

XIANDAI SHIYONG LINCHUANG YIXUE YANJIU

现代实用临床医学研究

YINGXIANGXUE

影像学

主编 刘峰 胡崇惜



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

现代实用临床医学研究

(影像学)

刘峰 胡崇惜 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

内容提要

影像学是医学科学的重要组成部分。本书详细阐述了X线成像、计算机体层成像、磁共振成像、数字化X线成像、图像存档与传输系统、信息放射学及超声的基本知识。重点介绍了超声对肝、胆、脾、肾、心脏病、浅表器官疾病、泌尿系统及女性妇科病等疾病的诊断及如何通过放射治疗方法治疗消化道、头颈部肿瘤、恶性淋巴瘤、儿童肿瘤等肿瘤疾病的方法。本书对临床工作有一定的指导作用,可为临床医生提供重要参考。

责任编辑:许 波

责任出版:刘译文

图书在版编目(CIP)数据

影像学 / 刘峰, 胡崇惜主编. — 北京: 知识产权出版社, 2013.6

(现代实用临床医学研究 / 陈宗宁, 宋素艳, 刘峰主编)

ISBN 978-7-5130-2107-4

I. ①影… II. ①刘… ②胡… III. ①影象诊断
IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 133809 号

现代实用临床医学研究

——影像学

XIANDAI SHIYONG LINCHUANG YIXUE YANJIU

——YINGXIANGXUE

刘 峰 胡崇惜 主编

出版发行: 知识产权出版社

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话: 010-82000860 转 8105

责编电话: 010-82000860 转 8380

印 刷: 北京中献拓方科技发展有限公司

开 本: 720mm×960mm 1/16

版 次: 2013 年 8 月第 1 版

字 数: 340 千字

ISBN 978-7-5130-2107-4

邮 编: 100088

邮 箱: xubo@cnipr.com

传 真: 010-82005070/82000893

责编邮箱: xbsun@163.com

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 16.5

印 次: 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 180.00 元(全套 3 册)

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

《现代实用临床医学研究·影像学》

编委会

主 编 刘 峰 河北省钢铁集团宣化钢铁公司职工医院
胡崇惜 山东省即墨市人民医院

编著说明

刘 峰 同志主持编写了本书一至十四章的内容，约 18 万字。

胡崇惜 同志主持编写了本书十五至二十章内容，约 16 万字。

目 录

第一章 X线成像	(刘 峰)(1)
第一节 普通X线成像	(1)
第二节 数字X线成像	(5)
第三节 数字减影血管造影	(7)
第二章 计算机体层成像	(刘 峰)(10)
第一节 CT成像基本原理与设备	(10)
第二节 CT图像特点	(12)
第三节 CT检查技术	(12)
第四节 CT诊断的临床应用	(14)
第五节 CT能谱成像的基本原理及临床应用	(15)
第三章 磁共振成像	(刘 峰)(22)
第一节 MRI成像基本原理与设备	(22)
第二节 MRI图像特点	(24)
第三节 MRI检查技术	(24)
第四节 MRI诊断的临床应用	(27)
第四章 数字化X线成像、图像存档与传输系统、信息放射学	(刘 峰)(29)
第一节 数字化X线成像	(29)
第二节 图像存档与传输系统	(30)
第三节 信息放射学	(32)
第五章 不同成像的观察、分析及综合应用	(刘 峰)(34)
第一节 不同成像的观察与分析	(34)
第二节 不同成像方法的优选和综合应用	(37)
第六章 消化道造影	(刘 峰)(40)
第一节 上消化道造影	(40)
第二节 全消化道造影	(41)
第三节 排粪造影	(42)
第四节 经内镜逆行胰胆管造影	(44)

第五节 T 管造影	(45)
第七章 头颈部肿瘤放射治疗	(刘 峰)(49)
第一节 概述	(49)
第二节 鼻咽癌	(49)
第三节 口咽癌	(54)
第四节 下咽癌	(54)
第五节 喉癌	(55)
第六节 口腔癌	(56)
第七节 上颌窦癌	(64)
第八章 消化系统肿瘤放射治疗	(刘 峰)(66)
第一节 胃癌放射治疗进展	(66)
第二节 直肠癌放射治疗临床路径	(69)
第九章 前列腺癌放射治疗	(刘 峰)(74)
第十章 乳腺癌放射治疗	(刘 峰)(81)
第一节 乳腺癌术后放射治疗	(81)
第二节 乳腺癌放射治疗的研究进展	(83)
第十一章 恶性淋巴瘤放射治疗	(刘 峰)(88)
第一节 霍奇金病	(88)
第二节 非霍奇金淋巴瘤	(89)
第十二章 女性生殖系统肿瘤放射治疗	(刘 峰)(95)
第一节 宫颈癌	(95)
第二节 子宫内膜癌	(98)
第十三章 儿童肿瘤放射治疗	(刘 峰)(105)
第一节 肾母细胞瘤	(105)
第二节 颅内生殖细胞肿瘤	(106)
第三节 髓母细胞瘤	(109)
第四节 神经母细胞瘤	(110)
第十四章 脑转移癌上腔静脉压迫综合征放射治疗	(刘 峰)(113)
第一节 脑转移癌	(113)
第二节 上腔静脉压迫综合征	(114)

第十五章 超声检查	(胡崇惜) (116)
第一节 超声诊断的基本知识	(116)
第二节 超声诊断的类型	(117)
第三节 超声诊断的应用	(118)
第四节 超声诊断的检查方法	(123)
第五节 超声图像的分析与判断	(124)
第六节 超声诊断的应用范围	(128)
第七节 超声诊断报告单的书写	(130)
第八节 医学超声的生物效应及其应用	(132)
第九节 超声医学新技术	(135)
第十六章 心脏疾病的超声诊断	(胡崇惜) (144)
第一节 心脏解剖概要	(144)
第二节 二维超声心动图检测方法及正常值	(147)
第三节 M型超声心动图检查方法及正常值	(149)
第四节 心脏超声多普勒检查方法及正常值	(152)
第五节 心脏超声探查方法和正常心脏超声表现	(154)
第六节 心脏瓣膜疾病	(160)
第七节 先天性心脏病	(168)
第八节 心肌和心包疾病	(174)
第九节 冠心病	(177)
第十节 心脏肿瘤及心内异常回声	(178)
第十七章 肝胆胰脾疾病的超声诊断	(胡崇惜) (182)
第一节 肝脏疾病的超声诊断	(182)
第二节 胆道疾病的超声诊断	(186)
第三节 胰腺疾病的超声诊断	(189)
第四节 脾脏疾病的超声诊断	(191)
第十八章 浅表器官疾病的超声诊断	(胡崇惜) (193)
第一节 眼部疾病的超声诊断	(193)
第二节 涎腺疾病的超声诊断	(199)
第三节 甲状腺疾病的超声诊断	(202)
第四节 乳腺疾病的超声诊断	(206)
第五节 阴囊疾病的超声诊断	(210)
第六节 浅表淋巴结的超声诊断	(215)
第七节 软组织肿块的超声诊断	(217)

第十九章 妇科疾病的超声诊断 (胡崇惜)(222)

 第一节 概述 (222)

 第二节 子宫解剖及检查 (224)

 第三节 子宫疾病的超声表现 (225)

第二十章 泌尿系疾病的超声诊断 (胡崇惜)(235)

 第一节 肾上腺 (235)

 第二节 肾脏 (239)

 第三节 输尿管 (246)

 第四节 膀胱 (249)

 第五节 前列腺 (252)

第一章 X 线成像

第一节 普通 X 线成像

一、X 线成像基本原理与设备

1. X 线的产生和特性

(1) X 线的产生

X 线是真空管内高速行进电子流轰击钨靶时产生的。为此, X 线发生装置主要包括 X 线管、变压器和操作台。

X 线管为一高真空的二极管, 杯状的阴极内装有灯丝, 阳极由呈斜面的钨靶和附属散热装置组成。变压器包括降压变压器, 为向 X 线管灯丝提供电源, 一般电压在 12 V 以下; 和升压变压器以向 X 线管两极提供高压电, 需 40~150 kV。操作台主要为调节电压、电流和曝光时间而设置的电压表、电流表、时计和调节旋钮等。在 X 线管、变压器和操作台之间以电缆相连。

X 线的发生过程是向 X 线管灯丝供电、加热, 在阴极附近产生自由电子, 当向 X 线管两极提供高压电时, 阴极与阳极间的电势差陡增, 电子以高速由阴极向阳极行进, 轰击阳极钨靶而发生能量转换, 其中 1% 以下的能量转换为 X 线, 99% 以上转换为热能。X 线主要由 X 线管窗口发射, 热能由散热设施散发。

(2) X 线的特性

X 线属于电磁波, 波长范围为 0.0006~50 nm。用于 X 线成像的波长为 0.031~0.008 nm (相当于 40~150 kV 时)。在电磁辐射谱中, 居 γ 射线与紫外线之间, 比可见光的波长短, 肉眼看不见。此外, X 线还具有以下几方面与 X 线成像和 X 线检查相关的特性:

① 穿透性

X 线波长短, 具有强穿透力, 能穿透可见光不能穿透的物体, 在穿透过程中有一定程度的吸收即衰减。X 线的穿透力与 X 线管电压密切相关, 电压愈高, 所产生的 X 线波长愈短, 穿透力也愈强; 反之其穿透力也弱。X 线穿透物体的程度与物体的密度和厚度相关。密度高, 厚度大的物体吸收的多, 通过的少。X 线穿透性是 X 线成像的基础。

② 荧光效应

X 线能激发荧光物质, 如硫化锌镉及钨酸钙等, 使波长短的 X 线转换成波长长的可见荧光, 这种转换叫做荧光效应。荧光效应是进行透视检查的基础。

③ 感光效应

涂有溴化银的胶片, 经 X 线照射后, 感光而产生潜影, 经显、定影处理, 感光的溴化银中的银离子 (Ag^+) 被还原成金属银 (Ag), 并沉积于胶片的胶膜内。此金属银的微粒, 在胶片上呈黑色。而未感光的溴化银, 在定影过程中, 从 X 线胶片上被清除, 因而显出胶片片基的透明本色。依金属银沉积的多少, 便产生了从黑至白不同灰度的影像。所以, 感光效应是 X 线摄影的基础。

④电离效应

X 线通过任何物质都可产生电离效应。空气的电离程度与空气所吸收 X 线的量成正比,因而通过测量空气电离的程度可测 X 线的量。X 线射入人体,也产生电离效应,可引起生物学方面的改变,即生物效应,是放射治疗的基础,也是进行 X 线检查时需要注意防护的原因。

2.X 线成像基本原理

X 线之所以能使人体组织结构在荧屏上或胶片上形成影像,一方面是基于 X 线的穿透性、荧光效应和感光效应;另一方面是基于人体组织结构之间有密度和厚度的差别。当 X 线透过人体不同组织结构时,被吸收的程度不同,所以到达荧屏或胶片上的 X 线量即有差异。这样,在荧屏或 X 线片上就形成明暗或黑白对比不同的影像。

因此,X 线图像的形成,是基于以下三个基本条件:首先,X 线具有一定的穿透力,能穿透人体的组织结构;第二,被穿透的组织结构,存在着密度和厚度的差异,X 线在穿通过程中被吸收的量不同。以致剩余下来的 X 线量有差别;第三,这个有差别的剩余 X 线,是不可见的,经过显像过程,例如用 X 线片显示,就能获得具有黑白对比、层次差异的 X 线图像。

人体组织结构是由不同元素所组成,依各种组织单位体积内各元素量总和的大小而有不同的密度。人体组织结构根据密度不同可归纳为三类:属于高密度的有骨组织和钙化灶等;中等密度的有软骨、肌肉、神经、实质器官、结缔组织以及体液等;低密度的有脂肪组织以及有气体存在的呼吸道、胃肠道、鼻窦和乳突气房等。

在 X 线片上(或荧屏上)显出具有黑白(或明暗)对 Lb、层次差异的 X 线图像。例如胸部的肋骨密度高,对 X 线吸收多,照片上呈白影;肺部含气体,密度低,X 线吸收少,照片上呈黑影;纵隔为软组织,密度为中等,对 X 线吸收也中等,照片上呈灰影。

病变可使人体组织密度发生改变。例如,肺结核病变可在低密度的肺组织内产生中等密度的纤维化改变和高密度的钙化灶,在胸片上,于肺的黑影的背景上出现代表病变的灰影和白影。因此,组织密度不同的病变可产生相应的病理 X 线影像。

人体组织结构和器官形态不同,厚度也不一样。厚的部分,吸收 X 线多,透过的 X 线少,薄的部分则相反,于是在 X 线片和荧屏上显示出黑白对比和明暗差别的影像。所以,X 线成像与组织结构和器官厚度也有关。

由此可见,组织结构和器官的密度和厚度的差别,是产生影像对比的基础,是 X 线成像的基本条件。

3.X 线成像设备

X 线机包括 X 线管及支架、变压器、操作台以及检查床等基本部件。影像增强电视系统(image intensify television, IITV)已成为 X 线机主要部件之一。为了保证 X 线摄影质量,X 线机在摄影技术参数的选择、摄影位置的校正方面,多已是计算机化、数字化、自动化。为适应影像检查的需要,除通用型 X 线机外,还有适用于心血管、胃肠道、泌尿系统、乳腺及介入技术、儿科、手术室等专用的 X 线机。

二、X 线图像特点

X 线图像是由从黑到白不同灰度的影像所组成,是灰阶图像。这些不同灰度的影像是以光学密度反映人体组织结构的解剖及病理状态。

应当指出,人体组织结构的密度与 X 线图像上影像的密度是两个不同的概念。前者是指人体组织中单位体积内物质的质量,而后者则指 X 线图像上所显示影像的黑白。物质的密度

与其本身的比重成正比,物质的密度高,比重大,吸收的X线量多,影像在图像上呈白影。反之,物质的密度低,比重小,吸收的X线量少,影像在图像上呈黑影。因此,图像上的白影与黑影,虽然也与物体的厚度有关,但主要是反映物质密度的高低。在工作中,通常用密度的高与低表述影像的白与黑。例如用高密度、中等密度和低密度分别表述白影、灰影和黑影,并表示物质密度的高低。人体组织密度发生改变时,则用密度增高或密度减低来表述影像的白影与黑影。

还应指出,X线图像是X线束穿透某一部位的不同密度和厚度组织结构后的投影总和,是该穿透路径上各个结构影像相互叠加在一起的影像。例如,正位X线投影中,既有前部,又有中部和后部的组织结构。X线束是从X线管向人体作锥形投射的,因此,X线影像有一定程度的放大和使被照体原来的形状失真,并产生伴影。伴影使X线影像的清晰度减低。

三、X线检查技术

如前所述,人体组织结构的密度不同,这种组织结构密度上的差别,是产生X线影像对比的基础,称之为自然对比。对于缺乏自然对比的组织或器官,可人为地引入一定量的在密度上高于或低于它的物质,使之产生对比,称之为人工对比。自然对比和人工对比是X线检查的基础。

1.普通检查

包括荧光透视和X线摄影。

荧光透视(fluoroscopy):简称透视。采用影像增强电视系统,影像亮度强,效果好。透视可转动患者体位,改变方向进行观察;可了解器官的动态变化,如心、大血管搏动、膈运动及胃肠蠕动等;操作方便;费用低;可立即得出结论。现多用于胃肠道钡剂检查。但透视的影像对比度及清晰度较差,难以观察密度差别小的病变以及密度与厚度较大的部位,例如头颅、脊柱、骨盆等。缺乏客观记录也是一个缺点。

X线摄影(radiography):对比度及清晰度均较好;不难使密度、厚度较大的部位或密度差别较小的病变显影。常需作互相垂直的两个方位摄影,例如正位及侧位。

2.特殊检查

特殊检查有软线摄影(soft ray radiography)、体层摄影(tomography)、放大摄影(magnification radiography)和荧光摄影(fluorography)等。自应用CT等现代成像技术以来,只有软线摄影还在应用,介绍如下。

软线摄影采用能发射软X线,即长波长(平均波长为0.07 nm)的钨靶X线管球,常用电压为22~35 kV,用以检查软组织,主要是乳腺。为了提高图像的分辨力,以便查出微小癌,软线摄影装备及技术有很多改进,包括乳腺钨靶体层摄影、数字乳腺摄影(digital mammography)、乳腺数字减影血管造影(mammographic digital subtraction angiography)并开展立体定位(stereotactic localization)和立体定位针刺活检(stereotactic needle biopsy)等。

3.造影检查

对缺乏自然对比的结构或器官,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,使之产生对比以显影,此即造影检查。引入的物质称为对比剂(contrast medium)也称造影剂。造影检查的应用,扩大了X线检查的范围。

(1)对比剂

按影像密度高低分为高密度对比剂和低密度对比剂两类。高密度对比剂为原子序数高、

比重大的物质,有钡剂和碘剂。低密度对比剂为气体,已少用。

钡剂为医用硫酸钡粉末,加水 and 胶配成不同浓度的钡混悬液。主要用于食管及胃肠造影。

碘剂分有机碘和无机碘制剂两类,后者基本不用。

将有机水溶性碘对比剂直接注入动脉或静脉可显示血管,用于血管造影和血管内介入技术,经肾排出,可显示肾盂及尿路,还可作 CT 增强检查等。

水溶性碘对比剂分两型:①离子型,如泛影葡胺(urografin);②非离子型,如碘苯六醇(lohexol)、碘普罗胺(lopromide)和碘必乐(lopamidol)等。离子型对比剂具有高渗性,可引起毒副反应。非离子型对比剂,具有相对低渗性、低粘度、低毒性等优点,减少了毒副反应,适用于血管造影及 CT 增强扫描。

(2)造影方法

有以下两种方法:①直接引入:包括:口服,如食管及胃肠钡餐检查;灌注,如钡剂灌肠、逆行尿路造影及子宫输卵管造影等;穿刺注入或经导管直接注入器官或组织内,如心血管造影和脊髓造影等;②间接引入:经静脉注入后,对比剂经肾排入泌尿道内,而行尿路造影。

(3)检查前准备及造影反应的处理

各种造影检查都有相应的检查前准备和注意事项,必须认真准备,以保证检查满意和患者的安全。应备好抢救药品和器械,以备急需。

在对比剂中,钡剂较安全。造影反应中,以碘对比剂过敏较为常见,偶尔较严重。用碘对比剂时,要注意:①了解患者有无用碘剂禁忌证,如严重心、肾疾病,甲亢和过敏体质等;②作好解释工作,争取患者合作;③碘剂过敏试验,如阳性,不宜造影检查。但应指出,过敏试验阴性者也可发生反应。因此,应有抢救过敏反应的准备与能力;④严重反应包括周围循环衰竭和心脏停搏、惊厥、喉水肿和哮喘发作等,应立即终止造影并进行抗休克、抗过敏和对症治疗。呼吸困难应给氧,周围循环衰竭应注射去甲肾上腺素,心脏停搏则需立即进行体外心脏按摩。

4.X 线检查方法的选用原则

X 线检查方法的选用,应该在了解各种 X 线检查方法的适应证、禁忌证和优缺点的基础上根据临床初步诊断和诊断需要来决定。应当选择安全、简便而又经济的方法。因此,应首先用普通检查,再考虑造影检查。但也非绝对,例如胃肠检查首先就要选用钡剂造影。有时两三种检查方法都是必须的。对于可能发生反应和有一定危险的检查方法,选择时更应严格掌握适应证,不可滥用,以免给患者带来损失。

四、X 线诊断的临床应用

X 线诊断用于临床已超过百年。尽管现代影像技术,例如 CT 和 MRI 等对疾病诊断显示出很大的优越性,但并不能取代 X 线检查。一些部位,例如胃肠道,仍主要使用 X 线检查。骨骼系统和胸部也多是首先应用 X 线检查。脑与脊髓、肝、胆、胰等的检查则主要靠现代影像学,而 X 线检查作用小。由于 X 线具有成像清晰、经济、简便等优点,因此,X 线诊断仍是影像诊断中使用最多和最基本的方法。

五、X 线检查中的防护

X 线检查应用很广,因此,应该重视 X 线检查中患者和工作人员的防护问题。

X 线照射人体将产生一定的生物效应。若接触的 X 线量超过容许辐射量,就可能产生放射反应,甚至放射损害。但是。如 X 线量在容许范围内,则少有影响。因此,不应対 X 线检查

产生疑虑或恐惧,而应重视防护,如控制 X 线检查中的辐射量并采取有效的防护措施,合理使用 X 线检查,避免不必要的 X 线辐射,以保护患者和工作人员的健康。

由于 X 线设备的改进,高千伏技术、影像增强技术、高速增感屏和快速 X 线感光胶片的使用,X 线辐射量已显著减少,放射损害的可能性也越来越小。但是仍应注意,尤其应重视对孕妇、小儿患者和长期接触射线的工作人员,特别是介入放射学工作者的防护。

放射防护的方法和措施有以下几个方面:

1.技术方面

可以采取屏蔽防护和距离防护原则。前者使用原子序数较高的物质,可用铅或含铅的物质,作为屏障以吸收掉不必要的 X 线,如通常采用的 X 线管壳、遮光筒和光圈、滤过板、荧屏后的铅玻璃、铅屏、铅橡皮围裙、铅橡皮手套以及墙壁等。后者利用 X 线量与距离平方成反比这一原理,通过增加 X 线源与人体间距离以减少辐射量,是最简易有效的防护措施。

2.患者方面

应选择恰当的 X 线检查方法,每次检查的照射次数不宜过多,除诊治需要外也不宜在短期内作多次重复检查。在投照时,应当注意照射范围及照射条件。对照射野相邻的性腺,应用铅橡皮加以遮盖。

3.放射线工作者方面

应遵照国家有关放射防护卫生标准的规定制定必要的防护措施,正确进行 X 线检查的操作,认真执行保健条例,定期监测放射线工作者所接受的剂量。直接透视时要戴铅橡皮围裙和铅橡皮手套,并利用距离防护原则,加强自我防护。在行介入放射技术操作中,应避免不必要的 X 线透视与摄影,应采用数字减影血管造影设备、超声和 cT 等进行监视。

第二节 数字 X 线成像

普通 X 线成像,其摄影是模拟成像,是以胶片为介质对图像信息进行采集、显示、存储和传送。X 线摄影的缺点是摄影技术条件要求严格,曝光宽容度小;照片上影像的灰度固定不可调节;而且图像不可能十分清晰显示各种密度不同的组织与结构,密度分辨力低;在照片的利用与管理上也有诸多不便。为此,将普通 X 线成像改变为数字 X 线成像(digital radiography, DR)非常必要。

一、DR 成像基本原理与设备

数字 X 线成像是将普通 X 线摄影装置或透视装置同电子计算机相结合,使 X 线信息由模拟信息转换为数字信息,而得数字图像的成像技术。DR 依其结构上的差别可分为计算机 X 线成像(computer radiography, CR)、数字 X 线荧光成像(digital fluorography, DF)和平板探测器(flat panel detectors)数字 X 线成像。分别简介如下。

1.CR

CR 是以影像板(image plate, IP)代替 X 线胶片作为介质。IP 上的影像信息要经过读取、图像处理和显示等步骤,才能显示出数字图像。

IP 是由含有微量元素铕(Eu^{2+} 的钡氟溴(或氯、碘)化合物结晶($\text{BaFX} \cdot \text{Eu}^{2+}$, $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$)制成,透过人体的 X 线,使 IP 感光,在 IP 上形成潜影。用激光扫描系统读取,IP 上由激光激发出的辉尽性荧光,经光电倍增管转换成电信号,再由模拟/数字转换器(analog/digital con-

verter)转换成数字影像信息。数字影像信息经图像处理系统处理,可在一定范围内调节图像。图像处理主要包括:①灰阶处理,使数字信号转换成黑白影像,并在人眼能辨别的范围内选择合适的灰阶,以达到最佳的视觉效果,以利于观察不同的组织结构;②窗位处理,使一定灰阶范围内的组织结构,依其对X线吸收率的差别,得到最佳的显示,可提高影像对Lb;③X线吸收率减影处理,以消除某些组织的影像,达到减影目的;④数字减影血管造影处理,得DSA图像。

数字信息经数字/模拟转换器(digital analog converter)转换,于荧屏上显示出人眼可见的灰阶图像,还可摄照在胶片上或用磁带、磁盘和光盘保存。

CR的设备,除X线机外,主要由IP、图像读取、图像处理、图像记录、存储和显示装置及控制用的计算机等组成。

CR与普通X线成像比较,重要的改进是实现了数字X线成像。优点是提高了图像密度分辨力与显示能力;行图像处理,增加了信息的显示功能;降低了X线曝光量;曝光宽容度加大;既可摄成照片,还可用磁盘或光盘存储;并可将数字信息转入PACS中。

但是CR成像速度慢,整个过程所需时间以分计;无透视功能;图像质量仍不够满意。发展前景差,将由平板探测器数字X线成像所代替。

2.DF

DF是用IITV代替X线胶片或CR的IP作为介质。

影像增强电视系统荧屏上的图像用高分辨力摄像管行序列扫描,把所得连续视频信号转为间断的各自独立的信息,形成像素,复经模拟/数字转换器将每个像素转成数字,并按序列排成数字矩阵(digitalmatrix)。这样IITV上的图像就被像素化和数字化了。当前已经用电荷耦合器代替摄像管采集IITV的光信号。数字矩阵为 512×512 或 1024×1024 。像素越小、越多。图像越清楚。DF光电转换较快,成像时间短,图像较好。有透视功能,最早应用于DSA和DR胃肠机。

DF与CR都是将模拟的X线信息转换成数字信息,但采集方式不同,CR用IP,DF用IITV,在图像显示、存储及后处理方面基本相同。

DF与CR都是先将X线转换成可见光,再转成电信号,由于有经摄像管或激光扫描转换成可见光再行光电转换的过程,信号损失较多。所以图像不如平板探测器数字X线成像那样清晰。为了区别,将CR及DF称之为间接数字X线成像(indirect digital radiography, IDR),而将平板探测器数字X线成像称之为直接数字X线成像(direct digital radiography, DDR)。

3.平板探测器数字X线成像

用平板探测器将X线信息转换成电信号,再行数字化,整个转换过程都在平板探测器内完成。不像DF或CR,没有经摄像管或激光扫描的过程,所以X线信息损失少,噪声小,图像质量好。更因成像时间短,可用于透视和实行时间减影的DSA,扩大了X线检查的范围。

可用于实际的平板探测器为无定型硅碘化铯平板探测器(Amorphous Silicon—Cesium flat Panel detectors)。是在玻璃板底基上固定有低噪声的半导体材料制成的无定型硅(Amorphous Silicon, a-Si)阵列部件,其表面覆有针状碘化铯闪烁晶体(Cesium Iodide, CsI—scintillator)。在平板探测器内,X线信号转换成的光信号经硅阵列及光电电路转换成电信号,再转换成数字信号。

另一种平板探测器是在无定型硅表面覆以光电导体的硒层,使X线信号直接转换为电

信号。但其转换率不高,硅材料不够稳定,不能行快速采集。此外,还有直线阵列氙微电离室组成探测器作为介质的。

平板探测器数字 X 线成像图像质量好、成像快,是今后发展的方向。

二、DR 的临床应用

CR、DF 与 DDR 都是数字 X 线成像,都有数字成像的共同优点,同普通 X 线成像比较,有明显的优势。

数字图像质量与所含的影像信息量可与普通 X 线成像媲美;图像处理系统可调节对 LL 故能得到最佳的视觉效果;摄照条件的宽容范围较大;患者接受的 X 线量较少;图像信息可摄成照片或由磁盘或光盘储存;可输入 PACS 中。此外,还可行体层成像和减影处理。

数字图像与普通 X 线图像都是所摄部位总体的叠加影像,普通 X 线能摄照的部位也都可行数字成像,对图像的解读与诊断也与传统的 X 线图像相同。只不过数字图像是由一定数日(比如 1024×1024)的像素所组成,而普通 X 线图像是由银颗粒所组成。数字成像对骨结构及软组织的显示优于普通 X 线成像,还可行矿物盐含量的定量分析。对肺结节性病变的检出率也高于普通 X 线成像。数字胃肠双对比造影在显示胃小区、微小病变及肠黏膜皱襞方面也优于普通的 X 线造影。

从图像质量、成像速度、摄照条件的宽容度和照射剂量等方面对 CR、DF 及 DDR 进行比较,CR 图像质量差,成像时间长,工作效率低,不能作透视;DF 成像时间短,可行透视,多用于血管造影、DSA 和胃肠造影,其缺点是 DF 设备不能与普通的 X 线装置兼容;而 DDR 则有明显的优势,只是目前其价格较为昂贵。

第三节 数字减影血管造影

血管造影是将水溶性碘对比剂注入血管内,使血管显影的 X 线检查方法,由于存在血管与骨骼及软组织重叠而影响血管的显示。数字减影血管造影(DSA)是利用计算机处理数字影像信息,消除骨骼和软组织影像,使血管显影清晰的成像技术。在血管造影中应用已很普遍。

一、DSA 成像基本原理与设备

数字成像是 DSA 的基础。数字减影的方法有几种,常用的是时间减影法(temporal subtraction method),介绍如下。

经导管向血管内团注水溶性碘对比剂,在对 LL 剂到达感兴趣血管之前和血管内出现对比剂、对比剂浓度处于高峰和对比剂被廓清这段时期内,使检查部位连续成像。在这系列图像中,取一帧血管内不含对比剂的图像作为蒙片和一帧含有对比剂的图像(这两帧图像称为减影对),用这两帧图像的数字矩阵,经计算机行数字减影处理,使骨路及软组织的数字相互抵消。这样,经计算机行减影处理的数字矩阵再经数字/模拟转换器转换为图像,则骨骼及软组织影像被消除掉,只留有清晰的血管影像,达到减影目的。此种减影图像因系在不同时间所得,故称时间减影法。血管内不含对比剂的图像作为蒙片,可同任一帧含对比剂的图像作为减影对,进行减影处理,于是可得不同期相的 DSA 图像。时间减影法所用的各帧图像是在造影过程中所得,任何运动均可使图像不尽一致,造成减影对的图像不能精确重合,即配准不良,致使血管影像不够清晰。

DSA 设备主要是数字成像系统,采用 DF,先进设备则用平板探测器代替 III、V。显示矩

阵为 1024×1024。行三维信息采集以实现三维图像显示,明显提高了 DSA 的显示功能。

二、DSA 检查技术

根据将对比剂注入动脉或静脉而分为动脉 DSA (intra Arterial DSA, IADSA) 和静脉 DSA (intravenous DSA, IVDSA)。由于 IADSA 血管成像清楚,对比剂用量少,所以现在都用 IADSA。

IADSA 的操作是将导管插入动脉后,向导管内注入肝素以防止导管凝血。将导管尖插入感兴趣动脉开口。导管尾端接压力注射器,团注对比剂。注入对比剂前将影屏对准检查部位。于造影前及整个造影过程中,根据需要以每秒 1 帧或更多的帧频,摄影 7-10 秒。经操作台处理即可得 IADSA 图像。

三、DSA 的临床应用

DSA 由于没有骨骼与软组织影的重叠,使血管及其病变显示更为清楚,已代替了一般的血管造影。用选择性或超选择性插管,可很好显示直径在 200 μ m 以下的血管及小病变。可实现观察血流的动态图像,成为功能检查手段。DSA 可用较低浓度的对比剂,用量也可减少。

DSA 适用于心脏大血管的检查。对心内解剖结构异常、主动脉夹层、主动脉瘤、主动脉缩窄和分支狭窄以及主动脉发育异常等显示清楚。对冠状动脉也是最好的显示方法。显示颈段和颅内动脉清楚,用于诊断颈段动脉狭窄或闭塞、颅内动脉瘤、动脉闭塞和血管发育异常,以及颅内肿瘤供血动脉的观察等。对腹主动脉及其分支以及肢体大血管的检查,DSA 也同样有效。

DSA 设备与技术已相当成熟,快速三维旋转实时成像,实时的减影功能,可动态地从不同方位对血管及其病变进行形态和血流动力学的观察。对介入技术,特别是血管内介入技术,DSA 更是不可缺少的。

[参考文献]

- [1] Sarah MD, Hua Y, John K, et al. Diagnostic Accuracy of Magnetic Resonance Angiography for Internal Carotid Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Stroke, 2008, 39(6): 2237-2248.
- [2] Silvennoinen HM, Ikonen S, Soenne L. CT Angiographic Analysis of Carotid Artery Stenosis: Comparison of Manual Assessment, Semiautomatic Vessel Analysis, and Digital Subtraction Angiography [J]. Am J Neuroradiol, 2007, 28(1): 97-103.
- [3] 马廉亭, 潘力. 脑血管造影仍是诊断脑血管病的金标准[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2007, 7(5): 413-415.
- [4] 崔新建, 王兆欣, 陈保伦, 等. 血管介入改良 seldinger 技术指间定位法的研究 [J]. 中国医学影像技术, 2001, 17(2): 190-191.
- [5] 曾伟, 朱世亮, 黄雅芳. 超声、钼靶摄影与近红外线扫描对乳腺肿瘤诊断的比较[J]. 肿瘤, 2002, 22(3): 229-232.
- [6] Hayashi K, Kitagawa N, Takahata H, et al. Endovascular treatment for cervical carotid artery stenosis presenting with progressing stroke: three case reports[J]. Surg Neurol, 2002, 58(2): 148-154.
- [7] Hanel RA, Xavier AR, Kirmani JF, et al. Management of carotid artery stenosis: comparing endarterectomy and stenting[J]. Current Cardiology Reports, 2003, 5(2): 153-158.
- [8] 杨瑞敏, 崔书君, 李健, 等. 超声结合钼靶摄影在乳腺肿瘤良恶性鉴别中的价值[J]. 张家口医学院学报, 2003, 20(6): 1-3.
- [9] Honda H, Tajima T, Taguchi K, et al. Recent developments in imaging diagnosis for HCC: CT arteriography and CT arteriography evaluation of vascular changes in premalignant and malignant hepatic nodules [J]. J Hepatobiliary Pancreat Surg, 2000, 7(2): 45-51.
- [10] 张宝丰, 贺文, 陈广, 等. 肝脏转移瘤的血管造影表现与动脉灌注栓塞疗效对照研究[J]. 中国介入放射学, 2008, 10(1): 38-40.