

X线摄影 分册

陈太平 彭振军 主编

韩 萍 曾祥阶 主审

医学影像技术丛书

丛书主编

曾祥阶 燕树林

李治安 张永学



X
XIAN SHE YING
FEN CE
湖北科学技术出版社

X线摄影分册

陈太平 彭振军 主编
湖北科学技术出版社



X
XIAN SHE YING
FEN CE

图书在版编目(CIP)数据

X线摄影分册/陈太平,彭振军主编. —武汉:湖北科学技术出版社,1999.11

(医学影像技术丛书)

ISBN 7-5352-2313-3

I. X… II. ①陈… ②彭… III. X线摄影(诊断)—成像 IV. R814.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 24404 号

医学影像技术丛书

X线摄影分册

© 陈太平 彭振军 主编

策 划:蔡荣春

封面设计:王 梅

责任编辑:李荷君

责任校对:蒋 静

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:86782508

地 址:武汉市武昌黄鹂路 75 号

邮编:430077

印 刷:华中理工大学印刷厂

邮编:430074

督 印:李 平 刘春尧

787mm×1092mm 16 开

9.25 印张

1 插页

240 千字

2000 年 1 月第 1 版

2000 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-3 000

ISBN 7-5352-2313-3/R·446

定价:20.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

《医学影像技术丛书》

主编：曾祥阶 燕树林
李治安 张永学

主审：王新房 冯敢生

《X线摄影分册》

主编：陈太平 彭振军

主审：韩 萍 曾祥阶

编委：(以姓氏笔画为序)

于 群 田志梁 刘定西 刘永华

刘 钢 余建明 熊 瑛 雷子乔

总 序

影像医学与核医学专业范围较广,主要由以下三大部分组成:1.放射医学,包括传统X线诊断学、CT、磁共振、介入放射学;2.超声医学,包括B型超声、超声心动图、超声多普勒、介入超声;3.核医学,包括 γ 照相、单光子放射计算机断层扫描(SPECT)、正电子发射计算机断层扫描技术(PET)和介入核医学等。

随着计算机技术的飞速发展,近年来影像医学与核医学仪器的性能有很大改进,成像清晰,分辨率高,不仅能显示正常与异常结构的轮廓和形态,而且可以观察器官的血供、代谢及其机能。这些技术已经广泛用于多个系统各种疾患的检查,使诊断水平有很大提高,在临床上发挥重要作用。介入影像医学也有长足的进步,使许多疾病能得到微创治疗,特别是在某些肿瘤的治疗效果方面可与内科治疗或外科治疗相媲美,成临床上首选的治疗方法之一。经过影像医学和核医学工作者多年努力,我国影像医学技术在临床应用领域内许多方面具有国际先进水平,有些研究项目已步入世界先进行列。

为了便于广大影像医学工作者能全面了解与掌握所从事专业的基础理论、操作方法,熟练进行检查,正确判断图像的变化及其在疾病诊断上的意义,受湖北科学技术出版社的委托,由曹祥阶主任和燕树林主任等一些学术造诣很深的专家担任主编和编委,编写了这套《医学影像技术丛书》。丛书有5个分册,即《X线摄影分册》、《CT扫描分册》、《MR成像分册》、《超声显像分册》与《核医学分册》。作者们将自己积累的丰富经验和宝贵资料加以总结提炼,注意理论与实践密切结合,并吸取国内外的先进技术和最新成果,精心编写本书,使之成为一套内容丰富、资料翔实、编排有序、层次分明、文笔简练、重点突出、论证深刻、图像精美的影像医学专著。相信本丛书的出版,一定会受到广大临床医师、影像医学和核医学工作者的热烈欢迎,为促进我国影像医学的发展和提高做出贡献。有感于此,兴奋不已,特作序言,向国内同仁推荐。

同济医科大学附属协和医院教授 王新房 冯敬生

1999年9月

前 言

近年来,随着医学影像学事业的发展,传统 X 线的应用范围尽管受到 CT、MR、DSA 等技术的冲击,发生了较大的变化,但仍不失为重要的检查手段,在很多疾病的诊断中,仍起着主导的作用,为了适应时代的发展,满足现代 X 线摄影技术的需要,特编写当今实用的《X 线摄影分册》。

本书以疾病诊断的需要为主题,结合临床知识着重介绍了实用性较强的常规 X 线检查方法,对 X 线成像理论和图像质量保证作了较为详细的阐述。旨在提高放射技术人员的专业理论水平,同时对各系统疾病的诊断要领进行了概括的说明。目的是以诊断促进技术的提高,进一步明确摄影技术是诊断的基础,搞好摄影技术,适应时代的发展和社会进步的需要。

本书在编写过程中得到中华影像技术学会范焱、燕树林主任的关怀和支持,得到北京医科大学第三附属医院向素娟主任、山东医学影像研究所于凤珍主任提供的资料,在此表示诚挚的感谢。

由于我们水平有限,疏漏之处在所难免,敬请同道不吝指教。

编 者

1999 年 10 月

目 录

总序	
前言	
第一章 X线成像基础知识	1
第一节 X线的产生	1
第二节 X线的性质	2
第三节 X线成像原理	2
第四节 X线影像	4
一、X线影像转换方式	4
二、X线图像的特点	5
第五节 X线检查方法	6
一、普通检查	6
二、特殊检查	6
三、造影检查	7
第二章 X线摄影基础知识	8
第一节 解剖术语及摄影位置的命名原则	8
一、X线摄影解剖术语	8
二、摄影位置的命名原则	10
第二节 X线照片标记	12
一、标记内容	12
二、标记放置规则	12
第三节 X线摄影基本要素	12
一、X线摄影体位	12
二、中心射线的校对	12
三、摄影条件的选择	13
四、位置与取景	14
第四节 X线照片影像的形成及其影响因素	15
一、X线照片影像的形成	15
二、X线照片影像的密度	15
三、X线照片影像的对比度	17
四、X线照片影像的锐利度	19
五、X线照片影像的放大与变形(失真度)	20
六、散射线及其消除	21
第三章 X线平片摄影	25
第一节 四肢骨关节摄影	25

一、应用解剖·····	25
二、摄影注意事项·····	26
三、特殊病变及摄影位置·····	26
四、几种非常规摄影体位·····	27
第二节 脊柱及骨盆平片摄影·····	31
一、应用解剖·····	31
二、体表定位标志·····	33
三、摄影注意事项·····	33
四、特殊病变的摄影要求·····	33
五、几种非常规体位·····	36
第三节 胸部X线摄影·····	38
一、胸廓平片摄影·····	38
二、胸部及心脏平片摄影·····	41
三、心脏影像及其相关因素·····	43
第四节 腹部平片摄影·····	45
一、应用解剖·····	45
二、体表定位标志·····	45
三、摄影注意事项·····	46
四、特殊病变与摄影位置·····	46
第五节 头颅平片摄影·····	46
一、头颅X线摄影常用的体表标志·····	46
二、颅骨的X线摄影·····	47
三、面骨X线摄影·····	56
四、鼻窦X线摄影·····	62
五、眼部X线摄影·····	67
六、耳部X线摄影·····	72
七、咽喉部X线摄影·····	82
八、牙齿X线摄影·····	88
第四章 X线特殊摄影·····	90
第一节 体层摄影·····	90
一、原理·····	90
二、体层摄影的分类·····	91
三、体层厚度·····	92
四、体层摄影机精度测验·····	93
五、常用体层位置及层次·····	95
六、特殊体层摄影·····	95
第二节 眼内异物X线定位检查·····	96
一、生理学定位法·····	97
二、直接定位法·····	97
三、几何定位法——斯维特法·····	98

四、三角函数定位法·····	99
五、术中 X 线定位检查·····	104
第三节 乳腺摄影术·····	106
一、乳腺摄影的技术要求·····	106
二、乳腺摄影位置·····	108
第五章 X 线造影检查·····	109
第一节 造影与造影剂·····	109
一、分类·····	109
二、造影剂的特性、药理及体内过程·····	109
三、使用造影剂的注意事项·····	114
四、严重反应的急救措施·····	114
第二节 呼吸系统造影术·····	115
一、常规支气管造影术·····	115
二、选择性支气管造影术及支气管刷活检·····	117
附:经皮肺穿刺活检·····	118
第三节 消化系统造影术·····	119
一、食管钡餐检查·····	119
二、胃肠钡餐检查·····	120
三、小肠钡餐检查·····	121
四、小肠双重对比灌肠造影·····	121
五、钡灌肠·····	122
六、阑尾的检查方法·····	123
七、胆系造影·····	123
第四节 泌尿系统的造影术·····	126
一、肾盂造影·····	126
二、膀胱造影·····	129
三、尿道造影·····	130
第五节 生殖系统的造影术·····	131
一、子宫输卵管造影术·····	131
二、子宫颈造影·····	133
三、阴道造影·····	134
四、精囊输精管造影术·····	134
第六章 X 线防护·····	136
第一节 控制照射剂量·····	136
第二节 完善防护措施·····	137
一、常规防护要求·····	137
二、X 线诊断机的防护要求·····	137
三、X 线检查室的防护要求·····	137
第三节 我国对有关放射性工作人员的规定·····	137
一、对健康管理的几项要求·····	137

二、体格检查项目(健康档案上的项目)	137
三、不适应症(不能从事放射线工作)	138
第四节 慢性放射性损伤及其治疗	138

第一章 X 线成像基础知识

1895 年 11 月 8 日,德国物理学家伦琴(W.K.Rontgen)发现了 X 射线,并拍出了手的 X 线照片。从此,开始了 X 线检查疾病的新纪元。

第一节 X 线的产生

X 线是由于在真空的条件下,高速飞驰的电子撞击到金属原子内部,使原子核外轨道上的电子发生跃迁而释放出的一种能。因此,要产生 X 线必须具备 3 个条件:①有电子源;②必须有空压电场及真空条件下的电子流;③必须有适当的障阻物(靶面)来承受高速电子的能量,使高速电子所带的动能转变成 X 线。X 线管是从以上条件考虑制作的。从 X 线管发出的 X 线由两部分组成:一部分为连续放射,包括不同波长的 X 线,任何 X 线管都产生一定的连续 X 线谱;另一部分为标识射线。

连续放射又叫韧致放射。它放射出的射线之最短波长,可通过 Duane - Hunt 公式求得。 h 表示普郎克常数, c 表示光速, V_p 表示管电压。

$$\lambda = \frac{hc}{V_p} = \frac{12.42}{V_p(\text{kV})} (\text{\AA})$$

由此可见任何 X 线管产生 X 线波长与管电压有关,管电压愈高,X 线波长愈短。见图 1-1。

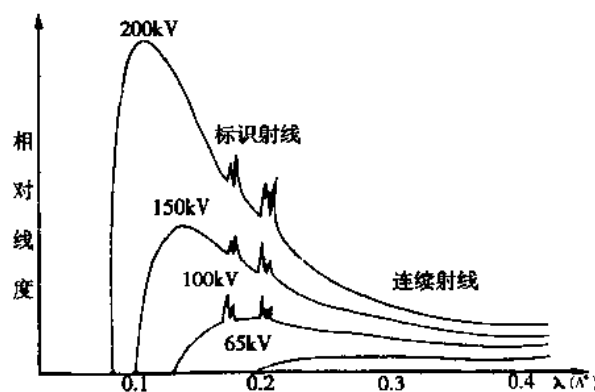


图 1-1 X 线强度曲线分布图

标识放射也叫特性放射。它放射的标识射线在X线强度分布曲线(图1-1)中是叠加在连续射线谱上出现有几个向上突出的尖端。它代表一些强度较强,波长为一定数值的X线。它的产生与X线管电流无关,而是由靶面物质所决定的。某种物质(元素)产生标识射线需在一定的高电压下才产生,所需电压与元素的原子序数的平方成正比,而原子序数愈大则标识射线的波长愈短。

在X线管内,高速电子流撞击阳极靶时而产生的X线谱是连续放射与标识放射的叠加线谱。随着管电压的升高,标识射线的量也增加。

第二节 X线的性质

X线具有微粒辐射和电磁辐射双重性。它在空间的行径像波的运动,而在被发射或被接收时又表现成离散的能量粒子形式,即所谓光子式量子。正因为X线有其特有的性质,所以它有以下效应。

(一)物理效应

(1)穿透作用 波长短的X线光子能量大,穿透物质的能力强。X线的穿透性不但与X线波长有关,而且还与物质的性质结构有关。一般而言,高原子序数的物质密度大,吸收X线多,不易被X线穿透。X线对人体各组织的穿透性的差别是X线透视和摄影成像的基础。

(2)荧光作用 当X线照射到某些物质时能激出可见的荧光,具有这种特性的物质为荧光物质,如钨酸钙、铂氰化钡及某些稀土元素。透视的荧光屏,摄影中用的增感屏,影像增强器中的输入屏和输出屏均是利用这种特性制成的。

(3)电离作用 具有足够能量的X线光子,不仅能击脱物质原子的轨道电子而产生一次电离,脱离原子的电子又与其他原子碰撞,还会产生二次电离。根据收集气体中电离的多少可测定X线的照射量并制作相应的测试仪。

(4)光学特性 X线与可见光一样具有干涉、衍射、反射、折射等重要光学特性。

(5)热作用 当电子撞击钨靶产生X线的时候,有大量的热量产生。

(二)化学效应

(1)感光作用 X线可使照相乳剂感光,这一作用被用作人体结构X线摄影检查和工业探伤。

(2)着色作用 某些物质经X线长期照射后结晶脱水、变色,如水晶、铅玻璃等经X线长期照射后即会变色。

(三)生物效应

X线是电离辐射生物细胞,特别是增殖性细胞经一定量的X线照射后,可以产生抑制、损伤甚至坏死。

第三节 X线成像原理

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线片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3个基本条件:①X线应具有一定的穿透力,这样才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,这样,在穿透过程中被吸收后剩余下来的X线量,才会有差别的;③这个有差别的剩余X线,仍是不可见的,还必须经过某一载体显像这一过程,例如X线片、荧屏或电视屏显示才能获得有黑白对比、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3类:①属于高密度的有骨组织和钙化灶等;②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;③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1-2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。

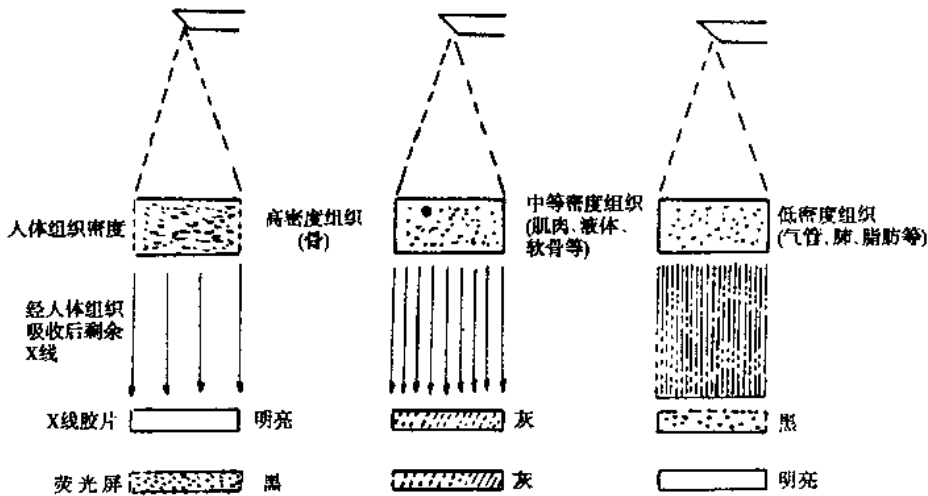


图 1-2 不同密度组织(厚度相同)与 X 线成像的关系

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;使荧光屏所产生荧光多,故荧光屏上也就明亮。高密度组织则恰恰相反。

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,照片上呈黑影。

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。

人体组织结构和器官形态不同,厚态也不一致。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,因此,X线投影可表现出图1-3所示不同表现。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。图1-3中的几种情况,在正常结构和病理改变中都有这种例子。

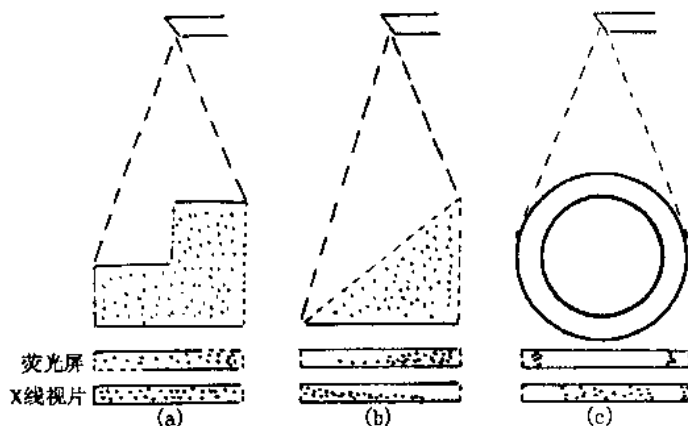


图 1-3 不同密度组织(厚度相同)与 X 线成像的关系

(a) X 线透过梯形体时,厚的部分, X 线吸收多,透过的少,照片上呈白影,薄的部分相反,呈黑影。白影与黑影间界限分明。荧光屏上,则恰好相反。

(b) X 线透过三角形体时,其吸收及成影与梯形体情况相似,但黑白影是逐步过渡的,无清楚界限,荧光屏所见相反。

(c) X 线透过管状体时,其外周部分, X 线吸收多,透过的少,呈白影,其中间部分呈黑影,白影与黑影间分界较为清楚。荧光屏所见相反。

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,密度与厚度在成像过程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在荧屏上反而比肋骨影像白。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。

第四节 X 线影像

一、X 线影像转换方式

当一束 X 线从 X 线管照射到病人身上时,能量和物质之间就发生相互作用,而且一部分能量从吸收或散射的射线束中消失。射束中其余的能量则从病人身上射出,并被携带有身体内部结构的信息,这种信息是以垂直于 X 射线束轴线的强度分布形式表现的,在任何给定平面上的这种分布都称为 X 线图像。这个过程称为 X 线影像的形成。

X 线的能量是肉眼不可见的,因此,要让 X 线影像照射到一个转换器上,在转换器中把不可见的 X 线影像转换成可见光形式,再由诊断医师进行分析诊断,这一过程如图 1-4。

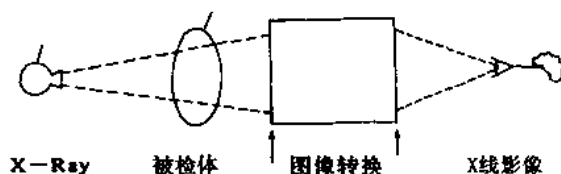


图 1-4 X线影像的转换

X线影像转换方式有以下几种。

(1) 荧光屏 它将所吸收的X射线能量转换为可见的荧光,如采用荧光屏透视。

(2) X线摄影 可使X射线直接作用照相材料后使之感光成像一无屏照射,也可用增感屏及胶片特性联合作X线摄影。

(3) 采用影像增强器变X线影像为可见影像 如电视、磁带录像、间接摄影、电影间接摄影等。

(4) 静电X线摄影 也叫干板摄影术,系由一薄层非晶硒放在金属底板上用一个电理充电装置使硒层充有均匀的表面电荷,其初始电位差为几百伏特,然后将这一层在X射线影像之下曝光。因为它是光导体,在曝光区的电荷被消散而在硒表面留下电荷影像,然后这个电荷影像靠暴露于一团悬浮微粒质子的烟雾中显影。

此外,人们还在研究和改进电离摄影术(Lonogrsphy)、多线比例室(Multi-wire proportional chamber)及数控X线摄影术(如CR、DR)。旨在使X线影像在转换成可见影像过程中调制传递函数(M.T.F)值尽可能接近于1,希望尽可能逼真地反映人体组织结构的情况,以求提高X线诊断质量。

二、X线图像的特点

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。

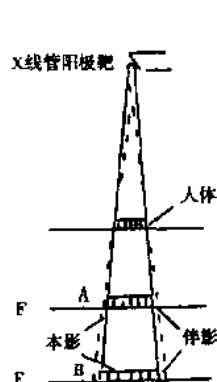


图 1-5 X线管阳极靶对X线投影的影响(放大与晕影)

焦点面使X线投射放大并产生伴影。当荧屏或胶片(F)由A移至B时,投影将更加放大、伴影也增大。

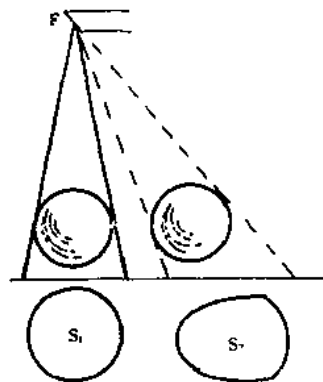


图 1-6 斜射投影对X线投影的影响
(歪曲与失真)

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_3),有放大,但仍呈球形。

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(图1-5),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1-6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,又有歪曲和失真。

第五节 X线检查方法

X线图像是由从黑到白不同灰度的影像所组成。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,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

荧光透视和摄影。

荧光透视(fluoroscopy):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:①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小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;②病人接受X线照射时间较长;③缺乏客观记录不便于复查与会诊。

X线摄影(radiography):所得照片常称平片(plain film),这是应用最广泛的检查方法。优点是:①成像清晰,对比度及清晰度均较好;②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;③病人接受X线照射剂量少;④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或多个方位摄影,例如正位、侧位及斜位;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(tomography):普通X线片是X线摄影路径上所有影像重迭在一起的总和投影。一部分影像因与其前、后影像重迭,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、重迭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线的钼靶管球,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,在荧光成像基础上进行缩微摄片,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其周围间隙,使之产生对比显影,此即造影检查。引入的物质称为造影剂(contrast media)。造影检查的应用,显著扩大了X线检查的范围。