

临 床 诊 断 必 备

X 线

名医解读

高剑波 张永高 主编



 河南科学技术出版社
HENAN SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

临床诊断必备

X线名医解读

高剑波 张永高 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

X线名医解读/高剑波, 张永高主编. — 郑州: 河南科学技术出版社, 2011. 1

(临床诊断必备)

ISBN 978 - 7 - 5349 - 4534 - 2

I. ①X… II. ①高…②张… III. ①X 射线诊断 IV. ①R814

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 093752 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 吴沛

责任编辑: 陈艳

责任校对: 王晓红

封面设计: 苏真 郑州元素 (100)

版式设计: 栾亚平

责任印制: 朱飞

印刷: 河南省瑞光印务股份有限公司

经销: 全国新华书店

幅面尺寸: 130 mm × 185 mm 印张: 7.625 字数: 300 千字

版次: 2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

《X线名医解读》编者名单

主 编	高剑波	张永高	
副主编	于 湛	丁昌懋	万娅敏
	岳松伟	郭 华	滑少华
编 者	高剑波	张永高	于 湛
	丁昌懋	万娅敏	岳松伟
	郭 华	董军强	肖慧娟
	吴 艳	杨志浩	谭彦召
	王军委	张 伟	胡丽丽
	苏 蕾	潘元威	郝 凯
	康秀梅	田辉英	张慧宇
	郑 颖	张智栩	康 江
	滑少华	管 生	杨学华
	周志刚	江 波	刘 杰

前 言



自 1895 年 11 月 8 日伦琴发现 X 线, 1895 年 12 月 22 日人类第一次用 X 线揭示活体内部的图像, 从而出现了 X 线诊断学这门学科。经过一个多世纪几代人的探索, X 线诊断学已经从最初仅拥有透视和拍片技术的边缘学科发展成为检查手段丰富的临床学科, X 线图像也从模拟图像变成了数字图像。虽然近十几年来 CT、MR 及介入等影像诊疗技术的蓬勃发展取代了部分 X 线检查, 但是作为最基本的影像检查技术, X 线检查在人体各系统中的应用价值是世人所公认的, 尤其是在胸部、骨关节及胃肠道疾病等方面的应用。

本书编写的目的是为广大影像初学者及各科临床医师提供一本实用的 X 线诊断工具书。本书按器官部位分为七章, 包括总论、骨关节系统、呼吸系统、循环系统、消化系统、泌尿生殖系统、中枢神经系统, 各章按疾病分节, 重点突出常见疾病的病理基础、X 线表现特点及鉴别要点, 并附有详尽的图例。

本书的编者均为郑州大学第一附属医院放射科的专家及骨干。本书是编者多年工作经验的积累和总结, 同时在编写过程中参考了国内相关文献及著作, 所示图例均为郑州大学第一附属医院经临床、手术及病理证实的病例, 病例典型、图片清晰, 力求将各种疾病的常见征象及少见征象展示给读者。

本书在编写过程中得到了郑州大学第一附属医院放射科领导及同志的全力支持, 得到了在读影像硕士、博士研究生的大力帮助, 在此表示衷心感谢!

编者竭尽所能, 将书稿反复推敲、编撰。但因水平所限, 如有疏漏、谬误之处, 恳请广大读者批评指正。

高剑波 张永高
2010 年 12 月 22 日

目 录

第一章 总论	(1)
一、传统 X 线成像	(1)
(一) X 线的产生和特性	(1)
(二) X 线成像基本原理	(2)
(三) X 线成像设备	(3)
(四) X 线图像特点	(3)
(五) X 线检查技术	(4)
(六) X 线诊断的临床应用	(6)
(七) X 线检查中的防护	(6)
二、数字 X 线成像	(7)
(一) DR 成像基本原理与设备	(7)
(二) DR 的临床应用	(9)
三、数字减影血管造影	(9)
(一) DSA 成像基本原理与设备	(10)
(二) DSA 检查技术	(10)
(三) DSA 的临床应用	(10)
四、X 线成像的观察、分析与诊断	(11)
(一) 观察	(11)
(二) 分析	(11)
(三) 诊断	(12)
第二章 骨与关节系统	(13)
一、骨与关节系统的 X 线检查方法	(13)
二、骨关节系统正常及相关变异、畸形的 X 线表现	(13)
(一) 四肢骨与关节的 X 线表现	(13)
(二) 躯干骨的 X 线表现	(18)
(三) 软组织的 X 线表现	(25)

三、骨与关节系统常见疾病 X 线表现	(25)
(一) 骨与关节创伤	(25)
(二) 骨与关节感染	(30)
(三) 骨肿瘤及肿瘤样病变	(37)
(四) 慢性骨关节病	(53)
(五) 骨关节发育异常	(63)
(六) 内分泌及代谢性骨病	(68)
(七) 骨坏死和骨软骨病	(70)
(八) 网状细胞增生症	(73)
(九) 地方性骨病	(74)
(十) 软组织病变	(75)
第三章 呼吸系统	(80)
一、呼吸系统的 X 线检查方法	(80)
(一) 透视	(80)
(二) 摄片	(80)
(三) 特殊检查	(80)
(四) 断层摄影	(81)
(五) 支气管造影	(81)
(六) 血管造影	(81)
二、呼吸系统常见疾病的 X 线表现	(82)
(一) 气管及支气管疾病	(82)
(二) 肺部疾病	(85)
(三) 纵隔疾病	(110)
(四) 胸膜(腔)、膈肌及胸廓疾病	(116)
第四章 循环系统	(127)
一、循环系统的 X 线检查方法	(127)
(一) 胸部透视	(127)
(二) 常规心脏摄片	(127)
(三) 记波摄影	(127)
二、循环系统正常影像和基本病变的 X 线表现	(127)
(一) 正常影像学表现	(127)
(二) 基本病变表现	(129)
三、循环系统常见疾病的 X 线表现	(130)

(一) 先天性心脏大血管位置和连接异常	(130)
(二) 后天性心脏病及心包、心肌疾病	(133)
(三) 先天性心脏病	(141)
(四) 大血管病变及其他病变	(148)
第五章 消化系统	(154)
一、消化系统的 X 线检查方法	(154)
二、消化系统基本病变的 X 线表现	(155)
(一) 轮廓的改变	(155)
(二) 黏膜与黏膜皱襞的改变	(156)
(三) 功能性改变	(157)
三、消化系统常见疾病的 X 线表现	(157)
(一) 食管疾病	(157)
(二) 胃疾病	(166)
(三) 小肠疾病	(174)
(四) 大肠疾病	(179)
(五) 急腹症及先天性疾病	(182)
第六章 泌尿生殖系统	(193)
一、泌尿生殖系统 X 线检查方法及正常表现	(193)
(一) 腹部平片	(193)
(二) 尿路造影	(193)
(三) 膀胱 X 线检查	(195)
(四) 女性生殖系统疾病 X 线检查方法和正常 X 线表现	(195)
(五) 男性生殖系统疾病 X 线检查方法	(201)
二、泌尿系统常见疾病 X 线表现	(201)
(一) 肾脏先天性畸形	(201)
(二) 输尿管先天畸形	(203)
(三) 泌尿系统结石	(204)
(四) 泌尿系统感染性疾病	(208)
(五) 泌尿系统肿瘤与囊肿	(211)
(六) 泌尿系统其他疾病	(215)
三、生殖系统常见疾病的 X 线表现	(216)
(一) 先天发育异常	(216)
(二) 内生生殖器瘢痕畸形	(217)

(三) 非特异性炎症	(217)
(四) 子宫输卵管内膜结核	(218)
(五) 子宫内膜异位症	(218)
(六) 子宫肌瘤	(219)
(七) 乳腺增生症	(219)
(八) 乳腺炎症	(220)
(九) 乳腺纤维腺瘤	(221)
(十) 导管内乳头状瘤	(221)
(十一) 乳腺导管扩张症	(221)
(十二) 乳腺癌	(222)
第七章 中枢神经系统	(224)
一、颅脑 X 线检查技术	(224)
(一) X 线平片	(224)
(二) 脑血管造影	(224)
二、颅脑常见疾病的 X 线表现	(225)
(一) 颅脑先天畸形及发育异常	(225)
(二) 颅骨骨折	(227)
(三) 脑血管疾病	(228)
(四) 颅内肿瘤	(229)
三、脊髓 X 线平片检查技术及基本病变	(232)
(一) 脊柱平片	(232)
(二) 基本病变	(232)
四、脊髓常见疾病的 X 线表现	(232)
(一) 椎管内肿瘤	(232)
(二) 脊髓外伤	(233)
(三)、椎管内血管畸形	(233)
参考文献	(235)

第一章 总 论

伦琴 (Wilhelm Conrad Rotgen) 1895 年发现 X 线以后不久, X 线就被用于人体检查进行疾病诊断, 形成了放射诊断学 (diagnostic radiology) 这一新学科, 并奠定了医学影像学 (medical imaging) 的基础。至今放射诊断学仍是医学影像学中的重要内容, 应用普遍。近 30 年来, 由于微电子学与电子计算机的发展, 致使影像诊断设备不断改进, 检查技术也不断创新, 目前已使传统的模拟 X 线成像成为数字成像, 数字成像改变了图像的显示方式, 图像解读也由只用照片观察过渡到兼用屏幕观察, 到计算机辅助检测 (computer aided detection, CAD), 影像诊断也试用于计算机辅助诊断, 以减轻图像过多、解读费时的压力。图像的保存、传输与利用, 由于有了图像存档与传输系统 (picture archiving and communication system, PACS) 而发生巨大变化, 并使远程放射学 (teleradiology) 成为现实, 极大地方便了会诊工作。由于图像数字化、网络和 PACS 的应用, 影像学将逐步成为数字化或无胶片学科。

一、传统 X 线成像

(一) 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。操作台主要包括为调节电压、电流和曝光时间而设置的电压表、电流表、時計和调节旋钮等。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 0.000 6 ~ 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 Y 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。

(二) 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。

当强度均匀的 X 线穿透厚度相等、密度不同的组织结构时，由于吸收程度不同，在 X 线片上（或荧屏上）显出具有黑白（或明暗）对比、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。

（三）X 线成像设备

X 线机包括 X 线管、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 线机的主要部件之一。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。

（四）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程度。物质的密度与其本身的相对密度成正比，物质

的密度高，相对密度大，吸收的 X 线量多，影像在图像上呈白影。反之，物质的密度低，相对密度小，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。

（五）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。

（1）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。

（2）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。常须作互相垂直的两个方位摄影，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）的钼靶 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，包括乳腺钼靶体层摄影、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、相对密度大的物质，有钡剂和碘剂。低密度对比剂为气体，已少用。

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

2) 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，还可做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（iohexol）、碘普罗胺（iopromide）和碘必乐（iopamidol）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、低黏度、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，必须认真执行，以保证检查结果的准确和患者的安全。同时应当准备好抢救药品和器械，以备急需。

在对比剂中，钡剂较安全。造影剂反应中，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，如严重的心、肾疾病，甲状腺功能亢进和过敏体质等。②做好解释工作，争取患者合作。③碘剂过敏试验，如为阳性，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，心脏停搏则须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。

(六) 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，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，如胃肠道，仍主要使用X线检查。骨肌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线检查的作用较小。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。

(七) 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，不应对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线辐射量已显著降低，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措施。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。

二、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到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 $\text{BaFX} \cdot \text{Eu}^{2+}$, $\text{X} = \text{Cl, Br, I}$] 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 converter）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；进行图像处理，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。缺点是 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 (digital matrix)。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