



华夏英才基金学术文库

牛广明 苏秉亮 主编

临床比较影像学



科学出版社

www.sciencep.com



华夏英才基金学术文库

临床比较影像学

主 编 牛广明 苏秉亮
副主编 韩晓东 刘挨师 吴晓萍 高 阳

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书较详细地介绍了临床比较影像学各种成像技术、检查方法及各自的适用范围和优缺点,并结合图像分析了不同疾病的影像学表现,阐述了各系统中不同部位及疾病的首选检查方法及与其他方法的比较。全书分为10章,包括总论、颅脑、头颈部、呼吸系统、循环系统、消化系统、泌尿生殖系统和腹膜后间隙、骨与关节系统、脊柱和脊髓、乳腺等章节。全书共计150余万字,并配有线条图、表及照片1750余幅。

本书适合影像科医生及临床相关科室医生使用,亦可为进修医生、实习医生、临床研究生之参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

临床比较影像学 / 牛广明, 苏秉亮主编. —北京: 科学出版社, 2007

(华夏英才基金学术文库)

ISBN 978-7-03-019973-7

I. 临… II. ①牛…②苏… III. 影像诊断 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 142718 号

责任编辑: 农 芳 黄 敏 / 责任校对: 陈玉凤

责任印制: 刘士平 / 封面设计: 黄 超

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年9月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2007年9月第一次印刷 印张: 62 1/2 插页: 12

印数: 1—2 000 字数: 1 503 000

定价: 268.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(科印))

《临床比较影像学》编写委员会

主 编 牛广明 苏秉亮
副主 编 韩晓东 刘挨师 吴晓萍 高 阳
编 者 (按姓氏拼音排序)

陈 健	高 阳	哈 斯	韩晓东
贾广志	雷彩虹	李建明	李淑玲
刘挨师	牛德森	牛广明	诺 拉
蒲俊智	苏秉亮	特木勒	王大鹏
王锦山	王学静	王 颖	吴 琼
吴晓萍	杨 军	姚志清	尹 华
于静红	郁志龙	张晨武	张国荣
张雪峰	赵玉清		

序

科学技术日新月异的发展,极大地推动了医疗卫生事业的进步,特别是新的医疗仪器不断涌现,使医学影像学这门新兴学科得到了迅速的发展。其主要内容包括普通 X 线、CT、MRI、USG、ECT 等。它们不仅在疾病的诊断中起着越来越重要的作用,而且在疾病的治疗中也有着不可估量的前景。

但是,在这众多的影像检查中,每一种检查手段都有其各自的优势与不足,在不同疾病的诊断中发挥着不同的作用。不是哪一种检查都可以诊断所有的病,也不是诊断一种疾病需要做所有的检查。作为影像科医生、临床医生都必须明确这一点,掌握各种检查的适应证。既要及时准确地对疾病做出诊断,又要减少医疗资源的浪费,减轻病人的经济负担,避免不必要的重复检查,体现影像医学中的人文精神。

现在有些医生盲目给患者做检查,甚至有些病人也认为越大型的仪器、费用越贵的检查就越准确、越好。此书就是为了避免这种误解,叙述了各种疾病在不同检查中的特征性影像学表现,重点阐述了各种检查方法的优劣、比较及选择。这是一本很有实用价值的影像医学著作,我相信对影像科医生、临床各科医生及研究生等有关人员的学习将有很大的帮助和启示。我非常高兴看到此书面市,特作序予以推荐。



2007 年 3 月

前 言

随着科学技术的迅猛发展,各类新型医疗仪器不断面世,并很快应用于临床,使疾病的诊断发生了巨大变革。其中,医学影像学是医学领域内发展最为迅速的学科之一,主要内容包括普通 X 线,CT, MRI, USG, 发射体层成像(ECT)如 SPECT、PET,介入放射学等。越来越多的医学影像检查技术的应用,大大地提高了疾病的诊断率,从而在医生诊断病情中发挥着越来越重要的作用,彻底改变了医学影像学在临床医学中的地位,使之由辅助检查手段变为临床最主要的检查方法。介入放射学的广泛应用,不仅使许多疾病的诊断得以进一步明确,而且能对某些疾病通过介入治疗,微创甚至无创地达到良好的临床效果。

但是,在众多检查仪器面前,必须清醒地认识到,每一种成像仪器在疾病诊断中发挥的作用不同,都有其诊断限度,对某一种疾病而言,常用一种检查手段就可以明确诊断,但也可能用这种检查不能发现病变,而用其他方法则可明确诊断。有时需几种成像方法综合运用使疾病得以诊断。所以,根据病情选择适当的影像学检查方法,是保证影像学检查结果准确无误的最重要前提。影像学中有许多同像异病或同病异像表现,这就要求我们影像工作者及临床医师除了合理运用检查方法外,还需学习并积累影像学诊断经验,对各种影像学结论进行综合分析。

为此,我们组织了呼和浩特地区多年从事医学影像学方面的有关专家、学者编写了本书。各编委集多年临床及教学经验,参阅了国内外有关文献并结合目前工作实际,不但叙述了各种疾病在不同检查方法中的影像学表现,而且重点阐述了各检查方法的优劣、比较及选择,目的是能更加熟练合理地运用各种检查方法,并掌握各种影像学表现,使疾病尽早得以诊治,避免不必要、重复、过度的影像学检查。

本书的编写和出版,得到了华夏英才基金会及中共内蒙古党委统战部的大力支持,内蒙古医学院附属医院磁共振室张颖、郭冬玲提供了许多帮助,内蒙古医学院附属第二医院放射科李惠民副主任提供了部分骨与关节 X 线片,在此一并表示感谢!早在 1986 年,我的恩师张德勋教授面对方兴未艾、扑面而来的医学影像学大潮,在我临出国留学前曾对我说:“要认真学习 CT、超声、DSA、

MRI、核医学等新知识,并要比较各自的优缺点,积累经验,写本书”。故谨以此书纪念和献给我们的恩师张德勋教授!

本书适用于影像科医师、临床相关科室医师、研究生、实习医师等阅读。由于编者理论水平和临床经验有限,书中不足之处在所难免,真诚欢迎广大读者和同道不吝指教。

牛广明
2007年3月

目 录

第一章 总论	1
第一节 X线检查技术	1
第二节 计算机体层成像	5
第三节 MRI检查技术	9
第四节 超声诊断	22
第五节 核医学	33
第二章 颅脑	39
第一节 影像学检查方法	39
第二节 正常影像学表现	44
第三节 疾病影像学表现及比较	50
第三章 头颈部	197
第一节 眼和眼眶	197
第二节 鼻和鼻窦	229
第三节 咽部	247
第四节 喉部	255
第五节 耳部	261
第六节 口腔颌面部	268
第七节 颈部	284
第四章 呼吸系统	304
第一节 支气管、肺	304
第二节 纵隔	393
第三节 胸膜、胸壁和横膈	411
第五章 循环系统	436
第一节 影像学检查方法	436
第二节 正常影像学表现	446
第三节 疾病的影像学表现及比较	457
第六章 消化系统	559
第一节 肝脏	559
第二节 胆系	607
第三节 胰腺	630
第四节 脾脏	650

第五节 食管·····	665
第六节 胃与十二指肠·····	672
第七节 小肠·····	685
第八节 大肠·····	695
第九节 急腹症·····	707
第十节 腹膜腔·····	715
第七章 泌尿生殖系统和腹膜后间隙·····	726
第一节 泌尿系统·····	726
第二节 男性生殖器官·····	762
第三节 女性生殖器官·····	773
第四节 腹膜后间隙·····	791
第五节 肾上腺·····	808
第八章 骨与关节系统·····	823
第一节 影像学检查方法·····	823
第二节 正常影像学表现·····	825
第三节 疾病的影像学表现及比较·····	829
第九章 脊柱和脊髓·····	912
第一节 影像学检查方法·····	912
第二节 正常影像学表现·····	915
第三节 疾病的影像学表现及比较·····	919
第十章 乳腺·····	952
第一节 影像学检查方法·····	953
第二节 正常影像学表现·····	955
第三节 疾病的影像学表现及比较·····	958
英汉名词对照表·····	976
图版	

第一章 总 论

医学影像诊断技术目前主要包括 X 线成像、X 线计算机体层成像、磁共振成像、超声成像、核医学成像等。

1895 年,德国物理学家威·康·伦琴在研究阴极射线管时,发现了 X 线,第二年即用于人体检查及疾病诊断,从而奠定了现代 X 线诊断的基础,并由此而形成放射诊断学(diagnostic radiology)。近百年来,特别是 20 世纪 70 年代起,随着电子计算机及其他科学的不断发展,医学影像设备不断更新,新的成像技术和诊断与治疗手段不断出现,并越来越广泛地应用于临床,为保障人类健康发挥了越来越重要的作用。放射诊断学也逐步被医学影像学所取代。如何使各种影像检查方法有效地、合理地利用,进一步提高临床诊断的准确度、敏感度、特异度,避免重复、浪费甚至给病人造成不必要痛苦的检查,已经成为必须面对的问题。为此,比较影像学或比较影像诊断学(comparative diagnostic imageology)即应运而生。它是将传统的 X 线平片、造影检查及其他一些特殊检查和近几年发展起来的先进影像检查方法包括 CT、MRI、DSA、超声、核素显像(SPECT、PET)等影像检查方法进行比较,找出其各自的长处与不足,比较各种检查方法的适用范围及显示限度,分析和综合各种检查方法的影像表现,达到进一步合理地运用影像检查方法、正确诊断疾病的目的。

第一节 X 线检查技术

X 线检查技术是利用 X 线特性通过不同方法和手段显示人体正常组织器官和病变的形态及功能改变,为临床诊断治疗提供可靠的依据。可以说,X 线检查技术是影像技术学的基础之一,是做好影像诊断乃至临床诊断的重要保证。X 线检查技术也是一门实践性很强的学科,需遵照各种规则,严格按照操作规程实施,以获得最好的图像质量。

一、X 线机的基本结构及成像原理

临床诊断用 X 线机是由控制装置、高压发生器、X 线管球及其他外围或附属设备等按照要求组合而成的整体设备,常组合成透视 X 线机、摄影 X 线机及特殊检查用 X 线机。为了满足各种诊断目的的需要,越来越多的 X 线机配备了多种外围或附属设备,使 X 线机的功能有了进一步扩展。

X 线能使人体在荧光屏或胶片上形成影像,主要原因是由于 X 线具有穿透性、荧光作用和感光作用等特性,另外,也因为人体组织结构有密度的差别和厚度的不同,使 X 线透过人体不同组织结构时,被吸收的程度不同,这种不同的信息到达荧光屏或 X 线片上有差异,从而形成黑白对比不同的影像。

不同的人体组织结构,根据其密度高低和对 X 线吸收的不同可分为四类:①骨骼:其密度大,比重高,吸收的 X 线量多,透过的 X 线就少,X 线片上骨骼显示白色,称高密度影像。②软组织:包括体液等,彼此之间差别不大,X 线片上显示灰白色,称为中等密度影像。③脂肪:较一般软组织密度低,在良好的 X 线片上显灰黑色。④气体:它的密度最低,吸收 X 线最少,在 X 线片上呈黑色,称为低密度影像。

所以,X 线成像必须具备三个基本条件:①X 线应有一定的穿透力;②被穿透的组织结构必须存在密度和厚度的差别;③应有 X 线胶片、荧光屏等,才能将透过组织的 X 线经过显影处理过程显示在胶片上或在屏幕上出现黑白对比鲜明的 X 线影像。这种人体自身的差异称为自然对比。对于人体某些部位如腹部缺乏自然对比,可人为地引入一定量高密度或低密度物质进行检查的方法叫人工对比,即造影检查。引入的物质称为造影剂,现多称对比剂(contrast media)。使用对比剂显著地扩大了 X 线检查范围。

二、X 线的特性

X 线的特性与人体组织密度有关,因为 X 线能够穿透人体是由 X 线的特性所决定的。X 线是波长很短的肉眼看不见的电磁波,以光的速度沿直线前进。X 线与临床医学成像有关的特性有以下几点:

1. 穿透作用

X 线波长很短,具有很强的穿透力,能穿透一般可见光所不能穿透的许多不同密度的物质。应用于人体 X 线诊断的波长为 $0.08 \sim 0.31 \text{Å}$ (相当于 $40 \sim 150 \text{kV}$),X 线的穿透能力与波长、被照体的组织密度、厚度等有关,其对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 线可使荧光物质如铂氢化钡、钨酸钙等及某些稀土物质激发产生肉眼可见的荧光。

3. 感光作用

X 线和普通光线一样,可使感光材料如胶片感光经过显影和定影后,胶片上出现黑白不同的影像。

4. 电离作用

X 线通过任何物体被吸收时,都将产生电离现象,使物体的分子分解为正、负离子。测量电离的程度可以计算出 X 线的量,此为放射剂量学的基础。

5. 生物效应

机体经 X 线照射后,使组织细胞产生损害,表现为抑制,甚至坏死,称生物效应。这是放射治疗的基础,同时也是作为安全 X 线检查和治疗的防护依据。

三、X 线检查方法及适应证选择

X 线检查方法分为普通检查、特殊检查及造影检查三类。

1. 普通检查

普通检查包括透视和摄片检查。透视是将检查部位置于 X 线管与荧光屏之间进行检查,现在已基本被遥控电视 X 线机所取代。X 线通过受检部位,可从荧光屏或监视器上观察受检部位的影像。主要用于筛查胸部病变及个别部位的骨折,有时也用于透视下手法复位。腹部透视则主要用于观察膈下游离气体、梗阻以及致密异物等,消化道造影亦是在透视下完成。摄影(radiography)是临床上最常见的检查方法,适用于人体任何部位。

2. 特殊检查

特殊检查包括体层摄影及高千伏摄影(high kV radiography)、软 X 线摄影(soft ray radiography)等,前两种检查方法已经基本被 CT 所取代。

3. 造影检查

按照对比剂引入人体途径的不同可分为以下几种:

(1) 直接导入法 ①口服法如食管及胃肠道钡餐检查;②灌注法如钡灌肠检查、支气管造影等;③穿刺法如血管造影及关节造影等。

(2) 间接引入法(生理排泄法) 静脉注入或口服对比剂后,对比剂选择体内某一器官排泄,从而使该器官显影。常用的有静脉肾盂造影、口服钡餐小肠造影等。

对比剂分为两大类:一类是原子序数高,比重大的高密度物质,如钡剂和碘剂;另一类是原子序数低,比重小的低密度物质,如各种气体等。

四、数字 X 线摄影

影像的数字化是指医学影像以数字方式输出,利用计算机对影像数据进行存储、处理、传输和显示等。目前,在临床上使用的 X 线摄影数字化方式主要有以下几种。

1. 直接成像方式

以计算机 X 线摄影(computed radiography, CR)为代表。是将 X 线的影像信息记录在影像板(imageplate, IP)上,经读取装置读取,由计算机处理,经数/模转换后在荧屏上显示图像的一种技术。

CR 的特点:

- (1) 可产生数字化影像 X 线的影像信息可储存到各类储存媒介上,长期保存,实现无胶片化。引入数字化图像储存和传输工作站进行各种传输,可实现数据共享及远程放射学。
- (2) 高灵敏及高分辨率 具有采集极弱信号时不被噪声所掩盖及可观察到其他技术无

法看到的细节。

(3) 多种后处理功能 CR 图像可进行面积、密度、大小的测量、局部放大、对比度转换、减影等处理。可使组织结构、病变形态更易显示,大大地提高了诊断的准确率。

2. 直接数字 X 线成像

直接数字 X 线成像(direct digital radiography, DR)是指在未以计算机控制下,直接读取感应介质记录的 X 线影像信息,并以数字化图像方式重放和记录的技术。它是由电子暗盒、扫描控制器、系统控制器、影像监视器等组成。DR 系统的采样矩阵可达 4096×4096 像素,灰度分辨率可达 12 比特,采样速度可达 64 帧/秒。

DR 的特点:

1) 曝光宽容度大,DR 对 X 线敏感度高,硒物质直接转换对 X 线吸收率高于间接转换的 3~4 倍,动态范围广,曝光条件易掌握。

2) 较传统 X 线摄影,大大降低曝光剂量,减少废片、重摄、显定影等,从而减轻了 X 线技师的工作量,提高了工作效率。

3) 多种后处理功能,DR 图像可以行图像滤波、窗口调节、谐调、放大漫游、黑白转换、图像拼接、数字减影、图像的距离、面积和密度测量等。并可进行数字、图文储存和传输,进入 PACS 工作站。

五、数字减影血管造影

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)于 20 多年前问世,是将电子计算机与常规 X 线心血管造影相结合的一种新技术。是利用电子计算机处理数字化的影像信息,以消除骨骼和软组织阴影,使血管清晰显示的一种减影技术。目前已广泛应用于临床,具有重要的实用和诊断价值。

1. DSA 基本设备及成像原理

DSA 基本设备包括 X 线发生部分、图像检测器部分、计算机图像存储及处理部分、外部设备部分等。

数字减影的基本原理是利用影像增强器,将一幅图像不必要的部分消除掉,突出某些部分,如使充盈对比剂的血管显影更加清晰,并得到血管适时图像,基本步骤是造影前先摄一幅图像为模拟像,再摄一张血管内含对比剂的图像为潜影像,将潜影像和模拟像重合在一起相减,所得的图像就是减影像。

2. DSA 的检查方法

DSA 成像方式分静脉 DSA(又分外周静脉法和中心静脉法)和动脉 DSA(又分选择性动脉 DSA 和超选择性动脉 DSA)。动脉 DSA 血管显示清楚,对比剂用量较少,应用广泛。

(1) 静脉 DSA 将导管或穿刺针置于右心房或静脉内注入对比剂后进行减影处理。因对比剂用量大,血管的清晰度不高,目前已很少使用。

(2) 动脉 DSA 经皮如股动脉穿刺插管至感兴趣区或其附近,将对比剂直接注入。由于此法具有使用的对比剂浓度低、用量少、影像重叠少、图像清晰等优点,已成为 DSA 最常用的方法。

此外,临床还有数字电影减影、旋转式心血管造影、步进式血管造影等方法。

3. DSA 的临床应用

(1) DSA 的适应证 ①血管性病变:血管局限性或弥漫性狭窄、阻塞或闭塞、血管瘤、动静脉瘘、动静脉畸形、人造血管或冠状动脉搭桥血管再狭窄等。②出血性病变:支气管大咯血、消化道急慢性出血、外伤性血管及内脏器官出血、动静脉畸形血管破裂、自发性动脉瘤破裂等。③肿瘤性病变:肿瘤的诊断或鉴别诊断、恶性肿瘤的局部化疗或栓塞治疗、恶性肿瘤术前栓塞等。④血管的介入治疗:血管内支架植入术、溶栓术、血管成形术、出血动脉栓塞术等。⑤各种先心病及冠心病的诊断和治疗。⑥术后随访。

(2) DSA 的禁忌证 ①碘和麻醉剂过敏者;②严重心、肝、肾功能损害者;③急性炎症、高热者,急性传染病患者;④严重出血倾向及凝血功能障碍者。

(牛广明 王锦山)

第二节 计算机体层成像

计算机体层成像(computed tomography, CT)由 Hounsfield 1969 年设计成功并于 1972 年公布于世。CT 将电子计算机与 X 线摄影相结合,显示数字化的重建断层解剖图像,其密度分辨率明显高于 X 线图像,检查过程迅速而安全,从而大大地提高了病变的检出率和诊断的准确性。这种诊断价值高,无痛苦,无创伤的诊断方法,被公认为是继 1895 年伦琴发现 X 线以来放射学界又一突破。由于这一特殊贡献,使 Hounsfield 荣获 1979 年的医学生物学诺贝尔奖。

近 20 年来,CT 装置及使用已取得飞速发展,特别是螺旋 CT 和超高速 CT 的临床应用,诊断效果越来越好,临床应用越来越广泛。目前,CT 装置已基本普及到县级医院。

一、CT 的成像原理

CT 仍以 X 线作为投照源,利用探测器探测 X 线束穿透人体某一层面后的衰减系数,经计算机处理得出该层面的组织衰减系数的数字矩阵,再经数字/模拟转换,用黑白不同的灰阶等级在荧光屏上显示出来,即构成供诊断用的 CT 图像。

二、CT 的基本构造

1. CT 的基本设备

CT 自诞生至目前已发展到第五代,但普通 CT 的基本设备主要由扫描机架、计算机系

统及图像显示与存储系统组成。

(1) 扫描机架 扫描机架主要包括 X 线球管、准直器、探测器、数据采集系统等。①X 线球管目前已基本使用旋转阳极管,用于发射 X 线,冷却采用油冷却方式。②准直器:位于 X 线管前端,其主要作用是对 X 线束进行导向和整形,准直器的缝隙宽度决定扫描层厚的厚度,通常在 1~10mm 范围内调节。③探测器:是探测 X 线的辐射强度,可将射线能量转化为可记录电信号的装置。目前主要使用固体探测器。④模/数(A/D)转换器:是将探测器采集的模拟电信号转换为计算机所能识别的数字信号,供计算机重建图像。

(2) 计算机系统 CT 主要有两个计算机系统,一是主计算机,一是阵列处理器。主计算机控制整个系统的运行,包括控制扫描过程及机架、床的运行、数据的产生、收集以及各部件的信息交换。阵列处理器则负责图像重建。近年也有些 CT 图像的重建全部由主计算机处理。

(3) 图像的存储和记录部分 是将经计算机处理,重建的图像显示在屏幕上,并可用多幅或激光相机摄于胶片上,还可存储在 MOD、CD 等。

2. 螺旋 CT

螺旋 CT(spiral CT)是利用滑环技术,球管围绕病人做 360°圆周运动,且连续发射 X 线,同时检查床做同步匀速移动。这样采集的扫描数据分布在一个连续的螺旋形空间内,是三维信息,因而也称容积 CT 扫描(volume CT scanning)。

多层面螺旋 CT(multislice spiral)是在单层螺旋 CT 的基础上革新发展而来。它具有多排探测器和数据采集的多组输出通道,在一个采集周期可获得多幅图像。目前,多层螺旋 CT 已发展到 64 排,甚至开始研发 256 排探测器,可以说实现了真正意义上的容积扫描。

螺旋 CT 的优点:①扫描速度快,一次屏气可完成胸或腹部器官的扫描,并可在对比剂达到峰值时成像,节省对比剂用量。②提高病变检出率和 CT 测量值的准确性,并可以采取任何位置或任何方向重建。③多功能成像,可重建出高质量的三维图像和血管造影图像,在某些部位获得仿真内镜图像,具有 CT 透视功能、指导介入手术等。

三、CT 图像及基本概念

CT 图像是通过计算机计算出来的真正的断面图像,它显示的是人体某个断面的组织密度分布图,其图像以不同灰阶在显示屏上显示。CT 图像具有图像清晰,密度分辨高,无断面以外组织干扰等特点。

1. 矩阵和视野

按照横行纵裂排成的栅栏状矩形阵列称矩阵(matrix)。矩阵是由无数小立方体即像素构成。当图像面积为一固定值时,像素尺寸越小,数量越大,则图像越清晰,反之亦然,视野(field of view, FOV)指扫描视野,即扫描范围,通常以 cm×cm 来表示。

2. 体素和像素

CT 图像实际上是具有一定厚度的三维体层图像,体素(voxel)即为这一体层的最小单

元,像素(pixel)是显示图像的基本单元。体素是一个三维概念,像素是一个二维概念,像素是体素在成像时的表现。

3. 空间分辨率

空间分辨率(spatial resolution)又称高对比度分辨率,是指 CT 图像显示物体细节的能力。常用单位厘米内的线对数或用可辨别最小物体的直径(mm)来表示。

4. 密度分辨率

密度分辨率(density resolution)又称低对比分辨率,是指在低对比情况下分辨组织密度细小差别的能力。CT 的密度分辨率较普通 X 线高 10~20 倍。

5. CT 值

CT 值是人为制定的,X 线穿透人体的过程中,计算出每个单位容积的 X 线吸收系数(亦称衰减系数 μ 值),将 μ 值换算成 CT 值,CT 值以亨氏单位(hounsfield unit, Hu)来表示。CT 值的测量以水的吸收系数为 1.0,CT 值定为 0 Hu,上界为骨的 CT 值(1000 Hu),下界为空气的 CT 值(-1000 Hu)。

6. 窗宽与窗位

窗宽(window width)是指荧屏图像上 16 个灰阶包括的 CT 值范围,窗宽增大时,则 CT 值的范围增大,显示组织结构增多,各种组织之间的灰度差别则减少。如果窗宽窄,则显示的组织结构减少,各组织间灰度差别增大。

窗位(window level)又称窗中心(window center),是指观察某一组织结构细节时,一般以该组织的 CT 值作为窗位。在实际操作中需兼顾其他结构来调节窗位。

四、CT 检查方法

1. 平扫

平扫(plain CT scan)是不用注射对比剂,以组织、器官和病变密度的自然差别进行扫描的方法。一般多做横断面扫描,偶尔做冠状面扫描。层厚一般为 1~10mm。腹部扫描病人需口服对比剂,扫描时要求病人要制动。

2. 增强扫描

增强扫描(contrast enhancement scan)指血管内注入对比剂后进行的扫描。目的是使正常组织和病变间的密度差别增大,以显示平扫未能显示或显示不清的病变,通过病变有无强化或强化的形态等,做病变定性诊断。其中动态增强扫描(dynamic contrast scan)为增强扫描常用方式。动态增强扫描是注射对比剂后,利用软件功能,使整个扫描过程连续快速进行,然后,再进行重建和显示图像。有两种扫描方式:进床式动态扫描和同层动态扫描。

3. 特殊扫描

(1) 薄层扫描(thin slice scan) 指扫描层厚 $\leq 5\text{mm}$ 的扫描,目前层厚多选 $1\sim 2\text{mm}$ 。薄层扫描可以减少部分容积效应,真实反映病灶及组织器官内部的结构。多用于小器官或小的病变,如对肺部小球形病灶的观察多用薄层扫描。

(2) 重叠扫描(overlap scan) 扫描床移动的距离小于层厚,如层厚为 5mm ,层距为 3mm 。重叠扫描能减少部分容积效应,提高小病灶的检查率。

(3) 靶扫描(target scan) 指对兴趣区进行局部放大后扫描。靶扫描明显增加了单位面积内像素数目,提高了空间分辨率。靶扫描主要用于小器官和小病灶的检查,如内耳、脊柱、肾上腺等。

(4) 高分辨率 CT 扫描(high resolution CT, HRCT) 具有很高的空间分辨率,主要用于显示小病灶以及病灶的细微变化。作为肺部常规 CT 扫描的一种补充,临床主要用于肺部弥漫性间质性病变以及结节病变的检查。骨算法重建主要用于颞骨 CT 扫描,以显示内耳、中耳听小骨等细微骨结构。

4. 重建技术

将螺旋 CT 获得的薄层轴位图像在特定工作站上利用三维重建软件完成图像的后处理,重建出直观的立体图像。目前常用的 CT 图像后处理重建技术包括:多平面重建(multiplanar reconstructions, MPR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、容积再现(volume render, VR)、表面遮盖显示(surface shaded display, SSD)和 CT 仿真内镜(CT virtual endoscopy, CTVE)成像技术等。

(1) 多平面重建(multiplanar reconstructins, MPR) 是将扫描范围内所有的轴位图像叠加起来,再对某些标线指定的组织进行冠状位、矢状位、斜位及曲面的切层及图像重组。其成像快,操作方便,已在临床上广泛使用。

(2) 最大密度投影(maximum intensity projection, MIP) 由每条射线上密度最大的像素重建而成。它能反映组织的实际 CT 值,细节较精细,可显示狭窄的位置、范围、程度,且容易与钙化、对比剂区别。但立体感较差,有效像素利用率低。

(3) 容积再现(volume render, VR) 根据各种成分的比例进行像素的分类并以不同的灰度和色彩显示,使容积显示范围内所有有效像素得以利用。图像精细逼真,立体感强,但人工处理花费时间长(彩图 1A~D)。

(4) 表面遮盖显示(surface shaded display, SSD) 通过设定阈值产生表面影像,显示血管相互重叠和扭曲区域复杂的解剖关系,立体感强。但图像质量与阈值设定有关,人为因素影响大,强化较差的小血管不能显示,且重建图像不能保留 CT 值信息,阈值范围内结构没有层次和对比度,血管壁的钙化可被误认为通畅的血管而低估狭窄程度。此技术主要用于骨骼、空腔结构,如支气管、血管、耳蜗等(彩图 2)。

(5) CT 仿真内镜(CT virtual endoscopy, CTVE) 是螺旋 CT 容积扫描和计算机仿真技术相结合的产物。这是利用计算机软件功能将 CT 容积扫描获得的图像进行后处理,重建出空腔器官内表现立体图像,再加上伪彩色,得到类似纤维内镜所见图像。目前主要用