

高等医药院校教材

医学影像 设备学

主 编 韩丰谈
副主编 朱险峰



人民卫生出版社

高等医药院校教材

医学影像设备学

主 编 韩丰谈

副主编 朱险峰

编 者 (以姓氏笔画为序)

- | | |
|--------------------|---------------|
| 王 洪 (泰山医学院) | 沈克涵 (天津医科大学) |
| 尹今扬 (上海医疗器械高等专科学校) | 张永顺 (白求恩军医学院) |
| 宁 红 (牡丹江医学院) | 陈建方 (蚌埠医学院) |
| 甘 泉 (江苏大学技术学院) | 房 鹰 (泰山医学院) |
| 刘 军 (甘肃省医疗器械维修站) | 林庆德 (泰山医学院) |
| 李良成 (白求恩军医学院) | 范世忠 (泰山医学院) |
| 李忠红 (白求恩军医学院) | 徐 跃 (泰山医学院) |
| 李建民 (泰山医学院) | |
| 李建平 (滨州医学院附属医院) | |
| 朱险峰 (牡丹江医学院) | |
| 李哲旭 (牡丹江医学院) | |



图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像设备学/韩丰谈主编. —北京:
人民卫生出版社, 2003.

ISBN 978 - 7 - 117 - 04474 - 5

I. 医… II. 韩… III. 影像诊断-医疗器械学-
医学院校-教材 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 103615 号

医学影像设备学

主 编: 韩丰谈

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: 北京智力达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 44 插页: 8

字 数: 1023 千字

版 次: 2004 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 版第 3 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 04474 - 5/R · 4475

定 价: 76.00 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)

录 目 前 言

《医学影像设备学》是全国高等医药院校医学影像学专业十本协编教材之一。本教材是根据 2002 年 10 月在泰安召开的医学影像学专业协编教材会议精神及所确定的教材编写大纲和学时数编写的。为在教材中体现素质教育,编写中强调遵循专业培养目标,适应学生专业目标、学制和学时三个方面的特定需要,字数限制在 4000~5000 字/学时。教材内容强调“三基”(基础理论、基本知识和基本实践技能),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。

《医学影像设备学》授课 200 学时。根据上述要求,全书共分 14 章,第一章简要介绍了医学影像设备的发展简史和分类,其它各章分别介绍了诊断用 X 线机、X 线增强电视系统、数字 X 线机、PACS 系统、X 线计算机体层摄影扫描机、磁共振成像设备、超声诊断仪等医学影像设备的结构、工作原理和应用特点,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结构和原理,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,在书中还选配了一些典型实验项目。

本教材编写过程中得到了医学影像教材专业评审委员会委员袁丰德教授的具体指导和帮助,人民卫生出版社的鼎力协助,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部分书稿,泰山医学院的何乐民老师作为该教材编写组秘书,做了大量工作,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中缺点、错误在所难免,希望读者批评指正,以便改进。

韩丰谈

2003 年 8 月

目 录

第一章 概论.....	(1)
第一节 医学影像设备的发展简史.....	(1)
第二节 医学影像设备的分类.....	(3)
一、诊断用设备	(3)
二、治疗用设备	(8)
第二章 诊断用 X 线机简介	(10)
第一节 概述	(10)
第二节 胃肠 X 线机	(11)
一、透视	(12)
二、点片摄影	(16)
三、实际胃肠 X 线机举例	(19)
第三节 摄影 X 线机	(21)
一、普通摄影	(21)
二、特殊摄影	(28)
第四节 其它专用 X 线机	(36)
一、牙科 X 线机	(36)
二、口腔全景摄影 X 线机	(37)
三、乳腺摄影 X 线机.....	(38)
四、床边 X 线机	(39)
五、手术用 X 线机	(40)
第三章 诊断用 X 线管	(41)
第一节 固定阳极 X 线管	(41)
一、结构	(41)
二、X 线管的焦点.....	(44)
第二节 旋转阳极 X 线管	(46)
第三节 特殊 X 线管	(49)
一、金属陶瓷大功率 X 线管	(49)

二、三极 X 线管	(50)
三、软 X 线管	(52)
四、CT 用 X 线管	(53)
第四节 X 线管的特性与参数	(53)
一、特性	(53)
二、电参数	(54)
三、构造参数	(58)
第五节 管套	(59)
一、固定阳极 X 线管管套	(59)
二、旋转阳极 X 线管管套	(59)
三、组合机头	(60)
第四章 高压发生装置	(61)
第一节 高压变压器	(61)
一、构造	(62)
二、工作原理	(63)
三、过渡过程	(65)
第二节 高压元器件	(67)
一、灯丝变压器	(67)
二、高压整流器	(68)
三、高压电缆、高压插头与插座	(69)
四、高压交换闸	(72)
五、变压器油	(73)
第五章 X 线机主机单元电路分析	(75)
第一节 概述	(75)
一、对电路的基本要求	(75)
二、基本电路	(76)
第二节 电源电路	(77)
一、简单的电源电路	(77)
二、可变输入电压的电源电路	(77)
三、双“通”、双“断”按钮的电源电路	(78)
四、电源电压自动调整电路	(79)
第三节 高压初级电路	(80)
一、管电压调节	(80)
二、管电压控制	(83)
三、管电压预示与管电压补偿电路	(86)
第四节 X 线管灯丝加热电路	(88)
一、谐振式磁饱和稳压器	(89)

(92) 二、空间电荷补偿器	(90)
(93) 三、X线管灯丝加热电路举例	(93)
(94) 第五节 高压次级电路	(96)
(95) 一、单相全波整流高压次级电路	(96)
(96) 二、三相全波整流高压次级电路	(98)
(97) 三、倍压整流高压次级电路	(102)
(98) 四、毫安秒测量电路	(102)
(99) 五、高压次级电路举例	(103)
(100) 第六节 限时电路	(105)
(101) 一、电子限时电路的工作原理	(106)
(102) 二、使用单结晶体管和晶闸管的简单限时电路	(107)
三、使用单结晶体管和三端双向晶闸管的限时电路	(107)
(103) 四、JSB-23型限时器电路	(108)
(104) 五、XG-501A型X线机限时电路	(109)
(105) 第七节 自动曝光控时电路	(112)
(106) 一、光电管自动曝光控时电路	(113)
(107) 二、电离室自动曝光控时电路	(114)
(108) 第八节 旋转阳极启动、延时与保护电路	(119)
(109) 一、基本工作原理与特点	(119)
(110) 二、几种常见的旋转阳极启动电路	(120)
(111) 三、旋转阳极延时与保护电路	(122)
(112) 第九节 X线管安全保护电路	(124)
(113) 一、参数连锁式容量保护电路	(125)
(114) 二、负荷率式瞬时负载保护电路	(127)
(115) 三、降落负载式瞬时负载保护电路	(127)
(116) 第十节 X线机操作控制电路	(129)
(117) 一、透视控制电路	(130)
(118) 二、点片摄影控制电路	(130)
(119) 三、普通摄影控制电路	(131)
(120) 四、滤线器摄影控制电路	(132)
(121)	
第六章 单相全波整流X线机	(134)
(122) 第一节 概述	(134)
(123) 一、主要技术参数	(134)
(124) 二、主要特点	(135)
(125) 三、构成	(136)
(126) 第二节 电源电路	(136)
(127) 第三节 高压初级与管电压预示电路	(137)
(128) 一、台次交换与通讯电路	(137)

二、高压初级电路	(138)
三、管电压预示电路	(140)
第四节 X线管灯丝加热电路	(141)
第五节 高压次级与管电流测量电路	(142)
第六节 限时电路	(143)
一、点片摄影限时电路	(143)
二、摄影限时电路	(144)
第七节 旋转阳极启动、延时与保护电路	(147)
一、启动电路	(147)
二、延时与保护电路	(149)
第八节 容量保护电路	(150)
第九节 控制电路	(151)
一、透视控制电路	(151)
二、点片摄影控制电路	(152)
三、普通摄影控制电路	(153)
四、滤线器摄影控制电路	(154)
第十节 电动诊视床电路	(155)
.....
第七章 三相全波整流 X线机	(159)
第一节 概述	(159)
一、主要特点	(159)
二、主要技术参数	(159)
第二节 主电路、保护与预磁电路	(160)
一、主电路	(160)
二、保护电路	(161)
三、预磁电路	(162)
第三节 透视管电压控制电路	(162)
第四节 摄影管电压控制电路	(171)
第五节 管电流控制电路	(174)
第六节 自动曝光控制电路	(184)
第七节 限时器控制电路	(190)
第八节 毫安秒和管电流测量电路	(195)
第九节 安全保护电路	(198)
一、容量保护电路	(198)
二、管电压保护电路	(201)
三、管电流保护电路	(201)
第十节 技术选择与控制电路	(203)
一、主技术选择电路	(203)
二、副技术选择电路	(205)

三、台次切换及焦点选择电路	(206)
四、指示灯电路	(208)
五、继电器部分	(208)
六、透视控制电路	(209)
七、普通摄影控制电路	(210)
八、点片摄影控制电路	(212)
第八章 程控 X 线机 (214)	
第一节 概述	(214)
一、基本配置	(214)
二、主要特点	(214)
三、主要技术参数	(216)
四、使用方法	(216)
五、电路构成	(217)
第二节 单元电路分析	(218)
一、电源伺服电路	(218)
二、灯丝电路	(220)
三、接口电路	(222)
四、采样电路	(224)
五、CPU 电路	(225)
六、显示电路	(226)
第三节 整机电路分析	(228)
一、电源电压调整电路	(228)
二、摄影管电压调整电路	(228)
三、透视管电压调整电路	(229)
四、影像亮度自动控制电路	(229)
五、摄影管电流调整电路	(230)
六、透视管电流调整电路	(232)
七、操作程序	(232)
第四节 工作流程	(234)
一、一般工作程序	(234)
二、曝光程序	(235)
三、普通透视方式	(236)
四、影像亮度自动控制透视方式	(236)
第九章 中频 X 线机 (237)	
第一节 概述	(237)
一、主要特点	(237)
二、构成	(239)

三、工作原理	(239)
四、主要技术参数	(240)
第二节 直流逆变电源	(240)
一、直流电源	(240)
二、桥式逆变	(240)
第三节 电路分析	(244)
一、开关机电路	(244)
二、直流稳压电源	(244)
三、计算机控制电路	(247)
四、键操作与显示电路	(248)
五、阳极启动电路	(250)
六、采样调整电路	(250)
七、晶闸管触发电路	(254)
八、曝光控制电路	(256)
九、诊视床参量选择电路	(259)
十、高压变压器组件电路	(261)
第四节 软件介绍	(262)
一、初始化程序	(262)
二、主程序	(262)
三、中断服务程序	(264)
四、曝光准备程序	(264)
五、曝光程序	(264)
第十章 医用 X 线电视系统	(267)
第一节 概述	(267)
一、构成	(267)
二、基本工作原理	(268)
第二节 影像增强器	(269)
一、结构与工作原理	(269)
二、增强管的主要技术参数	(270)
三、壳体与电源	(272)
四、多视野影像增强器及其工作原理	(274)
五、光学系统	(275)
第三节 电视基础	(277)
一、摄像与显像基础	(277)
二、扫描原理与电视制式	(280)
三、全电视信号的形成	(283)
四、视频带宽与图像质量	(286)
第四节 X 线闭路电视系统	(289)

(292) 一、摄像机与监视器	(290)
(293) 二、摄像管	(294)
(294) 三、聚焦与偏转线圈	(299)
(295) 第五节 摄像机电路	(301)
(295) 一、扫描电路	(301)
(296) 二、预放器电路	(311)
(297) 三、供电电路	(320)
(298) 第六节 中心控制器	(322)
(298) 一、视频处理器	(322)
(299) 二、增益控制、孔阑校正与 γ 校正	(323)
(300) 三、黑斑补偿与轮廓补偿	(330)
(301) 四、钳位、消隐混入、黑切割与同步混入	(335)
(302) 五、同步信号发生器	(340)
(303) 第七节 自动亮度控制	(349)
(303) 一、种类与方法	(349)
(304) 二、实际电路举例	(353)
(305) 第八节 监视器	(356)
(305) 一、显像管	(357)
(306) 二、视频放大器与同步分离电路	(359)
(307) 三、扫描电路	(362)
(308) 第九节 光电导摄像管 X 线电视	(372)
(308) 一、技术指标	(372)
(309) 二、构成	(373)
(310) 三、TV9800X 型摄像管与电子束的聚焦、偏转电路	(373)
(311) 四、预放器	(377)
(312) 五、扫描电路	(379)
(313) 六、高压产生器与电子束消隐电路	(387)
(314) 七、中心控制电路	(389)
(315) 八、监视器	(401)
(316) 第十节 CCD 摄像机	(426)
(316) 一、CCD 摄像器件	(427)
(317) 二、实际 CCD 摄像器件举例	(430)
(318) 三、CCD 摄像机的电路构成及工作原理	(432)
(319) 四、实际 CCD 摄像机电路举例	(433)
(320) 第十一节 高清晰度电视	(440)
(320) 一、需求与实现	(440)
(321) 二、相关技术	(441)
(322) 三、视频板	(442)
(323) 四、高清晰度电视的发展	(445)

第十一章 数字 X 线设备	(447)
第一节 X 线计算机摄影装置	(448)
一、基本组成与工作原理	(448)
二、影像板	(449)
三、读取装置	(451)
四、计算机图像处理	(452)
五、图像存储与记录装置	(455)
第二节 X 线数字摄影装置	(458)
一、间接 X 线数字摄影装置	(458)
二、直接 X 线数字摄影装置	(459)
第三节 数字减影血管造影装置	(464)
一、DSA 对设备的特殊要求和技术措施	(466)
二、现代 DSA 设备和新技术	(469)
第四节 图像存储与传输系统	(471)
一、DICOM3.0 标准	(471)
二、基本结构和关键技术	(476)
三、远程放射学系统	(480)
第十二章 CT 设备	(483)
第一节 概述	(483)
一、发展简史	(483)
二、现状与发展趋势	(486)
第二节 工作原理	(487)
一、线衰减系数 μ	(487)
二、工作原理	(489)
三、基本构成	(490)
第三节 基本参数	(490)
一、分辨力	(490)
二、伪影	(491)
三、基本参数	(491)
四、螺旋 CT 的专用参数	(492)
第四节 数据采集系统	(493)
一、X 线管	(493)
二、探测器	(494)
三、准直器	(500)
四、滤过器	(501)
五、数据测量装置	(502)
六、扫描机架	(503)
七、扫描床	(504)

第五节 计算机及图像重建系统	(505)
一、测量数据的校正	(505)
二、图像重建	(506)
三、计算机处理体系和硬件	(507)
四、软件	(509)
第六节 图像显示、记录和存储系统	(510)
一、图像显示系统	(510)
二、图像存储系统	(511)
三、图像记录系统	(511)
第七节 螺旋 CT 简介	(514)
一、特点	(514)
二、螺旋扫描装置	(515)
三、多层面螺旋 CT 技术	(519)
第十三章 MRI 设备	(522)
第一节 概述	(522)
一、发展简史	(522)
二、主要特点及临床应用	(523)
三、主要技术参数	(524)
四、发展趋势	(525)
五、构成	(526)
第二节 主磁体	(529)
一、种类	(529)
二、性能指标	(529)
三、永磁体	(532)
四、预加热器	(536)
五、恒温控制器	(537)
第三节 梯度磁场	(538)
一、梯度控制器	(539)
二、梯度放大器	(540)
三、梯度线圈	(540)
第四节 发射线圈与接收线圈	(544)
一、发射线圈	(544)
二、接收线圈	(546)
三、前置放大器与相敏检波器	(548)
第五节 MRI 流程控制单元	(550)
一、射频脉冲发射装置与接收装置	(550)
二、梯度磁场电源	(554)
三、恒温控制器	(555)

(188) 四、错误处理器	(555)
(189) 五、线圈序号识别器	(555)
(190) 第六节 中央控制系统	(556)
(190) 一、概述	(556)
(191) 二、工作站	(559)
(192) 三、激光相机接口	(559)
(193) 四、子 CPU 系统	(560)
(194) 五、ECG 监视器	(562)
(195) 六、前端部分	(563)
七、图像处理软件的总体流程	(567)
(196) 第七节 扫描床	(570)
(196) 一、结构	(570)
(197) 二、床面水平纵向移动装置	(570)
(198) 三、床面水平横向移动装置	(572)
(199) 四、垂直运动装置	(572)
(200) 五、控制电路	(573)
(201)	
第十四章 超声成像设备	(578)
(202) 第一节 超声学基础	(578)
(202) 一、超声波分类	(580)
(203) 二、波参数	(582)
(204) 三、传播特性	(585)
(205) 四、超声的衰减	(588)
(206) 五、超声的生物效应	(589)
(207) 第二节 概述	(590)
(207) 一、构成	(590)
(208) 二、主要参数	(593)
三、超声诊断仪的显示型式	(597)
(209) 四、扫描方式	(600)
(210) 第三节 超声波束的聚焦、发射与控制	(603)
(210) 一、对线阵探头实施多振元组合发射的原因	(603)
(211) 二、超声波束的扫描	(604)
(212) 三、声束的聚焦	(607)
(213) 四、发射多路转换开关	(614)
(214) 五、发射脉冲产生电路	(617)
(215) 第四节 超声回波的接收与预处理	(621)
(215) 一、超声回波的接收	(621)
(216) 二、前置信号放大	(622)
(217) 三、超声回波信号的合成	(623)

四、预处理电路	(631)
第五节 数字扫描变换器	(645)
一、基本结构与工作原理	(645)
二、超声图像的数字化与 A/D 转换	(647)
三、缓冲存储器与行相关电路	(649)
四、串/并变换与帧相关	(652)
五、图像存储器	(655)
六、灰阶标志与正/负像变换	(658)
七、全电视信号合成	(664)
实验	(666)
实验一 X 线管检查与试验	(666)
实验二 单相全波整流电路的工作特性	(667)
实验三 倍压整流电路的工作特性	(668)
实验四 三相全波整流电路的工作特性	(670)
实验五 谐振式磁饱和稳压器的特性	(672)
实验六 容量保护电路	(673)
实验七 F78-Ⅲ 摄影限时电路	(674)
实验八 旋转阳极启动、延时保护电路	(675)
实验九 X 线机灯丝逆变电路	(676)
实验十 全电视信号观察与测量	(677)
实验十一 中频机采样调整电路的波形及数据检测	(677)
实验十二 CT 设备的操作实验	(678)
实验十三 参观医院 MRI 设备	(679)
实验十四 超声仪器的基本调试	(680)
参考文献	(682)
英汉对照术语	(683)

1

概 论

第一章

20 世纪,记录了放射学的兴起、形成和不断发展的历史,同时也记载着医学影像设备孕育、产生和不断创新的过程。本章将对医学影像设备的发展历程作一概括的回顾,对各类医学影像设备的成像及应用特点等作一简要的叙述。

第一节 医学影像设备的发展简史

1895 年 11 月 8 日,德国物理学家伦琴(Wilhelm Conrad Roentgen, 1845~1923)在做真空管高压放电实验时,发现了一种肉眼看不见、但具有很强的穿透本领、能使某些物质发出荧光和使胶片感光的新射线,即 X 射线,简称为 X 线。伦琴是在极其简陋的条件下工作的,但他的这一伟大发现却震撼了全世界,为世界科技史增添了光辉的一页。接着,他利用 X 线为其夫人拍摄了一张手的照片,这就是世界上第一张 X 线照片。为此,伦琴于 1901 年 12 月 10 日荣获首次诺贝尔物理学奖。世人为纪念他的不朽功绩,又将 X 线称为伦琴射线或伦琴线。

X 线发现伊始即用于医学临床,首先是用于骨折和体内异物的检查,以后又逐步用于人体其它部分的检查。与此同时,各种 X 线机相继出现。1896 年,德国西门子公司研制出世界上第一只 X 线管。20 世纪 10~20 年代,出现了常规 X 线机。其后,由于 X 线管、高压变压器和相关的仪器、设备以及人工对比剂的不断开发利用,尤其是体层装置、影像增强器、连续摄影、快速换片机、高压注射器、电视、电影和录像记录系统的应用,到 20 世纪 60 年代中、末期,已形成了较完整的学科体系,称为影像设备学。

1972 年,英国工程师汉斯菲尔德(G. N. Hounsfield)首次研制成功世界上第一台用于颅脑的 X 线计算机体层摄影(X-ray computed tomography, X-CT)设备,简称为 X-CT 设备,或 CT 设备。这是电子技术、计算机技术和 X 线技术相结合的产物。它的问世,是 1895 年发现 X 线以来医学影像设备的一个革命性进展,为现代医学影像设备学奠定了基础。CT 设备是横断面体层,无前后影像重叠,不受层面上下组织的干扰;同时由于密度分辨力显著提高,能分辨出 0.1%~0.5% X 线衰减系数的差异,比传统的 X 线检查高 10~20 倍;还能以数字形式(CT 值)作定量分析。近 30 年来,CT 设备的更新速度极快,扫描时间由最初的几分钟向亚秒级发展,图像快速重建时间最快的已达 0.75s(512×512 矩阵),空间分辨力也提高到 0.1mm。宽探测器多层螺旋 CT 设备得到了广泛的普及,功

能有了进一步的扩展。大孔径 CT 设备可兼顾日常应用与肿瘤病人定位,组合型 CT 设备可在完成 CT 检查后直接进行正电子发射型计算机体层(positive emission computed tomography, PET)检查,使 CT 的形态学信息与 PET 的功能性信息通过工作站准确融合,可以更准确地完成定性与定量的诊断。

平板探测器 CT 设备目前尚在开发阶段,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性的改变,将会引起 CT 设备的又一次革命。

20 世纪 80 年代初用于临床的磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)设备,简称为 MRI 设备。它是一种新的非电离辐射式医学成像设备。MRI 设备的密度分辨率高,通过调整梯度磁场的方向和方式,可直接摄取横、冠、矢状层面和斜位等不同体位的体层图像,这是它优于 CT 设备的特点之一。迄今, MRI 设备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 MRI 设备,这种 MRI 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 设备进一步普及,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 设备水平,脑影像的分辨率在常规扫描时间下提高了数千倍,而显微成像的分辨率达到 50~10 μ m,现已成为医学影像诊断设备中最重要的组成部分。生物体磁共振波谱分析(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 设备与 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)、计算机 X 线摄影(computed radiography, CR)和数字摄影(digital radiography, DR)是 20 世纪 80 年代、90 年代开发的数字 X 线机。前者具有少创、实时成像、对比分辨率高、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与传输系统(picture archiving and communication systems, PACS)。而 X 线实时高分辨力成像板将是最具革命性、最有发展前途的影像探测器之一。

20 世纪 50 年代和 60 年代,超声成像(ultrasonography, USG)设备和核医学设备相继出现,当时在医学上的应用往往各成系统。1972 年 X-CT 设备的开发,使医学影像设备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(ultrasonic CT, UCT)、放射性核素 CT 和数字 X 线机逐步兴起,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影像,并依此进行诊断。

伴随着医学影像诊断设备的不断发展,介入放射学自 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 年代备受人们青睐的立体定向放射外科学设备,由于它可以不作开颅手术而治疗一些脑疾患,