



普通高等教育“十二五”应用型本科规划教材

医学影像学

主 编 许乙凯 吴仁华



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十二五”应用型本科规划教材

医学影像学

主 编 许乙凯 吴仁华

副主编 徐 凯 曹代荣

编 者 (按姓氏笔画排序)

干芸根 深圳市儿童医院

王全师 南方医科大学南方医院PET中心

朱旭阳 南方医科大学网络中心

庄雄杰 厦门大学医学院附属第一医院

许乙凯 南方医科大学南方医院影像中心

许祖梅 莆田学院附属医院医学影像科

李 勇 中山大学孙逸仙纪念医院放射科

李子平 中山大学附属第一医院放射科

杨智云 中山大学附属第一医院放射科

吴元魁 南方医科大学南方医院影像中心

吴仁华 汕头大学医学院附属第二医院

何明基 广州医科大学附属第二医院

何晓峰 南方医科大学南方医院介入治疗科

张朝晖 中山大学附属第一医院放射科

罗柏宁 中山大学附属第一医院放射科

修建成 南方医科大学南方医院心血管内科

徐 凯 徐州医科大学影像学院

黄穗乔 中山大学孙逸仙纪念医院放射科

曹代荣 福建医科大学附属第一医院影像科

梁 文 南方医科大学珠江医院放射科

蔡香然 暨南大学附属第一医院医学影像中心

秘 书 严承功 南方医科大学南方医院影像中心



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

医学影像学/许乙凯,吴仁华主编. —西安:西安交通大学出版社,
2016.7
ISBN 978-7-5605-8609-0

I. ①医… II. ①许… ②吴… III. ①医学摄影 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 132366 号

书 名 医学影像学
主 编 许乙凯 吴仁华
责任编辑 宋伟丽 黄 璐

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 西安明瑞印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 43.5 字数 1073 千字
版次印次 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-8609-0
定 价 140.00 元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668803 (029)82668804

读者信箱:med_xjup@163.com

版权所有 侵权必究

医学影像学在过去的几十年中发展迅速,为疾病的精确诊断和个体化治疗提供了有力保障,已经成为临床医学最为重要的检查手段之一。与其他检查技术相比,影像学成像原理复杂、内容繁多,一定程度上造成了临床专业学生理解和掌握上的困难。接受普通高等教育“十二五”应用型本科规划教材《医学影像学》的编写任务后,全体编者深刻认识到肩负深化教育改革、提高教材编写质量、为祖国培养出合格的医疗卫生人才的重任。

本书由 20 余位临床教学一线的专家倾力编写,汇集了老、中、青三代影像学教师的智慧,在编写中坚持强调“三基”(基础知识、基本理论、基本技能)和“简明、精当、适用”的原则,力图从临床医师的视角,深入浅出、注重实用,使其兼具教材和工具书的功能:

1. 简化复杂的检查设备成像原理,适当增加常用成像技术和检查序列的基本原理和注意事项,重点强调掌握各种检查方法的优劣,能针对具体疾病选择恰当的检查手段。

2. 根据各类疾病的最新分类对其影像学表现进行总结、归纳,突出其典型表现;重点对常见病的影像表现进行提炼,更新疾病的定义、分类,对其影像学表现做调整和梳理,强调理论基础,注重诊断思路。

3. “影文并重,以影为据”、图文并茂,特别是大量增加了线条图、示意图,着重增强对图像表现的直观、感性认识;选取典型病例,紧密结合临床,培养学生独立思考和触类旁通的实践能力。

4. 突出新技术、新方法的临床应用,重点展现各种成像技术如扩散加权成像、MR 波谱成像、CT 心血管成像在临床实践中的优势,逐步普及、更新医师的观念,提高新技术认识水平和应用能力。

5. 乳腺疾病、儿科疾病、介入放射学单独成章,重视、加深对此类疾病影像诊断的认识。

本书主编许乙凯教授亲自绘制了 200 余幅线条图,补充和更换了不少病例和图片,对全书内容进行了审阅及校对,付出了大量的心血和努力;吴仁华教授也为本书的编写提出了大量具体的指导意见。汕头大学附属第二医院关计添副主任医师及南方医科大学南方医院影像诊断科周芳、黄婵桃、梅雀林、王江云、庞桦进、张静、郝鹏、陈瑞莹、王春红、黄莲花、熊伟、李慧燕、谭相良、张嘉君、肖翔、郑泽宇、赵茜茜、崔丹婷、侯美蓉、谭月发、段刚等医师在本书的后期编校及图文整理中做了大量工作,在此对他们的辛勤劳动表示感谢。

由于参与编写的单位及专家较多,各章节内容的表述风格可能存在差别;此外,由于影像学知识不断更新、经验不断积累,书稿中难免存在疏漏不足,敬请读者批评指正。

许乙凯 吴仁华

2016 年 5 月 16 日

第一章 总论

- 第一节 不同成像技术的特点和临床应用 /1
- 第二节 医学影像学进展 /24
- 第三节 医学影像诊断思维 /31

第二章 中枢神经系统

- 第一节 影像检查方法及正常影像学表现 /34
- 第二节 基本病变的影像征象 /45
- 第三节 颅脑先天畸形 /51
- 第四节 颅脑外伤 /57
- 第五节 脑感染性病变 /64
- 第六节 脑血管疾病 /71
- 第七节 颅内肿瘤 /83
- 第八节 其他脑疾病 /103
- 第九节 脊髓疾病 /107

第三章 头颈部

- 第一节 眼和眼眶 /120
- 第二节 鼻和鼻窦 /135
- 第三节 咽部 /139
- 第四节 喉部 /143
- 第五节 耳部 /145
- 第六节 口腔颌面部 /149
- 第七节 颈部 /152

第四章 呼吸系统

- 第一节 影像检查方法 /158

- 第二节 正常影像学表现 /160
- 第三节 基本病变的影像征象 /171
- 第四节 气管及支气管疾病 /182
- 第五节 肺先天性疾病 /185
- 第六节 肺部炎症 /188
- 第七节 肺结核 /199
- 第八节 肺真菌病 /206
- 第九节 肺寄生虫病 /207
- 第十节 原因不明性肺疾病 /209
- 第十一节 肺肿瘤 /212
- 第十二节 肺血液循环障碍性疾病 /219
- 第十三节 尘肺 /225
- 第十四节 胸膜病变 /227
- 第十五节 纵隔疾病 /231
- 第十六节 膈肌病变 /242

第五章 循环系统

- 第一节 正常影像学表现 /244
- 第二节 异常影像学表现 /253
- 第三节 先天性心脏、大血管位置和连接异常 /259
- 第四节 先天性心脏病 /264
- 第五节 后天性心脏病 /270
- 第六节 心包疾病 /282
- 第七节 大血管疾病 /285

第六章 消化系统

- 第一节 胃肠道 /289
- 第二节 肝、胆、胰、脾 /315
- 第三节 腹壁、腹膜及腹膜后间隙 /327
- 第四节 急腹症 /331
- 第五节 食管疾病 /341
- 第六节 胃肠疾病 /348
- 第七节 肝脏疾病 /367
- 第八节 胆道疾病 /390
- 第九节 胰腺疾病 /401

第十节 脾脏疾病 /411

第七章 泌尿系统及肾上腺

第一节 影像检查方法及正常影像学表现 /419

第二节 泌尿系统基本病变影像学表现 /427

第三节 泌尿系统先天性发育异常 /430

第四节 泌尿系统结石 /433

第五节 泌尿系统结核 /437

第六节 泌尿系统肿瘤与囊肿 /440

第七节 肾外伤 /449

第八节 肾上腺 /450

第八章 生殖系统

第一节 男性生殖系统 /459

第二节 女性生殖系统 /463

第三节 男性生殖系统常见疾病 /467

第四节 子宫常见疾病 /475

第五节 卵巢常见疾病 /481

第六节 妊娠 /485

第九章 乳腺

第一节 影像检查方法及正常影像学表现 /492

第二节 乳腺普查与 BI-RADS 系统 /498

第三节 乳腺炎性病变 /499

第四节 乳腺良性病变 /500

第五节 乳腺恶性肿瘤 /503

第十章 骨关节系统

第一节 影像学检查方法及基本病变的影像表现 /508

第二节 骨、关节创伤 /532

第三节 骨、关节感染性病变 /554

第四节 慢性骨关节病 /564

第五节 代谢性骨关节疾病 /571

- 第六节 骨缺血性坏死 /576
- 第七节 骨肿瘤与骨肿瘤样病变 /581
- 第八节 软组织病变 /596

第十一章 儿科影像诊断学

- 第一节 儿科病变的影像学检查技术 /606
- 第二节 中枢神经系统 /607
- 第三节 头颈部 /612
- 第四节 呼吸系统 /618
- 第五节 循环系统 /627
- 第六节 消化系统 /631
- 第七节 泌尿与生殖系统 /640
- 第八节 骨关节与肌肉系统 /644

第十二章 介入放射学

- 第一节 概念、技术与分类 /657
- 第二节 设备与器材和常用药物 /658
- 第三节 术前准备与术后处理 /661
- 第四节 血管介入放射学 /664
- 第五节 非血管介入放射学 /671
- 第六节 综合介入治疗技术 /676

参考文献 /686

第一节 不同成像技术的特点和临床应用

一、X线成像及临床应用

(一) X线简介

X线是1895年德国物理学家伦琴(Wilhelm Conrad Röntgen)在从事阴极射线的研究时偶然发现的,他经过反复实验,确信这是一种尚未为人所知的新射线,便取名为X线(X-ray),亦称伦琴射线。

X线的发生装置包括X线球管、变压器及控制器三部分。当降压变压器给X线球管灯丝供应低压时,在阴极附近产生自由电子,当高压变压器向X线球管两极供应高电压时,两极间的高电势差吸引自由电子高速撞击阳极钨靶,在撞击过程中,电子突然减速,其损失的动能(约1%)转换成X线,由X线球管窗口发出,其余99%的能量则转换成热能释放。

(二) X线的特点

X线是一种波长很短的电磁波,除具有折射、反射、衍射、干涉等电磁波共有的特点外,还具有特殊的物理、化学和生物特性。

1. 物理特性

(1) 穿透作用 由于X线的波长短,具有较高的能量,物质对其吸收较弱,具有很强的穿透本领。X线在人体各种组织结构穿透力的差别是X线成像的基础。

(2) 荧光作用 X线能激发荧光物质(如铂氰化钡、钨酸钙、硫化锌镉及某些稀土元素等)产生肉眼可见的荧光,此特性是进行X线透视检查的基础。

(3) 电离作用 X线照射物质时,使核外电子脱离原子轨道产生一个自由电子和一个正离子。通过测定电离电荷的多少可计算X射线的照射量,这是放射计量学的基础。

(4) 热作用 X线被物质吸收,最终绝大部分都将转变为热能,使物体温度升高。

2. 化学特性

(1) 感光作用 涂有溴化银的胶片经X线照射后感光而产生潜影,经过显、定影处理,感光的银离子被还原成金属银,并沉淀在胶片的片基上,在胶片上呈黑色;而未感光的溴化银在定影及冲洗过程中被洗掉,显出胶片片基的透明本色。由于金属银沉淀的不同,产生黑白不同的影像。感光作用是X线摄影的基础。

(2) 着色作用 X射线长期照射某些物质如铂氰化钡、铅玻璃、水晶等,可使其结晶体脱水而改变颜色。

3. 生物效应

X线照射到生物体时,可使生物细胞受到抑制、损伤,甚至坏死,致使机体发生不同程度的生理、生化和病理等方面的改变。X线的生物效应是放射治疗学的基础,也是进行X线检查时需要注意防护的原因。

(三)X线检查技术

X线检查方法可分为X线常规检查、特殊检查和造影检查三大类。

1. 常规检查

(1)透视(fluoroscopy) 透视是一种简便而常用的检查方法,最适用于人体天然对比较好的部位,如胸部透视可观察肺、心脏和大血管,腹部透视用于观察膈下游离气体和胃肠道梗阻。胃肠道钡餐检查必须采用透视检查,另外,造影检查和介入操作也常需要在透视下进行。

(2)摄影(radiography) X线摄影检查是临床上最常用和最基本的检查手段,适用于人体任何部位。主要优点是成像清晰,对比度及清晰度均较好,能使人体厚、薄各部结构较清晰地显示,并可作为永久记录。缺点是每一张照片仅是一个方位和一瞬间的X线影像,为了建立立体概念,常需做互相垂直的两个方位摄影(图1-1-1)。

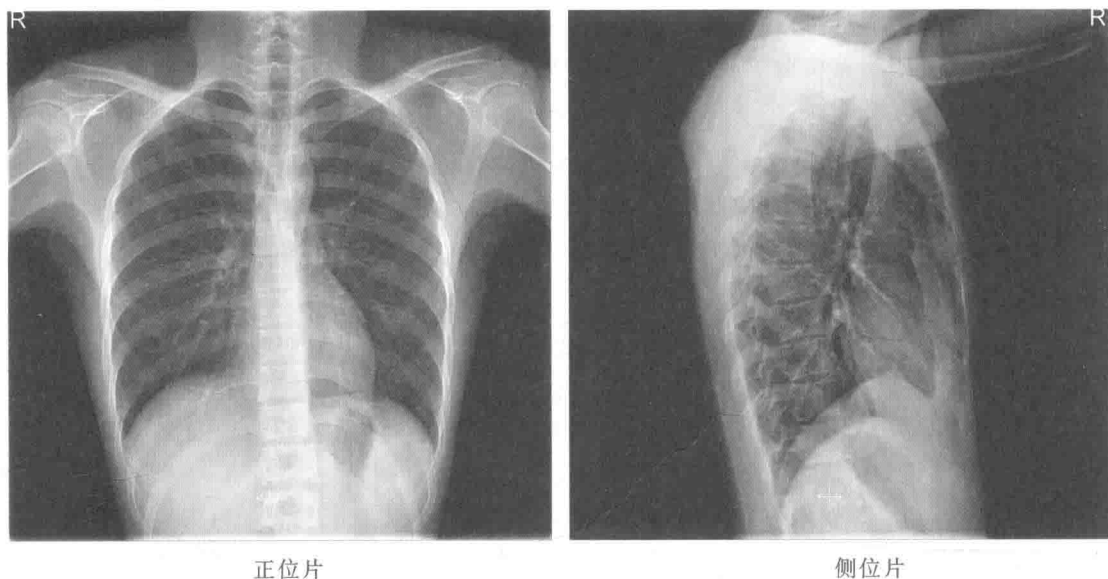


图1-1-1 正常胸部正位片及侧位片

随着计算机与微电子技术的发展,数字化技术、计算机网络和通信技术对X线成像设备产生了广泛而深远的影响。1981年日本富士公司推出了计算机X线摄影(computed radiograph, CR)。CR不以X线胶片作为记录和显示信息的载体,而是使用可记录并由激光读出X线影像信息的成像板(imaging plate, IP)作为载体,经X线曝光及信息读出处理,形成数字式平片影像,并于荧屏上显示出灰阶图像。CR已经是X线平片数字化比较成熟的技术。到1997年,又出现了数字X线摄影技术(digital radiography, DR)。DR是在X线

电视系统的基础上,利用计算机数字化处理,使模拟视频信号经过采样和模/数转换(analog to digit, A/D)后直接进入计算机形成数字化矩阵图像,不需要 CR 中的激光扫描和专用的读出设备。数字 X 线摄影包括硒鼓方式、直接数字 X 线摄影(direct digital radiography, DDR)和电耦合器件(charge coupled device, CCD)摄影机阵列方式等多种方式。

2. 特殊检查

(1)体层摄影(tomography) 是使某一选定层面上的组织结构影像显示清晰,同时使层面以外的其他组织影像模糊不清的检查技术,有利于显示病变的内部结构、边缘、确切部位和范围等。随着 CT(计算机断层扫描)的出现和重组技术的发展,体层摄影已经很少应用。

(2)高千伏摄影 是用 120kV 以上管电压产生穿透力很强的 X 线,获得在较小的密度值范围内显示层次丰富的光密度影像照片的一种检查方法。它可以缩短曝光时间,减少 X 线管负荷及患者接受的辐射剂量。

(3)软 X 线摄影 40kV 以下管电压产生的 X 线,能量低,穿透力较弱,故称“软 X 线”,通常由钼靶产生,常用于乳腺、阴茎、咽喉侧位等检查(图 1-1-2)。

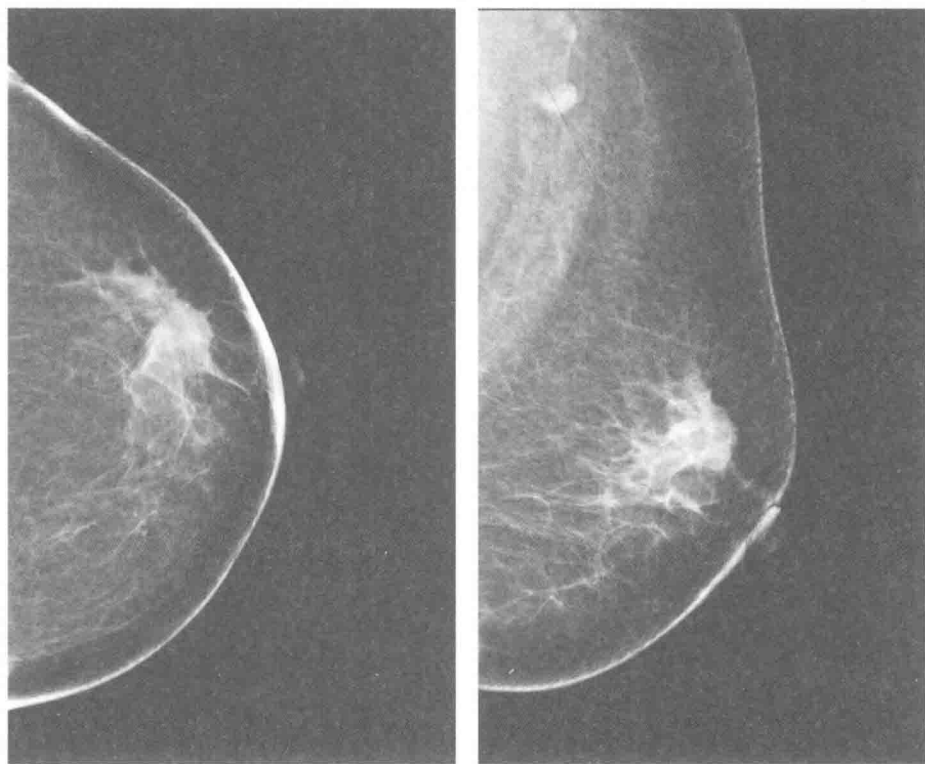


图 1-1-2 乳腺 X 线摄影显示左乳导管内浸润癌

3. 造影检查

普通 X 线检查依靠人体自身组织的天然对比形成影响,而在人体某些组织器官间缺乏自然对比,故不能在普通 X 线检查中分辨出来,可将密度高于或低于该结构或器官的物质引入器官内或其周围间隙,使之产生对比显影,称为造影检查(contrast examination),引入的

物质称为对比剂(contrast medium)。常见的造影检查有胃肠道造影、血管造影、瘘管造影、静脉尿路造影等(图 1-1-3,1-1-4)。

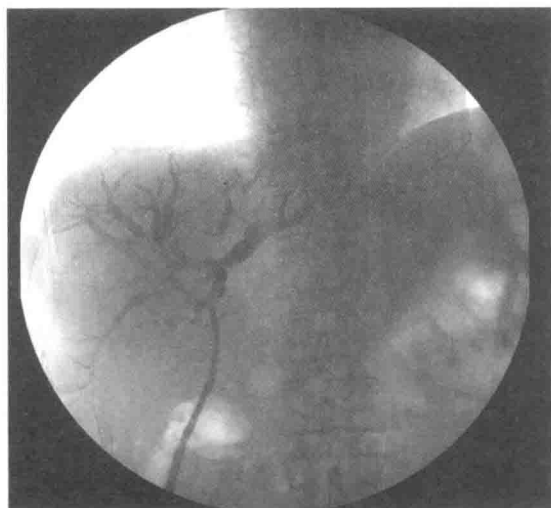


图 1-1-3 T 管造影显示 T 管引流术后肝内胆管部分扩张

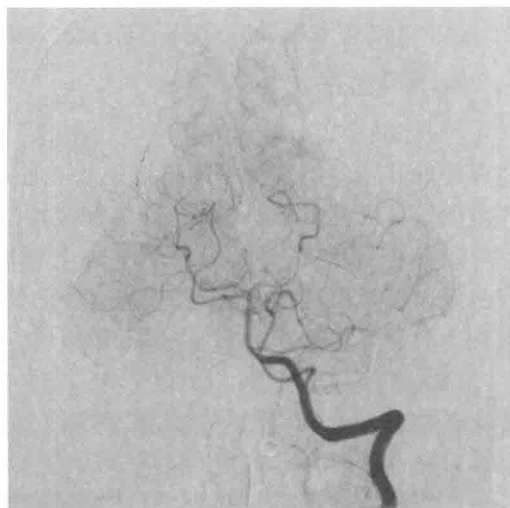


图 1-1-4 单侧椎动脉造影

(四)X 线检查中的防护

由于 X 线对机体的生物效应,在过量照射时,不可避免地会给人体带来辐射危害,因此必须重视 X 线防护,保护工作人员和患者的健康。放射防护的基本原则是放射实践的正当化,放射防护的最优化和个人剂量限制。此外,在实践过程中,技术上应遵从时间防护、距离防护和屏蔽防护的原则。

二、CT 原理简介及临床应用

CT(computed tomography,计算机断层扫描)是近代快速发展的计算机技术和 X 线检查技术相结合的产物。1971 年英国亨斯菲尔德(Hounsfield)研制成功第一台头部 CT 扫描机。1974 年,美国工程师 Ledcey 设计了全身 CT 扫描机;1975 年,第一台全身 CT 问世。目前,扫描机在设计和功能上有了很大的改进和发展,在临床上的应用也更加广泛。

(一)基本概念

1. 体素和像素

三维空间上被分割成的最小单位是体素(voxel),二维空间上的最小单位是像素(pixel)。CT 图像是人体某一部位有一定厚度的体层图像。我们将成像的体层分成按矩阵排列若干个小的基本单元,这些小单元即为体素,同样,一幅 CT 图像也是由若干个小的基本单元组成,这些小的单元即为像素。

2. CT 值

CT 值(CT value)是单位体积对 X 线的吸收系数,是表达组织密度的统一单位,单位为亨氏单位(Hounsfield unit, HU)。规定水的 CT 值为 0HU,CT 值最高的为骨皮质,为

1000HU,最低的为空气, -1000HU。人体的其他组织的 CT 值介于 -1000~+1000HU 的 2000 个分度之间。

3. 窗宽

窗宽(width)是指图像上包括 256 个灰阶的 CT 值范围。增加窗宽,图像层次增多,组织对比降低。

4. 窗位

窗位(window level)是图像显示过程中代表图像灰阶的中心位置,因此,观察某一组织的结构细节时,应该以该组织的 CT 值为中心进行观察,此中心即窗位。提高窗位,图像变黑;降低窗位,图像变白(图 1-1-5)。

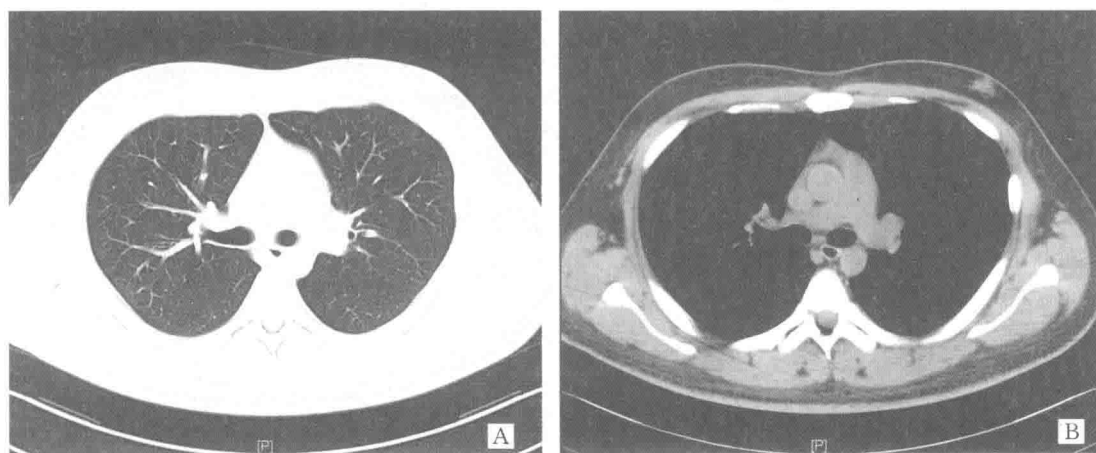


图 1-1-5 同一层面采用不同的窗宽和窗位显示,可分别观察肺组织和纵隔结构

图 A:窗位 -650HU,窗宽 1200HU;图 B:窗位 +35HU,窗宽 450HU

5. 部分容积效应

在同一扫描层面含有两种以上不同密度的物质时,其所测 CT 值是他们的平均值,因而不能如实反映其中任何一种物质的 CT 值,这种现象为部分容积效应(partial volume effect)。

6. 伪影

伪影(artifact)是指被扫描物体中并不存在而图像中却显示出来的各种不同类型的影像,主要包括运动伪影、金属伪影和机器故障伪影等。

7. 空间分辨率

空间分辨率(spatial resolution)是指分辨组织结构几何形态的能力。常用每厘米内的线对数或者用可辨别最小物体的直径(mm)来表示。CT 的空间分辨率不如普通 X 线。

8. 密度分辨率

密度分辨率(density resolution)是指分辨组织结构密度差别的能力。CT 的密度分辨率较普通 X 线高 10~20 倍。

9. 时间分辨率

时间分辨率(temporal resolution)是指扫描一周所需要的时间。时间分辨率越高,器官运动的影响就越小。

(二)CT 设备及分类

CT 装置主要由扫描机、检查床、高压发生器、计算机、阵列处理器和图像显示器等组成。CT 设备主要有以下几类。

1. 常规 CT

常规 CT 高压发生器置于机架外,通过电缆与 CT 机架内的球管相连。每次扫描,球管都有一个启动、加速、停止的过程,因此扫描速度受限,每次扫描需数秒至数分钟。

2. 螺旋 CT

螺旋 CT(spiral CT, SCT)是目前广泛应用的 CT,它与常规 CT 扫描不同,SCT 扫描时,患者躺在检查床上以匀速进入 CT 机架,同时 X 线球管连续旋转式曝光,这种螺旋扫描不再是对人体某一层面采集数据,而且围绕人体的一段体积螺旋式的采集数据,亦被称为容积 CT 扫描(volume CT scanning)。它不仅速度快,而且可以重组任意平面或方向的图像,如矢状位、冠状位等,得到真正的三维图像,从而大大提高了其诊断价值。根据 X 线球管的数量可分为单源螺旋 CT 和双源螺旋 CT;根据探测器的排数可分为单层螺旋 CT 和多层螺旋 CT,如 16 排螺旋 CT、64 排螺旋 CT 等。

3. 宝石能谱 CT 和双源 CT 的双能量成像技术

宝石能谱 CT(gemstone spectral CT, GSCT)在球管和探测器等方面进行了革新,采用高纯度和高通透度、性能稳定的宝石作为探测器材料,使得宝石能谱 CT 能够在更低的剂量下,获得更为清晰的图像质量,取得更好的空间分辨率和密度分辨率;同时,其独有的能谱栅成像技术,将 CT 诊断从形态学带入功能学领域,大大提高了诊断的准确性。

双源 CT 的双能量成像技术(dual source CT, DSCT)利用两个 X 线球管之间 X 线能量的不同来获得一组能量不同、解剖相同的图像,这种配对的双能量图像可以用于能量分析及能量减影。

4. 电子束 CT

电子束 CT(electronic beam CT, EBCT)与常规 CT 最大的不同是没有 X 线球管,是由电子枪发射电子束,将电子束打到靶环上产生 X 线。它的特点是扫描速度快,在心血管成像中有独到之处。但是由于价格昂贵,限制了它的使用。

(三)CT 检查技术

1. CT 平扫

CT 平扫(precontrast scan or non-contrast scan)指使用对比剂的扫描。

2. CT 增强扫描

CT 增强扫描(post contrast scan or contrast scan)是指血管内注射对比剂后的扫描。目的是提高病变组织同正常组织的密度差异,根据注射对比剂后扫描方法的不同,可分为常规增强扫描、动态增强扫描或多期增强扫描。

3. CT 血管造影

CT 血管造影(CT angiography, CTA)是指静脉注射对比剂后,在靶血管内对比剂浓度达到高峰的时间内,进行 SCT 扫描,经计算机重建靶血管数字化的立体影像(图 1-1-6)。



图 1-1-6 CTA 成像显示腹主动脉瘤

4. CT 灌注成像

CT 灌注成像(perfusion CT)主要反映组织微循环的血流灌注情况,是一种功能成像,主要用于脑梗死及缺血半暗带的判断,亦用于心、肝、肺、肾病变的诊断(图 1-1-7)。

5. CT 能谱成像

CT 能谱成像(gemstone spectral imaging, GSI)2009 年底开始应用于临床,CT 能谱成像不但能够获得基物质密度值及其分布图像,还能获得不同千电子伏(keV)水平的单能量图像。其临床应用研究主要是去除硬化伪影、优化图像质量和对比噪声比、物质定量分析和能谱综合分析。

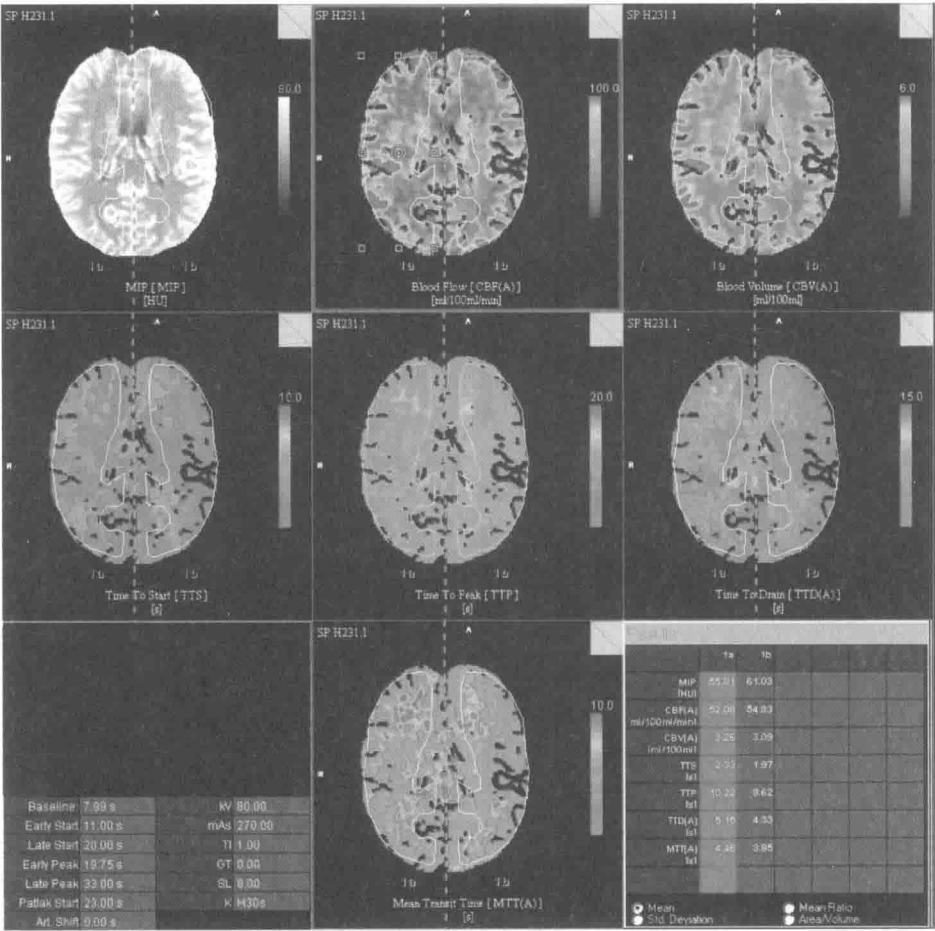


图 1-1-7 头部 CT 灌注成像,右侧颞叶灌注情况较左侧低

(四)CT 图像后处理

CT 图像后处理技术主要有多平面重组 (multi-planar reformation, MPR)、表面阴影显示法 (shaded surface display, SSD)、最大密度投影法 (maximum intensity projection, MIP)、容积再现三维成像 (volume rendering technique, VRT)、CT 仿真内镜 (CT virtual endoscopy, CTVE)。

MPR 是将一组横断面图像的数据通过后处理使体素重新排列,使其能够根据诊断的需要显示任意方向的二维断面图像。

SSD 可逼真地显示骨骼系统及增强血管的空间解剖结构,获得仿生学效果,可用于胸腹大血管及骨与关节的三维显示。

MIP 的成像原理是按操作者观察物体的方向做一投影线,以该投影线经过的最大密度体素值作为结果的像素值,投影图像的重组结果是低密度的组织结构都被去除。MIP 图像主要提供密度信息,能显示血管壁钙化和对比剂充盈的血管腔,但当钙化围绕血管壁一周时,常常会因为钙化的遮盖而影响血管腔的显示。

VRT 是将选取层面容积数据的所有体素加以利用,并通过计算机的重组直接投影以二

维图像的形式显示,能同时显示空间结构和密度信息,常用于血管成像,骨骼与关节以及尿路、支气管树等的三维显示。

CTVE 是利用计算机软件功能,将 CT 容积扫描的图像数据进行后处理,重建出空腔器官表现的立体图像,类似纤维内镜所见。

三、MRI 原理简介及临床应用

(一)MRI 原理

含有奇数质子或中子的原子核(以 ^1H 为代表)具有自旋性,在周围产生磁场,相当于一个小磁场。磁场用磁矩(m)来表示,磁矩是矢量,具有大小和方向。在平时状态,磁矩的取向是任意的,因而单位体积内生物组织宏观磁矩 $M=0$ 。如果将原子核置于一个外加的均匀磁场中(用矢量 B_0 表示),磁矩的取向不再是任意和无规律的,而是与主磁场的磁力线方向相同,构成宏观磁矩(又称宏观磁化矢量)。实际上,MRI(magnetic resonance imaging,磁共振成像)涉及和讨论的是宏观磁化矢量的变化规律。当施加射频脉冲时,处于主磁场中的质子获得能量,产生磁共振现象,质子群的宏观磁化矢量 M 不再与主磁场 B_0 平行, M 的方向将离开原来的平衡状态。当射频脉冲停止作用后,磁化向量并不是马上停止,而是逐渐恢复到平衡状态,我们把这一过程称为弛豫过程(relaxation),所用的时间称弛豫时间(relaxation time)。这是一个释放能量的过程,也是产生 MRI 信号的过程。采集这些信号以后,经过计算机的处理,获得 MRI 图像。

(二)磁共振技术简介

1. T_1 加权像

T_1 是指射频脉冲停止后,磁化矢量在纵轴方向(Z 轴)恢复到原来值的 63%所需要的时间。主要利用 T_1 的差别形成的图像称 T_1 加权像(T_1 weighted image, T_1 WI)。 T_1 短的组织,纵向弛豫恢复快、信号强,如脂肪(图 1-1-8)。

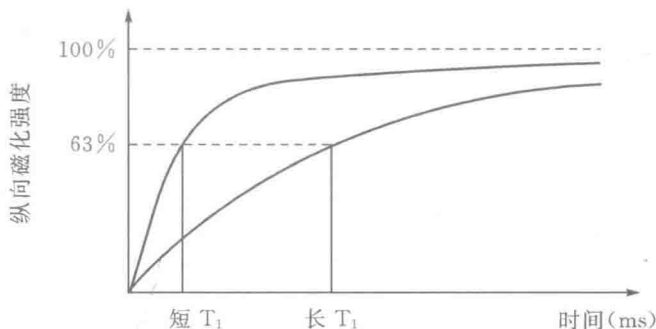


图 1-1-8 纵向弛豫, T_1 越短, 信号越强

2. T_2 加权像

T_2 是指射频脉冲停止后,磁化矢量在横轴方向(X 、 Y 轴)衰减到原来值得 37%所需要的时间。主要利用 T_2 的差别形成的图像称 T_2 加权像(T_2 weighted image, T_2 WI)。 T_2 长的组