

博雅系列精品教材

全国高等医学院校规划教材

医学影像 检查技术

Medical
Imaging Technology

主编 孙存杰 周学军

供医学影像技术、医学影像学等专业使用



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

供医学影像技术、医学影像学等专业使用

医学影像检查技术

主 审 汤黎明
主 编 孙存杰 周学军
副主编 姚建新 刘 颖 侯先存



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

内 容 提 要

本书包括医学影像检查技术概论、普通 X 线成像技术、CR/DR 成像技术、DSA 成像技术、CT 成像技术、MRI 技术、核医学成像技术、医学影像的显示与记录和医学图像信息系统共九章。详细介绍了医学影像检查技术的基本原理和相关知识,阐述了各种影像检查的方法、步骤、注意事项及其图像质量控制。同时,在内容上尽量反映影像技术学的最新成果,在讲述中力争做到布局合理、层次分明、重点突出并密切联系临床工作实际。

本书可作为医学影像技术、医学影像学及相关专业的教材,也可供从事医学影像及相关专业的工作人员作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医学影像检查技术/孙存杰,周学军主编. —上海:
第二军医大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5481-0681-4

I. ①医… II. ①孙… ②周… III. ①影像诊断
IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 194238 号

出 版 人 陆小新
责任编辑 画 恒 高 标

医学影像检查技术

主 编 孙存杰 周学军

第二军医大学出版社出版发行

<http://www.smmup.cn>

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

全国各地新华书店经销

江苏天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:650 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5481-0681-4/R·1458

定价:52.00 元

本书编委会

主 审 汤黎明
主 编 孙存杰 周学军
副主 姚建新 刘 颖 侯先存
编 委 (以姓氏笔画为序)

包雪平 南通大学
刘 颖 徐州医学院
刘小艳 南通大学
孙存杰 徐州医学院
吴晓颖 南通大学
吴笑松 徐州医学院
闵继忠 徐州医学院
陈新沛 徐州市第一人民医院
周学军 南通大学
赵红兰 徐州医学院
赵英红 徐州医学院
赵艳春 徐州医学院
胡长林 徐州医学院
侯先存 徐州医学院
姚建新 江苏联合职业技术学院南京卫生分院
顾小荣 江苏省肿瘤医院
曹 亮 南通大学
其他参编人员 丁 涛 孙小伶 马乐艳 赵格非
刘忠啸 杨晴羽 卢力亚 余 涛

序

自 20 世纪中期以来,由于微电子学、电子计算机以及分子医学的发展和应用,影像诊断设备技术不断改进,检查方法也不断创新。影像诊断已从单一的形态成像诊断模式发展为形态成像、功能成像和代谢成像并用的综合诊断模式。数字成像技术已扩展到医学影像学体系的各个领域,从而改变了图像的显示和解读方式。同时,图像存档与传输系统的诞生,使远程放射学成为现实。

影像诊断的主要依据或信息来源是图像。而 X 线、CT 或 MR 成像技术所获得图像,是以不同灰度的方式来显示图像的,但不同的成像技术,其成像原理不同。例如,X 线与 CT 的成像基础是依据相邻组织间的密度差别,而 MRI 则是依据 MR 信号的差别,正因如此,正常器官与结构及其病变,在来自不同成像技术的图像上影像表现不同;同时,不同的成像技术在影像诊断中具有各自的优势与不足。因此,无论是医学影像学专家,还是影像技术学专家,都需要掌握不同成像技术的基本原理及其图像特点,了解不同的成像技术在不同疾病诊断中的作用与限度,才能“生成”准确、可靠的影像,并由影像表现推测其组织性质。

“知其道,用其妙”是影像技术工作人员的一种境界。《医学影像检查技术》一书,以实用、适合、适当为出发点,用简明的文字全面讲述了医学影像技术学体系内各种检查技术的基本原理和相关概念,介绍了各种影像检查的方法、步骤和注意事项,在分析影像质量相关影响因素的基础上,提出了提高影像质量的措施。并将近年来出现的最新影像技术编写到相应章节,体现了与现代影像医学的适应性。读者在充分理解医学影像技术成像基本原理的基础上,能够选择恰当的检查方法、确定合适的成像参数和相应的辅助技术,并与病变的病理生理实现完美结合,达到准确诊断的目的。

本书编者长期从事医疗、教学、科研一线工作,积累了丰富的理论知识和实践经验。他们编写的这本书,叙述条理清楚,术语定义准确,书中附有大量插图,使概念的描述更加形象直观。

本书可作为医学影像技术和医学影像学专业的教材或教学参考书,也可供从事医学影像及相关专业的工作人员作为参考书。

披阅之余,深感此书值得推荐,乐为序。

中华医学会医学工程分会副主任委员

江苏省医学会影像技术分会名誉主任委员

汤黎明

2013 年 3 月

前 言

《医学影像检查技术》是医学影像技术和医学影像诊断专业的主要专业课程之一。为适应医学影像技术专业培养目标,突出培养学生的职业技能,并注重素质教育与职业道德教育的结合,我们组织徐州医学院、南通大学及江苏联合职业技术学院南京卫生分院等医疗、教学、科研一线的专家编写了《医学影像检查技术》。编写中,以阐明基础理论、基本知识、基本技能为原则,充分体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性,着重讲述了各种医学影像技术的基本理论和检查方法,尤其注意体现与现代影像医学的适应性,以达到全面介绍、文字简明、便于学习的目的。

全书由九章组成:

第一章简要介绍了医学影像技术学研究的主要内容,及其该体系各种检查技术(包括普通X线成像技术、数字成像技术、DSA成像技术、CT成像技术、MRI技术、核医学成像技术及医学图像信息系统等)的发展过程、成像特点、应用评价等。并简述了医学影像的显示与记录、医学影像质量管理及检查安全性的相关内容。

第二章以X线影像的形成及影响因素为重点,从X线成像系统、X线摄影基础知识及X线检查技术等方面阐述了普通X线成像技术。

第三章叙述了CR系统的结构、成像原理、图像后处理及其图像的评价,并以DR系统中最重要的部件探测器为重点,分别介绍了非晶硒直接数字化X线成像、非晶硅间接数字化X线成像、CCD间接数字化X线成像、多丝正比电离室直接数字化X线成像等。

第四章以DSA的成像原理为重点,从其基本结构、成像原理、检查技术及图像质量控制等方面阐述了DSA成像技术。第五章在讲述CT成像原理及多层螺旋(包括双源CT)结构特点的基础上,阐明了其基本概念、检查方法、图像处理及人体各部位CT检查技术。并分析了影响CT图像质量的因素及其质量控制的措施。

第六章MRI技术内容涉及MR成像原理、MR成像系统、MRI对比剂、MRI脉冲序列、MRI应用技术、MRI质量控制和人体各部位MR检查技术等。

第七章从核医学成像设备、放射性药物、放射性核素显像技术、常见的核医学显像项目及其显像方法及核医学显像质量控制等方面阐述了核医学成像技术

第八章叙述了医用显示器、医用胶片冲洗技术及干式胶片打印技术等。

第九章在讲述国际标准化协议的基础上,介绍了PACS、RIS的功能、分类、架构,并讨论了PACS的设计模式、整体实施方案及其与HIS/RIS的集成等。

本书承蒙中华医学会医学工程分会副主任委员、江苏省医学会影像技术分会名誉主任委员、南京军区南京总医院汤黎明教授的审定,特此表示衷心感谢!

编者深感水平有限,加之经验不足,未能使本书尽如人意。错误和不妥之处,肯请读者和学界同道批评指正。

孙存杰 周学军

2013年3月

目 录

第一章 总 论	(1)
第一节 绪论.....	(1)
一、医学影像学的发展	(1)
二、医学影像技术学研究的主要内容	(1)
第二节 普通 X线成像技术	(2)
一、发展	(2)
二、特点	(2)
三、应用评价	(3)
第三节 CR、DR 成像技术	(3)
一、CR 发展	(3)
二、CR 特点	(4)
三、CR 的应用评价	(4)
四、DR 发展	(4)
五、DR 特点	(4)
六、DR 的应用评价	(4)
第四节 DSA 成像技术	(5)
一、发展	(5)
二、特点	(6)
三、应用评价	(6)
第五节 CT 成像技术	(7)
一、发展	(7)
二、特点	(8)
三、应用评价	(9)
第六节 MRI 技术	(9)
一、发展	(10)
二、特点	(10)
三、应用评价	(11)
第七节 核医学成像技术.....	(12)
一、发展	(12)
二、特点	(12)
三、应用评价	(13)
第八节 医学影像的显示与记录.....	(13)
一、医用显示器	(13)
二、医用胶片冲洗技术	(13)

三、干式胶片打印技术	(14)
第九节 医学图像信息系统	(14)
一、发展	(14)
二、特点	(15)
三、应用评价	(15)
第十节 医学影像质量管理及评价简介	(16)
一、医学影像质量管理	(16)
二、医学影像质量的评价	(17)
第十一节 医学影像检查的安全性	(20)
一、X线辐射防护	(20)
二、MR检查安全性及生物学效应	(23)
第二章 普通X线成像技术	(27)
第一节 X线成像系统	(27)
一、X线成像基础理论	(27)
二、X线影像的形成及影响因素	(36)
三、普通X线成像装置简介	(39)
第二节 X线摄影基础知识	(42)
一、应用解剖	(42)
二、X线摄影位置与方向	(44)
三、X线摄影的原则和步骤	(45)
四、X线摄影条件	(47)
第三节 X线检查技术	(49)
一、X线透视	(49)
二、人体各部位X线摄影注意事项	(50)
三、人体各部位X线摄影技术	(51)
四、X线造影检查技术	(69)
五、乳腺X线摄影	(80)
六、X线体层摄影	(83)
七、高千伏摄影	(84)
第三章 CR、DR成像技术	(86)
第一节 CR成像技术	(86)
一、CR系统的结构	(86)
二、CR成像原理	(88)
三、CR图像后处理	(90)
四、CR系统的评价	(91)
第二节 DR成像技术	(92)
一、非晶硅平板探测器X线成像	(92)
二、非晶硒平板探测器X线成像	(94)
三、CCD X线成像	(95)
四、多丝正比电离室X线成像	(96)
五、DR系统的评价	(97)

第四章 DSA 成像技术	(99)
第一节 DSA 的基本结构	(99)
一、介入放射学简介	(99)
二、DSA 的基本结构	(100)
第二节 DSA 成像原理	(102)
一、DSA 图像的形成	(102)
二、DSA 的图像处理	(105)
三、DSA 的减影方式	(106)
四、DSA 的图像采集	(107)
五、DSA 的曝光条件	(109)
六、DSA 的成像方式	(109)
第三节 DSA 检查技术及图像质量控制	(111)
一、基本检查技术	(111)
二、DSA 图像质量控制	(114)
第四节 DSA 临床检查技术	(117)
一、头部 DSA 检查技术	(117)
二、颈面部 DSA 检查技术	(121)
三、心脏、大血管与冠状动脉 DSA 检查技术	(122)
四、肺部 DSA 检查技术	(128)
五、腹部 DSA 检查技术	(129)
六、四肢血管 DSA 检查技术	(135)
第五章 CT 成像技术	(139)
第一节 概述	(139)
一、CT 成像原理	(139)
二、传统 CT 的基本结构	(140)
三、螺旋 CT 的结构与特点	(143)
四、多层螺旋 CT 的结构与特点	(145)
五、双源 CT 的结构与特点及能谱 CT 简介	(147)
六、CT 机的工作环境 with 日常维护	(148)
七、CT 成像基本概念、术语及成像参数	(149)
第二节 CT 图像处理与质量控制	(153)
一、CT 图像处理技术	(153)
二、CT 图像质量控制	(156)
第三节 CT 检查方法	(160)
一、CT 普通扫描	(160)
二、CT 增强扫描	(161)
三、CT 造影技术	(162)
四、CT 灌注成像	(163)
五、定量 CT	(164)
六、低剂量 CT 扫描技术	(164)
七、CT 介入技术	(165)

第四节 人体各部位 CT 检查技术	(165)
一、概述	(166)
二、颅脑	(166)
三、五官和颈部	(170)
四、胸部	(174)
五、心脏和血管	(176)
六、腹部	(179)
七、盆腔	(184)
八、脊柱	(185)
九、四肢与关节	(188)

第六章 MRI 技术

第一节 MRI 原理	(190)
一、MR 现象	(190)
二、MR 成像	(197)
第二节 MRI 系统	(201)
一、磁体	(202)
二、梯度系统	(203)
三、射频系统	(204)
四、计算机及辅助系统	(205)
第三节 MRI 对比剂	(205)
一、MRI 对比剂分类	(206)
二、MRI 对比剂的增强机制	(207)
三、MRI 对比剂的应用	(208)
四、MRI 对比剂的不良反应	(209)
第四节 MRI 脉冲序列	(210)
一、概述	(210)
二、脉冲序列的相关参数	(210)
三、自由感应衰减序列	(212)
四、自旋回波脉冲序列	(213)
五、反转恢复脉冲序列	(215)
六、梯度回波脉冲序列	(217)
七、平面回波成像	(220)
第五节 MRI 应用技术	(222)
一、组织抑制技术	(222)
二、MR 血管成像	(224)
三、MR 水成像	(228)
四、MR 弥散加权成像	(229)
五、MR 灌注成像	(231)
六、MR 波谱成像	(232)
七、MR 脑功能成像	(235)
八、磁敏感加权成像	(235)
九、MR 弹性成像	(236)

十、MR 介入技术	(237)
十一、并行采集技术	(238)
第六节 MRI 质量控制	(239)
一、MR 图像质量参数	(240)
二、MR 成像参数	(241)
三、MR 图像的质量控制	(244)
第七节 MRI 检查技术概述	(251)
一、MR 检查的适应证与禁忌证	(251)
二、MR 检查原则	(252)
三、MR 检查方法	(253)
四、MR 检查步骤	(255)
第八节 人体各部位 MRI 技术	(257)
一、颅脑	(257)
二、五官与颈部	(260)
三、脊椎与脊髓	(262)
四、胸部	(263)
五、心脏与大血管	(264)
六、乳腺	(268)
七、腹部	(269)
八、盆腔	(273)
九、骨与关节	(276)
第七章 核医学成像技术	(283)
第一节 核医学成像设备	(283)
一、核医学显像设备的类型	(283)
二、SPECT 的基本结构和工作原理	(284)
三、PET 的基本结构与工作原理	(287)
第二节 放射性药物	(288)
一、放射性核素及其来源	(288)
二、临床常用的体内诊断用放射性药物	(289)
第三节 放射性核素显像技术	(292)
一、显像原理	(292)
二、显像方式	(293)
三、图像分析	(295)
四、显像特点	(297)
第四节 常见的核医学显像项目及其显像方法	(297)
一、甲状腺显像	(297)
二、心肌灌注显像	(299)
三、骨显像	(302)
四、脑血流灌注显像	(304)
五、肾动态显像	(305)
六、肺灌注显像	(306)
七、肺通气显像	(308)

八、放射性核素静脉显像	(309)
九、胃肠道出血显像	(312)
十、异位胃黏膜显像	(313)
十一、肝胆动态显像	(314)
十二、 ^{18}F -FDG 肿瘤代谢显像	(315)
第五节 核医学显像质量控制	(316)
一、放射性药物的质量控制	(317)
二、SPECT 的质量控制	(318)
三、PET、PET/CT 的质量控制	(321)
第八章 医学影像的显示与记录	(323)
第一节 医用显示器	(323)
一、种类与特性	(323)
二、应用评价	(326)
第二节 医用胶片冲洗技术	(328)
一、传统医用 X 线胶片	(328)
二、增感屏	(330)
三、医用胶片冲洗技术	(331)
第三节 干式胶片打印技术	(334)
一、激光热成像打印技术	(334)
二、直接热敏成像打印技术	(338)
三、热升华成像打印技术	(340)
第九章 医学图像信息系统	(342)
第一节 国际标准化协议	(342)
一、DICOM 3.0 技术标准	(342)
二、HL7 技术标准	(344)
第二节 PACS、RIS 的功能、分类和架构	(345)
一、PACS 的功能	(345)
二、RIS 的功能	(347)
三、PACS 的分类	(347)
四、PACS、RIS 的架构	(348)
第三节 系统的稳定性和安全性	(352)
第四节 PACS 的临床应用	(353)
一、PACS 的设计模式	(353)
二、PACS 的整体实施方案	(353)
三、PACS 与 HIS/RIS 的集成	(355)
参考文献	(359)

第一章 总 论

第一节 绪 论

一、医学影像学的发展

自从物理学家伦琴于 1895 年 11 月 8 日发现 X 线之后,便拉开了 X 线应用于医学领域的序幕,并成为临床诊断中不可或缺的工具,由此逐渐形成了医学影像学这门新兴学科。该学科从最初进行单一的骨骼 X 线检查,到目前已经形成了比较完善的学科体系。它包括普通 X 线成像(common radiography imaging)、数字 X 线成像(digital radiography imaging)、电子计算机 X 线断层摄影(computed tomography, CT)、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、超声成像(ultrasonography, USG)和核医学成像(nuclear imaging)等。

X 线的发现及其在医学上的应用是科学史上的一个里程碑。它加快了医学发展的进程,为人类的疾病防治做出了巨大的贡献。X 线的早期应用仅限于进行骨骼的透视和摄片;对比剂(造影剂)的问世使得胃肠道、血管、支气管、脑室等组织器官可以用对比剂提高其对比度,拓展了 X 线诊断的应用范围;20 世纪 60 年代,影像增强器的研制成功使 X 线透视从暗室走向明室,图像亮度及图像质量大大提高,辐射剂量大大降低;同期,还出现了 γ 照相机和超声成像技术,前者使得核医学的显像由单纯的静态步入动态阶段,后者则是另外一种能反映人体组织不同密度界面对于超声波反射特征的无创影像学检查手段;20 世纪 70 年代,X 线 CT 的问世,是医学影像学发展的另一个重要里程碑,它解决了普通 X 线成像中影像重叠及图像密度分辨率低的不足,随着螺旋 CT、多层螺旋 CT 的应用与普及,CT 设备的图像质量、扫描速度、特殊扫描功能大大提高;70 年代末,根据核磁共振原理设计的 MRI 系统,是一种无创、无损的成像方式,它能够反映出分子水平的人体生理、生化特性;另外,70 年代兴起的介入放射学,融影像诊断与介入治疗为一体,是最具发展潜力的影像学分支之一;20 世纪 80 年代,更多的影像检查技术得到应用,如 DSA 的出现实现了血管造影图像的数字化,ECT(emission computed tomography)的出现使功能成像得到了长足发展,计算机 X 线摄影(computed radiography, CR)摒弃了屏-片组合(增感屏-胶片组合)的传统 X 线摄影,数字胃肠造影机和数字乳腺机的相继出现实现了胃肠道造影及乳腺摄影图像的数字化;20 世纪 90 年,数字 X 线摄影(digital radiography, DR)技术使得普通放射技术真正实现了数字化,此外,激光打印技术、正电子发射式计算机断层仪(positron emission computed tomography, PET)、影像存档与通讯系统(picture archiving and communication system, PACS)、放射信息系统(radiology information system, RIS)等也相继应用。

目前,比较完善的医学影像学体系已经形成,医学影像学有着广阔的发展前景和强大的生命力。

二、医学影像技术学研究的主要内容

医学影像技术学是临床影像范畴内一个具有完整的理论内容并相对独立的学科分支。它与

医学影像学一道快速发展,并伴随着影像设备的不断更新、影像诊断水平的不断提高而逐步完善。

医学影像技术学是研究在某种能量发射物质的作用下,图像成像链的形成过程、图像后处理、图像存储、图像显示和图像记录,以及影响图像成像链各种因素的边缘学科。它是建立在理工学、医学相关理论基础上的一系列的复杂过程,包括为医学影像诊断提供更丰富、更准确的信息,对各种影像设备进行安装、维修、应用,实行全面的质量管理等。

随着物理学、电子学、计算机科学和微电子技术的迅速发展,放射影像领域先后出现了一系列新的成像技术和设备,冲破了传统 X 线检查技术的限制,构成了当代新的影像技术。这些新技术的应用不仅极大丰富了形态学诊断信息和图像的层次,更为主要的是实现了图像信息的数字化。

影像技术人员不仅需要具备临床医学(包括影像学)的基础理论,还要具有扎实的理工科基础知识;既要熟悉并掌握影像设备的原理、构造及计算机技术,同时,在实际工作中也要与影像诊断医生、临床医生密切配合。只有这样,才能圆满完成影像检查技术工作、更好地为受检者服务。

(孙存杰 周学军)

第二节 普通 X 线成像技术

一、发展

普通 X 线成像技术历史悠久,有些检查技术已被淘汰或失去应用价值(如膝关节造影、体层摄影、脊髓造影、脑室造影、腹膜后造影、计波摄影等),但有些检查技术仍具有强大的生命力(如胃肠道钡剂造影)。X 线成像的基本理论是一切利用 X 线源成像的理论基础。这些基本理论包括 X 线的产生及其特性、X 线影像的形成及影响因素、X 线机的构造,尤其是 X 线管和高压发生器的结构特性、电离室自动曝光技术以及 X 线防护知识等,仍是当今数字 X 线成像(如 CR、DR)、DSA 成像和 CT 成像的基础。

普通 X 线摄影的体位学是目前数字化 X 线摄影的基石。乳腺钼靶 X 线摄影在原来的基础上发展为数字化 X 线摄影;高千伏摄影、泌尿系碘剂造影、胃肠道钡剂造影、瘘管及窦道造影等仍具有临床实用价值;特别对于消化道钡剂造影,是 CT、MRI 及超声检查不能完全取代的。碘对比剂的理化特性、过敏反应及救治方法对 CT 增强扫描和 DSA 造影也具有实用性。

普通 X 线摄影中的胶片冲洗技术,如胶片和增感屏的结构与特性、显影液和定影液的组成与特性、自动洗片机系统的组成与特性及 X 线胶片冲洗的质量控制等,在影像技术工作中仍具有一定意义。

二、特点

普通 X 线成像技术主要包括透视、摄影和常规造影检查,是最常用和最基本的 X 线检查方法。

透视技术是利用 X 线的穿透作用和荧光作用,将受检者置于 X 线管与荧光屏(或影像增强器)之间,X 线穿过人体后在荧光屏(或影像增强器)上形成可见影像并进行视读的检查方法。透视最常用于胸部以观察肺、心脏和大血管;是消化道造影检查的必要手段;急腹症时,可观察肠梗阻及膈下游离气体;在骨骼系统,可用于骨折和关节脱位手法复位时的实时观察。

透视技术分为荧光屏透视和影像增强透视。前者是基于 X 线的荧光效应,但因其荧光亮度非常低,因此,传统透视操作必须在暗室内进行。同时,荧光屏透视影像的空间分辨率和密度分辨率较差,难以观察密度或厚度差异较小的器官和组织,对于密度较高或厚度较大的部位,如头颅、腹

部、脊柱及骨盆等的组织结构不易显示。另外,荧光屏透视缺乏永久记录,不利于追踪对比,目前已逐渐被影像增强透视所取代。

影像增强透视是借助影像增强器将图像的亮度输出增强,图像用阴极射线管(CRT)显示,操作在明室中进行。影像增强透视影像的空间分辨率和密度分辨率大大提高,可观察细小结构和厚度较大的组织器官,适用于造影检查和介入治疗等工作的开展;所用较高管电压、较低管电流,降低辐射剂量,有利于受检者和工作人员的X线防护。

普通X线摄影是将受检查者置于X线管和屏-片组合之间,X线透过人体后在胶片上形成潜影,再经显影、定影过程获得照片影像的检查方法。得到的照片称为X线照片(radiograph)或称X线平片(plain film)。软X线摄影是指应用40 kV以下管电压进行的摄影。因管电压在40 kV以下时所产生的X线能量低,穿透力较弱,故称软X线。目前常用的产生软X线的设备是钼靶X线机。钼靶X线机在20~40 kV的管电压下产生单色性较强的特征X线,多用于乳腺摄影,也可用于阴茎、咽喉侧位及手、足部软组织异物的检查。高千伏摄影是指用120 kV以上的管电压产生较高能量的X线,以获得丰富层次X线照片的摄影方法。高千伏摄影常用于胸部摄影,能较好地显示气管、主支气管、肺门区支气管及被骨骼和纵隔重叠的组织和病灶,对显示肺门及纵隔肿块、肺部弥漫性病变有一定优越性。因其所用X线量较少,从而可降低受检者的辐射损伤。

三、应用评价

透视的优点有:①简便、经济、省时,可立即得到检查结果;②能同时观察器官的形态和功能状态,如心脏大血管的搏动、膈肌的运动及胃肠道的蠕动等;③在检查中通过转动受检者体位,从不同的角度和方向观察器官的形态及其变化;④需要记录病变影像时,可以在透视状态下选择最佳观察角度进行点片,供复查对照或作为教学、科研资料保存。目前,影像增强透视图像已实现数字化,可以对其进行后处理,并存储于光盘或硬盘,便于远程医疗会诊。但透视也具有不足,如影像细节显示不够清晰、荧光屏透视不能留下永久记录及辐射剂量较大等。

普通X线摄影的优点:①照片可作为永久记录,长期保存,便于复查对比和会诊;②照片影像的空间分辨率较高,影像细节显示清晰;③与荧光屏透视相比,对于厚度较大的、厚度和密度差异较小的部位及其病变则容易显示;④接受的X线剂量较少,有利于受检者和工作人员的防护。缺点在于一幅照片只能获得一个方位、一瞬间的影像,无法显示组织器官的动态变化。

透视和普通X线检查具有互补性,我们可以根据具体情况进行选择或配合使用。随着影像设备的不断发展,常规的胸部、腹部透视已逐渐被X线摄影所取代,而透视技术则主要应用于造影检查,如消化道造影等。

(赵红兰)

第三节 CR、DR 成像技术

一、CR 发展

CR是由日本富士胶片公司于1974年开始研发的一种X线成像技术。1981年,富士公司研制出了影像板(imaging plate, IP),并于当年6月在比利时首都布鲁塞尔召开的国际放射学会(ICR)年会上发布。

CR是计算机技术和传统X线摄影技术相结合的产物,它利用IP取代了传统的屏-片组合,实

现了图像数字化,但仍然使用原有的X线摄影装置。CR的扫描方式经历了由飞点扫描到行扫描的转变,快速线阵列扫描技术的应用使影像的读取速度有了很大的提高。

我国于20世纪80年代末开始陆续引进CR设备并应用于临床。CR既能充分利用原有的传统X线机,又能对所摄X线图像进行各种后处理,使传统X线摄影不易发现的微小病灶得以显示,对优化X线摄影流程、提高影像诊断正确率具有积极的意义。近年来,随着DR技术应用的逐渐普及,CR将逐渐淡出历史舞台。

二、CR 特点

CR成像过程中,透过人体的剩余射线被IP接收,IP将被摄部位的影像信息记录下来并形成潜影,通过CR激光扫描器,读出IP上的潜影信息,并将其转换为可见光,由探测器捕获后转变成数字信号,经计算机处理形成可见的影像。在影像工作站中,可对所得X线影像进行各种后处理,如对图像密度、黑白对比度进行谐调处理;对微小病灶进行图像放大观察;对所得图像进行正负(黑白)图像的反转;对病灶进行测量及添加左右标识和箭头标志等;对图像进行合理的裁剪和图像上下翻转等。完成后处理的图像可以直接打印成照片,也可以将其刻录光盘存储,还可以通过PACS把图像传输到网络终端,如临床医生工作站或进行远程会诊等。

三、CR 的应用评价

CR系统的使用,使得曝光条件的动态范围加大,减少了重拍率。CR具有多种图像后处理功能,可提供更多的诊断信息。IP可重复使用,免除了暗盒拆装胶片的过程,提高了放射科的工作效率。CR图像为数字图像,便于存储,为临床、教学和科研提供了方便。

CR系统也有一定的局限性,如图像的空间分辨率相对较低(与屏-片组合相比)、曝光条件相对较高、IP成本高且易老化等。

四、DR 发展

DR技术的概念于1986年在布鲁塞尔召开的第15届国际放射学会年会上首次被提出。最初的DR技术采用的是影像增强器-摄像管/CCD-电视成像链方式,其空间分辨率和密度分辨率较低。

20世纪90年代后期,薄膜晶体管(thin film transistor, TFT)阵列技术的出现,促使了数字化X线摄影探测器的发展。多种类型的固态一体化平板探测器(flat-panel detector, FPD)的出现,在提高X线图像质量、减少成像环节、缩短检查时间等方面显示出了其突出优势。

根据平板探测器的结构类型和成像技术的不同,可分为非晶硒直接数字化X线成像、非晶硅间接数字化X线成像、CCD X线成像、多丝正比电离室(multi-wire proportional chamber, MWPC)成像等。

五、DR 特点

DR的核心技术是平板探测器,当X线照射到探测器后,由探测器记录人体不同组织的X线衰减信息并转换为数字信号,经计算机重建处理后,直接输出可见图像。与CR相比,其优点有:①成像速度快;②较高的空间分辨率,图像清晰度高;③图像噪声小;④量子检出效率(detective quantum efficiency, DQE)高(60%以上),可降低曝光剂量;⑤图像后处理功能可改善图像细节的显示。

六、DR 的应用评价

DR是在传统X线机的基础上发展起来的X线摄影技术,它将传统X线机、电子计算机和X

线探测器融为一体。与传统 X 线机和 CR 相比,由于成像环节的减少,提高了工作效率,具有成像速度快、工作流程少等特点。以 DQE 值作为评价参数,DR 是最高的,因而其图像层次丰富,图像边缘锐利、清晰,能显示组织的细微结构。

DR 和 CR 强大的质量控制模块和后处理技术保证了图像质量的稳定性。DR 所具有的自动曝光控制技术(automatic exposure control, AEC)确保了最小的曝光剂量,用这种方法摄影时同时减少了受检者的辐射损伤。通过 AEC 技术,配合图像工作站的多种处理模式,使成像质量稳定且操作简单化。同时,能量减影、组织均衡、断层三维合成等高级应用功能进一步提高了病变的检出率,其优势也将越来越为医院所认可。

(陈新沛)

第四节 DSA 成像技术

一、发展

DSA 技术是 20 世纪 80 年代继 CT 出现之后的又一项新的医学成像技术,是电子计算机与传统 X 线血管造影相结合的产物。研制它的初衷是将人体内血管以外的组织减去,只留下含有对比剂的血管影像,以利于对血管病变的观察。该技术首先将模拟信号转换为数字信号;然后,在注射对比剂前、后对同一部位进行信息采集;再由计算机经一系列的处理,把不同时段采集的图像信息相同部分减掉,只留下含有对比剂的血管影像。

1978 年,美国 Wisconsin 大学的 Kruger 领导一个研究小组首先设计出了数字视频影像处理器,从而奠定了数字减影血管造影的基础。在此期间,Arizona 大学和 Kiel Kinder Klinik 的研究者们又对数字视频成像程序进行了补充和完善,1980 年 2 月,Wisconsin 大学已对 10 例受检者进行了 DSA 检查,Arizona 大学也进行了 DSA 的临床应用。1980 年 3 月,Wisconsin 大学和 Cleveland Clinic 医院安装了 DSA 机。DSA 机由 Wisconsin 大学的 Mistretta 小组和 Arizona 大学的 Nadelman 小组首先研制成功,于 1980 年 11 月在芝加哥召开的北美放射学会上发布。随后,许多研究者采用这种数字视频影像处理技术,在动物和人体上进行了时间和能量减影的研究。

随着介入放射学的发展,DSA 技术成为介入微创放射学的重要组成部分,是血管性造影与血管性介入治疗不可或缺的重要工具。该技术不仅为血管性疾病的诊断提供了科学的、客观的依据,而且为血管性疾病的治疗提供了先进的方法和手段。随着人们对其认识的不断深入,DSA 机性能的不断完善、造影方法的不断改进,其应用范围越来越广。目前,DSA 技术被公认为是冠心病诊断的“金标准”。介入放射科与内科、外科并列为三大临床治疗学科。

进入 21 世纪后,由于数字平板探测器取代了传统的影像增强器成像系统,整个 DSA 成像链相关部件的性能得以提高,自动进行数字闭环式的优化调节,可以选择一个较理想的成像方案。DSA 机配有高压变频直流发生器、大容量栅控高速旋转阳极 X 线管、大容量存储器、实时显示系统和快速传输系统,保证了图像的质量。DSA 机已从过去的单一 C 臂机发展到双 C 臂机,单 C 臂机的功能已发展到步进式血管造影、旋转式血管造影、类 CT 扫描,可获得多角度、非重叠的血管影像,并由此组成三维立体图像。软件技术的发展为 DSA 成像技术的后处理功能提供了多视图观察效果,如血管仿真内窥镜视图、三维旋转视图、类 CT 视图,CT、MR、DSA 图像融合视图等,对感兴趣区图像能进行多种后处理。根据已存储图像选择机架位置,以便为治疗提供最佳视图,利用采集序列的最佳图像作为透视插管途径图基像。