

临床医学影像诊断

主编 王超 秦永春 夏国亮 尹相媛



科学出版社

临床医学影像诊断

主 编 王 超 秦永春 夏国亮 尹相媛

副主编 刘光震 唐晓燕 丁元美 于艳丽

肖 荣

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁元美 于艳丽 王 超 尹相媛

延 宏 刘光震 李建龙 肖 荣

单裕清 赵 娜 秦永春 夏国亮

唐晓燕 梁 晓



科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

本书以各种疾病的病理和病理解剖学为主要骨架,就呼吸系统、循环系统、消化系统等常见病、多发病的影像学内容展开论述,集检查方法与诊断技术为一体,重点剖析了医学影像学的表现特征。此外,书中阐述的疾病分析方法和穿插的影像学图像,可以帮助读者快速建立正确的读片方法和分析思路。

本书适合影像科医师使用。

图书在版编目(CIP)数据

临床医学影像诊断 / 王超等主编. —北京:科学出版社,2018.11

ISBN 978-7-03-059608-6

I. ①临… II. ①王… III. ①影象诊断-教材 IV. ①R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第258945号

责任编辑:胡治国 朱 华 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:张欣秀 / 封面设计:陈 敬

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>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年11月第一次印刷 印张:15

字数:386 000

定价:128.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

近年来,由于计算机等工程技术和自然科学理论的渗透及技术交叉,促使医学影像学这一新兴学科得以飞速发展,新技术、新设备的不断涌现,使得医学影像学在临床应用中总结了大量丰富的诊疗经验。但由于各种涉及医学影像学的书籍专业性强弱不一,内容深浅不同,各有侧重,踏入茫茫书海,既要掌握常规的X线表现,又要牢记CT、B超和MRI的各种影像表现特点,使初学者难以抉择。为了便于年轻的临床医师灵活掌握并指导临床实践,作者特组织编写了本书。

全书以各种疾病的病理和病理解剖学为主要骨架,就呼吸系统、循环系统、消化系统等常见病、多发病的影像学内容展开论述,集检查方法与诊断技术为一体,重点剖析了医学影像学的表现特征。此外,书中阐述的疾病分析方法和穿插的影像学图像,可以帮助读者快速建立正确的读片方法和分析思路。希望本书的出版,可以对临床医师的实践工作有所帮助。

尽管在本书的编撰过程中,作者做出了巨大的努力,对稿件进行了多次认真的修改,但由于编写经验有限,书中若有不足之处,还望广大读者提出宝贵的修改意见,以期再版时修订完善!

编 者

2018年5月

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 医学影像检查方法	(5)
第一节 X 线检查	(5)
第二节 X 线血管造影和数字减影血管造影	(8)
第三节 计算机 X 线摄影	(9)
第四节 数字化 X 线直接摄影	(11)
第五节 电子计算机断层摄影	(13)
第六节 磁共振成像	(17)
第七节 核医学和放射性核素成像	(25)
第三章 医学影像信息学	(28)
第一节 医学影像学信息	(28)
第二节 医学影像学信息检索	(36)
第四章 呼吸系统影像	(53)
第一节 影像解剖	(53)
第二节 获得性免疫缺陷综合征	(58)
第三节 气管、支气管疾病	(61)
第四节 肺部肿瘤	(81)
第五节 肺部肿瘤 CT 诊断	(100)
第六节 肺结核	(113)
第五章 循环系统影像	(126)
第一节 心脏成像技术	(126)
第二节 正常影像解剖	(132)
第三节 先天性心脏病	(139)
第四节 先天性心脏病 CT 诊断	(157)
第五节 获得性心脏病	(163)
第六节 心包疾病	(168)
第七节 心包疾病 CT 诊断	(173)
第六章 消化系统影像	(175)
第一节 检查方法	(175)
第二节 胃肠道造影的正常影像和异常表现	(181)
第三节 肝、胆、胰、脾的正常影像和异常表现	(187)

第四节 食管疾病	(196)
第五节 胃肠疾病	(200)
第六节 肝脏疾病	(217)
第七节 胆道疾病	(226)
参考文献	(234)

第一章 概述

一、医学影像学的发展

1895年11月,德国物理学家威廉·康拉德·伦琴在他的原子物理研究中,发现原子核在受到另一个原子或电子的高速撞击后,能发射出一种光,这种光虽然肉眼看不见,但能使胶片感光,并能穿透一些非金属物体。当时对这种光的性质无人知晓,就暂时称其为X线。后来,许多的科学家用大量的实验证实了X线的存在,并且对其特性、频率范围、产生条件有了明确的科学结论,为人类利用X线提供了科学依据,人们为了纪念伦琴首先发现这种新的射线,将X线称为伦琴射线。

从1895年发明X线至今已有116年的历史,X线透视和摄片为人类的健康做出了巨大的贡献。随着X线发生装置和摄片机的研制成功,X线摄影技术被逐渐推广应用于全身骨骼、胸部等检查,使医师在透视屏上见到了跳动的心脏形态和活体内的病变形态,在第一次、第二次世界大战中的伤员救治和肺炎、肺肿瘤诊治中,X线机成为医师的得力助手,为抢救成千上万的生命发挥了巨大的作用。在实际工作中,技术人员不断改进X线装置以适应各种临床需求,放大摄影在显示小关节和骨骼的细微骨质破坏方面有独特的价值;记波摄影可以记录心脏收缩的搏动幅度,可以评价心脏的搏动功能,具有实用效果;高千伏摄影和分层摄影对显示支气管病变的作用至今仍被广大医师所认可;还有钼靶乳腺摄影在乳腺检查中具有决定性的作用,临床应用非常广泛。

但是,X线检查诊断疾病的基础是人体内许多组织存在着自然的密度差别,对身体中一些密度对比较差的组织,常难以显示病变的存在,如胃肠道、血管、胆道、尿路、窦道、瘘管等。因此,人们发明了X线造影技术,采用口服、静脉注射、灌肠、直接穿刺注入等各种方法,将对比剂引入人体内,显示组织脏器中内在的或潜在的间隙,显示其形态,从而达到诊断疾病的目的。X线造影检查大大拓宽了X线检查的应用范围,无论何处,只要有间隙存在,就可引入对比剂进行造影。如胃肠道发生肿瘤,普通摄片因为肿瘤和胃肠道之间缺乏密度差别而无法显示,通过服用对比剂,使胃肠道表面均匀涂布一层对比剂,就可清晰显示胃肠肿瘤表面的不规则隆起或凹陷改变,达到直观地诊断疾病的效果。目前,由于许多无副作用对比剂的研制成功,使各种造影技术得以在临床推广使用,食管造影、上消化道钡餐造影(GI)、气钡结肠双重造影可以很好地显示胃肠形态结构,静脉肾盂造影(IVP)、子宫输卵管碘油造影也是常用的造影方法,心血管造影也正快速地成为常规检查,由于技术的娴熟掌握和安全型非离子型对比剂的应用,造影检查的风险或副作用已大大降低。

而今,由于计算机技术、电子工程技术等快速发展及其与医学的密切结合,X线在医学上的应用日趋成熟,检查方法不断更新,检查疾病的范围不断扩大。20世纪70年代后,由于计算机技术的出现和快速发展,诞生了计算机断层摄影(CT),使X线摄影的平面重叠影像发生了彻底的改变,实现了分层无重叠的断面成像,当今的螺旋CT或多层螺旋CT已经实现数秒钟内完成全部扫描的快速成像,特别是64层螺旋CT的广泛推广使用,以及最新的256层、320层CT推出,使心脏大血管的无创伤性成像成为现实。分子影像学技术不断完善,正在逐渐走向临床实用的阶段。计算机图像处理技术已经能使图像立体三维重建和

四维显示,提高了影像技术对疾病诊断的能力。特别是在近 20 年来,影像医学在临床工作中的作用日益扩大,放射学检查已经从最初的透视间、X 线室,发展成为医学影像综合学科,在医院的医疗业务、设备投资、科研产出等各方面具有举足轻重的地位。医学影像学的范围包括了 X 线诊断、CT 诊断、磁共振成像(MRI)诊断、数字减影血管造影(DSA)诊断、超声成像、核医学成像、介入诊断和治疗学等众多内容。相信今后医师利用影像学技术进行各种诊疗的要求仍将不断增加,将不断推动影像医学学科快速发展。

二、医学影像学的现状

当代的医学影像学,已从单纯利用 X 线成像向无 X 线辐射的 MRI 和超声成像发展,核素成像则利用了同位素的 γ 射线,成像的手段逐渐多元化。由于诊断方法的不断丰富,使疾病早期、快速、全面诊断和评价成为现实。获得的影像也从平面投影到分层立体显示,如 CT、MRI 及超声切面成像均为断层图像,可以克服从前普通 X 线投照的脏器影像互相重叠的缺点。如今计算机图像综合处理技术的飞速发展,获得影像资料的速度不断加快,图像的数字化存储、传输和显示器显示有逐步代替胶片的趋势,实时的计算机图像重建和 CAD 软件应用、影像资料存储和传输系统(PACS)的迅速发展使放射科可以脱离胶片作为影像载体的束缚,同时使临床医师能够快速调阅电子化数字影像并获得放射科医师的诊断和分析,目前发展最迅速的 MRI 和 PET/CT 技术将单纯显示形态学的传统影像诊断带入到形态、功能和代谢等综合诊断的新阶段。介入治疗的简便、微创、高效正日益受到重视,使影像医学从单纯诊断向诊断和治疗共存的临床综合学科发展,影像医学符合当代医学发展的前进方向,正进入一个史无前例的大发展阶段。

医学影像学的发展,与临床各学科互相促进,相得益彰,我国在 20 世纪 80 年代后大量引进 CT、MRI、DSA、ECT、PET/CT、DR、彩色多普勒超声等先进设备,使医学影像学在经济快速发展的基础上日益发展和壮大,目前在设备性能上已经拥有许多当今世界先进的功能,但是,我国医学影像学现阶段的总体水平仍与国际水平有较大差距,值得我们从业者不断努力。主要表现如下。

(1) 我国医学影像学的体制仍以条块分割状态为主。由于医院领导对影像医学的认知程度存在差异,影像设备被分开独立运作的状态随处可见,如 B 超室、CT 室、MRI 室等的独立行政管理模式,而没有如同国外以神经影像、胸部影像、腹部影像等亚专业来分组,我国影像医学各分支学科的从业人员培养体制,存在知识面狭窄、学术交流缺乏的不足,工作人员难以从影像医学的大范围得到锻炼和业务提高,知识面狭窄、合作科研少,影响了我国医学影像学的整体快速发展。

(2) 我国的自主创新和科研突破明显不足。一方面,我国现今使用的影像医学大型设备绝大多数是进口的,这方面的工程技术水平与先进发达国家差距很大;另一方面,我国的影像医学基础研究和实验研究水平较低,经费投入较少,人才匮乏。虽然我国人口众多,设备使用率很高,客观上导致临床经验积累丰富,但仍然在临床研究和资料系统总结方面存在差距,这里有人力投入不足的因素,也有管理体制方面的不足,赶超国际水平尚有较大距离,目前许多研究都是沿用或参考国外已经报道的方法或技术来重复进行的,对推动学科创新和发展价值有限。

(3) 影像医学整体上仍停留在大体形态学的粗浅阶段。X 线摄影和 CT、MRI 形态学诊断是临床工作的绝大部分,灌注成像、功能磁共振、MR 波谱分析、超声增强等仍然没有达到临床普及使用的阶段。

(4)介入放射学蓬勃发展与规范化水平存在差距。介入放射学作为新兴的诊断和治疗学科,受到医学界的普遍关注,新技术不断涌现。但是,目前的介入放射学参与人员纷杂,专业人员的培养缺乏规范,各种操作技术在具体应用中因操作人员的理解和技能水平不同而差异较大,导致疗效不一,众说纷纭。

(5)医学影像学的高要求和人员素质不高之间存在矛盾。影像医学从X线诊断发展而来,一直处于医院中的辅助科室地位,优秀的大学毕业生不愿参与到医学影像学的实践中来,虽然近几年不断有博士、硕士参与具体工作,但是许多二级、一级医院的放射科仍然医、技不分,许多医院中的放射科医师仍然不到内、外、妇、儿各科轮转学习,甚至影像医学内各专业分支学科(如超声、核医学)之间也不轮转,素质水平难以一概而论。目前在临床上工作的放射科医师,学历背景复杂,影像专业硕士或博士、临床医学专业本科、影像医学专业本科、卫生学校大专学历毕业生都有,我国的放射科医师培养体制与国外存在较大差距,客观上导致人员素质混杂,有些人员难以胜任日益复杂化的临床医疗和科研工作。

(6)临床医师对各种影像诊断新技术了解不够、应用不够。由于我国缺乏培养临床专科医师的规范化体制,没有全国统一的标准化培养制度和考核制度,全国各地的临床医师水平相差悬殊,对影像医学的认识和影像新技术的运用各执己见,造成误解、误用、误诊不断,影响临床综合医疗水平的提高。

三、医学影像学的未来发展

虽然我国的影像学水平与国外相比存在一定的差距,但是,从影像医学整体的国际水平来看,医学影像学的大发展时代已经展现在我们面前,未来充满机遇和挑战,生命科学和计算机、工程机械等学科的发展都将对影像医学的发展产生影响。

(1)医学影像学科向综合性学科的融合方向发展和在具体课题中的独立深入研究将互相促进及推动学科全面发展。由于学科间边缘热点问题的合作研究需要,疾病病理变化的规律性特点使不同影像学方法共同显示病变的要求加强,将改变现阶段的医学影像学运行模式,在影像科各种检查设备大统一的“大影像”体制下,影像科医师的培养将实施各亚专业全面轮转、综合培养的专科医师培养体制,而高年资的亚专业放射科医师,将实行更加专业的分工,更多的医师将以人体功能系统或某一类疾病作为工作对象来深入分析病情,更多地向临床需求靠拢。由于检查的快速实现和健康水平的提高,病人一次完成全身扫描的检查不再遥远,因此在临床工作中将需要影像学范畴内的“全科医师”出现。

(2)随着生命科学的发展,分子生物学、生物和基因工程等将进一步深入揭示生物体内微观世界的发展规律,形成生物医学成像的新领域,影响医学影像学基础研究的方向,疾病的生理、功能、代谢等都将成为医学影像学的显示目标。同时,人类基因研究的成果被应用于影像诊断和治疗中的灿烂前景即将实现。

(3)伴随医学生物工程、计算机、微电子、特殊材料、信息科学等快速发展,新一代的影像设备和介入诊疗器械将更多地应用于临床,多排螺旋CT最终将被平板CT(flat CT)代替,最新的320层容积扫描CT使人体的心脏跳动、呼吸运动等生理活动产生的脏器位移影响消失。CT与PET融合显示病变的解剖和功能变化已经成为现实,MRI与PET、CT与DSA也将融为一体,MRI将出现心脏、小儿、四肢等专用机型,对多种原子的MRI和对多种化合物的含量成像都将实现。

(4)随着信息科学的发展,影像资料的数字化、PACS的在线即时调用、远程影像学的成

熟发展、智能化电脑诊断系统的使用等,都将改变影像医学工作者的工作方式和知识结构,网络和计算机显示屏将代替传统的胶片及纸张,专业工作站上实时的影像合成和重建、重组显示将成为诊断的主要方法,光盘作为载体成为现实。

(5)随着经济的发展和生活水平的提高,促使微创或无创伤的医学诊疗新方法快速发展,影像诊断新技术和介入放射学的发展将使许多传统的创伤性、侵入性诊疗项目淡出临床,促进医疗工作的各种诊疗手段更符合病人生理、心理需求和社会综合状况。

以上这些发展都将改变医学影像学的科学研究和诊疗实践方式,促进医学影像学管理体制和运行方式的改革。只有加速人才培养、适应现代医学影像学的发展潮流,才能有所作为,有所收获。

四、正确应用影像诊断的各种方法

由于医工结合的特点,影像医学是医学领域中发展最迅速的学科之一,检查方法繁多,各种检查方法本身也在不断改进和发展,但各种检查方法都有自身的特点,对每种具体疾病的诊断敏感性、特异性各不相同。对于急诊病人,时间就是生命。因此,如何正确选择影像诊断技术,既要做到尽可能早期诊断而不耽误病人的宝贵时间,又要考虑尽量降低人力、物力的消耗量,减轻病人的损伤和痛苦,这是一个非常现实的大课题,需要临床急诊科医师和放射科医师对影像医学各种方法的详细了解及有效配合,也有可能进行必要的协商,具体应注意以下几个方面。

(1)要充分考虑急诊病人的病情,以抢救病人作为第一需要。所有检查必须在生命体征稳定后才能进行,应避免等待检查或过分强调检查质量而耽误宝贵的抢救时间。如病人为小儿或颅脑外伤后烦躁不合作者则不宜做 MRI 等要求很好配合的检查方法。某些检查对急诊病人来说可导致病情加重,如空腔脏器急性炎症或出血时应避免该脏器的腔内造影检查或穿刺操作,颅底或脊柱骨折时应避免多体位摄片。

(2)要选择对某一疾病具有很高的诊断敏感性和特异性的方法。因急诊病人时间有限,要打破常规检查步骤的束缚,及早建立诊断,如颅脑外伤病人,可先做 CT,需要时再摄 X 线平片,胆囊炎胆石症者宜首先选择 B 超检查,急性心肌梗死时做冠状动脉血管造影既可快速有效诊断,又可同时进行必要的介入治疗,所以,临床医师必须熟悉各种检查手段的特点,少走弯路、节约时间就是给病人多一点挽救生命及治愈的机会。

(3)要合理评估各种检查结果的的实际价值。每一种检查方法都有其诊断疾病的特殊之处,也就是可能对某些疾病的特异性和敏感性特别高,而对另一些疾病的诊断价值有限,甚至没有帮助,临床医师面对某一病人的各种检查结果要进行合理的评价和分析,如 CT 是较高级和精密的诊断方法,对肝癌或其他占位的诊断价值很高,但对肝炎病人其检查结果正常并不代表肝脏一切正常,正确认识各种检查方法的特异性、敏感性、阳性预测值和阴性预测值才能正确选择合理有效的检查方法,事半功倍。

(4)各种检查方法的合理应用尚需考虑其无损伤性、简便实用性和快速有效性,一般应选择节省时间、方便、经济、无射线及无痛苦或损伤的检查方法,以最快捷、最经济、最简单的方法解决问题。

因此可以看出,影像医学的发展虽为急诊病人提供了早期及时准确诊断的可能性,但同时也向放射科及临床各科医师提出了合理应用的要求,知识更新迫在眉睫,只有充分掌握影像医学知识,才能发挥其最大效用,这也是每一位放射科医师肩负的职业责任。

第二章 医学影像检查方法

第一节 X 线检查

X 线检查是影像诊断学中最传统、最普及和最重要的方法,自从 1895 年德国物理学家伦琴发现 X 线以来,随着对 X 线特性的深入认识和 X 线机的改进,在临床各种疾病的诊断中的作用越来越大,特别在骨骼系统、呼吸系统、消化系统疾病的诊断中占有不可或缺的地位,普通 X 线机操作简便、维护容易,在我国广大基层医疗单位已普遍拥有,而且 CT 和 DSA 等新技术也离不开 X 线的基础,目前在临床上逐渐推广的 CR、DR 等数字化摄影装置也是 X 线成像计算机化的新发展。因此,我们应对 X 线检查予以应有的重视。

一、X 线的产生

X 线是一种波长很短的电磁波,以光速直线行进,波长介于 γ 射线与紫外线之间,范围为 0.000 6~50nm,肉眼不能感知。它可由高速运动的电子群(束)突然受阻,电子束撞击钨靶或钼(铑)靶,发生能量转换而产生。目前的 X 线机的 X 线管就是按以上原理设计的,用灯丝在阴极产生电子群,在 X 线管两极加以 40~150kV 的高电压,可使电子群高速运动并撞击阳极,钨靶或钼靶接受电子群的撞击后,其中能量的 99.8% 转化为热量,仅有 0.2% 转化为 X 线。我们现用的 X 线机主要由三部分组成,即 X 线管、变压器和控制装置。变压器为 X 线管两极间提供高电压,并为灯丝提供产生电子群的低电压,控制装置则控制变压器工作状态和机械传动装置的工作,一般 X 线机上调节电流量将影响 X 线产生的数量,而电压的增加将使产生的 X 线具有更短的波长和更强的穿透性。

二、X 线的特性

1. 穿透性 X 线对物质具有很强的穿透力,穿透后未被吸收的 X 线仍按直线行进。X 线的穿透力与其波长及穿透物的密度和厚度有关。X 线球管的电压越高、波长越短,穿透力越强。被穿透物的密度越低、厚度越薄则 X 线穿过的越多;反之则越少。人体各脏器密度及厚度不同,X 线穿透后吸收值各异,这是 X 线成像的基础。

2. 荧光效应 X 线能激发荧光物质如铂氰化钡、钨酸钙、硫化锌镉等,使其产生肉眼可见的荧光。其原理就是,X 线作用于荧光物质,使波长短的 X 线转换成波长较长的可见荧光。这个特性是进行 X 线透视检查和摄片暗盒中增感屏应用的基础。

3. 感光效应 X 线能使摄影胶片“感光”。经 X 线照射后的区域,胶片中溴化银分解释放出银离子,形成潜影,经过显影和定影冲洗处理后,银离子还原成金属银的微粒在胶片上形成黑色。X 线照射微弱或未经 X 线照射部分,其溴化银在定影及冲洗作用下部分或全部溶解掉,胶片呈半透明状或透明状。X 线穿透的程度反映人体各组织的密度、厚度不同,依金属银沉淀的多少而构成一幅反映人体组织密度、厚度不同的亮暗灰阶影像,这是 X 线摄影检查的基础。

4. 电离效应 X线穿透任何物质时,都会产生电离作用,使组成物质的分子分解成正、负离子。电离的程度与X线量成正比。X线穿过人体组织细胞,将产生电离作用,使人体组织细胞和体液中的分子产生物理及生物化学的改变,使细胞生长有障碍或受到破坏,即为生物效应,它是放射防护和放射治疗的基础。

三、X线成像的基本原理

X线影像的形成,必须具备3个基本条件:①X线必须具有足够的穿透力,能穿透被照射的组织结构。②被穿透的组织结构,必须存在着密度和厚度的差异。③穿过组织密度或厚度有差异的剩余X线,能够被感光材料感知和转化为影像,经过胶片冲洗或显像屏显示出具有良好对比度的X线灰阶影像。

人体的各种组织构成,有一定的密度差异,X线通过人体后形成的影像也就存在黑白明暗的不同,这种自然存在的差异称为自然对比。根据密度不同,人体组织可概括为4类:属于高密度的骨骼、牙齿等,含钙质丰富;中等密度为构成人体结构的大部分软组织和体液;低密度有脂肪组织;最低密度为气体,吸收X线最少。人体的胸部和骨骼系统具有良好的自然密度差异,因此X线检查应用最多。

四、X线检查方法

1. 透视 X线通过人体到达荧光屏后可直接产生亮度不同的影像,即为X线透视,是X线检查中最基本、最方便且使用最广泛的一种基础方法。透视不但能够观察器官的形态,而且可以观察器官的运动和功能,可以转动病人在各个角度、各种体位进行观察,也可嘱病人做某些生理动作,如深呼吸、咳嗽等进行观察分析。近几年来,荧光增强装置应用于临床,使荧光的强度大大提高,当转变成电视显像后,完全避免了暗室内透视的弱点,清晰度亦大为增加。

透视虽然简便易行,价格低廉,但是透视不能记录病变影像,不利于复查对比,不能集体讨论和阅片分析;影像对比度、清晰度不及摄片;而且透视使检查者长时间受到较大放射线量照射,一次摄片仅0.1s,透视一般需要5~10min,故在目前的经济和生活条件下,透视已经逐渐淡出诊断领域。

2. X线摄影 常称为平片检查,这是应用最为广泛的检查方法。优点是图像清晰,对比度及清晰度均较好,并可使密度、厚度较大或密度、厚度较小部位的病变显示。可作客观记录,便于细致的阅片分析和复查对照。缺点是每一张X线片仅见一个位置和一瞬间的X线影像,一些复杂部位的检查常需多角度摄片,如正位、侧位及斜位。对于动态方面的观察不及透视方便和直接,这两种方法各具有优缺点,互相配合,取长补短,就可使X线检查发挥出更大的作用,提高其诊断的正确性。

3. 特殊检查 应用较广泛的为乳腺钼靶软X线检查,利用钼靶X线机产生软X线,获得乳腺软组织良好的对比度,分辨肿瘤组织、脂肪组织和钙化点,目前的数字化钼靶摄影更使其成为最重要的乳腺疾病诊断和普查的方法。

目前在有些地方仍在使用体层摄影检查,普通X线片是X线投照,是人体三维结构重叠在一起的二维投影,其中一部分组织可与其前后影像重叠而显示不清。而体层摄影则可通过特殊的装置和操作获得某一选定层面上组织结构的影像,而非选定层面的结构则在投

影过程中被模糊掉。体层摄影主要用于平片难以显示、重叠较多、位置较深部位的病变,可以显示气管、支气管腔有无狭窄、堵塞或扩张及病变的内部结构。但是,由于 CT 设备的普遍推广使用,体层摄影在临床的使用正逐渐减少。

X 线高千伏摄影时,使用电压 120kV 以上,所产生的 X 线波长短,穿透力强。目前高千伏摄影最常用于胸部,纵隔、气管和支气管阴影虽然与胸骨、脊柱重叠仍可清晰显示,缺点是一些较轻的渗出性病灶易被射线穿透而不能很好显影,可致漏诊。

其他的特殊检查方法尚有放大摄影,采用微焦点和增大人体与胶片距离以显示较细微的病变,如隐性骨折等。

4. 造影检查 人体组织结构中,有相当一部分器官、组织与周围结构缺乏明显的密度和厚度的差异,而不能在普通摄片检查中显示出来。此时,可以引导高于或低于组织结构的物质进入器官的管腔内或其周围间隙,使之产生对比以达到显影的目的,即为造影检查,引入的物质称为对比剂,也称为造影剂。造影检查的应用,明显扩大了 X 线检查的范围,无论何处,只要有间隙存在,就可引入对比剂进行造影。常用的高密度对比剂有钡剂和碘剂,低密度对比剂有二氧化碳、氧气、空气等。造影方式:①直接引入,包括口服、灌肠和穿刺注入等。②间接引入:对比剂通过口服或静脉注射后,经吸收并聚集在将要造影的某一器官内,从而使之显影,如常用的静脉肾盂造影。

目前,由于许多无或极低不良反应对比剂的研制成功,使各种造影技术得以在临床推广使用,食管造影、上消化道钡餐造影、气钡结肠双对比造影可以很好地显示胃肠形态结构,静脉肾盂造影(IVP)、子宫输卵管造影也是常用的造影方法,心血管造影也正快速成为普通的常规检查,造影的风险或不良反应正大大降低。

五、X 线机型

1. 普通 X 线机 虽然 X 线设备不断更新和发展,但是普通 X 线机在临床上使用更广泛。这里所说的普通 X 线机指只有摄片功能的 800mA 以下的机型,主要用于拍摄 X 线平片,这些机型一般没有自动调节摄片条件的功能,但是日常应用很广,控制台非常简单,X 线管移动幅度和旋转角度有限,多数情况下床面不能改变角度,只是固定的卧式或立式摄片架,需要操作者很好掌握其特性才能拍摄出高质量的 X 线片。

2. 大型 X 线机 这里所说的大型 X 线机指 800mA 以上的大功率 X 线摄影装置,一般都带有电视透视功能。这种大型 X 线机一般用于胃肠造影或其他特殊 X 线检查,可以满足各种需要,如具有连续透视监视、自动调节曝光量、操作台旁边操作、透视下即时点片、连续自动换片、床面角度调节等功能。胃肠造影机一般都具备这些功能。

3. 数字化 X 线摄影装置 随着计算机在影像医学中的大量应用,X 线摄片需要的高分辨率数字化影像板或影像采集装置经过不断改进,X 线摄影的数字化已经达到临床实用的阶段。虽然数字化 X 线机的普及需要财力和时间,但是不断装机和逐渐普及的现实使我们必须及早掌握其基本知识。CR 和 DR 的详细内容我们将在后续章节详细介绍。

4. 计算机分层摄影 X 线机 由于 CT 机的推广普及,分层摄影 X 线机已经越来越少,但是最新的 DR 数字化分层摄影(包括乳腺数字化分层摄影)推出市场后受到业界关注,在显示微小病灶和微小密度差的病灶方面有明显的益处。这种 X 线机通过 X 线管的连续弧形运动和曝光及计算机重建技术,达到选择性显示某一层面解剖结构和病变的目的。

5. 床边摄片小型 X 线机 移动式 X 线机为广大急诊或危重病人的 X 线检查带来了有

利的条件。许多行动不便、卧床的危重病人,通过床边摄片,可以达到明确诊断、发现其并发症的目的。但床边摄片机一般为小型的 X 线机,产生的 X 线在质量和数量上明显较大型的机型要差,摄片条件也不易掌握,获得图像的质量常不高,而且摄片时对医患双方的 X 线防护亦有困难,故非病情急需不宜多用。

第二节 X 线血管造影和数字减影血管造影

数字减影血管造影简称 DSA,是 20 世纪 80 年代兴起的一种医学影像新技术,较常用于心血管造影中。顾名思义,这种技术首要问题是 X 线图像的数字化,采用数字化的荧光增强管或 X 线探测器装置,将 X 线图像用数字矩阵的形式表达和存储,利用计算机来进行数学运算处理(减影)。其次是指 DSA 是一种血管造影设备,DSA 在具体运行工作时,先拍摄一张造影前的平片,称为蒙片(mask 片),并将其以数字矩阵形式储存起来,然后按照常规血管造影的方法进行血管造影的各项操作,在导管到达靶血管内以后,按造影常规进行造影准备和造影。此时,当 DSA 设备拍摄造影片时,借助大型计算机的快速存储运算功能,将同一部位造影后系列图像与造影前蒙片进行减法处理,然后再通过数模转换输出到电视显示屏上,这样获得的图像就是单纯被对比剂显影的心血管影像,其他组织影像则被剔除。由于存储在 2 个储存器中的图像数据是在不同时间获得的,所以称为时间减影法,因为时间减影法对设备的特殊要求少,因此应用最普遍。此外还有能量减影法、混合减影法、动态体层数字减影法等。

DSA 设备实际上是一种特殊用途的大型 X 线数字透视和摄影装置,由于心血管的搏动和血液的快速流动,要求图像采集时间必须非常短,因此要求 X 线管具有 800mA 以上的大热容量,以满足快速连续曝光的要求。为减少病人和医师的辐射剂量,球管多选用带栅极,能脉冲发生 X 线。机架应采用 C 形臂,能够三维旋转,这样才能满足多方位投照的需要,更有利于多角度观察心血管的形态。同时要有与常规检查部位的范围相匹配的影像增强器或探测器,以满足不同部位脏器血管造影的需要。

目前血管造影一般均采用股动脉或股静脉穿刺导管置入术,因此要有整套穿刺针、套管及各种备用导管。高压注射器、计算机、DSA 机架传动装置均应有良好的技术指标,确保产生优质的影像。对于一般的血管造影,图像采集速度只需要每秒 1~4 帧,若在心血管造影检查中,采集的速度最好能在每秒 20 帧以上,因此需配备快速摄影装置及软件,可以做单帧或连续快速的图像分析,对研究判断形态学和动力学的改变都十分有利。高压注射器必须与 DSA 主机联机,在使用时要选择好流速、流量、压力及曝光或注射后延时摄片时间等参数,以取得理想的血管内对比剂浓度。随着医学工程技术的发展,X 线造影和 DSA 的功能日臻完善,快速换片机已经消失,影像增强器已逐渐被高速的数字化图像采集计算机系统所代替,加之人们生活水平提高后,心脑血管疾病发病率的上升和医疗投入的增加,导管在其材料和设计方面不断改进,使血管造影及 DSA 的应用渐趋普及。血管造影和 DSA 在肿瘤、炎症及血管性病变的鉴别诊断中具有极其重要的价值,协助明确病变的部位、范围,确定最佳的治疗方案。同时,在 DSA 设备上可进行血管内用药、血管成形、内支架植入、血管栓塞等各种介入微创治疗。

DSA 检查前准备包括术前家属谈话、签名,讲明危险性和可能的并发症,术前常规要进行肝肾功能及出凝血时间检查,做好碘过敏试验,造影前 2h 禁食,建立静脉通路。准备穿

刺套管、导管、对比剂及常规抢救用药。

DSA 设备的发展非常迅速,主要表现如下。

(1) 直接数字化平板探测器影像采集系统逐渐替代了 CCD 装置的摄像管和影像增强器,这是 DSA 数字化直接采集影像的最佳机型,目前各大供应商都在竭力推荐,影像增强器的光学信号采集方法基本上逐渐消失。与一般的影像增强器比较,图像的空间分辨率和灰阶分辨率大大提高了。图像显示矩阵至少为 1024×1024 ,灰阶分辨率(bit)最高可达 16bit (65 536) 的深度范围。摄片所需要的 X 线剂量也较低。但是,透视时其 X 线量却比常规影像增强器机型更大。平板探测器的光子俘获和能量转换也有直接和间接之分,直接型平板探测器直接采用无定型硒加薄膜晶体管作为 X 线检测材料,空间分辨率很高,X 线的利用率也很高,缺点是影像采集速度较慢,目前较少采用;间接型者采用的检测材料为碘化铯或硫氧化钆,再采用无定型硅加薄膜晶体管来达到影像采集的目的,虽然空间分辨率将略下降,但是稳定性好,采集速度和刷新速度很快,能满足 DSA 快速采集的要求,而且图像的信噪比(SNR)目前都能满足临床要求,是普遍采用的探测器类型。

(2) 快速旋转三维信号采集。速度不断加快,从以前的 $10^\circ \sim 20^\circ/\text{s}$,发展到最新的 $45^\circ \sim 60^\circ/\text{s}$ 的高速度,可覆盖角度增大,一次可最大旋转 360° ,有利于非常精确的血管三维重组和显示。

(3) 显示器采用逐行扫描,取代隔行扫描,消除显示屏的图像闪烁。新出现的三电子枪扫描方式将更容易显示背景较亮时的细小密度差别。目前普遍采用的液晶显示器,质量不断提高,自动流明强度(LUM 值)调节和亮度平衡,性能非常稳定。

(4) 软件功能的改进:DSA 目前的应用软件发展非常迅速,三维显示、血管内镜显示、心脏功能分析、血管狭窄分析、动态数字补偿、下肢动脉无缝拼接、2D 和 3D 路图等均已达到临床有效、实用的水平。动态数字补偿是通过造影检查中的动态调节使造影图像始终保持最佳的软件处理技术,动态数字补偿滤过、动态密度优化处理等都有相似的工作原理。GE 公司推出的扩增透视系统则把 3D 重组影像与 2D 影像融合的透视显示,达到实时、立体的效果。

(5) 降低 X 线剂量的改进措施:可设置的脉冲透视可大大减少 X 线辐射剂量,据报道可以最多减少 90% 的曝光剂量。此外,无辐射定位、使用钨滤过、mA 自动调节、改变 X 线管影像增强器位置和设计等,都将有效降低 X 线辐射剂量。

(6) 消除腹部移动伪影:对易活动的部位,采用模糊的蒙片作部分的减影,可以克服 DSA 片中的运动伪影。

第三节 计算机 X 线摄影

计算机 X 线摄影(CR)在国内临床应用已经有十多年的历史,积累了丰富的经验,目前在技术上已经非常成熟。尽管 DR 的装机量不断增加,CR 似乎有显落后之嫌,但是 CR 本身有许多优点,需要我们理解和用好它。

CR 的含义并非计算机 X 线摄影这么简单,也就是说并非有计算机参与的 X 线装置就是 CR。目前,CR 仅指采用影像板(IP 板)代替 X 线胶片进行 X 线投照和感光,再通过读出器获得一幅数字化 X 线图像的整套装置。与 DR 的直接数字化摄影根本不同在于,CR 仍需要传统的 X 线机,也像传统 X 线摄片那样进行操作,只不过不用胶片,不用洗片,而是用 IP

板进行感光,感光的 IP 板到读出器上读出后才能完成摄片,获得的数字化影像就可以像其他数字化影像(CT、MRI、DSA)一样在计算机内进行后处理、激光摄片、网上共享等,而且一台读出器可以应付多套 X 线机的同时投照工作,是传统 X 线摄片向数字化影像过渡的简便、实用、经济和高效的方法,可以充分发挥原有的 X 线摄片设备的功能。在急诊室或床旁摄片时,应用 CR 系统,IP 板代替胶片,由于 IP 板的轻薄、便携,较移动 DR 床边机更加灵活方便,故可以实现数字化的影像采集,能大大提高图像质量。

要理解 CR 的工作原理,首先要理解数字影像的基本原理。数字影像指以数字矩阵形式表示的影像。数字矩阵是个数学概念,连续的一排数字我们称为数列,连续的数个数列的整体就形成了一个数字矩阵,纵向和横向上的数字个体多少就是这个数字矩阵的大小,就好像矩形平面图一样,如 256×256 或 512×512 就是矩阵大小的表示方法。一个 256×256 的数字矩阵分别有 256 行和 256 列,共有 65 536 个数字,每个数字的值和位置计算机都能准确记录,随着计算机的不断发展,利用计算机来处理医学图像已非常普及,计算机高性能的存储能力和图像后处理功能使传统的医学影像发生了革命性的变化,图像通过计算机处理能以数字形式存储运算和复杂的二次处理,可以提高人肉眼的视觉感知能力。图像的数字化是通过图像元素(像素)的微小分割和数学矩阵处理,将每一幅图像细分为 256×256 或 512×512 或 1024×1024 个小方块表示,再将这些小方块代表的图像的亮度用数字表示,这个过程就是图像的数字化,专业术语称为模数转换,民用的 VCD、DVD、LD 等都属于数字影像。用数字矩阵表示的图像就可以通过计算机处理,包括上网传输、存储、复制、重建、激光摄片、放大或缩小、演示等。如果将各种图像资料都数字化,建立一整套数字化图像存储、传输的联网系统(PACS 系统),就可以实现资料的即时调用和共享,所有医师都可以随时在网上获取图像以供就诊参考,这是计算机给医学影像学发展带来的灿烂前景。目前,CT、MRI、DSA、ECT 等图像资料都已经实现数字化,X 线摄片对数字化图像的空间分辨率要求较其他影像检查方法更高,所以只有在当今计算机数据处理能力不断提高的情况下才能实现,现今,CR 在临床上已经达到广泛推广、实用的程度。

普通胶片影像是由胶片冲洗中沉积的许多黑色微小银粒组成的,微小银粒的密度构成了图像的不同黑亮度,较亮的地方银微粒少,这种黑亮度(灰度)变化是连续的,由它构成的图像称为模拟图像。数字影像的第一个优点,模拟图像的亮度分辨率只能由肉眼分辨能力决定,一般人眼只能分辨 16 个或 32 个亮度等级,可见是很有限的,影像之间细微的亮度差别常不能被察觉,而数字影像的电子化数值表达就没有这种能力限制,很微小的数值差别也能在计算机中轻易实现、永久储存。数字影像的第二个优点是可供后处理。胶片一次成像后,影像显示于胶片,一切就此定型,但数字影像是存于计算机中的数字矩阵资料,可反复提取和摄片,还可进行放大、切割和灰度对比调节,最重要的是可以进行图像的重建,包括不同切面像的重建和表面重建、容积重建、内镜重建等复杂的后处理方法。第三个优点是存于计算机中的数字资料体积小、不变性,管理方便,没有胶片的变质和存储问题。第四个优点是数字图像可通过发达的网络进行传输和共享,使远程诊断、办公家庭化等成为可能。

数字影像的空间分辨率一般较低,空间分辨率表示图像在高对比下,区分细小的相邻物质的能力,也即可以识别的相邻物体尺寸的最小极限。在模拟图像中,空间分辨能力是胶片上的微小银粒所决定的,可以说远远超过人眼的分辨能力。但在数字图像上,图像是被分解成 256×256 个小点的,如果图像代表的人体断面大小为 $25.6\text{cm} \times 25.6\text{cm}$,此时一个

图像小点就代表 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 大小的组织,这个大小远较银微粒大,因此一般来说,数字图像的空间分辨率较普通胶片影像低,但目前 CR 使用的影像板的空间分辨率都在 0.2mm 或更小,在一般情况下已能满足实际临床需要。

像素是图像的单元 (picture element 或 pixel),是图像分解成 512×512 或 256×256 个大小相同的正方形或长方形的小块单元,是平面上的一点的概念,像素的多少就是数字矩阵的大小。而体素 (volume element 或 voxel) 指某个像素代表的人体组织的立体小单位,是个三维的概念,体素的三维关系通过像素的表达被简化为二维的影像,没有了深度的表述,计算机只能取它们总和的平均值,忽略在深度空间上组织的组成成分,各种组织的组成成分有时差别很大。当其中存在很高信号的小块组织会导致代表整个体素总体的像素呈很高信号,这就是部分容积的情况误导的以点盖面假象,所以,从体素到像素的转化有“部分容积效应”的假象存在,是需要我们在工作中注意识别和避免失误的。

窗位、窗宽技术是为了更好地显示影像中组织灰度差异而设计的显示技术。因为计算机允许每个像素的数值变化范围很大,而肉眼所能分辨的灰度等级 (一般仅 16 个或 32 个等级) 有限,故在显示一幅计算机图像时,需要根据被显示图像中感兴趣的被显示组织在计算机中的灰度值范围,确定一个被显示的数值范围来显示图像,即窗宽,将此范围的中心点称窗位,使人眼可能分辨的每一灰度等级代表恰当的数值,在这个窗位和窗宽所确定的范围以外的灰度值,将被人为显示为最亮或最黑的灰度。如在 X 线图像上腹部的各个像素数值变化范围为 $0 \sim +160$,我们就选择窗宽为 160,其中间值 80 为窗位,而像素值低于 0 的所有组织显示为黑色,高于 +160 的组织均显示为白色。假如显示屏的灰度显示为 16 个等级,每级灰度代表数值范围为 10,也就是当相邻两种组织间的像素数值相差 10 以上时,就可在屏幕图像上显示出亮度的不同,但此时如果相邻组织间的像素数值相差不足 10 时,计算机屏幕上就难以显示亮度的差别,由于这个最小允许差别的数值由窗宽决定,随窗宽增加而变大,所以窗宽对于图像的对比程度来说是非常重要的。但窗宽过小时,计算机内像素数值在窗宽两端以外的组织,又因为太亮或太黑而不能观察,有时甚至导致漏诊。因此在具体工作中不能把窗宽设置过大或过小。所以说,通过窗宽、窗位技术,可使灰度分辨率得到充分的体现,并形象地被人感知,但只有窗位、窗宽选择恰当才能有效地显示病变形态。

CR 进入临床使用主要在于影像板和读出器的添置,配合联网的激光照相机就可以实现传统 X 线摄片向数字化 X 线成像的过渡,影像板一般由高 X 线吸收能力的碘化铯非晶体硅材料组成。这些数字影像板内有 $41\text{cm} \times 41\text{cm}$ 的有效区域,像素大小为 $200\mu\text{m}$,图像矩阵为 2000×2000 ,相同技术但像素仅为 $100\mu\text{m}$ 的更佳数字影像板已在乳腺钼靶摄影的临床检查中使用。我们也有可能见到改进的使用可激发磷材料的数字化摄影技术,以致在某些摄影方面可与平板探测器相匹敌。至于读出器,目前一般都采用波长为 $50 \sim 100\mu\text{m}$ 的氦氖激光束扫描影像板,使影像板上所有像素发出可见光,这样,影像板上受 X 线照射后形成的潜影可以转化为亮暗不同的影像,再通过光电倍增管转变为电信号以进行影像的数字化存储和处理。

第四节 数字化 X 线直接摄影

从上面 CR 的介绍中我们知道了数字影像的基本概念,CR 是获得数字 X 线影像的一种方法,而目前发展非常迅速的数字化 X 线直接摄影 (DR) 是更直接进行 X 线图像数字化的