317
二、主磁体屏蔽 .....	319
三、射频屏蔽 .....	320
四、梯度磁场屏蔽 .....	320
<b>第十二章 超声成像设备</b> .....	321
<b>第一节 概述</b> .....	321
一、超声成像设备的发展简史 .....	321
二、超声诊断的临床应用特点 .....	321
三、超声诊断仪的基本类型 .....	322
四、超声诊断仪的基本结构 .....	323
<b>第二节 超声换能器</b> .....	324
一、压电材料 .....	324
二、超声探头的结构 .....	325
三、超声探头的主要性能 .....	327
四、声束的聚焦与扫描 .....	328
<b>第三节 超声诊断仪的基本电路</b> .....	334
<b>第四节 A型及M型超声诊断仪</b> .....	337
一、A型超声诊断仪 .....	337
二、M型超声诊断仪 .....	338
<b>第五节 B型超声诊断仪</b> .....	339

一、超声波发射电路 .....	339
二、超声接收和预处理系统 .....	341
三、数字扫描变换器 .....	342
四、系统控制器 .....	343
第六节 超声多普勒系统 .....	343
一、D型超声诊断仪 .....	344
二、超声多普勒显像仪 .....	346
第七节 其他超声诊断仪 .....	350
<b>第十三章 核医学成像设备</b> .....	352
第一节 概述 .....	352
第二节 $\gamma$ 照相机 .....	353
一、闪烁 $\gamma$ 照相机的工作原理 .....	353
二、 $\gamma$ 射线的探测技术 .....	354
三、 $\gamma$ 照相机的基本结构 .....	357
四、 $\gamma$ 照相机的探头 .....	358
五、 $\gamma$ 照相机的电路 .....	361
六、多丝正比室 $\gamma$ 照相机 .....	364
第三节 单光子发射型计算机体层设备 .....	364
一、SPECT 设备的类型 .....	364
二、SPECT 的基本组成 .....	366
三、SPECT 的性能特点 .....	367
第四节 正电子发射型计算机体层设备 .....	367
一、正电子 .....	367
二、正电子发射型计算机体层的探测原理 .....	368
三、PET 的基本结构 .....	369
四、PET 的成像特点与应用 .....	371
<b>实验</b> .....	372
实验一 X 线管的检验 .....	372
实验二 单相全波整流电路的工作特性 .....	373
实验三 倍压整流电路的工作特性 .....	375
实验四 三相全波整流电路的工作特性 .....	377
实验五 谐振式磁饱和稳压器的特性 .....	379
实验六 容量过载保护电路 .....	380
实验七 F78 - III 摄影限时电路 .....	381
实验八 F78 - III 旋转阳极启动和延时保护电路 .....	382
实验九 全电视信号观察与测量 .....	383
实验十 中频机采样调整电路的波形及数据检测 .....	384

实验十一	X线 CT 扫描机的操作实验 .....	385
实验十二	参观医院磁共振成像设备 .....	386
实验十三	超声仪器的基本调试 .....	387
实验十四	参观医院核医学成像设备及图像处理过程 .....	389

平板探测器 CT 目前尚在开发阶段，一旦技术成熟，从机器设计、信息模式、成像速度、射线剂量到运行成本都会有根本的改变，将会引起 CT 技术的又一次革命。

20 世纪 80 年代初用于临床的磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 设备，是一种崭新的非电离辐射式医学成像设备。MRI 设备的密度分辨力高，调整梯度磁场的方向和方式，可直接摄取横、冠、矢状断面和斜位等不同体位的体层图像，是其优于 CT 的特点之一。迄今，MRI 已广泛用于全身各系统，其中以中枢神经、心血管系统、肢体关节和盆腔等效果最好。近年来，已有多家公司推出了 3.0T 的磁共振 (magnetic resonance, MR) 成像设备，这种 MR 设备的梯度场强可达 40mT/m，切换率可达 150mT/m/s，从而可使回波时间更短，每次脉冲重复时间可获得更多的层面，而且不易受运动的影响。中场超导 (0.7T) 开放型 MRI 进一步普及，它便于开展介入操作和检查中监护病人，克服了幽闭恐惧病人和不合作病人应用 MRI 检查的限制。双梯度场技术可在较小的范围内达到更高的梯度场强，有利于完成各种高级成像技术，如功能成像、弥散成像等。降噪措施和成像专用线圈也都有了较大的进步，如功能成像线圈和肢体血管成像线圈等。腹部诊断效果已接近和达到 CT 水平，脑影像的分辨力在常规扫描时间下提高了数千倍，而显微成像的分辨力达到 50~10 $\mu$ m，现已成为医学影像诊断设备中最重要的组成部分。生物体 MR 波谱分析 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 具有研究机体物质代谢的功能和潜力，今后如能实现 MRI 与 MRS 结合的临床应用，将会引起医学诊断学上一个新的突破。

数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 和计算机 X 线摄影 (computed radiography, CR) 是 80 年代开发的数字式成像设备与技术。前者具有微创、实时成像、对比分辨力高、安全、简便等特点，目前，正向快速旋转三维成像实时减影方向发展，从而扩大了血管造影的应用范围。后者具有减少曝光量和宽容度大等优点，更重要的是可作为数字化图像纳入图像存储、传输系统 (picture archiving and communication systems, PACS)。而 X 线实时高分辨率成像板将是最具革命性、最有发展前途的医学影像设备之一。

20 世纪 50 年代和 60 年代，超声和放射性核素设备与技术相继出现，当时在医学上的应用往往各成系统。1972 年 X 线 CT 的开发，使医学影像设备与技术进入了一个以计算机和体层成像相结合、以图像重建为基础的新阶段。70 年代末 80 年代初，超声 CT、放射性核素 CT 和数字 X 线成像设备与技术逐步兴起，并应用于临床。尽管这些设备的成像参数、诊断原理和检查方法各不相同，但其结果都是形成某种图像，依此进行诊断；在此基础上形成了医学影像诊断学。

伴随着医学影像诊断设备的不断发展，介入放射学系统自 20 世纪 60 年代兴起，于 70 年代中期逐步应用于临床，近年来尤以介入治疗进展迅速。因其具有安全、简便、经济等特点，深受医生和病人的普遍重视与欢迎，现仍处于不断发展和完善的过程之中。90 年代倍受人们瞩目的立体定向放射外科学设备与技术，由于它可以不作开颅手术而治疗一些脑疾患，很受欢迎，全世界都在积极开发和应用这种高新的设备与技术。介入放射学与立体定向放射外科学系统，两者都是由医学影像设备与技术给以引导或定位来实施治疗的设备，所以也属于医学影像设备的范畴。

综上所述，多种类型的医学影像诊断设备与医学影像治疗设备相结合，共同构成了

现代医学影像设备体系。

表 1-1 列出了医学影像设备发展概况。

表 1-1 医学影像设备发展概况

19 世纪	20 世纪					
	10~40 年代	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代
(1895) 发现 X 线	(1917) 发射超声成 功	(1951) 闪烁扫描	(1960) X 线 TV	(1972) X 线 CT	(1980) DF、DSA	CT: 多层 CT 组合式 CT
(1896) 发现铀的 放射性	(10~20 年代) X 线机	(1954) 荧光增强器	(1963) 六脉冲高压 发生器	(1974) 超声 CT	(1982) CR	CT 内镜
(1896) X 线管	(1930) 增感屏	(1954) B 超	(1963) 热成像设备	(1975) 电子扫描	(1982) 多普勒图像	数字成像: 旋转 DSA
	(1932) 电子显微镜 (透射)	(1957) γ 相机	(1964) 介入放射学 系统	(1978) 小型回转加 速器	(1982) PACS	DDR MRI: 开放型 MR
	(1938) 旋转阳极 X 线管	(1958) 纤维胃镜		(1979) SPECT、 PET	(1983) 螺旋扫描 CT	FMR
	(1942) A 超			(70 年代末) DR	(1983) UFCT	核医学: 微型摄像机
	(1946) 发现磁共振 现象			(1979) MRI	(1983) 电子内镜	全数字闪烁 相机 SRS: γ-刀 X-刀
					(80 年代初) 超声内镜 (1985) 超导 MRI	

## 第二节 医学影像设备分类

现代医学影像设备可分为两大类，即医学影像诊断设备和医学影像治疗设备。

### 一、医学影像诊断设备

按照影像信息的载体来区分，现代医学影像诊断设备主要有以下几种类型：①X 线成像；②磁共振成像；③超声成像；④核医学成像；⑤热成像；⑥光学成像（医用内镜



成像)等。

### (一) X线成像设备

X线成像是通过测量穿透人体的X线来实现人体成像的。此类设备主要有常规X线机、数字X线摄影设备和X线CT设备等。

以X线作为医学影像信息的载体,出于两方面的考虑,即分辨力和衰减系数。从分辨力来看,为了获得有价值的影像,辐射波长应小于 $5 \times 10^{-11} \text{m}$ 。另一方面,当辐射波通过人体时,应呈现衰减特性。若衰减过大,则当测量透过人体的辐射波时,由于噪声的存在,很可能导致测量结果失去意义;反之,若辐射波透过人体时几乎无衰减,则因无法实现精确的测量而失效。对于波长范围为 $1 \times 10^{-12} \sim 5 \times 10^{-11} \text{m}$ 的X线,其对应的光子能量是 $1.0 \sim 250 \text{keV}$ ,该波长比所要求的图像分辨力短得多;射线沿着直线传播,且穿过人体时对大部分组织呈现明显的衰减差别。显然,这是较适合成像的波段,现在被广泛应用于X线诊断中。

在X线成像设备中,X线机分辨力较高,可达到 $10 \text{LP/mm}$ ,且使用方便、价格较低,是目前各级医院中使用最普遍的设备之一。但它得到的是人体不同深度组织信息叠加在一起的平面像,所以病变的深度很难区分,且对软组织不够敏感。数字X线摄影设备可以提高影像的分辨力,有利于发现微细病变,且扩大了诊断范围,更容易进行胃肠和心脏等部位的观察。X线计算机体层的空间分辨力可以小于 $0.5 \text{mm}$ ,能分辨组织的密度差别达到 $0.5\%$ ,可确定受检脏器的位置、大小和形态变化,经过图像重建可得到清晰度很高的图像。

X线成像反映的是人体组织的密度变化,显示的是脏器的形态,而对脏器功能和动态方面的检测较差。

### (二) 磁共振成像设备

MRI设备,通过测量构成人体组织的元素原子核的磁共振信号,实现人体成像。物质的磁共振现象早在20世纪40年代即被发现,只是后来由于计算机技术的飞速发展,才使磁共振计算机体层在医学影像学上得以应用,而成为人体测量的新工具。

MRI的空间分辨力一般为 $0.5 \sim 1.7 \text{mm}$ ,不如X线CT;但它的密度分辨力远远好于X线CT,在MR图像上可显示软组织、肌肉、肌腱、脂肪、韧带、神经、血管等,各有特色。此外它还有一些特殊的优点:①MR成像剖面的定位完全是通过调节磁场,用电子方式确定的,因此能完全自由地按照要求选择层面;②MR对软组织的对比度比X线CT优越,能非常清楚地显示脑灰质与白质;③MR信号含有较丰富的有关受检体生理、生化特性的信息,而X线CT只能提供密度测量值;④MR还有一个特殊的本领,它能在活体组织中探测体内的化学性质。估计以后MR信号还有可能提供关于内部器官或细胞新陈代谢方面的信息;⑤MR成像不用电离辐射,目前尚未发现它对人体危害的报道。

当然,MRI也有一些不足之处:①虽然近年来成像速度已有很大提高,一幅 $256 \times 256$ 像素的图像成像时间已从数分钟缩短到 $2 \text{s}$ 左右,但与X线CT相比,成像时间仍