

现代临床 影像诊断学

安宏斌等◎编著

 吉林科学技术出版社

现代临床影像诊断学

安宏斌等◎编著

图书在版编目（CIP）数据

现代临床影像诊断学/安宏斌等编著. —长春:
吉林科学技术出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-5578-2457-0

I. ①现… II. ①安… III. ①影象诊断IV.
①R445

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第117139号

现代临床影像诊断学

XIANDAI LINCHUANG YINGXIANG ZHENDUAN XUE

编 著 安宏斌等
出 版 人 李 梁
责任编辑 刘建民 韩志刚
封面设计 长春创意广告图文制作有限责任公司
制 版 长春创意广告图文制作有限责任公司
开 本 889mm×1194mm 1/16
字 数 1004千字
印 张 31.5
印 数 1—1000册
版 次 2017年5月第1版
印 次 2018年3月第1版第2次印刷

出 版 吉林科学技术出版社
发 行 吉林科学技术出版社
地 址 长春市人民大街4646号
邮 编 130021
发行部电话/传真 0431-85635177 85651759 85651628
85652585 85635176
储运部电话 0431-86059116
编辑部电话 0431-86037565
网 址 www.jlstp.net
印 刷 永清县晔盛亚胶印有限公司

书 号 ISBN 978-7-5578-2457-0
定 价 98.00元

如有印装质量问题 可寄出版社调换
因本书作者较多，联系未果，如作者看到此声明，请尽快来电或来函与编辑部联系，以便商洽相应稿酬支付事宜。
版权所有 翻印必究 举报电话：0431-85677817

编委会

主 编

安宏斌 周红民 王文杰

许凤娥 杨秀芳 刘武杰

副主编 (按姓氏笔画排序)

孙丰毅 张宗斌 张春勇

林 榕 赵月芹 蒋丽娜

编 委 (按姓氏笔画排序)

王文杰 (山东省诸城市精神卫生中心)

王桂东 (河北省邯郸市第一医院)

刘武杰 (邯郸钢铁集团有限责任公司职工医院)

刘学军 (新疆昌吉州人民医院)

安宏斌 (山东省泰安市中医医院)

许凤娥 (山东省冠县人民医院)

孙丰毅 (淄博化建医院)

杨秀芳 (山东省青岛市第八人民医院)

佟 颖 (承德医学院附属医院)

宋 秋 (河南省唐河县公疗医院)

张宗斌 (湖北省宜昌市第二人民医院)

张春勇 (河北省滦南县中医院)

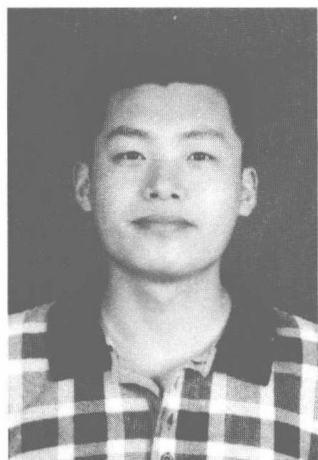
林 榕 (江汉大学附属医院)

周红民 (山东省济宁肿瘤医院)

赵月芹 (河北省石家庄市第二医院)

贾淑兰 (山东省聊城市东昌府人民医院)

蒋丽娜 (河北省邢台市第五医院)



安宏斌

男，生于1974年9月，1995年毕业于青岛大学医学院，医学影像学硕士，主治医师。从事影像工作二十余年。曾多次在山东省医学影像研究所、上海长征医院影像科学习。曾多次受到泰安市市政府嘉奖。在神经、胸部、腹部等影像诊断方面积累了丰富的临床经验，尤擅长腹部影像诊断。在国家级期刊发表了多篇学术论文。主编了《实用肿瘤中西医治疗学》著作。获泰安市科技进步奖两次。努力实践“在工作中快乐，在快乐中工作”的人生价值观。



周红民

女，本科学历，主治医师，现在济宁市肿瘤医院影像科从事影像诊断工作。工作期间曾多次赴上级医院进修学习，擅长食管癌、胃癌、肺部肿瘤、肾肿瘤、肝癌、肝血管瘤及转移瘤的诊断与鉴别诊断，曾发表论文数篇。



王文杰

男，山东省诸城市精神卫生中心放射科主任，本科学历，学士学位。从事影像诊断工作三十年，中华医学会会员，先后在省市级医学刊物发表论文数篇，有丰富的临床影像诊断经验，多年被评为本单位先进工作者。

前言

近年来,医学影像技术飞速发展,新的成像技术和新的临床检查方法不断涌现。医学影像学从传统的放射诊断学发展成具有超声成像、CT、MRI、核素检查、介入放射学等诸多门类的学科。医学影像学不再局限于单纯形态学诊断,已发展成为诊断、治疗并重,并着眼于功能研究、分子水平研究。总之,医学影像学在现代医疗工作中占有重要地位,许多疾病的诊断和疗效观察离不开医学影像检查。因此迫切需要一本简便实用和操作性强的医学影像检查的工具书。为此,我们编写了《现代临床影像诊断学》一书。

本书反映了医学影像学的发展现状,同时紧跟当前医学影像学的发展趋势,具有很强的时效性和实用性。内容主要涉及 X 线检查、CT 检查、MR 检查、超声检查、PET 显像技术等内容,编写原则是病种涵盖面广、内容简洁有序、围绕主要影像学特征、诊断与鉴别兼顾,重点介绍了临床常见病、多发病的影像学诊断与鉴别,使读者能对疾病相关影像检查方法、临床要点、影像诊断与鉴别诊断有较系统的理解和清晰的思路,能对这些影像学高新技术有更透彻的了解、更精准的把握。本书适用于广大影像科医师和技师作为临床工作的参考书,也适用于临床医师作为选择影像检查方法、学习疾病影像表现的参考书。

由于编写时间仓促,经验有限,本书中可能存在某些粗疏或偏颇之处。在此我们恳请广大读者及同仁对本书内容提出批评指正。

《现代临床影像诊断学》编委会

2017 年 3 月

目 录

第一章 X 线成像基础.....	(1)
第一节 X 线成像原理.....	(1)
第二节 X 线摄影条件.....	(4)
第三节 X 线成像设备工作原理.....	(7)
第四节 X 线检查方法	(13)
第五节 X 线成像的新进展	(16)
第二章 计算机体层成像基础	(24)
第一节 CT 成像原理	(24)
第二节 CT 检查的适应证与禁忌证	(31)
第三节 CT 检查前准备与检出步骤	(32)
第四节 CT 检查的技术参数	(34)
第五节 CT 的检查方法	(37)
第六节 螺旋 CT 的特殊临床应用	(46)
第三章 磁共振成像基础	(55)
第一节 MRI 的基本原理	(55)
第二节 MRI 的基本设备	(65)
第三节 MRI 的适应证与禁忌证	(71)
第四节 MRI 中的流体成像	(74)
第四章 超声成像基础	(83)
第一节 超声诊断原理及成像检查方法	(83)
第二节 人体组织超声成像	(88)
第三节 超声成像的基本要求	(94)
第四节 超声显示方式及意义	(95)
第五节 超声伪像	(99)
第五章 PET 显像技术	(104)
第一节 PET 显像的基本原理	(104)
第二节 脑血流显像.....	(104)

第三节	脑代谢显像·····	(106)
第四节	脑神经受体显像·····	(109)
第五节	PET 心肌灌注显像 ·····	(111)
第六节	PET 心肌代谢显像 ·····	(112)
第七节	心脏神经受体显像·····	(115)
第六章	颅脑疾病的 CT 诊断 ·····	(116)
第一节	正常头颅 CT 表现 ·····	(116)
第二节	基本病变 CT 表现 ·····	(117)
第三节	颅脑肿瘤 CT 诊断 ·····	(118)
第四节	颅脑外伤 CT 诊断 ·····	(127)
第五节	脑血管病变 CT 诊断 ·····	(131)
第六节	颅内感染 CT 诊断 ·····	(134)
第七节	先天性畸形 CT 诊断 ·····	(137)
第八节	脱髓鞘疾病 CT 诊断 ·····	(139)
第九节	新生儿脑病 CT 诊断 ·····	(139)
第十节	其他脑病 CT 诊断 ·····	(140)
第七章	颅脑疾病的 MR 诊断 ·····	(143)
第一节	脑血管疾病 MR 诊断 ·····	(143)
第二节	颅脑肿瘤 MR 诊断 ·····	(148)
第三节	颅脑外伤 MR 诊断 ·····	(160)
第四节	先天性疾病 MR 诊断 ·····	(164)
第五节	脑白质病 MR 诊断 ·····	(172)
第八章	五官及颈部疾病的 CT 诊断 ·····	(177)
第一节	正常五官及颈部 CT 表现 ·····	(177)
第二节	基本病变 CT 表现 ·····	(179)
第三节	眼部常见疾病 CT 诊断 ·····	(181)
第四节	耳部常见疾病 CT 诊断 ·····	(189)
第五节	鼻窦常见疾病 CT 诊断 ·····	(193)
第六节	咽部常见疾病 CT 诊断 ·····	(196)
第七节	口腔颌面部疾病 CT 诊断 ·····	(199)
第八节	喉部常见疾病 CT 诊断 ·····	(201)
第九节	甲状腺及甲状旁腺常见疾病 CT 诊断 ·····	(202)
第十节	颈部常见疾病 CT 诊断 ·····	(207)
第九章	乳腺疾病的 CT 诊断 ·····	(211)
第一节	正常乳腺 CT 表现 ·····	(211)

第二节	乳腺基本病变 CT 表现	(212)
第三节	乳腺良性病变 CT 诊断	(213)
第四节	乳腺癌 CT 诊断	(214)
第十章	乳腺疾病的 MR 诊断	(215)
第一节	乳腺 MR 检查技术	(215)
第二节	乳腺 MR 检查的临床适应证和限度	(216)
第三节	正常乳腺 MR 解剖和病变分析方法	(218)
第四节	乳腺增生性疾病 MR 诊断	(221)
第五节	乳腺纤维腺瘤 MR 诊断	(222)
第六节	乳腺大导管乳头状瘤 MR 诊断	(226)
第七节	乳腺脓肿 MR 诊断	(227)
第八节	乳腺脂肪坏死 MR 诊断	(229)
第九节	乳腺积乳囊肿 MR 诊断	(231)
第十节	乳腺脂肪瘤 MR 诊断	(232)
第十一节	乳腺错构瘤 MR 诊断	(233)
第十二节	乳腺癌 MR 诊断	(234)
第十一章	心血管疾病的超声诊断	(238)
第一节	二尖瓣疾病超声诊断	(238)
第二节	三尖瓣疾病超声诊断	(248)
第三节	主动脉瓣疾病超声诊断	(252)
第四节	肺动脉疾病超声诊断	(260)
第五节	冠心病超声诊断	(264)
第六节	心肌病超声诊断	(276)
第十二章	心血管疾病的 MR 诊断	(284)
第一节	先天性心脏病 MR 诊断	(284)
第二节	缺血性心脏病 MR 诊断	(291)
第三节	胸主动脉疾病 MR 诊断	(295)
第四节	心肌病 MR 诊断	(298)
第十三章	呼吸系统疾病的影像诊断	(301)
第一节	肺部炎症的影像诊断	(301)
第二节	肺肿瘤的影像诊断	(306)
第三节	肺结核的影像诊断	(311)
第四节	胸部外伤的影像诊断	(316)
第五节	肺水肿的影像诊断	(318)
第六节	急性呼吸窘迫综合征的影像诊断	(322)

第七节	肺栓塞与肺梗死的影像诊断.....	(324)
第八节	气管和支气管疾病的影像诊断.....	(327)
第十四章	消化系统疾病的 CT 诊断	(332)
第一节	正常消化系统及实质脏器 CT 表现	(332)
第二节	基本病变 CT 表现	(334)
第三节	食管常见疾病 CT 诊断	(334)
第四节	胃十二指肠常见疾病 CT 诊断	(336)
第五节	肝脏常见疾病 CT 诊断	(339)
第六节	胆囊常见疾病 CT 诊断	(350)
第七节	胰腺常见疾病 CT 诊断	(352)
第八节	脾脏常见疾病 CT 诊断	(355)
第九节	肠道常见疾病 CT 诊断	(358)
第十五章	肝脏疾病的 MR 诊断	(366)
第一节	MR 检查方法和特点	(366)
第二节	正常 MR 解剖	(366)
第三节	肝脏肿块 MR 诊断	(369)
第四节	肝脏弥漫性病变 MR 诊断	(378)
第十六章	泌尿系统疾病的 CT 诊断	(384)
第一节	正常泌尿生殖系统 CT 表现	(384)
第二节	基本病变 CT 表现	(385)
第三节	肾脏常见疾病 CT 诊断	(386)
第四节	输尿管常见疾病 CT 诊断	(394)
第五节	膀胱常见疾病 CT 诊断	(397)
第六节	泌尿系统先天畸形 CT 诊断	(399)
第七节	前列腺常见疾病 CT 诊断	(400)
第八节	子宫常见疾病 CT 诊断	(402)
第九节	卵巢常见疾病 CT 诊断	(405)
第十七章	女性盆腔疾病的 MR 诊断	(408)
第一节	子宫肌瘤 MR 诊断	(408)
第二节	子宫腺肌病 MR 诊断	(410)
第三节	盆腔子宫内膜异位症 MR 诊断	(412)
第四节	子宫内膜癌 MR 诊断	(414)
第五节	宫颈癌 MR 诊断	(416)
第六节	多囊卵巢病 MR 诊断	(418)
第七节	卵巢恶性肿瘤 MR 诊断	(420)

第八节 胎盘滞留与胎盘植入 MR 诊断 (422)

第十八章 肌肉骨骼系统疾病的 CT 诊断 (425)

第一节 正常骨关节、四肢及脊柱 CT 表现 (425)

第二节 基本病变 CT 表现 (427)

第三节 骨关节常见疾病 CT 诊断 (431)

第四节 软组织病变 CT 诊断 (441)

第五节 椎管内肿瘤 CT 诊断 (446)

第六节 脊柱退行性变及外伤性病变 CT 诊断 (449)

第七节 脊柱炎性病变 CT 诊断 (451)

第十九章 肌肉骨骼系统疾病的 MR 诊断 (453)

第一节 软组织与骨关节外伤 MR 诊断 (453)

第二节 骨关节感染性疾病 MR 诊断 (460)

第三节 退行性骨关节病 MR 诊断 (464)

第四节 骨坏死 MR 诊断 (465)

第五节 骨肿瘤 MR 诊断 (466)

第六节 软组织肿瘤 MR 诊断 (468)

第二十章 胎儿畸形的超声诊断 (472)

第二十一章 后腹膜间隙疾病的 CT 诊断 (484)

第一节 后腹膜间隙正常 CT 表现 (484)

第二节 基本病变 CT 表现 (485)

第三节 常见疾病 CT 诊断 (485)

第四节 腹腔肿瘤与腹膜后肿瘤 CT 鉴别诊断 (488)

参考文献 (489)

第一章

X 线成像基础

第一节 X 线成像原理

一、X 线影像信息的传递

(一) 摄影的基本概念

1. 摄影

将光或其他能量携带的被照体的信息状态二维形式加以记录,并可表现为可见光学影像的技术。

2. 影像

反映被照体信息的不同灰度(或光学密度)及色彩的二维分布形式。

3. 信息信号

由载体表现出来的单位信息量。

4. 成像过程

光或能量→信号→检测→图像形成。

5. 成像系统

将载体表现出来的信息信号加以配制,就形成了表现信息的影像,此配制称为成像系统。即从成像能源到图像形成的设备配置。

(二) X 线影像信息的形成与传递

1. X 线影像信息的形成

由 X 线管焦点辐射出的 X 线穿过被照体时,受到被检体各组织的吸收和散射而衰减,使透过后 X 线强度的分布呈现差异;到达屏一片系统(或影像增强管的输入屏),转换成可见光强度的分布差异,并传递给胶片,形成银颗粒的空间分布,再经显影处理成为二维光学密度分布,形成光密度 X 线照片影像。

2. X 线影像信息的传递

如果把被照体作为信息源,X 线作为信息载体,那么 X 线诊断的过程就是一个信息传递与转换的过程。下面以增感屏—胶片体系作为接受介质,说明过程的五个阶段。

(1)第一阶段:X 线对三维空间的被照体进行照射,形成载有被照体信息成分的强度不均匀分布。此阶段信息形成的质与量,取决于被照体因素(原子序数、密度、厚度)和射线因素(线质、线量、散射线)等。

(2)第二阶段:将不均匀的 X 线强度分布,通过增感屏转换为二维的荧光强度分布,再传递给胶片形成银颗粒的分布(潜影形成);经显影加工处理成为二维光学密度的分布。此阶段的信息传递转换功能取决于荧光体特性、胶片特性及显影加工条件。此阶段是把不可见的 X 线信息影像转换成可见密度影像的

中心环节。

(3)第三阶段:借助观片灯,将密度分布转换成可见光的空间分布,然后投影到人的视网膜。此阶段信息的质量取决于观片灯的亮度、色温、视读观察环境以及视力。

(4)第四阶段:通过视网膜上明暗相间的图案,形成视觉的影像。

(5)第五阶段:最后通过识别、判断做出评价或诊断。此阶段的信息传递取决于医师的资历、知识、经验、记忆和鉴别能力。

二、X 线照片影像的形成

X 线透过被照体时,由于被照体对 X 线的吸收、散射而减弱。含有人体密度信息的射线作用于屏一片系统,经加工处理后形成了密度不等的 X 线照片。

X 线照片影像的五大要素:密度、对比度、锐利度、颗粒度及失真度,前四项为构成照片影像的物理因素,后者为构成照片影像的几何因素。

(一)光学密度

1.透光率

透光率指照片上某处的透光程度。在数值上等于透过光线强度与入射光线强度之比,用 T 表示: $T = \text{透过光线强度} / \text{入射光线强度} = I / I_0$ 。

T 值的定义域为: $0 < T < 1$,透光率表示的是照片透过光线占入射光线的百分数, T 值大小与照片黑化的程度呈相反关系。

2.阻光率

阻光率指照片阻挡光线能力的大小。在数值上等于透光率的倒数,用 O 表示: $O = 1 / T = I_0 / I$ 。 O 的定义域为: $1 < O < \infty$ 。

3.光学密度

照片阻光率的对数值称作照片的光学密度值,用 D 表示: $D = \lg O = \lg(I_0 / I)$ 。光学密度也称黑化度。密度值是一个对数值,无量纲。

(二)影响 X 线照片密度值的因素

1.照射量

在正确曝光下,照射量与密度成正比,但在曝光过度或不足时,相对应的密度变化小于照射量变化。这说明影像密度的大小不仅取决于照射量因素,还决定于 X 线胶片对其照射量的反应特性。

2.管电压

管电压增加使 X 线硬度增强,使 X 线穿透物体到达胶片的量增多,即照片的密度值增加。由于作用于 X 线胶片的感光效应与管电压的 n 次方成正比,所以当胶片对其响应处于线性关系时,密度的变化则与管电压的 n 次方成正比例。管电压的变化为 40~150 kV 时, n 的变化从 4 降到 2。

3.摄影距离

X 线强度的扩散遵循平方反比定律,所以作用在 X 线胶片上的感光效应与摄影距离(FFD)的平方成反比。

4.增感屏

胶片系统在 X 线摄影时,增感屏与胶片组合使用,其相对感度提高,影像密度大。

5.被照体厚度、密度

照片密度随被照体厚度、密度的增高而降低。肺脏不能单以厚度来决定其吸收程度,吸气程度不同,从而对照片密度的影响也不同。肺的吸气位与呼气位摄影要获得同一密度的影像,X 线量约差 30%~40%。

6.照片冲洗因素

X 线照片影像密度的变化,除上述因素之外,与照片的显影加工条件有密切关系,如显影液特性、显影

温度、显影时间、自动洗片机的显影液、定影液的补充量等。

(三)照片影像的适当密度

符合诊断要求的照片密度应适当,一般在 0.20~2.0。

三、X 线对比度

(一)概念

1.X 线对比度的定义

X 线照射物体时,如果透过物体两部分的 X 线强度不同,就产生了 X 线对比度 K_x ,也称射线对比度。

$$K_x = \frac{I}{I'} = \frac{I_0 e^{-\mu d}}{I_0 e^{-\mu' d'}} = e^{\mu' d' - \mu d}$$

其中: I_0 为入射线量, I 、 I' 为不同部位的透过 X 线强度, μ 、 μ' 为物体不同部位的吸收系数, d 、 d' 为物体不同部位的厚度。

2.X 线对比度按指数规律变化

从表达式看 K_x 只与 $d'(\mu' - \mu)$ 有关系,但实际上围在 $\mu' d'$ 周围的 μd 滤过板的作用,使 X 线质变硬;另外 μd 产生散射线,使对比度受到损失。

3.影响 X 线对比度的因素

影响 X 线对比度的因素有 X 线吸收系数 μ 、物体厚度 d 、人体组织的原子序数 Z 、人体组织的密度 ρ 、X 线波长 λ 。

4.人体对 X 线的吸收

人体对 X 线的吸收按照骨、肌肉、脂肪、空气的顺序而变小,所以在这些组织之间产生 X 线对比度。而在消化道、泌尿系统、生殖系统、血管等器官内不产生 X 线对比度,无法摄出 X 线影像,但可以在这些器官内注入原子序数不同或者密度不同的物质(对比剂),即可形成 X 线对比度。

(二)X 线对比度指数

在 $K_x = e^{d'(\mu' - \mu)}$ 表达式中的指数 $(\mu' - \mu)$,即吸收系数之差是形成 X 线对比度的原因,把 $(\mu' - \mu)$ 称为对比度指数。

对比度指数特点:管电压上升,对比度指数下降,软组织之间的对比度指数亦变小。软组织的对比度指数在 40 kV 时仅是 0.07,30 kV 时上升到 0.14。若管电压下降,指数上升很快。肺组织的对比度指数在管电压上升时下降很快,但在 60~80 kV 之间,对比度指数几乎不变化。

(三)X 线对比度观察法

1.透视法

通过荧光板,将波长为 $(0.1 \times 10^{-8}) \sim (0.6 \times 10^{-8})$ cm 的 X 线转换成波长为 $(5 \times 10^{-5}) \sim (6 \times 10^{-5})$ cm 的可见影像。

2.摄影法

胶片接受 X 线照射形成潜影,通过显影处理而成为可见影像的方法。但胶片感光膜对 X 线的吸收很少,99% 的 X 线穿过胶片,因而需将 X 线通过荧光物质制成的增感屏转变为荧光,使胶片感光(医用 X 线摄影几乎都用这个方法)。

四、X 线照片的光学对比度

(一)概念

1.定义

X 线照片上相邻组织影像的密度差称为光学对比度。照片对比度依存于被照体不同组织吸收所产生

的 X 线对比度以及胶片对 X 线对比度的放大结果。

X 线胶片由双面药膜构成,所以观察到的对比度是一面药膜对比度的 2 倍。

2.照片上光学对比度(K)与 X 线对比度(K_x)的关系

光学对比度是依存于被照体产生 X 线对比度 K_x 的。利用胶片特性曲线可以得出: $K = D_2 - D_1 = \gamma \lg I_2 / I_1 = \gamma \lg K_x = \gamma (\mu_1 d_1 - \mu_2 d_2) \lg e$,其中: γ 表示 X 线胶片特性曲线的斜率, μ_1 、 μ_2 、 d_1 、 d_2 分别表示被照体两部分的线性吸收系数和厚度。

(二)影响照片对比度的因素

主要为胶片 γ 值、X 线质和线量以及被照体本身的因素。

1.胶片因素

胶片的反差系数(γ 值)直接影响着照片对比度,因 γ 值决定着对 X 线对比度的放大能力,故称其为胶片对比度。应用 γ 值不同的胶片摄影时,所得的照片影像对比度是不同的,用 γ 值大的胶片比用 γ 值小的胶片获得的照片对比度大。

此外,使用屏一片系统摄影,与无屏摄影相比,增感屏可提高照片对比度。同样,冲洗胶片的技术条件也直接影响着照片对比度。

2.射线因素

(1)X 线质的影响:照片对比度的形成,实质上是被照体对 X 线的吸收差异,而物质的吸收能力与波长(受管电压影响)的立方成正比。在高千伏摄影时,骨、肌肉、脂肪等组织间 X 线的吸收差异减小,所获得的照片对比度降低;在低千伏摄影时,不同组织间 X 线的吸收差异大,所获得的照片对比度高。

(2)X 线量(mAs)的影响:一般认为 mAs 对 X 线照片的对比度没有直接影响,但随着线量的增加,照片密度增高时,照片上低密度部分影像的对比度有明显好转。反之密度过高,把线量适当减少,也可使对比度增高。

(3)灰雾对照片对比度的影响:由 X 线管放射出的原发射线,照射到人体及其他物体时,会产生许多方向不同的散射线,在照片上增加了无意义的密度,使照片的整体发生灰雾,造成对比度下降。

灰雾产生的原因:胶片本底灰雾;焦点外 X 线和被检体产生的散射线;显影处理。

3.被照体本身的因素

(1)原子序数:在诊断放射学中,被照体对 X 线的吸收主要是光电吸收。特别是使用低 kV 时,光电吸收随物质原子序数的增加而增加。人体骨骼由含高原子序数的钙、磷等元素组成,所以骨骼比肌肉、脂肪能吸收更多的 X 线,它们之间也就能有更高的对比度。

(2)密度:组织密度愈大,X 线吸收愈多。人体除骨骼外,其他组织密度大致相同。肺就其构成组织的密度来讲与其他脏器相似,但活体肺是个充气组织,空气对 X 线几乎没有吸收,因此肺具有很好的对比度。

(3)厚度:在被照体密度、原子序数相同时,照片对比度为厚度所支配,如胸部的前、后肋骨阴影与肺部组织形成的对比度不一样,原因是后肋骨厚于前肋骨。另外,当组织出现气腔时相当于厚度减薄。

(王文杰)

第二节 X 线摄影条件

一、感光效应与摄影条件选择

(一)概念

X 线感光效应指 X 线通过被检体后使感光系统(屏一片系统)感光的效果。

摄影条件的制定是以指数函数法则作为基础理论,其具体内容是:若远离焦点的X线为平行的,则X线通过肢体后给予胶片的X线能可近似用下式表示: $E = K \frac{V^n itsfz}{r^2 BD} e^{-\mu d}$,其中: V^n 代表管电压, i 代表管电流, t 代表摄影时间, s 代表增感率, f 代表胶片的感度, z 代表焦点物质的原子序数, r 代表摄影距离, B 代表曝光量倍数, D 代表照射野的面积(cm^2), e 是自然对数的底, μ 代表减弱系数, d 代表被检物体的厚度(cm)。

以使照片获得某一密度值的X线作为 E 。 $E = kV^nQ$,其中 k 代表常数, V 代表管电压, n 代表指数, Q 代表管电流量 mAs 。

(二)摄影条件选择的基本因素

1.管电压的选择

管电压是影响影像密度、对比度以及信息量的重要因素。在实际选择管电压时,必须考虑到管电压与X线照片影像形成的如下关系。

(1)管电压表示X线的穿透力。

(2)管电压可控制照片影像对比度。

(3)管电压升高,摄影条件的宽容度增大。

(4)高电压摄影,在有效消除散射线的作用下,信息量和影像细节可见度增大。

2.管电压与管电流的关系

根据感光效应公式,当其他因素固定不变时,管电压 V 与管电流量 Q 和感光效应的关系如下式所示。

$$E = K \times V^n \times Q$$

假设,摄取某一部位所需的管电压为 V_0 ,管电流量(mAs)为 Q_0 ,现将管电压改变为 V 时,新的管电流量(Q_N)则根据以下公式计算。

$$Q_N = (V_0^n / V_N^n) \times Q_0 = k_v Q_0$$

其中: K_v 为管电压系数, Q_0 为原管电流量, V_0^n 为原电压, V_N^n 为新管电压, Q_N 为新管电流量。

求取新管电流量的关键在于 V_0^n / V_N^n 。

3.管电流与摄影时间

该选择受X线管容量的限制。在摄影 kV 确定后,再选择X线管允许使用的最大管电流和曝光时间。在电压质量允许的情况下优先满足曝光时间的需要,使用可能的较高管电流。

4.摄影距离的选择

摄影距离必须确定在模糊值小于 0.2 mm 的范围内。在实际摄影中不可能经常根据被照体厚度来变换摄影距离,在无需做定位测量的部位摄影时,大体规定骨骼摄影距离为 $100 \sim 110 \text{ cm}$,胸部摄影距离为 180 cm 。

摄影距离的变换与管电流量的关系,遵循反平方定律。设原摄影距离为 r_0 ,其管电流量为 Q_0 ,现改变距离为 r_N ,则新的管电流量用以下公式计算。

$$Q_N = (r_N^2 / r_0^2) \times Q_0 = K_r \times Q_0$$

其中: K_r 为距离系数,可由 r_N^2 与 r_0^2 的比值求出。

5.增感率

增感率指在照片上获得同一密度值 1.0 时不用增感屏和应用增感屏时的X线量之比,常用 S 来表示,即 $S = R_0 / R_1$,式中 R_0 表示不用增感屏时的X线量, R_1 表示应用增感屏时的X线量。

屏一片和管电流量的关系为 $Q_2 = (S_1 / S_2) \times Q_1 = K_s \times Q_1$

其中: $K_s = S_1 / S_2$ 作为系数, S_1 为某种增感屏的增感率, S_2 为另一种增感屏的增感率。

6.滤线栅和管电流量

滤线栅能有效地吸收散射线,提高影像的对比度,但对原发射线也有吸收,需适当增加管电流量。

7. 照射野和管电流量

X 线摄影时有效地缩小照射野, 不仅减少了 X 线照射量, 而且也提高了影像质量, 但附加的散射线减少了, 影像上的密度也相应地降低了。

(三) 摄影条件的可变因素

1. 被照体构成组织的比例因素

X 线影像形成的实质, 在于被照体不同组织对 X 线吸收的差异, 反映在照片上就产生了不同的密度与对比度, 这就决定了 X 线照片的影像因被照体构成的比例不同而异。

如以胸部为例, 胸部的 X 线吸收差异随其构成组织如皮肤、肌肉和肺组织的比例变化而变化。同等厚度, 一个是体力劳动者, 一个是体弱的患者, 其摄影条件应不同, 否则就得不到理想的影像效果。又如青年与老年人的骨骼, 即使厚度一致摄影条件也不能一样, 因为老年人的骨质稀疏, 对 X 线的吸收程度小, 两者大约相差 20% 的照射量。

2. 移动因素

要获得一张满意的照片, 除其他因素以外, 还要考虑到尽量减少因移动所造成的影像模糊。

人体的移动有两种, 生理性移动及意外性移动。生理性移动又分不随意运动和非协力运动。例如, 胸部摄影时, 要考虑的有呼吸、心搏动及意外移动等因素。这三项移动中, 呼吸可以暂时得到人为的屏息控制, 意外可以通过解除患者的紧张等办法得到克服, 只有心脏跳动是胸部移动因素中的主要矛盾。心脏的搏动可以传导到肺, 特别是从左肺门到下野。从舒张期移向收缩期时, 休止期大体为 0.05 s。抓住这个休止期曝光就可以得到一幅静止运动的心肺照片。

消化道的移动有两种: 一种是蠕动, 一种是呼吸的牵动。其中蠕动是主要的, 但蠕动较缓慢, 其照射时间可控制在 0.1 s 左右。

(四) 高千伏摄影

高千伏摄影是指用 120 kV 以上管电压产生的能量较大的 X 线, 获得在较小密度值范围内显示层次丰富的 X 线照片影像的一种摄影方法。

1. 原理

高能量 X 线通过肢体时, 被吸收衰减的方式、吸收系数均与一般能量的 X 线不同, 形成了与一般 X 线摄影影像不同的对比度变化, 从而得到与一般 X 线摄影不同的效果。

诊断用 X 线机产生的 X 线为连续光谱, 在一定标称的管电压作用下, 光电吸收和康普顿吸收各占一定的百分比。在 10~100 keV 光子能量范围内, 随着光子能量的升高, 肢体对 X 线的吸收为光电吸收递减, 康普顿吸收递增。光子能量在 10 keV 时, 光电吸收为 95% 以上, 康普顿吸收为 5%。光子能量升高到 100 keV 时, 康普顿吸收则为 95% 以上。此时, 肢体对 X 线的吸收受组成物质的原子序数影响不大, 而与物质的每克电子数和光子能量有关。

总之, 随着管电压的升高, 光电子的数量和能量的百分率相应减少, 散射吸收相应增加, 总的吸收系数减少, 骨与肌肉的组织对比度降低, 骨影像变淡。在达到一定高电压后, 与骨相重的软组织或骨本身的细小结构及含气的管腔等均可清晰显示, 因而在损失对比度的同时可获得层次丰富的 X 线照片。

2. 高千伏摄影使用设备

X 线机在 120~150 kV 管电压范围内, 可用做高千伏摄影。高千伏摄影产生较多的散射线, 因而, 选用高栅比滤线栅, 以提高 X 线照片的对比度。常用的栅比为 12:1。当肢一片距为 20 cm 时, 空气间隙效应可代替滤线栅的作用。胶片应选用高的反差系数, 可以提高照片对比度。

3. 高千伏摄影的优、缺点

- (1) 可获得低对比、层次丰富的 X 线照片; 可以改善因组织密度不同导致的光学密度分布的不均性。
- (2) 增加管电压值, 缩短曝光时间, 可减少肢体移动畸变, 提高 X 线照片的清晰度。
- (3) 选用高千伏, 可减少管电流、降低 X 线管产生的热量, 较多的使用小焦点, 可提高照片影像质量,