


影像医学技术研究




北京医轩国际医学研究院 主编

 江西科学技术出版社

影像医学技术研究

北京医轩国际医学研究院 主编

 江西科学技术出版社

江西·南昌

图书在版编目 (C I P) 数据

影像医学技术研究 / 北京医轩国际医学研究院主编

— 南昌 : 江西科学技术出版社, 2019. 11

ISBN 978-7-5390-6972-2

I. ①影… II. ①北… III. ①影象诊断-研究 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 191061 号

选题序号: ZK2019127

图书代码: B19203-101

责任编辑: 宋涛 周楚倩

影像医学技术研究

YINGXIANGYIXUE JISHU YANJIU

北京医轩国际医学研究院 主编

选题策划: 北京医轩国际医学研究院

封面设计: 北京医轩国际医学研究院

出版: 江西科学技术出版社有限责任公司

社址: 南昌市蓼洲街 2 号附 1 号

邮编: 330009 电话: (0791) 86623491 86639342 (传真)

发行: 江西科学技术出版社有限责任公司

印刷: 廊坊市华昌印务有限公司

开本: 720mm×1020mm 1/16

字数: 482 千字

印张: 15.25

版次: 2019 年 11 月第 1 版 2019 年 11 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5390-6972-2

定价: 120.00 元

赣版权登字: -03-2019-277

版权所有, 侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误, 可向承印厂调换)

编委会

窦波 马子欣 白晓亮 许银晖 田禾润 靳晓丹 汤艳
许宝月 甘卓 罗帅 杨建威 程娜 王举香 魏醇冰
王曼曼 王惠秋 唐光孝 杨佳 王山 梁林 孙会来
何志铿 吴开明 杨启化 李威 胡春云 沈万淦 徐荣
李丰梅 田红艳 喻佳俐 韩晓明 李晓旭 朱严严 宾俊杰
雷静 曹亚

目 录

第一篇 总论	1
第一章 X 线成像.....	1
第二章 计算机体层成像.....	9
第三章 数字减影血管造影.....	13
第四章 超声成像技术.....	15
第五章 常规超声检查概述.....	47
第六章 特殊超声检查技术.....	52
第七章 超声临床诊断.....	72
第八章 磁共振成像.....	84
第九章 核医学成像.....	89
第十章 计算机 X 线成像和图像存档与传输系统.....	91
第十一章 医学影像分析思路与诊断原则.....	94
第十二章 与影像学有关的几点研究新进展.....	96
第十三章 放射治疗基本知识.....	108
第二篇 骨与关节	114
第一章 X 线诊断.....	114
第二章 CT 与 MRI 诊断.....	146
第三篇 胸部	150
第一章 呼吸系统.....	150
第二章 循环系统.....	186
第三章 乳腺.....	224

第一篇 总论

自伦琴 1895 年发现 X 线以后不久, 在医学上, X 线就被用于对人体检查, 进行疾病诊断, 形成了放射诊断学的新学科, 并奠定了医学影像学的基础。至今放射诊断学仍是医学影像学中的主要内容, 应用普遍。50 年代到 60 年代开始应用超声与核素扫描进行人体检查, 出现了超声成像 (ultrasonography, USG) 和 γ 闪烁成像 (γ -scintigraphy)。70 年代和 80 年代又相继出现了 X 线计算机体层成像 (X-ray computed tomography, X-ray CT 或 CT)、磁共振成像 (magnetic resonance image, MRI) 和发射体层成像 (emission computed tomography, ECT) 如单光子发射体层成像 (single photon emission computed tomography, SPECT) 与正电子发射体层成像 (positron emission tomography, PET) 等新的成像技术。这样, 仅 100 年的时间就形成了包括 X 线诊断的影像诊断学。虽然各种成像技术的成像原理与方法不同, 诊断价值与限度亦各异, 但都是使人体内部结构和器官形成影像, 从而了解人体解剖与生理功能状况以及病理变化, 以达到诊断的目的; 都属于活体器官的视诊范畴, 是特殊的诊断方法。70 年代迅速兴起的介入放射学 (interventional radiology), 即在影像监视下采集标本或在影像诊断的基础上, 对某些疾病进行治疗, 使影像诊断学发展为医学影像学的崭新局面。医学影像学不仅扩大了人体的检查范围, 提高了诊断水平, 而且可以对某些疾病进行治疗。这样, 就大大地扩展了本学科的工作内容, 并成为医疗工作的重要支撑。

学习医学影像学的目的在于了解这些成像技术的基本成像原理、方法和图像特点, 掌握图像的观察、分析与诊断方法和不同成像在疾病诊断中的价值与限度, 以便能正确选用, 并能理解医学影像学的检查结果。对于介入放射学也要了解其基本技术及应用指征, 以利于合理应用。本教材将重点介绍各个系统的 X 线、CT 和 USG 诊断以及介入放射学。

新中国成立以来, 我国医学影像学有很大发展。专业队伍不断壮大, 在各医疗单位都建有影像科室。现代的影像设备, 除了常规的影像诊断设备外, USG、CT、SPECT 乃至 MRI 等先进设备已在较大的医疗单位应用, 并积累了较为丰富的经验。医学影像学地专业的书刊种类很多, 在医学、教学、科研、培养专业人才和学术交流等方面发挥了积极的作用。作为学术团体的全国放射学会和各地分会, 有力地推动了国内和国际间的学术交流。影像设备, 包括常规的和先进的设备, 如 CT 和 MRI 设备以及诸如胶片、显、定影剂和造影剂等。我国已能自主设计、生产或组装。

第一章 X 线成像

第一节 X 线成像的基本原理与设备

一、X 线的产生特性

(一) X 线的产生

1895 年, 德国科学家伦琴发现了具有很高能量, 肉眼看不见, 但能穿透不同物质, 能使荧光物质发光的射线。因为当时对这个射线的性质还不了解, 因此称之为 X 射线。为纪念发现者, 后来也称为伦琴射线, 现简称 X 线 (X-ray)。

一般说, 高速行进电子流被物质阻挡即可产生 X 线。具体说, X 线是在真空管内高速行进成束的电子流撞击钨 (或钼) 靶时而产生的。因此, 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, 杯状的阴极内装着灯丝; 阳极由呈斜面的钨靶和附属散热装置组成。

变压器为提供 X 线管灯丝电源和高电压而设置。一般前者仅需 12V 以下, 为一降压变压器; 后者需 40~150kV (常用为 45~90kV) 为一升压变压器。

操作台主要为调节电压、电流和曝光时间而设置, 包括电压表、电流表、时计、调节旋钮和开关等。

在 X 线管、变压器和操作台之间以电缆相连。

X 线的发生程序是接通电源，经过降压变压器，供 X 线管灯丝加热，产生自由电子并云集在阴极附近。当升压变压器向 X 线管两极提供高压电时，阴极与阳极间的电势差陡增，处于活跃状态的自由电子，受强有力的吸引，使成束的电子，以高速由阴极向阳极行进，撞击阳极钨靶原子结构。此时发生了能量转换，其中约 1% 以下的能量形成了 X 线，其余 99% 以上则转换为热能。前者主要由 X 线管窗口发射，后者由散热设施散发。

（二）X 线的特性

X 线是一种波长很短的电磁波。波长范围为 0.0006~50nm。目前 X 线诊断常用的 X 线波长范围为 0.008~0.031nm（相当于 40~150kV 时）。在电磁辐射谱中，居 γ 射线与紫外线之间，比可见光的波长要短得多，肉眼看不见。

除上述一般物理性质外，X 线还具有以下几方面与 X 线成像相关的特性：

1. 穿透性：X 线波长很短，具有很强的穿透力，能穿透一般可见光不能穿透的各种不同密度的物质，并在穿通过程中受到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 线的波长愈短，穿透力也愈强；反之，电压低，所产生的 X 线波长愈长，其穿透力也弱。另一方面，X 线的穿透力还与被照体的密度和厚度相关。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），使产生肉眼可见的荧光。即 X 线作用于荧光物质，使波长短的 X 线转换成波长长的荧光，这种转换叫做荧光效应。这个特性是进行透视检查的基础。

3. 摄影效应：涂有溴化银的胶片，经 X 线照射后，可以感光，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），并沉淀于胶片的胶膜内。此金属银的微粒，在胶片上呈黑色。而未感光的溴化银，在定影及冲洗过程中，从 X 线胶片上被洗掉，因而显出胶片片基的透明本色。依金属银沉淀的多少，便产生了黑和白的影像。所以，摄影效应是 X 线成像的基础。

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计算出 X 线的量。X 线进入人体，也产生电离作用，使人体产生生物学方面的改变，即生物效应。它是放射防护学和放射治疗学的基础。

二、X 线成像的基本原理

X 线之所以能使人体在荧屏上或胶片上形成影像，一方面是基于 X 线的特性，即其穿透性、荧光效应和摄影效应；另一方面是基于人体组织有密度和厚度的差别。由于存在这种差别，当 X 线透过人体各种不同组织结构时，它被吸收的程度不同，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 线上就形成黑白对比不同的影像。

因此，X 线影像的形成，应具备以下三个基本条件：首先，X 线应具有一定的穿透力，这样才能穿透照射的组织结构；第二，被穿透的组织结构，必须存在着密度和厚度的差异，这样，在穿通过程中被吸收后剩余下来的 X 线量，才会有差别的；第三，这个有差别的剩余 X 线，仍是不可见的，还必须经过显像这一过程，例如经 X 线片、荧屏或电视屏显示才能获得具有黑白对比、层次差异的 X 线影像。

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。人体组织结构的密度可归纳为三类：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、结缔组织以及体内液体等；低密度的有脂肪组织以及存在于呼吸道、胃肠道、鼻窦和乳突内的气体等。

当强度均匀的 X 线穿透厚度相等的不同密度组织结构时，由于吸收程度不同，因此将出现如图 2-1-1 所示的情况。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 线影像。

在人体结构中，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，照片上呈现黑影。

X 线穿透低密度组织时，被吸收少，剩余 X 线多，使 X 线胶片感光多，经光化学反应还原的金属银也多，故 X 线胶片呈黑影；使荧光屏所生荧光多，故荧光屏上也就明亮。高密度组织则恰恰相反。

病理变化也可使人体组织密度发生改变。例如，肺结核病变可在原属低密度的肺组织内产生中等密度的纤维性改变和高密度的钙化灶。在胸片上，于肺影的背景上出现代表病变的白影。因此，不同组织密度的病理变化可产生相应的病理 X 线影像。

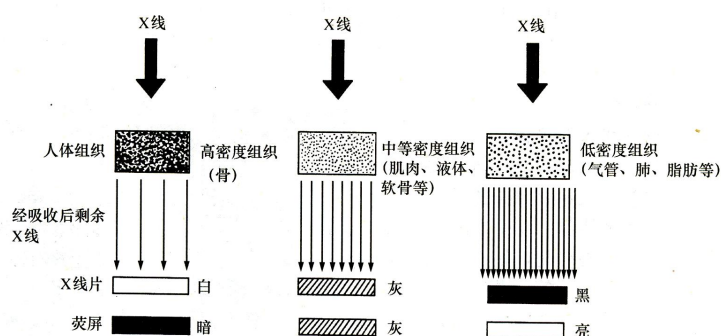


图 2-1-1 不同密度组织（厚度相同）与 X 线成像的关系

人体组织结构和器官形态不同，厚度也不一致。其厚与薄的部分，或分界明确，或逐渐移行。厚的部分，吸收 X 线多，透过的 X 线少，薄的部分则相反。在 X 线片和荧屏上显示出的黑白对比和明暗差别以及由黑到白和由明到暗，其界线呈比较分明或渐次移行，都是与它们厚度间的差异相关的。

由此可见，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。应当指出，密度与厚度在成像中所起的作用要看哪一个占优势。例如，在胸部，肋骨密度高但厚度小，而心脏大血管密度虽低，但厚度大，因而心脏大血管的影像反而比肋骨影像白。同样，胸腔大量积液的密度为中等，但因厚度大，所以其影像也比肋骨影像为白。需要指出，人体组织结构的密度与 X 线片上的影像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 线片上所示影像的黑白。但是物质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，影像在照片上呈白影。反之，物质的密度低，比重小，吸收的 X 线量少，影像在照片上呈黑影。因此，照片上的白影与黑影，虽然也与物体的厚度有关，但却可反映物质密度的高低。在术语中，通常用密度的高与低表达影像的白与黑。例如用高密度、中等密度和低密度分别表达白影、灰影和黑影，并表示物质密度。人体组织密度发生改变时，则用密度增高或密度减低来表达影像的白影与黑影。

三、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。60 年代以来，影像增强和电视系统技术的应用，使它们逐渐成为新型 X 线机的主要部件之一。为了保证 X 线摄影质量，新型 X 线机在摄影技术参数的选择、摄影位置的校正方面，都更加计算机化、数字化、自动化。为适应影像诊断学专业的发展，近 30 多年来，除通用型 X 线机以外，又开发了适用于心血管、胃肠道、泌尿系统、乳腺及介入放射、儿科、手术室等专用的 X 线机。

第二节 X 线图像特点

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，是该穿透路径上各层投影相互叠加在一起的影像。正位 X 线投影中，它既包括有前部，又有中部和后部的组织结构。重叠的结果，能使体内某些组织结构的投影因累积增益而得到很好的显示，也可使体内另一些组织结构的投影因减弱抵消而较难或不能显示。

由于 X 线束是从 X 线管向人体作锥形投射，因此，将使 X 线影像有一定程度放大并产生伴影。伴影使 X 线影像的清晰度减低。

锥形投射还可能对 X 线影像产生如图 1-2 所示的影响。处于中心射线部位的 X 线影像，虽有放大，但仍保持被照体原来的形状，并无图像歪曲或失真；而边缘射线部位的 X 线影像，由于倾斜投射，对被照体则既有放大，又有歪曲。

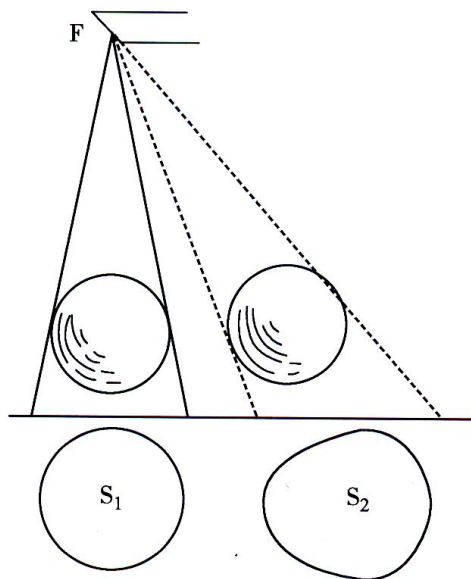


图 2-2-1 斜射投照对 X 线投影的影响（歪曲失真）同样的球体，由于倾斜投射，使投影变形，呈蛋形(S_2)；中心射线部分的投影(S_1)，有放大，但仍呈球形。

第三节 X 线检查技术

X 线图像是由从黑到白不同灰度的影像所组成的。这些不同灰度的影像反映了人体组织结构的解剖及病理状态。这就是赖以进行 X 线检查的自然对比。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，以便产生人工对比。因此，自然对比和人工对比是 X 线检查的基础。

一、普通检查

包括荧光透视和摄影。

1. 荧光透视：简称透视。为常用 X 线检查方法。由于荧光亮度较低，因此透视一般须在暗室内进行。透视前须对视力行暗适应。采用影像增强电视系统，影像亮度明显增强，效果更好。透视的主要优点是可转动患者体位，改变方向进行观察；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；透视的设备简单，操作方便，费用较低，可立即得出结论等。主要缺点是荧屏亮度较低，影像对比度及清晰度较差，难于观察密度与厚度差别较少的器官以及密度与厚度较大的部位。例如头颅、腹部、脊柱、骨盆等部位均不适宜透视。另外，缺乏客观记录也是一个重大缺点。

2. X 线摄影：所得照片常称“平片”。这是应用最广泛的检查方法。优点是成像清晰，对比度及清晰度均较好；不难使密度、厚度较大或密度、厚度差异较小部位的病变显影；可作为客观记录，便于复查时对照和会诊。缺点是每一照片仅是一个方位和一瞬间的 X 线影像，为建立立体概念，常需作互相垂直的两个方位摄影，例如正位及侧位；对功能方面的观察，不及透视方便和直接；费用比透视稍高。

这两种方法各具优缺点，互相配合，取长补短，可提高诊断的正确性。

二、特殊检查

体层摄影：普通 X 线片是 X 线投照路径上所有影像重叠在一起的总和投影。一部分影像因与其前、后影像重叠，而不能显示。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，而不属于选定层面的结构则在投影过程中被模糊掉。体层摄影常用以明确平片难于显示、重叠较多和处于较深部位的病变。

多用于了解病变内部结构有无破坏、空洞或钙化，边缘是否锐利以及病变的确切部位和范围；显示气管、支气管腔有无狭窄、堵塞或扩张；配合造影检查以观察选定层面的结构与病变。

软线摄影：采用能发射软 X 线的钨靶管球，用以检查软组织，特别是乳腺的检查。

其他：特殊检查方法尚有①放大摄影，采用微焦点和增大人体与照片距离以显示较细微的病变；②荧光摄影，荧光成像基础上进行缩微摄影，主要用于集体体检；③记波摄影，采用特殊装置以波形的方式记录心、大血管搏动，膈运动和胃肠蠕动等。

三、造影检查

人体组织结构中，有相当一部分，只依靠它们本身的密度与厚度差异不能在普通检查中显示。此时，可以将高于或低于该组织结构的物质引入器官内或周围间隙，使之产生对比以显影，此即造影检查。引入的物质称为造影剂。造影检查的应用，显著扩大了 X 线检查的范围。

（一）造影剂 按密度高低分为高密度造影和低密度造影剂两类。

1. 高密度造影剂 为原子序数高、比重大的物质。常用的有钡剂和碘剂。

钡剂为医用硫酸钡粉末，加水和胶配成。根据检查部位及目的，按粉末微粒大小、均匀性以及用水和胶的量配成不同类型的钡混悬液，通常以重量/体积比来表示浓度。硫酸钡混悬液主要用于食管及胃肠造影，并可采用钡气双重对比检查，以提高诊断质量。

碘剂种类繁多，应用很广，分有机碘和无机碘制剂两类。

有机碘水剂类造影剂注入血管内以显示器官和大血管，已有数十年历史，且成为常规方法。它主要经肝或肾从胆道或泌尿道排出，因而广泛用于胆管及胆囊、肾盂及尿路、动脉及静脉的造影以及作 CT 增强检查等。70 年代以前均采用离子型造影剂。这类高渗性离子型造影剂，可引起血管内液体增多和血管扩张，肺静脉压升高，血管内皮损伤及神经毒性较大等缺点，使用中可出现毒副反应。70 年代开发出非离子型造影剂，它具有相对低渗性、低黏度、低毒性等优点，大大降低了毒副反应，适用于血管、神经系统及造影增强 CT 扫描。可惜费用较高，目前尚难以普遍使用。

上述水溶性碘造影剂有以下类型：①离子型，以泛影葡胺为代表；②非离子型以碘苯六醇、碘普罗胺、碘必乐为代表；③非离子型二聚体，以碘曲仑为代表。

无机碘剂当中，布什化油含碘 40%，常用于支气管、瘻管子宫输入卵管造影等。碘化油造影后吸收极慢，故造影完毕应尽可能吸出。

脂肪酸碘化物的碘苯酯，可注入椎管内作脊髓造影，但近来已用非离子型二聚体碘水剂。

2. 低密度造影剂 为原子序数低、比重小的物质。目前应用于临床的有二氧化碳、氧气、空气等。在人体内二氧化碳吸收最快，空气吸收最慢。空气与氧气均不能注入正在出血的器官，以免发生气栓。可用于蛛网膜下腔、关节囊、腹腔、胸腔及软组织间隙的造影。

（二）造影方式 有以下两种方式：

1. 直接引入 包括以下几种方式：①口服法：食管及胃肠钡餐检查；②灌注法：钡剂灌肠，支气管造影，逆行胆道造影，逆行泌尿道造影，瘻管、脓腔造影及子宫输卵管造影等；③穿刺注入法：可直接或经导管注入器官或组织内，如心血管造影，关节造影和脊髓造影等。

2. 间接引入 造影剂先被引入某一特定组织或器官内，后经吸收并聚集于欲造影的某一器官内，从而使之显影。包括吸收性与排泄性两类。吸收性如淋巴管造影。排泄性如静脉胆道造影或静脉肾盂造影和口服法胆囊造影等。前二者是经静脉注入造影剂后，造影剂聚集于肝、肾，再排泄入胆管或泌尿道内。后者是口服造影剂后，造影剂经肠道吸收进入血循环，再到肝胆并排入胆囊内，即在蓄积过程中摄影，现已少用。

（三）检查前准备造影反应的处理 各种造影检查都有相应的检查前准备和注意事项。必须严格执行，认

真准备，以保证检查效果和患者的安全。应备好抢救药品和器械，以备急需。

在造影剂中，钡剂较安全，气体造影时应防止气栓的发生。静脉内气栓发生后应立即将患者置于左侧卧位，以免气体进入肺动脉。造影反应中，以碘造影剂过敏较常见并较严重。在选用碘造影剂行造影时，以下几点值得注意：①了解患者有无造影的禁忌证，如严重心、肾疾病和过敏体质等；②作好解释工作，争取患者合作；③造影剂过敏试验，一般用 1ml 30% 的造影剂静脉注射，观察 15 分钟，如出现胸闷、咳嗽、气促、恶心、呕吐和荨麻疹等，则为阳性，不宜造影检查。但应指出，尽管无上述症状，造影中也可发生反应。因此，关键在于应有抢救过敏反应的准备与能力；④作好抢救准备，严重反应包括周围循环衰竭和心脏停搏、惊厥、喉水肿、肺水肿和哮喘发作等。遇此情况，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，周围循环衰竭应给去甲肾上腺素，心脏停搏则需立即进行心脏按压。

四、X 线检查方法的选择原则

X 线检查方法的选择，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，提出一个 X 线检查方案。一般应当选择安全、准确、简便而又经济的方法。因此，原则上应首先考虑透视或拍平片，必要时才考虑造影检查。但也不是绝对的，例如不易为 X 线穿透的部位，如颅骨就不宜选择透视，而应摄平片。有时两三种检查方法都是必须的，例如对于某些先天性心脏病，准备手术治疗的患者，不仅需要胸部透视与平片，还必须作心管造影。对于可能产生一定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，不可视作常规检查加以滥用，以免给患者带痛苦和损失。

第四节 X 线分析与诊断

X 线诊断是重要的临床诊断方法之一。诊断以 X 线影像为基础，因此需要对 X 线影像进行认真、细致的观察，分辨正常与异常，了解 X 线影像所反映的正常与病理的解剖特点。综合 X 线各种病理表现，联系临床资料，包括病史、症状、体征及其他临床检查资料进行分析推理，才可能提出比较正确的 X 线诊断。因此，X 线诊断的准确性，在相当程度上，取决于对 X 线影像的特点及其解剖、病理基础的认识和诊断思维方法的正确与否。为了作出正确的 X 线诊断，在分析和诊断中应遵循一定的原则和步骤。

观察分析 X 线片时，首先应注意投照技术条件。例如，摄影位置是否准确，摄影条件是否恰当，即照片质量是否满足 X 线诊断需要。

为了不至于遗漏重要 X 线征象，应按一定顺序，全面而系统地进行观察。例如，分析胸片时，应注意胸廓、肺、纵隔、膈及胸膜，并结合临床，着重对其中某一方面的观察。在分析肺片时，应从肺尖到肺底，从肺门到肺周依次进行观察。在分析骨关节片时，应依次观察骨骼、关节及软组织。在分析骨骼时，则应注意骨皮质、骨松质及骨髓腔等。否则很易被引人注目的部分所吸引，忘记或忽略观察其他部分，而这部分恰好是更重要而必须阅读的部分。

在观察分析过程中，应注意区分正常与异常。为此，应熟悉正常解剖和变异情况以及它们的 X 线表现。这是判断病变 X 线表现的基础。

观察异常 X 线表现，应注意观察它的部位和分布、数目、形状、大小、边缘、密度及其均匀性与器官本身的功能变化和病变的邻近器官组织的改变。因为分析这些 X 线表现，才可能推断该异常影像的病理基础。在分析判断时，还需找出一个或一些有关键意义的 X 线表现，以便提出一个或几个疾病来解释这些表现。也就是提出初步的 X 线诊断。

前述初步考虑的 X 线诊断是否正确，还必须用其他临床资料和影像诊断检查结果加以验证。临床资料中的年龄、性别、职业史、接触史、生活史、体征及重要检查发现和治疗经过等，对确定 X 线诊断都具有重要意义。如初步考虑的 X 线诊断与其他临床资料是吻合的，则诊断的准确性就比较大；如不吻合，则需复核对照片的观察与分析是否准确，推理是否符合逻辑，初步 X 线诊断是否妥当，临床资料是否齐全与准确。

应当指出，X 线诊断是有价值的，但也有一定限制。一些疾病的早期或病变很小，则可以没有异常 X 线表

现，以致不能作出诊断。

X线诊断结果基本上有三种情况：①肯定性诊断，即经过X线检查，可以确诊。②否定性诊断，即经过X线检查，排除了某些疾病。但应注意它有一定限制，因病变从发生到出现X线表现需要一定时间，在该时间内X线检查可以呈阴性；病变与其所在器官组织间的自然对比好坏也会影响X线征象的显示。因此，要正确评价否定性诊断的意义。③可能性诊断，即经过X线检查，发现了某些X线征象，但不能确定病变性质，因而列出几个可能性。

第五节 X线诊断的临床应用

对于缺乏自然对比的结构或器官，可将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。对比剂的引入方式分为两种：①直接引入法：其中包括口服法，如食管、胃、肠的造影法；灌注法，如直肠、结肠灌注造影、逆行泌尿道造影、窦道造影等。②间接引入法：对比剂引入体内，经吸收或聚集，使脏器显影。如静脉肾盂造影，排泄性胆道造影等。目前以上所述造影检查方法仍然在有关脏器的影像学检查中占有主导地位。

X线诊断用于临床已有百年历史。尽管其他一些先进的影像检查技术，例如CT和MRI等对一部分疾病的诊断，展现出了很大的优越性，但它们并不能取代X线检查。一些部位的检查，例如胃肠道，骨关节及心血管，仍主要使用X线检查。X线还具有成像清晰、经济、简便等特点，因此，目前，X线诊断仍然是影像诊断中使用最广泛和最基本的方法。

第六节 X线检查中的防护

X线检查应用很广，接触X线的人也越来越多。因此，应该重视X线检查中的防护问题。应了解放射防护的意义、方法和措施。

一、防护意义

一定剂量的X线照射入体后，能产生不同程度的影响，但近代X线机及机房的设计已考虑到防护措施，能保证安全使用，使接受放射量在允许范围内，不会造成身体损害。因此，对于放射线的损伤应有正确的认识，即战略上应藐视它，消除不必要的顾虑和恐惧，而在战术上应重视它，对于放射线接触者应采取防护措施。

从X线管阳极靶发出的X线称为原发X线，原发X线遇到物体，如空气、检查床及患者身体后，会产生另一种向各方向散射的射线，称为散射X线，亦称散射线。散射线能量低，穿透性较原发X线弱，但接触人体时被体表组织吸收，过量能造成放射损伤。对于患者来说，所接受的射线主要是原发X线；而对放射线工作人员来说，原发X线已被各种防护措施阻挡，对身体危害的主要是散射线。近代X线机配备影像增强器，患者在工作人员接受X线辐射量仅为普通透视的十分之一。此外，还有隔室透视设备，因此，工作人员和患者接受剂量很少。

二、防护措施

（一）机房及机器的防护要求

1. 机房宜较大，并有通风设备，尽量减少放射线对身体的影响，就200Ma X线机而论，机房面积不得小于36m²。另外，机房墙壁应有一定厚度的砖、水泥或铅皮构成，以达到防护目的。

2. X线球管置于足够厚度的金属套（球管套）内，球管套的窗口应有隔光器作适当的缩小，尽量减少原发射线的照射。X线通过人体照射于荧光屏上，荧光屏的前方应有铅玻璃将原发X线阻挡，近代X线检查床改

为密封式，床周以金属板完全封闭，可减少散射线。

（二）工作人员的防护

1. 工作人员不得将身体任何部位暴露在原发 X 线之中，尽可能避免直接用手在透视下操作，例如骨折复位，异物定位及胃肠检查等。

2. 透视时须使用各种防护器材，如铅橡皮手套、铅围裙及铅玻璃眼镜等。利用隔光器使透视野尽量缩小，毫安尽量降低，曝光时间尽量缩短。透视前应该有充分的暗适应用，以使用最短时间，得到良好的透视影像。

3. 照片时也要避免接触散射线，一般以铅屏风遮挡。如照片工作量大，宜在照片室内另设一个防护较好的控制室（用铅皮，水泥或厚砖砌成）。

（三）患者的防护

1. 患者与 X 线球管须保持一定的距离，一般不少于 35cm。这是因为患者距 X 线球管愈近，接受放射量愈大。球管窗口下须加一定厚度的铝片，减少穿刺力弱的长波 X 线，因这些 X 线被患者完全吸收，而对荧光屏或胶片都无作用。

2. 患者应避免短期内反复多次检查及不必要的复查。对性成熟及发育期的妇女作腹部照射，应尽量控制次数及部位，避免伤害生殖器官。怀孕早期第一个月内，胎儿对 X 线特别敏感，易造成流产或畸胎，故对早孕妇女避免放射线照射骨盆部。对男患者，在不影响检查的情况下，宜用铅橡皮保护阴囊，防止睾丸受到照射。

第二章 计算机体层成像

计算断层摄影, 简称 CT, 是电子计算机和 X 线相结合, 应用到医学领域的重大突破, 它使传统的 X 线诊断技术进入了计算机处理、电视图像显示的新时代。因此 CT 发明者 Hounsfield 荣获诺贝尔医学奖。Hounsfield 1969 年设计成功, 1972 年公诸于世的。CT 不同于 X 线成像, 它是用 X 线束对人体层面进行扫描, 取得信息, 经计算机处理而获得的重建图像。所显示的是断面解剖图像, 其密度分辨力明显优于 X 线图像。从而显著扩大了人体的检查范围, 提高了病变的检出率和诊断的准确率。CT 也大大促进了医学影像学的发展。

第一节 CT 的成像基本原理与设备

一、CT 的成像基本原理

CT 是用 X 线束对人体某部一定厚度的层面进行扫描, 由探测器接收透过该层面的 X 线, 转变为可见光后, 由光电转换为电信号, 再经模拟/数字转换器转为数字, 输入计算机处理。图像形成的处理有如对选定层面分成若干个体积相同的长方体, 称之为体素。扫描所得信息经计算而获得每个体素的 X 线衰减系数或吸收系数, 再排列成矩阵, 即数字矩阵。数字矩阵可存贮于磁盘或光盘中。经数字/模拟转换器把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块, 即像素, 并按矩阵排列, 即构成 CT 图像。所以, CT 图像是重建图像。每个体素的 X 线吸收系数可以通过不同的数学方法算出。

二、CT 设备

CT 设备主要有以下三部分: ①扫描部分由 X 线管、探测器和扫描架组成; ②计算机系统, 将扫描收集到的信息数据进行贮存运算; ③图像显示和存储系统, 将经计算机处理、重建的图像显示在电视屏上或用多幅照相机或激光照相机将图像摄下。

扫描部分分几种不同扫描方式。探测器从原始的 1 个发展到现在的多达 4800 个。扫描方式也从平移/旋转、旋转/旋转、旋转/固定, 发展到新近开发的螺旋 CT 扫描。计算机容量大、运算快, 可达到立即重建图像。由于扫描时间短, 可避免运动, 例如, 呼吸运动的干扰, 可提高图像质量; 层面是连续的, 所以不至于漏掉病变, 而且可行三维重建, 注射造影剂作血管造影可得 CT 血管造影。超高速 CT 扫描所用扫描方式与前者完全不同。扫描时间可短到 40ms 以下, 每秒可获得多帧图像。由于扫描时间很短, 可摄得电影图像, 能避免运动所造成的伪影, 因此, 适用于心血管造影检查以及小儿和急性创伤等不能很好地合作的患者检查。

第二节 CT 图像特点

CT 图像是由一定数目由黑到白不同灰度的像素按矩阵排列所构成。这些像素反映的是相应体素的 X 线吸收系数。不同 CT 装置所得图像的像素大小及数目不同。大小可以是 $1.0 \times 1.0\text{mm}$, $0.5 \times 0.5\text{mm}$ 不等; 数目可以是 256×256 , 即 65536 个, 或 512×512 , 即 262144 个不等。显然, 像素越小, 数目越多, 构成图像越细致, 即空间分辨力高。CT 图像的空间分辨力不如 X 线图像高。

CT 图像是以不同的灰度来表示, 反映器官和组织对 X 线的吸收程度。因此, 与 X 线图像所示的黑白影像一样, 黑影表示低吸收区, 即低密度区, 如肺部; 白影表示高吸收区, 即高密度区, 如骨骼。但是 CT 与 X 线图像相比, CT 的密度分辨力高, 即有高的密度分辨力。因此, 人体软组织的密度差别虽小, 吸收系数虽多接近于水, 也能形成对比而成像。这是 CT 的突出优点。所以, CT 可以更好地显示由软组织构成的器官, 如脑、脊髓、纵隔、肺、肝、胆、胰以及盆部器官等, 并在良好的解剖图像背景上显示出病变的影像。

X 线图像可反映正常与病变组织的密度，如高密度和低密度，但没有量的概念。CT 图像不仅以不同灰度显示其密度的高低，还可用组织对 X 线的吸收系数说明其密度高低的程度，具有一个量的概念。实际工作中，不用吸收系数，而换算成 CT 值，用 CT 值说明密度。单位为 Hu。

水的吸收系数为 10，CT 值定为 0Hu，人体中密度最高的骨皮质吸收系数最高，CT 值定为+1000Hu，而空气密度最低，定为-1000Hu。人体中密度不同和各种组织的 CT 值则居于-1000Hu 到+1000Hu 的 2000 个分度之间（图 3-2-1）。

由图 3-2-1 可见人体软组织的 CT 值多与水相近，但由于 CT 有高的密度分辨力，所以密度差别虽小，也可形成对比而显影。

CT 值的使用，使在描述某一组织影像的密度时，不仅可用高密度或低密度形容，且可用它们的 CT 值平说明密度高低的程度。

CT 图像是层面图像，常用的是横断面。为了显示整个器官，需要多个连续的层面图像。通过 CT 设备上图像的重建程序的使用，还可重建冠状面和矢状面的层面图像。

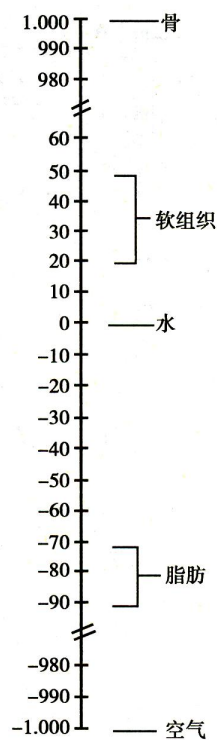


图 3-2-1 人体组织 CT 值 (Hu)

第三节 CT 检查技术

患者卧于检查床上，摆好位置，选好层面厚度与扫描范围，并使扫描部位伸入扫描架的孔内，即可进行扫描。大都用横断面扫描，层厚用 5 或 10mm，特殊需要可选用薄层，如 2mm。患者要不动，胸、腹部扫描要停止呼吸。因为轻微的移动或活动可造成伪影，影响图像质量。

CT 检查分平扫、造影增强扫描和造影扫描。

(一) 平扫

是指不用造影增强或造影的普通扫描。一般都是先作平扫。

(二) 造影增强扫描

是经静脉注入水溶性有机碘剂，如注入 60%~76%泛影葡胺 60ml 后再行扫描的方法。血内碘浓度增高后，器官与病变内碘的浓度可产生差别，形成密度差，可能使病变显影更为清楚。方法分团注法、静滴法和静注与静滴法几种。

(三) 造影扫描

是先作器官或结构的造影，然后再行扫描的方法。例如向脑池内注入碘曲仑 8~10ml 或注入空气 4~6ml 行脑池造影再行扫描，称之为脑池造影 CT 扫描，可清楚显示脑池及其中的小肿瘤。

第四节 CT 分析与诊断

在观察分析时，应先了解扫描的技术条件，是平扫还是增强扫描，再对每帧 CT 图像进行观察。结合一系列多帧图像的观察，可立体地了解器官大小、形状和器官间的解剖关系。病变在良好的解剖背景上显影是 CT 的特点，也是诊断的主要根据，大凡病变够大并同邻近组织有足够的密度差，即可显影。根据病变密度高于、低于或等于所在器官的密度而分为高密度、低密度或等密度病变。如果密度不均，有高有低，则为混杂密度病变。发现病变要分析病变的位置、大小、形状、数目和边缘，还可测定 CT 值以了解其密度的高低。如行造影增强扫描，则应分析病变有无密度上的变化，即有无强化。如病变密度不增高，则为不强化；密度增高，则为强化。强化程度不同，形式亦异，可以是均匀强化或不均匀强化或不均匀强化或只病变周边强化，即环状强化。对强化区行 CT 值测量，并与平扫的 CT 值比较，可了解强化的程度。此外，还要观察邻近器官和组织的受压、移位和浸润、破坏等。

综合分析器官大小、形状的变化，病变的表现以及邻近器官受累情况，就有可能对病变的位置、大小与数目、范围以及病理性质作出判断。和其他成像技术一样，还需要与临床资料结合，并同其他影像诊断综合分析。

CT 在发现病变、确定病变位置及大小与数目方面是较敏感而可靠的，但对病理性质的诊断，也有一定的限制。