

第2版



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专卫生部规划教材
供医学影像技术专业用

医学影像成像原理

主 编 李月卿 李 萌

副主编 杨立辉



人民卫生出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高职高专卫生部规划教材

供医学影像技术专业用

医学影像成像原理

第2版

主 编 李月卿 李 萌

副主编 杨立辉

编 者 (按姓氏笔画排列)

李 萌 山东省医学高等专科学校

李月卿 泰山医学院

杨立辉 中国医科大学高职学院

邱建峰 泰山医学院

汪百真 蚌埠医学院


张 宏 江汉大学卫生技术学院

张卫萍 江西医学院上饶分院

高以钧 广东肇庆医学高等专科学校

曹 琰 山东省医学高等专科学校

秘 书 陈海岩 山东万杰医学院

 人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像成像原理/李月卿等主编. —2版. —北京:
人民卫生出版社, 2009.5
ISBN 978-7-117-11837-8

I. 医… II. 李… III. 影像诊断-高等学校: 技术
学校-教材 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059236 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.hrhexam.com	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

医学影像成像原理 第 2 版

主 编: 李月卿 李 萌
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
E - mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-67605754 010-65264830
印 刷: 北京汇林印务有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.25
字 数: 320 千字
版 次: 2002 年 9 月第 1 版 2009 年 5 月第 2 版第 2 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-117-11837-8/R·11838
定价(含光盘): 25.00 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)

出版说明

全国高职高专医学影像技术专业卫生部规划教材第一轮于2002年8月出版,共8种。第二轮教材共10种,是在上轮教材使用5年的基础上,经过认真调研、论证,结合高职高专的教学特点进行修订的。

第二轮教材修订的原则,是以专业培养目标为导向,以职业技能培养为根本,力求体现高职高专教育的特色,内容以“必需,够用”为度,特别强调基本技能的培养,力求将相关内容写细、写透,使学生毕业后能独立、正确处理与专业相关的临床常见实际问题。

依据目前高职院校实际开设的课程以及课时数,第二轮教材将原有的《医学影像诊断学》拆分为《医学影像诊断学》、《超声诊断学》、《核医学》;增设了《介入放射学基础》;删减了《医学影像设备管理》,将其内容并入《医学影像设备学》中。为了增强学习效果,《医学影像检查技术》、《超声诊断学》、《介入放射学基础》、《医学影像成像原理》教材配了视听内容丰富的光盘。

第二轮教材的主编和编者是来自全国各地高职高专教学一线的专家学者。在卫生部教材办公室和全国高职高专相关医学类教材评审委员会的组织和指导下,对编写内容的科学性、适用性进行了反复修改,对教材的体例和形式也进行了规范,并列出了学习要求,以便于师生在教学中参考。

教材目录

影像电子学基础(第2版)	主 编	朱小芳
	副主编	郭树怀
* 医学影像检查技术(第2版,配盘)	主 编	袁聿德 陈本佳
	副主编	伍建林 徐建国
医学影像诊断学(第2版)	主 审	祁 吉
	主 编	王兴武
	副主编	夏瑞明 赵汉英 唐陶富
超声诊断学(第1版,配盘)	主 审	胡 兵
	主 编	周进祝
	副主编	谭 文
核医学(第1版)	主 编	韩建奎 王荣福
	副主编	李思进 刘兴党
介入放射学基础(第1版,配盘)	主 编	刘作勤
	副主编	刘 筠
放射治疗技术(第2版)	主 编	韩俊庆 王力军
	副主编	王 平 殷国生
* 放射物理与防护(第2版)	主 编	王鹏程
	副主编	马 彦 刘东华
医学影像设备学(第2版)	主 编	黄祥国
	副主编	樊先茂 张佐成
* 医学影像成像原理(第2版,配盘)	主 编	李月卿 李 萌
	副主编	杨立辉

* 为普通高等教育“十一五”国家级规划教材

前 言

《医学影像成像原理》第2版是全国高职高专医学影像技术专业教育部、卫生部“十一五”规划教材。本教材是根据2008年4月在厦门召开的全国高职高专医学影像技术专业教材主编会议精神、教材编写大纲和计划学时编写的。为了加强对学生的素质教育和能力培养,强调在教材编写中应遵循专业培养目标的要求,适应专业目标、学制和学时等方面的特定需要,合理取材;教材内容强调“三基”,即基础理论、基本知识和基本实践技能;特别强调培养学生的职业技能,“以岗定学”决定教材编写内容,并使教材体现思想性、科学性、先进性、启发性、适应性等“五性”原则,尤其是要体现适应性原则。

《医学影像成像原理》是医学影像技术专业的主要专业基础课程之一,其授课学时和编写内容比第一版有了较大调整:原教材中的“超声成像”和“放射性核素成像”部分,各自独立成为一门教材,不再成为本教材的编写内容;本教材计划授课72学时。根据上述要求,本教材共分七章:第一章概论,介绍各种医学成像的基本概念、方法和课程特点与学习方法;第二章至第七章,分别介绍医学影像成像的基本条件、模拟X线成像、数字X线成像、CT成像、磁共振成像、图像存储与通讯技术等内容。本书编写力争全面、系统,既有传统X线成像理论,又有近年来出现的CR、DR、DSA、CT、MR成像原理、图像重建与图像处理及图像质量因素分析,并且简单介绍新近发展的医学影像成像技术。在内容编排、文字组织、图表应用等方面,努力做到概念清楚、条理分明、语言通畅、直观性强,深入浅出,做到好懂、好读、好用,适宜于学生学习且有益于培养学生科学性思维和分析、解决问题的能力。同时,还注意到与其他教材的有机联系,既互相呼应,又尽量避免重复。

为满足教学的需要,本教材还配制了多媒体光盘。

本教材在编写过程中得到卫生部教材办公室具体指导和帮助,温州医学院附属一院曹国全技师提供了许多有价值的资料,山东万杰医学院陈海岩秘书做了大量的工作,在此一并表示感谢。

由于水平所限,教材中肯定有缺点、错误和不足之处,希望读者批评指正,以便改进。

李月卿 李 萌

2009年2月

目 录

第一章 概论	1
第一节 医学影像技术及其发展	1
一、医学影像技术	1
二、发展历程	1
第二节 医学影像成像技术分类	3
一、X线成像	3
二、X线计算机体层成像	4
三、磁共振成像	5
四、其他成像	5
第三节 课程特点与学习方法	6
一、课程特点	6
二、学习方法	6
第二章 医学影像成像的基本条件	8
第一节 信息影像的传递与形成	8
一、模拟 X 线信息影像的传递与形成	8
二、数字信息影像的传递与形成	10
第二节 信息源	10
一、X 线成像	10
二、磁共振成像	11
第三节 影像信息载体	12
一、X 线	12
二、射频电磁波	12
第四节 影像信息接收器	13
一、屏-片系统	13
二、影像增强器-X 线电视	13
三、影像板	13
四、平板探测器	14
五、CT 成像检测器	14

六、磁共振成像的接收线圈	14
第五节 影像视读	15
第三章 模拟 X 线成像	16
第一节 模拟 X 线信息影像	16
一、X 线透视及其特点	16
二、X 线摄影及其特点	17
第二节 模拟 X 线成像信息接收器	17
一、医用 X 线胶片	17
二、增感屏	33
三、扁平颗粒技术	36
四、荧光屏及 X 线电视系统	37
第三节 X 线影像信息载体	38
一、X 线束	39
二、X 线管焦点及其成像性能	41
第四节 X 线照片密度	46
一、照片密度	46
二、影响照片密度的因素	47
第五节 X 线照片对比度	48
一、对比度的概念	48
二、影响照片对比度的因素	50
三、散射线对 X 线照片对比度的危害	54
第六节 X 线照片的层次	58
一、X 线照片层次的概念	58
二、高千伏摄影中照片层次	58
三、软 X 线摄影中照片层次	59
第七节 X 线照片的锐利度	59
一、锐利度的概念	59
二、影响照片锐利度的因素	60
第八节 X 线照片影像的失真	66
一、放大失真	66
二、歪斜失真	67
三、重叠失真	67
第四章 数字 X 线成像	70
第一节 数字图像基础知识	71
一、数字图像概念	71
二、数字图像与图像矩阵、灰度级数的关系	73
三、数字图像的形成	73

四、数字图像的特点	75
五、数字图像的基本处理	75
第二节 计算机 X 线摄影	77
一、CR 系统特点	77
二、影像板	79
三、CR 成像基本原理	80
四、CR 系统的图像处理	82
五、影响 CR 影像质量的因素	88
第三节 数字 X 线摄影	89
一、影像信息接收器	90
二、成像性能	94
第四节 数字减影血管造影	94
一、DSA 原理	96
二、减影方式	96
三、影响 DSA 图像质量的因素	97
第五章 计算机 X 线体层成像	99
第一节 概述	99
第二节 CT 成像原理	100
一、CT 机的基本构造	100
二、CT 成像过程	101
三、CT 成像原理	101
第三节 数据采集与扫描方式	104
一、数据采集的基本原理、原则	104
二、常规 CT 扫描方式	106
三、螺旋 CT	109
四、双源 CT	113
第四节 CT 图像重建	114
一、数理基础	114
二、图像重建方法	116
第五节 CT 图像处理	120
一、图像处理功能	121
二、图像后处理技术	123
第六节 CT 图像质量	126
一、CT 图像质量评价指标	127
二、成像参数对 CT 图像质量的影响	127
第六章 磁共振成像	134
第一节 概述	134

6 目 录

第二节 发生磁共振现象的基本条件	135
一、原子核的自旋与磁矩	135
二、静磁场	137
三、射频脉冲	139
第三节 磁共振图像的信号	141
一、相位的概念	141
二、自旋质子弛豫	142
三、自由感应衰减信号	146
第四节 磁共振图像的空间定位	147
一、梯度磁场的概念	147
二、层面选择	148
三、空间编码	149
第五节 磁共振图像的重建	150
一、傅里叶变换	150
二、信号平均和扫描时间	151
三、K-空间的概念	151
四、磁共振图像的对比	153
第六节 磁共振成像序列	157
一、脉冲序列	157
二、自旋回波序列	159
三、快速自旋回波序列	162
四、反转恢复序列	163
五、梯度回波序列	166
六、梯度自旋回波序列	168
七、回波平面成像序列	169
八、其他 MR 检查新技术	170
第七节 磁共振血管成像	172
一、时间飞越法 MRA	172
二、相位对比法 MRA	172
三、对比增强 MRA	173
第八节 磁共振成像的图像质量	173
一、MR 图像质量的评价指标	173
二、成像参数对 MR 图像质量的影响	175
第七章 图像存储与通讯技术	179
第一节 PACS 概念与优越性	179
一、PACS 概念	179
二、PACS 优越性	179
第二节 PACS 的组成与工作流程	180

一、PACS 的组成	180
二、PACS 的工作流程	182
第三节 PACS 的类型	182
一、按结构形式分类	183
二、按规模大小与应用功能分类	183
第四节 PACS 的应用与管理	183
一、PACS 在临床应用	183
二、PACS 的管理	184
三、PACS 与远程放射学	184
实验	187
实验一 X 线胶片特性曲线的制作及特性值测试	187
实验二 增感屏增感率的测试	188
实验三 X 线管有效焦点的测试	188
实验四 照射野的 X 线量分布	189
实验五 X 线管焦点极限分辨力的测试	190
实验六 X 线照片影像的几何学模糊	191
实验七 CR(DR)系统成像(见习)	191
实验八 CT 成像(见习)	192
实验九 磁共振成像(见习)	192
附录一 主要参考文献	194
附录二 不同厂家脉冲序列名称对照表	195
附录三 专业词汇英汉对照	196

第一章

概 论

学习目标

1. 掌握 模拟 X 线成像、数字 X 线成像、CT 成像、MRI 等成像技术的基本概念；
2. 熟悉 医学影像技术发展历程；
3. 了解 《医学影像成像原理》课程的特点与学习方法。

第一节 医学影像技术及其发展

一、医学影像技术

医学影像是借助于某种介质(如 X 线、电磁场、超声波、放射性核素等)与人体相互作用,用理工学基础理论和技术,把人体内部组织、器官的结构、功能等具有医疗情报的信息源传递给影像信息接收器,最终以影像的方式表现出来,提供给诊断医生,使医生能根据自己的知识和经验针对医学影像中所提供的信息进行判断,从而对患者的健康状况进行诊断的一门科学技术。所以医学影像是临床诊断、治疗和医学研究的一个重要领域,它包括 X 线摄影(radiography)、X 线计算机体层成像(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、超声成像(ultrasound imaging)、放射性核素成像(radionuclide imaging)以及可见光成像、红外成像和微波成像等。

《医学影像原理》是医学影像技术专业的一门重要专业基础课程。课程内容是各种成像技术(模拟 X 线成像、数字 X 线成像、CT 成像、MR 成像)等的相关概念、成像原理、各种图像质量的影响因素,影响因素的控制、测量方法;以及 CT、MR 的图像重建与图像处理方法。

国际上医学影像技术原来称为放射技术,20 世纪 50 年代的放射技术专家 Jack Cullinan, R. T(R), FASRT 和 Angi eCullinan, R. T(R), FASR 把放射技术的历史分为几个阶段。

二、发展历程

1895 年 11 月 8 日,当德国物理学家威廉·康拉德·伦琴(Wilhelm Conrad Röntgen)用

一个高真空玻璃管和一台能产生高压的小型机器做实验时,发现了 X 线。1895 年 11 月 22 日伦琴利用 X 线为其夫人拍摄了手的照片,就开始了 X 线摄影。1901 年伦琴被授予诺贝尔物理学奖(伦琴于 1923 年 2 月 10 日逝世)。

(一) 放射技术伊始

1895 年 12 月 22 日世界第一张 X 线照片诞生;早期的 X 线管(阴极射线管)是有正负电极的真空玻璃灯泡,其电阻不能固定;1908 年 William D Coolidge 博士,制造出了用钨丝作为电子源的保持高度真空的热阴极 X 线管;1896 年,制成第一台气体电离式 X 线管;1896 年 2 月 3 日美国的物理教授 Edwin B Frost 制造出了第一台医用 X 线设备;1896 年,荧光屏是由一张卡片纸的一面涂上氰化铂钡制成的,不久,爱迪生发现了钨酸钙(CaWO_4)的荧光物质比氰化铂钡成像效果好,他制出了自己的荧光屏装置,命名为爱迪生荧光检查器。1906 年,我国第一台 X 线机安装在宁波。1913 年, Gusrav Bucky 博士制作出控制散射线的滤线栅,同年推出了 X 线胶片。1921 年匈牙利人提出了体层理论,1935 年应用于临床,1939 年谢志光教授把体层技术引入中国,在广州安装了第一台体层机。大约 1929 年荷兰推出了第一只旋转阳极 X 线管;技术专家 WW Mowry 认识到技术标准化的必要性,于 30 年代提出一套穿透身体每一部位的技术,即在人体不同部位厚度不同的基础上,精心制作出一个曝光条件表:部位厚度 $d \times 2 + 27$ (常数)得到可充分穿透不同部位的最小 kVp 值、固定 mAs 值(即变动 kV 法)。1953 年,上海医疗器械厂生产出我国第一台 X 线机(当时拍摄一张腰椎片要 1 个多小时)。1972 年,研制出了稀土增感屏,并投入临床应用。

(二) 医技一体阶段

20 世纪 10~20 年代大部分医用 X 线设备由特定的医生来操作。当时已有了放射技术工作,但没有专门技术人员,医生既是诊断大夫,也是放射技师。技术工作无理论,是医生的附属工作。

(三) 医技分家阶段

随着 X 线设备的发展,出现了较现代化的设备,由于医生的诊断工作量较大,他们逐渐不能兼任技师工作,需要专门的人员操作设备,技术工作由一般人员干。最早的 X 线操作人员除 X 线摄影师外,还包括物理学家、化学家、工程师、电学家、护士,甚至杂工等。他们被吸收进来接管 X 线机,为诊疗者摆位等,直到被称为“X 线技术人员”。开始,技术人员只是一个会按按钮的熟练工人,不懂原理知识。受雇到医院的技术人员,仅是通过自己的经验来掌握 X 线摄影技术。在中国,技术人员作为医师的助手,未经过正式的培养(以师带徒),无理论可学。但毕竟有了专门的技术人员,是历史的进步。

X 线技术人员逐渐地从非 X 线技师,进展到技术熟练的、受过培训的技师。20 世纪 60 年代,随着 X 线技术的发展,要求 X 线技术人员拥有各方面的知识,并与相关设备、患者、物理学家、放射诊断学家和管理者之间保持必要的关系。

(四) 形成独立学科阶段

随着工业发展,医学成像设备不断更新,同时医生又需要高质量的照片,由于实际需要,有专家学者提出办学,培养放射技术人员。

1959 年,德国慕尼黑召开了第 9 次国际放射学会议(International Congress of Radiology, ICR),放射技术人员第一次参加国际放射会议,并成立了国际放射技术会议,称为

ISRRT(International Society of Radiographers and Radiological Technicians, ISRRT), 并召开了国际放射教育圆桌会议,技术人员有了一席之地。1964年在加拿大召开放射技术会议,确定在英国伦敦成立国际放射技术学会。

20世纪60年代,当医院发现像需要放射学专家一样需要管理人员时,便开始把放射学技术专家提升到管理人员、放射学管理者和技术专家同等的位置。1965年,前美国放射技术专家学会主席 Clark Warren 预言放射学专家最终将依托技术职责和技术决策来提高技术。在20世纪70年代,具有商业学位的专家们与技术管理人员联合在一起接管了管理职能。现在许多大的医院的管理都有包括质量保证(quality assurance, QA)技术专家、医学物理学家和受过高等学校培养的技术专家等。

我国于20世纪50年代开始办放射技术专业中专,教师从老技师中挑选。技术人员总结、汇编工作经验作为教材,形成初始理论。中国在20世纪50年代并不落后,1953年“中华放射学杂志”创刊;1958年能生产X线胶片(软片);1962年邹仲出版了一本“X线诊断技术”,形成独立学科。吴有训在放射理论方面作出了贡献,谢志光教授是中国放射技术的先驱,发明了髋关节谢氏位。60年代,国际上出现第三次技术革命(电子技术革命),科学技术发展很快,出现了图像重建技术,像质评价递函数如调制传(modulation transfer function, MTF)理论。在此期间,中国放射技术发展停滞,办学中断,与西方发达国家有了较大的差距。1976年后,放射技术才重新有了专业杂志,更多的开展各种学术交流;1979年正式编著和使用中专教材。

第二节 医学影像成像技术分类

根据医学影像学所研究的内容,按其成像原理和技术的不同,医学成像技术分为两大领域:一是以研究生物体微观结构为主要对象的生物医学显微影像学(biomedical microimaging, BMMI);二是以人体宏观解剖结构及功能为研究对象的现代医学影像学(modern medical imageology, MMI)。现代医学成像按其信息载体可分为:X线成像、磁共振成像、超声成像、放射性核素成像以及其他成像。

一、X线成像

传统的X线放射学,开始于1895年伦琴对X线的伟大发现。通过X线,人们第一次透过皮肤看到体内的骨骼,开创了对人体进行影像学诊断的先例。到目前为止,各种X线图像数占临床影像总数的70%~80%。1896年,英国伦敦一位外科医生经X线透视,成功地从患者手中取出一枚钢针异物。但初期的X线检查只限于观察有自然对比的组织结构,人工对比检查是在1920年对比剂发明以后开始的。在百余年X线成像的发展历程中,X线图像随着其他相关学科的发展,在灵敏度、清晰度、分辨力以及解决影像重叠问题等方面都得到了显著地改变。

X线成像是由X线管发出的X线透过被检人体的组织结构时会发生衰减,由于各种组织的密度(ρ)、原子序数(Z)以及厚度(d)的不同,而对X线的衰减系数(μ)不同,使得穿过人体出射的X线强度不同而产生X线对比度(K_x),含有人体信息的 K_x 由屏-片系统(影像增强器、影像板或平板探测器)接收,再经过处理形成可见的光学影像。所以,X线

成像可以看做是 X 线透过人体内部器官的投影,这种不同的灰度差别即为任何一个局部所接受的辐射强度的模拟;从另一角度讲,是相应的成像组织结构对 X 线衰减程度的模拟。

1983 年,日本富士公司首先推出了他们的存储荧光体方式的计算机 X 线摄影(computed radiography, CR)系统,领先进入临床使用,从而解决了常规 X 线摄影数字化问题。1997 年以后,数字 X 线摄影(digital radiography, DR)设备相继问世,为医学影像学全面实现数字化奠定了基础。数字 X 线成像技术是传统的 X 线技术与计算机技术结合的产物。

数字 X 线成像是采用影像板(imaging plate, IP)、平板探测器(flat panel detector, FPD)等来代替屏-片系统作为 X 线信息接收器(探测器),应用各种探测器将 X 线信息转换成电信号,再经模/数(A/D)转换成数字化影像。数字 X 线成像包括计算机 X 线摄影(CR)、数字 X 线摄影(DR)、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)和数字 X 线透视等。

数字 X 线成像获得的是数字化信息,可以通过计算机对图像信息进行各种处理,改善影像的质量,显示出在未经处理的影像中所见不到的特征信息;可借助人工智能等技术对影像进行定量分析、特征提取和计算机辅助诊断(computer aided diagnosis, CAD);可将数字图像信息传输给图像存储和通讯系统(picture archiving and communication system, PACS),实现远程诊断和远程医疗。

二、X 线计算机体层成像

计算机 X 线体层摄影(computed tomography, CT)技术无论从成像装置、成像原理和图像重建,还是从图像处理和图像诊断上都与传统的 X 线成像有所不同。1972 年英国工程师 GN Hounsfield 发明了 CT。所谓 CT,自 X 线管发出的 X 线首先经过准直器形成很细的直线射束,用以穿透人体被检测层面。经人体薄层内组织、器官衰减后射出的带有人体信息的 X 线束到达探测器,探测器将含有受检体层面信息的 X 线转变为相应的电信号。通过测量电路将电信号放大,由 A/D 转换器变为数字信号,送给计算机处理系统处理。计算机系统按照设计好的方法进行图像重建和处理,得出人体层面上组织、器官衰减系数(μ)分布情况,并以灰度方式显示人体这一层面上组织、器官的图像。

CT 成像与常规 X 线的影像学检查手段相比,具有许多优势:①获得无层面外组织结构干扰的横断面图像,能准确地反映横断面上组织和器官的解剖结构;②密度分辨力高,能显示出普通 X 线检查所不能显示的病变;③能够准确地测量各组织的 X 线吸收衰减,可通过各种计算进行定量分析;④可进行各种图像的后处理。

至今,CT 技术几经发展,极大地提高了成像速度。1989 年在滑环技术的基础上,螺旋 CT(helical or spiral CT)问世,使 CT 技术在临床应用上又有新的发展,成像速度加快,图像处理功能强大,图像质量提高。1998 年多层面 CT(multislice CT, MSCT)的诞生,使得 X 线管围绕人体旋转一圈能同时获得多幅断面图像,大大提高了扫描速度使心脏动态成像得以实现。2004 年推出的 64 排螺旋 CT,又称容积 CT,开创了容积数据成像的新纪元。2005 年双源 CT(dual source CT, DSCT)的研制成功,通过两套 X 线管系统和两套探测器来采集数据,实现了单扇区的数据采集。

三、磁共振成像

1946年美国斯坦福大学的布洛赫(Felix Bloch)和哈佛大学的珀塞尔(Edward Purcell)首先发现了磁共振现象,由此产生的磁共振波谱学被广泛地应用于对物质的非破坏性分析。20世纪70年代美国纽约州立大学的达马迪安(Raymond Damadian)和劳特伯(Paul Lauterbur)将磁共振用于医学成像,20世纪80年代被快速地发展起来成为医学影像新技术。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)技术是在物理学领域发现磁共振现象的基础上,于20世纪70年代末继CT之后,借助计算机技术和图像重建方法的进展和成果而发展起来的一种新型医学影像技术。

MRI是通过对静磁场(B_0)中的人体施加某种特定频率的射频脉冲(radio frequency, RF)电磁波,使人体组织中的氢质子(^1H)受到激励而发生磁共振现象,当RF脉冲中止后, ^1H 在弛豫过程中发射出信号(MR信号),被接收线圈接收,利用梯度磁场进行空间定位,最后进行图像重建而成像的。

与其他成像技术相比, MRI具有以下显著的特点:①以射频脉冲作为成像的能量源,而不使用电离辐射,因而对人体安全、无创;②图像对脑和软组织分辨力极佳,能清楚地显示脑灰质、脑白质、肌肉、肌腱、脂肪等软组织以及软骨结构,解剖结构和病变形态显示清楚、逼真;③多方位成像,能对被检查部位进行轴位、冠状位、矢状位以及任何倾斜方位的层面成像,能得到其他成像技术所不能显示或难以显示部位的图像,便于再现体内组织结构 and 病变的空间位置及相互关系;④多参数成像、多序列成像,通过分别获取 T_1 加权像(T_1 weighted image, $T_1\text{WI}$)、 T_2 加权像(T_2 weighted image, $T_2\text{WI}$)、质子密度加权像(proton density weighted image, PDWI)以及 T_2^* WI、重 $T_1\text{WI}$ 、重 $T_2\text{WI}$,在影像上取得组织之间、组织与病变之间在 T_1 、 T_2 、 T_2^* 和PD上的信号对比,可以提高兴趣区组织结构的显示及病变显示的敏感性,多层次、大幅度地增加诊断信息;⑤选择性成像,通过参数、成像序列的选择或应用特殊成像技术,可以选择或抑制人体组织的MR信号,进行选择性成像。如水成像、脂肪或水的抑制成像;不使用对比剂即可行非创伤性血管成像,且成像质量可与DSA相媲美;⑥除了能进行形态学研究外,还能进行功能、组织化学和生物化学方面的研究。正是由于上述特点,使该项技术在30余年的时间内得到了广泛的应用并显示出它的强势。由于该技术所具有的潜力,也使它成为目前发展最为迅速的医学成像技术之一。

四、其他成像

超声成像、放射性核素成像见本系列教材的《超声成像》、《核医学成像》。

可见光成像在医学上的应用主要是内镜技术,它提供了方便、直观和费用较为低廉的诊断方法。自从1958年第一台纤维胃镜诞生以来,至今制成了光纤内镜、电子内镜、超声内镜、激光内镜等各种不同性能的内镜。电子内镜抛弃了光导纤维传像的方式,在镜头端装有一只微型电视摄像机,由电荷耦合器件(charge coupled device, CCD)将物镜所成的图像变换为电视信号,再转换成为光学图像。它对管腔内状态既可直接在屏幕显示,供多人同时观察;也可用磁带录像机录像或打印机输出;还可直接获取活体组织进行活检、止血和局部病灶治疗。目前,内镜的使用范围已由消化道扩展到泌尿、循环、呼吸、

生殖等多个系统,以及腹腔、耳、喉、血管、关节腔等器官。

用激光制成的激光纤维内镜已成功地用于支气管癌、肺癌等疾病的腔内诊治。激光全息摄影技术能神奇地复原出被摄体的立体图像,激光透照影像能很好地显示体内异物和骨骼畸形。这些检查技术有的已用于临床诊断。

红外成像在医学上主要用于人体浅表疾病的探查,其主要技术可分为被动成像方式的红外摄影术和主动成像方式的红外摄影术。红外医学成像的最大优点:①对人体无辐射损害;②不会因检查而引起人体状态的改变;③操作方法简便、经济,是一种具有应用前途的医学影像检查方法。

微波是指波长从 $0.001\sim 1\mu\text{m}$ 波段的电磁波($3\times 10^8\sim 3\times 10^{12}\text{Hz}$),除利用微波热效应制成的各种临床治疗仪器外,微波还是 CT 机的一种理想能源,也可作为显微镜的“光源”。近年来微波医学成像技术在不断进步。

除了上述各种成像技术外,还有利用人体组织的电阻抗成像等。

第三节 课程特点与学习方法

一、课程特点

本课程是医学影像技术专业的一门重要专业基础课。随着计算机技术和电子技术的快速发展,医学影像学技术日新月异。医学影像学由几十年前的单纯的屏-片 X 线成像(模拟成像)发展为目的集数字 X 线成像、CT 成像、MRI、超声成像、放射性核素成像等多种成像手段的医学影像技术。医学影像技术作为重要的医学诊断与治疗手段,在临床上发挥着越来越重要的作用。快速发展的医学影像学的新理念、新理论、新技术,对医学影像学教育提出了新的挑战,社会、经济、科技的新发展对人才提出了新的要求。为面对新挑战,适应新需求,本课程尽力做到内容全面、先进、把握重点,既有模拟 X 线成像,也有近年来出现的 CR、DR、DSA、CT、MRI 等数字成像。在内容、文字、图表等方面条理清楚、直观性强,适应学生学习,且有益于学生能力的提高。本课程教学全面贯彻素质教育思想,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。

教学中体现素质教育,强调遵循专业培养目标的要求,适应学生专业培养目标、学制和学时三个方面的特定需要。教学内容强调“三基”,即基础理论、基本知识和基本技能,特别强调培养学生的职业技能。

本课程的教学旨在强化理论的应用性,培养学生“重点掌握从事本专业领域实际工作的基本理论、基本能力和基本技能”,培养学生的实践动手能力。

二、学习方法

本课程的学习目标是:重点培养学生掌握“基本知识、基本理论、基本概念”,同时强调学生从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能,培养学生的实践动手能力。为此,其学习方法为:重点掌握各种成像技术的基本概念、成像原理、各种图像质量的影响因素,各种影响因素的控制、测量方法;要熟悉 CT、MRI 的图像重建与图像处理方法,熟