

5 年制全国高等医学院校教材

Imaging

Diagnosis

影像诊断学

■ 马大庆 主编



内附光盘



北京大学医学出版社

五年制全国高等医学院校教材

影像诊断学

主 编 马大庆
副主编 唐光健 牛广明
编 者 (按姓氏笔画排列)
马大庆 首都医科大学附属北京友谊医院
牛广明 内蒙古医学院附属医院
王振常 首都医科大学附属北京同仁医院
刘怀军 河北医科大学附属第二医院
李坤成 首都医科大学附属北京宣武医院
邹英华 北京大学第一医院
张雪林 第一军医大学南方医院
屈 辉 北京积水潭医院
贺 文 首都医科大学附属北京友谊医院
唐光健 北京大学第一医院
曹海根 卫生部北京医院
谢敬霞 北京大学第三医院
魏庆堂 哈尔滨医科大学第一附属医院

北京大学医学出版社

YINGXIANG ZHENDUANXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

影像诊断学/马大庆主编. - 北京: 北京大学医学出版社, 2003.4

ISBN 7-81071-346-9

I. 影… II. 马… III. 影像 - 诊断学 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016469 号

本书从 2003 年 9 月第 1 次印刷起封面贴防伪标记, 无防伪标记不准销售。

北京大学医学出版社出版发行

(100083 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内)

责任编辑: 冯智勇

责任校对: 焦 娴

责任印制: 张京生

莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司印刷 新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 23 字数: 582 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷 印数: 1 - 8000 册

定价: 39.60 元

版权所有 不得翻印

序

为了适应医学教育改革以及加强教材建设的需要，北京大学医学部、首都医科大学、天津医科大学、哈尔滨医科大学、内蒙古医学院等五所医学院校共同研究决定编写一套以本科五年制为基础的医学生教材。

出版这套教材的目的在于：

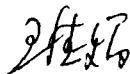
1. 教材内容要更新，以适应面向 21 世纪医师的要求。近年来，医学科技突飞猛进，疾病谱发生了重大变化，疾病的预防、诊断、治疗的技术手段明显提高，新编写的教材一定要反映这些新的成果。

2. 医师的服务对象是人，医师不仅需要深厚的医学基础知识，临床学科的知识，还需要增加人文社会科学，比如卫生法学、卫生经济学、心理学、伦理学、沟通技巧与人际关系等知识。因此新编写教材应增加新的学科内容以及学科之间的融合和交叉。

3. 教育，包括医学教育要逐步走向全球化，我们培养的医师应得到国际认可。最近，世界医学教育联合会、美国中华医学基金会都制定出了医学教育的国际标准或人才培养的最低基本要求。这也为我们编写这套教材提供了一个参照系。

我们计划编写 30 多种教材，在主编和编者的人选方面精心挑选，既有学术知名度，又有丰富的教学经验，并且真正做到老中青结合。在内容、体例、形式、印刷、装帧等方面要有特色，力求有启发性以引起学生的兴趣，启发创新思维。要提高学生的英语水平，教材中体现英文专业词汇的使用，书后配英文专业词汇只读光盘。

在教材编写和教材建设工作中，目前教育部提出要百花齐放，打破过去一本教材一统天下的局面，我们希望这套教材能在竞争中脱颖而出。这套教材编写过程中得到北京大学医学出版社的大力支持，在此表示感谢！错误不足之处还希望同仁们批评指正。



五年制全国高等医学院校教材编审委员会

主任委员 王德炳

副主任委员 (按姓氏笔画)

吕兆丰 杨成旺 陈 嫵 赵士斌 郝希山 程德基

秘书长 陆银道

委 员 (按姓氏笔画)

马大庆 马明信 王正伦 王建中 王荣福 王晓燕

王嘉德 卢思奇 吕兆丰 朱文玉 仲生海 庄鸿娟

刘 斌 安 威 安云庆 毕力夫 孙衍庆 李 璞

李若瑜 李凌松 杨成旺 杨宝峰 杨照徐 辛 兵

谷鸿喜 宋诗铎 张文清 张金钟 张振涛 陆银道

陈 力 陈 嫵 陈明哲 陈锦英 赵士斌 郝希山

娄建石 宫恩聪 贾建平 高秀来 唐 方 唐朝枢

曹德品 崔 浩 梁万年 韩德民 程 焱 程德基

童坦君 廖秦平 蔡景一 蔡焯基 樊立华 樊寻梅

戴 红

前 言

《影像诊断学》是用于高等医学院校五年制临床医学专业的教材。医学影像学近年来发展迅速，此学科所涵盖的知识日益广泛，因而医学影像学的教学工作需要不断改进。本教材的编写尽可能地遵循影像诊断学的经典理论，并在此基础之上努力反映此学科目前的发展水平。为了使医学生较为全面、深入地掌握医学影像学知识，教材内容强调了医学影像学的基本理论、基本概念和在临床应用方面的基本原则。教材重视联系相关基础课程的知识，以便于对影像学内容的深刻理解，并且与临床课程密切结合，以便于影像诊断的实践应用。通过学习希望学生在以后的临床工作中能够充分认识和合理使用影像学方法，并为不断更新影像学知识奠定基础。

教材共分为 10 章。第一章为总论，依次介绍 X 线成像、DSA、CT、MRI、超声、介入放射学和 PACS 等项技术。重点阐述各种技术的基本原理、影像特点和应用范围。第二章至第九章分系统介绍各种疾病的影像学诊断。每一章包括检查方法，正常、异常影像表现和疾病的诊断。第十章介绍介入放射学的基本操作方法及治疗学分类。教材内容重视影像学知识与相关学科的联系及疾病的综合影像诊断。

此教材还可作为放射科医师继续教育、临床医师学习影像学的教材以及医学影像学专业研究生入学考试的辅导教材。

参与本书编写的作者具有丰富的医疗、教学和科研经验，对于教材的编写投入了大量的精力。参加编写工作的还有陈步东、何青、刘春红、靳二虎等位医师。

《影像诊断学》附有辅导教材《影像诊断学要点与自测》。辅导教材介绍各个章节知识的重点和难点，并提供复习题。复习题包括名词解释、选择题、问答题和参考答案，便于学生自测知识掌握的程度。

诚恳希望广大师生对本教材提出意见和建议，以便再版时予以改正。

马大庆
2003 年 5 月

目 录

第一章 总论	(1)	三、超声分类及特点	(25)
第一节 X线成像	(1)	第六节 介入放射学	(27)
一、X线的产生和成像设备	(1)	一、分类	(27)
二、X线的特性及其与医学的关系	(2)	二、设备与器材	(28)
三、X线成像原理	(2)	三、临床应用范畴	(30)
四、X线图像的特点	(3)	第七节 医学影像的存档和通讯系统	(30)
五、X线检查技术	(3)	一、PACS定义	(30)
六、X线检查中的防护	(4)	二、PACS产生的背景	(30)
七、X线检查的新进展	(5)	三、PACS的组成	(31)
第二节 数字减影血管造影	(6)	四、建立PACS需要考虑的问题	(33)
一、DSA的基本设备	(6)	第八节 影像诊断原则、步骤及阅片方法	(33)
二、DSA的基本原理	(7)	一、影像诊断原则	(33)
三、DSA的检查方式	(7)	二、影像诊断步骤	(34)
四、DSA的临床应用	(8)	三、阅片方法	(35)
第三节 计算机体层摄影	(9)	第二章 中枢神经系统	(37)
一、基本概念	(9)	第一节 检查方法	(37)
二、成像原理	(11)	一、颅脑	(37)
三、CT机的基本结构	(11)	二、脊髓	(38)
四、CT检查方法	(13)	第二节 正常影像解剖	(38)
五、CT对比剂	(14)	一、颅脑	(38)
第四节 磁共振成像	(15)	二、脊髓	(41)
一、发展概况	(15)	第三节 基本病变的影像表现	(42)
二、MRI的基本结构	(16)	一、颅脑	(42)
三、MRI原理	(17)	二、脊髓	(43)
四、射频脉冲序列和伪影	(19)	第四节 颅内肿瘤	(44)
五、磁共振血管成像	(19)	一、神经胶质瘤	(44)
六、磁共振水成像	(21)	二、脑膜瘤	(45)
七、磁共振波谱	(21)	三、垂体腺瘤	(46)
八、磁共振弥散加权成像、灌注加权成像及脑功能成像	(22)	四、听神经瘤	(47)
九、磁共振对比剂	(23)	五、脑转移瘤	(48)
第五节 超声检查	(24)	第五节 脑血管疾病	(49)
一、概述	(24)		
二、基本概念	(25)		

一、脑梗死·····	(49)	一、检查方法·····	(77)
二、脑出血·····	(50)	二、正常影像解剖及变异·····	(78)
三、蛛网膜下腔出血·····	(51)	三、鼻窦炎症·····	(78)
四、颅内动脉瘤·····	(51)	四、肿瘤性病变·····	(79)
五、脑动静脉畸形·····	(52)	五、鼻窦外伤·····	(80)
六、皮层下动脉硬化性脑病·····	(53)	第三节 咽部·····	(81)
第六节 颅脑外伤·····	(53)	一、检查方法·····	(81)
一、颅骨骨折·····	(54)	二、正常影像解剖及异常影像表现	·····
二、硬膜外血肿·····	(54)	·····	(81)
三、硬膜下血肿·····	(55)	三、腺样体增生·····	(82)
四、外伤性颅内血肿·····	(56)	四、咽部脓肿·····	(82)
五、脑挫裂伤·····	(56)	五、咽部肿瘤·····	(82)
第七节 颅内感染性疾病·····	(57)	第四节 喉部·····	(84)
一、脑脓肿·····	(57)	一、检查方法·····	(84)
二、颅内结核·····	(57)	二、正常影像解剖·····	(85)
三、脑囊虫病·····	(58)	三、喉癌·····	(85)
四、病毒性脑炎·····	(59)	四、喉外伤·····	(86)
第八节 脱髓鞘疾病·····	(60)	五、喉异物·····	(86)
一、脱髓鞘疾病的定义和分类·····	(60)	第五节 耳部·····	(86)
二、多发性硬化·····	(60)	一、检查方法·····	(86)
第九节 先天性颅脑畸形·····	(61)	二、正常影像解剖及异常影像表现	·····
一、先天性颅脑畸形的分类·····	(61)	·····	(87)
二、胼胝体发育不全·····	(62)	三、先天性畸形·····	(88)
三、小脑扁桃体下疝畸形·····	(62)	四、中耳乳突炎·····	(89)
第十节 脊髓疾病·····	(63)	第六节 口腔颌面部·····	(90)
一、脊髓内肿瘤·····	(63)	一、检查方法·····	(90)
二、髓外硬膜内肿瘤·····	(64)	二、正常影像解剖·····	(90)
三、椎管内血管畸形·····	(65)	三、颌骨肿瘤·····	(91)
四、脊髓空洞症·····	(65)	四、口腔癌·····	(91)
五、脊髓外伤·····	(66)	五、腮腺肿瘤·····	(92)
第三章 头颈部·····	(68)	六、颞下颌关节紊乱综合征·····	(92)
第一节 眼和眼眶·····	(68)	第七节 颈部·····	(93)
一、检查方法·····	(68)	一、检查方法·····	(93)
二、正常影像解剖和异常影像表现	·····	二、正常影像解剖及异常影像表现	·····
·····	(68)	·····	(93)
三、眼眶炎性病变·····	(68)	三、颈部淋巴结肿大·····	(94)
四、眼部肿瘤·····	(71)	四、颈动脉体瘤·····	(94)
五、眼眶外伤与异物·····	(76)	五、甲状腺肿·····	(95)
第二节 鼻和鼻窦·····	(77)	六、甲状腺肿瘤·····	(95)
		七、甲状旁腺肿瘤·····	(95)

第四章 呼吸系统 (97)	第二节 心脏大血管正常影像解剖 (144)
第一节 检查方法 (97)	一、X线心脏大血管普通摄影解剖 (144)
一、X线检查 (97)	二、正常心脏大血管 CT解剖..... (147)
二、CT检查 (97)	三、心脏大血管的 MRI解剖 (148)
三、MR检查 (98)	四、心脏大血管的心血管造影解剖 (148)
第二节 正常影像解剖 (98)	五、心脏大血管的超声心动图解剖 (151)
一、正常 X线解剖..... (98)	第三节 心脏大血管疾病的基本 影像表现 (153)
二、正常 CT解剖..... (102)	一、心脏增大 (153)
三、正常 MR解剖 (105)	二、胸部大血管异常 (155)
第三节 基本病变的影像表现 (106)	三、肺循环异常 (155)
一、X线和 CT表现 (106)	第四节 先天性心脏病 (156)
二、MRI表现 (112)	一、房间隔缺损 (156)
第四节 支气管疾病 (113)	二、室间隔缺损 (158)
一、支气管扩张 (113)	三、动脉导管未闭 (159)
二、气管、支气管异物 (114)	四、法洛四联症 (160)
第五节 肺部疾病 (115)	第五节 获得性心脏病 (161)
一、肺部炎症 (115)	一、风湿性心脏病 (161)
二、肺结核 (120)	二、冠状动脉粥样硬化性心脏病 (164)
三、肺部肿瘤 (126)	三、肺源性心脏病 (165)
四、支气管及肺部外伤 (131)	四、原发性心肌病 (167)
第六节 胸膜疾病 (132)	第六节 心包炎和心包积液 (168)
一、结核性胸膜炎 (132)	第七节 大血管病变 (171)
二、胸膜肿瘤 (132)	一、主动脉瘤 (171)
三、胸膜损伤 (133)	二、主动脉夹层 (173)
第七节 纵隔肿瘤 (133)	三、大动脉炎 (174)
一、胸内甲状腺肿 (133)	第五章 循环系统 (139)
二、胸腺瘤 (133)	第一节 心脏大血管检查方法 (139)
三、畸胎瘤 (134)	一、心脏大血管的普通 X线检查 (139)
四、淋巴瘤 (136)	二、心脏大血管的 CT检查..... (139)
五、神经源性肿瘤 (137)	三、心脏大血管的 MRI检查 (141)
六、纵隔囊肿 (137)	四、心脏大血管的 X线造影检查 (142)
	五、心脏大血管的超声检查 (143)
	第六章 消化系统 (176)
	第一节 消化管 (176)
	一、检查方法 (176)
	二、正常影像解剖 (177)
	三、胃肠道异常影像表现 (179)
	四、食管静脉曲张 (180)
	五、食管癌 (181)
	六、食管异物 (181)

七、溃疡病	(182)	五、腹部创伤	(223)
八、胃癌	(183)	第七章 泌尿系统及肾上腺、腹膜后	
九、小肠肿瘤	(184)	间隙	(224)
十、腹部结核	(185)	第一节 肾脏与输尿管	(224)
十一、克隆病	(186)	一、影像检查方法与正常影像表现	(224)
十二、结肠癌	(186)	二、异常影像表现	(229)
十三、结肠息肉	(187)	三、肾脏与输尿管疾病	(232)
第二节 肝脏疾病	(188)	第二节 膀胱	(239)
一、检查方法	(188)	一、影像检查方法与正常影像表现	(239)
二、肝脏的应用解剖与正常影像表现	(189)	二、异常影像表现	(240)
三、肝细胞癌	(191)	三、疾病诊断	(241)
四、肝转移癌	(193)	第三节 肾上腺	(243)
五、肝脏海绵状血管瘤	(194)	一、影像检查方法与正常影像表现	(243)
六、肝囊肿	(196)	二、异常影像表现	(244)
七、肝脓肿	(197)	三、疾病诊断	(244)
八、肝硬化	(198)	第四节 腹膜后间隙	(248)
第三节 胆道疾病	(199)	一、影像检查方法与正常影像表现	(249)
一、检查方法	(199)	二、异常影像表现	(250)
二、正常影像表现	(200)	三、疾病诊断	(251)
三、胆系结石	(200)	第八章 生殖系统及乳腺	(254)
四、胆系炎症	(202)	第一节 女性生殖系统	(254)
五、胆系肿瘤	(203)	一、检查方法	(254)
第四节 胰腺疾病	(205)	二、正常影像解剖	(255)
一、检查方法	(205)	三、先天性畸形	(256)
二、正常影像表现	(207)	四、子宫肌瘤	(256)
三、胰腺癌	(209)	五、宫颈癌	(257)
四、胰腺炎症	(211)	六、子宫体癌	(258)
第五节 脾脏疾病	(213)	七、卵巢囊肿	(259)
一、检查方法	(213)	八、卵巢恶性肿瘤	(260)
二、正常影像表现	(213)	九、异位妊娠	(261)
三、脾肿瘤	(214)	第二节 男性生殖系统	(262)
四、脾脓肿	(215)	一、检查方法	(262)
五、脾弥漫性疾病	(216)	二、正常影像解剖	(262)
第六节 急腹症	(216)	三、前列腺增生	(263)
一、检查方法	(216)		
二、正常影像解剖和基本病变影像表现	(217)		
三、肠梗阻	(218)		
四、胃肠道穿孔	(222)		

四、前列腺癌	(263)	二、强直性脊柱炎	(292)
第三节 乳腺	(265)	三、退行性骨关节病	(293)
一、检查方法	(265)	四、痛风性关节炎	(294)
二、正常影像表现	(265)	第八节 代谢性疾病	(295)
三、基本病变的影像表现	(266)	一、佝偻病	(295)
四、乳腺炎性病变	(267)	二、骨软化症	(296)
五、乳腺增生症	(268)	三、肾性骨营养不良	(297)
六、乳腺良性肿瘤	(269)	第九节 地方性骨病	(297)
七、乳腺恶性肿瘤	(270)	一、氟骨症	(297)
第九章 骨与关节	(272)	二、大骨节病	(298)
第一节 检查方法	(272)	三、克汀病	(299)
一、常规 X 线检查	(272)	第十节 骨缺血坏死	(299)
二、特殊检查	(272)	股骨头缺血坏死	(299)
三、造影检查	(272)	第十一节 良性骨肿瘤及肿瘤样病变	(301)
四、CT 扫描检查	(273)	一、骨瘤	(301)
五、MRI 成像	(273)	二、骨软骨瘤	(301)
第二节 正常影像解剖	(273)	三、骨巨细胞瘤	(303)
一、骨的结构与发育	(273)	四、骨囊肿	(304)
二、长骨	(274)	第十二节 恶性骨肿瘤	(306)
三、四肢关节	(274)	一、骨肉瘤	(306)
四、脊柱	(274)	二、尤文肉瘤	(308)
第三节 基本病变的影像表现	(274)	三、骨髓瘤	(309)
一、骨骼基本病变	(274)	四、转移性骨肿瘤	(309)
二、关节基本病变	(276)	第十章 介入放射学	(312)
第四节 骨与关节损伤	(277)	第一节 血管成形术	(312)
一、骨折	(277)	一、概论	(312)
二、关节脱位	(280)	二、动脉病变血管成形术	(314)
三、椎间盘突出	(281)	三、静脉病变血管成形术	(317)
四、膝关节半月板损伤	(282)	四、门脉高压肝内门腔静脉内支架	
第五节 骨与关节化脓性感染	(283)	分流术 (TIPSS)	(319)
一、急性化脓性骨髓炎	(283)	第二节 溶栓、取栓术	(320)
二、慢性化脓性骨髓炎	(285)	一、概述	(320)
三、化脓性关节炎	(286)	二、脑血管溶栓术	(321)
第六节 骨与关节结核	(287)	三、外周动脉溶栓、取栓术	(321)
一、骨结核	(287)	第三节 血管栓塞术	(324)
二、脊柱结核	(288)	一、概论	(324)
三、关节结核	(289)	二、头颈部病变栓塞治疗	(325)
第七节 慢性关节疾病	(291)	三、肺部病变栓塞治疗	(326)
一、类风湿性关节炎	(291)		

四、腹部病变栓塞治疗	(327)	(336)
五、肢体血管病变栓塞治疗	(330)	二、肝血管瘤的介入治疗	(339)
第四节 非血管管腔狭窄成形术 ..	(330)	三、胰腺癌的介入治疗	(340)
一、气管、支气管狭窄成形术 ..	(330)	四、肺癌的介入治疗	(340)
二、上胃肠道狭窄成形术	(331)	五、肾癌的介入治疗	(340)
三、泌尿道狭窄成形术	(333)	六、胃肠道癌的介入治疗	(341)
四、输卵管再通术	(334)	七、盆腔肿瘤的介入治疗	(341)
第五节 梗阻性黄疸的经皮引流 ..	(334)	八、骨与软组织恶性肿瘤经动脉	
第六节 肿瘤介入与微创治疗	(336)	化疗	(342)
一、肝癌及肝转移癌的介入治疗		影像诊断学常用英文词汇	(343)

第一章 总 论

医学影像诊断技术主要包括 X 线、超声、核素、CT 及磁共振成像。

1895 年 W.C.Röntgen 发现 X 线,很快就被用于人体疾病诊断,并形成了放射诊断学 (diagnostic radiology),它为保障人类健康发挥了愈来愈重要的作用。超声成像 (ultrasonography, USG) 自 1942 年奥地利 Dussik 使用 A 型超声探测颅脑以来,50~60 年代 M 型超声、B 型超声、多普勒超声迅速发展,已成为一种简便、实用、有效、无损伤的诊断工具。核素诊断是 1924 年 Rodt 首先用于肝脏显像,50 年代出现了 γ 闪烁成像 (γ -scintigraphy),70 年代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) 投入临床使用,是目前用解剖形态方式进行功能、代谢和受体显像的重要技术之一。计算机体层摄影 (computed tomography, CT) 从 1971 年在英国做第一例病人开始,目前已发展至超快速 CT (ultrafast CT, UFCT) 及多层螺旋 CT (multi-slice spiral CT, MSCT)。磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 从 20 世纪 80 年代初应用于临床以来,磁共振血管成像 (MR angiography, MRA)、磁共振水成像 (MR hydrography, MRH)、磁共振波谱 (MR spectroscopy, MRS) 等新技术亦渐趋成熟。CT 及 MRI 的临床应用,开创了影像诊断的新纪元。20 世纪 70 年代后迅速兴起的介入放射学 (interventional radiology, IVR) 正在日新月异迅猛发展,使单纯的影像诊断向影像治疗发展,从而更加拓宽了医学影像学应用范围。

计算机等高科技的发展都直接应用或间接渗透到医学影像学,促进了医学影像学的发展,同时又大大扩展了其应用范围,使医学影像成为医疗工作中的重要支柱。医学影像已从显示宏观结构发展到反映分子、生化方面的变化;从显示形态改变到反映功能变化;从单纯诊断向治疗方面全面发展。总之医学影像学正在迅猛发展,方兴未艾。

学习医学影像诊断学要掌握各种影像仪器的成像原理、检查方法、影像诊断、诊断价值及限度,以便合理应用。本章重点介绍 X 线、CT、MRI、USG 及 IVR。

第一节 X 线成像

一、X 线的产生和成像设备

(一) X 线的产生

X 线是由高速运动的电子流撞击靶面而突然受阻产生的。因此 X 线的产生必须具备三个条件:①自由活动的电子群;②电子群在高电压作用下形成高速运行的电子流;③电子流受靶面阻拦而突然停止,同时发生能量转换,其中不足 1% 能量转变成 X 线,99% 以上则转换为热能,并由散热装置散发。

(二) X 线成像设备

根据 X 线产生的三个条件,最初的 X 线机由 X 线管及支架、高压发生器、操作台及检查床三部分组成。随着各种特殊检查的应用,又增加了各种特殊装置如体层摄影、点片等装

置。从 20 世纪 60 年代开始，影像增强 - 电视系统和遥控技术的应用，提高了图像质量，扩大了 X 线检查范围和减少了工作人员及患者的射线量。随着计算机和数字化技术的发展，近 20 年来又增加了计算机 X 线成像（computed radiography, CR）和直接数字化 X 线成像（direct digital radiography, DDR）设备。

二、X 线的特性及其与医学的关系

X 线是波长很短的电磁波，以光速沿直线前进，其波长范围为 0.0006 ~ 50nm。目前 X 线诊断常用的波长范围为 0.008 ~ 0.031nm（相当于 40 ~ 150kV）。它具有电磁波的各种特性，其与临床诊疗有关的特性有：

（一）穿透作用

因 X 线波长很短，具有很强的穿透性，所以能穿透一般可见光不能穿透的各种不同密度物质，此为 X 线成像的基础。穿透性与管电压和被照体的密度有关，管电压愈高，被照体密度愈低，X 线穿透力就愈强；相反则愈弱。

（二）荧光作用

X 线能激发荧光物质（如铂氰化钡、钨酸钙等）产生肉眼可见的荧光。荧光的强弱与 X 线量多少有关。当一定量的 X 线穿透密度和厚度大的物体时，被吸收多、透过少，激发荧光少，亮度暗；相反则亮度强。此特性是 X 线透视检查的基础。

（三）感光作用

X 线照射到胶片上，使胶片上的溴化银感光，银离子（ Ag^+ ）被还原成金属银（Ag），经显、定影处理后，沉淀于胶片上，而呈黑色；未感光的溴化银被冲洗掉而显出片基的透明本色。此特性是 X 线摄影的基础。

（四）电离作用

X 线通过任何物质都会使该物质产生电离，电离程度与 X 线量成正比。此特性为放射剂量学的基础。

（五）生物作用（效应）

X 线照射生物体，可使细胞结构产生损伤，甚至坏死，其程度与 X 线量大小有关。此特性为放射治疗的基础。

从上述可知，X 线的穿透、荧光和感光作用与医学影像诊断有关；X 线的穿透、电离和生物作用与放射治疗、防护有关。

三、X 线成像原理

（一）天然对比成像

人体各组织有密度的差别，这种差别称为天然对比。依密度大小将其分为三类：①高密度的有骨骼和钙化；②中等密度的有肌肉、内脏、液体和软骨等；③低密度的有气体及脂肪等，气体密度最低。现以胸部为例阐述 X 线成像原理。X 线照射到胸部时，骨组织（如肋骨等）吸收 X 线多、X 线透过少，X 线胶片感光少而呈白色，激发荧光屏产生荧光少而呈黑色；气体（如肺等）吸收 X 线少、X 线透过多，它在胶片上呈黑色，荧光屏上呈白色；同理，胸壁软组织呈灰色，脂肪组织则呈灰黑或灰白色。于是人体胸部在胶片或荧光屏上则形成了黑白不同的影像。但是，心脏密度和胸壁软组织相似，为何在胶片上比肋骨更白、荧光屏上比肋骨更黑呢？这与心脏的厚度较大有关。所以 X 线成像的因素应是密度和厚度。

(二) 人工对比成像 (造影)

人体有的部位所含组织和器官密度近似,难以形成良好的黑白对比影像。为此,可人为地导入密度较该组织或器官更高(碘或钡剂)或更低(气体)的物质,形成人工的密度差别,进而产生良好的黑白对比影像,这就是人工对比成像的原理。此法又称造影检查,导入的物质称对比剂(contrast medium)。

四、X 线图像的特点

(一) 影像密度

X 线图像是人体某部位不同密度和厚度组织结构的综合投影。所以影像密度的概念与人体组织结构密度的概念是不同的。影像密度是指在胶片上白色的为高密度,黑色的为低密度,灰色的为中等密度;在荧光屏上则与胶片表现相反。

(二) 影像的放大和失真

由于 X 线束呈锥形,故被照射物体的投影会出现放大和伴影,后者则会使影像失真。

五、X 线检查技术

X 线检查方法分为普通(常规)检查、特殊检查和造影检查三类。

(一) 普通(常规)检查

1. 荧光透视(fluoroscopy) 是一种简便而常用的方法。它的优点是简便、价廉,可转动病人体位进行多方向观察,能观察器官的动态变化如心脏搏动等。缺点是影像对比度和清晰度欠佳,不能留下永久的记录等。

2. X 线摄影(radiography) 是一种常用方法。它的优点是影像对比度和清晰度好,能留下永久记录,受检者接收 X 线量较少。缺点是被检范围受照片大小限制,不能动态观察器官活动等。

(二) 特殊检查

特殊检查是指利用特殊装置进行 X 线摄影,它包括荧光摄影、软 X 线摄影、高千伏摄影、体层摄影、记波摄影、放大摄影和立体摄影等。

1. 荧光摄影(fluorography) 在荧光成像的基础上进行缩微摄片,一般采用 100mm 的胶片。主要用于体格检查或代替透视。

2. 软 X 线摄影(soft ray radiography) 一般采用钨靶面的 X 线管进行摄影,钨靶发出的 X 线波长较长,穿透力较低,适合于软组织摄影。主要用于乳腺等部位摄影。

3. 高千伏摄影(high kV radiography) 此种检查管电压要求 120~150kV,故需高电压小焦点 X 线管、特殊滤线器和计时装置。主要用于显示隐蔽病灶和患者需要短时间曝光等。

(三) 造影检查

1. 对比剂(造影剂)

(1) 低密度对比剂:空气、氧气和二氧化碳等。

(2) 高密度对比剂:① 医用纯净硫酸钡加水、胶等配制不同浓度的混悬液。主要用于食管、胃肠道等检查(图 1-1)。② 水溶性有机碘对

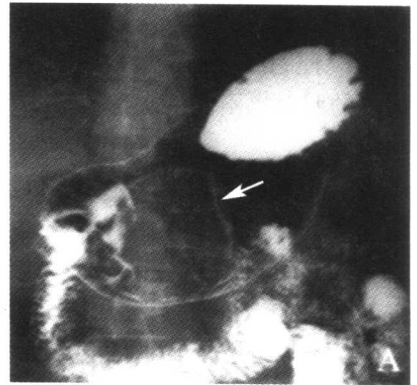


图 1-1 上消化道造影
蕈伞型胃癌(箭头)

比剂有离子型，常以泛影葡胺（Urografin）为代表；非离子型，如碘必乐（Iopamidol）和优维显（Ultravist）等。主要用于心血管及尿路等造影检查。③无机碘对比剂有碘化油（Ipidol）等，主要用于支气管造影和子宫输卵管造影等。

2. 造影检查的注意事项

- (1) 严格掌握适应证及禁忌证。
- (2) 做好碘和麻醉药等过敏试验。
- (3) 准备好造影和过敏抢救器械和药品。
- (4) 做好解释工作，争取患者合作。

3. 造影方法 根据对比剂导入的途径不同可分为：

(1) 直接导入法：① 口服法如食管及胃肠道钡餐检查；② 灌注法如支气管造影等；③ 穿刺法如心血管造影等。

(2) 间接引入法（生理排泄法）：静脉注入或口服对比剂后，对比剂选择体内某一器官排泄，从而使该器官显影。常用的有静脉肾盂造影和胆系造影等。

六、X线检查中的防护

（一）X线防护的意义

X线检查是临床诊治疾病不可缺少的重要手段。但是，过量照射会给人体带来辐射危害。因此，必须重视工作人员和患者的防护，这样才能更好地发挥X线检查的作用，避免不必要的损害。

（二）X线防护的原则

实际工作中，应遵循下列防护原则：

1. 时间防护 指一切人员应尽可能减少在X线场内停留的时间，尽量缩短照射时间，减少受照剂量。
2. 距离防护 X线机工作时，应尽一切可能使工作人员远离X线源。患者与X线管的距离不能小于35cm。
3. 屏蔽防护 屏蔽即在X线源与人员间放置一种能吸收X线的物质，如铅玻璃、铅围裙和混凝土墙壁等。

（三）X线防护措施

1. 控制照射剂量 放射工作人员长年累月接触X线，必须注意控制受照剂量。同时对患者的照射也不能一次大剂量或经常照射。因此，应严格执行国家有关放射防护卫生标准的规定。
2. 机房的防护要求 X线机房应有足够的使用面积，以保证X线机的合理安装，尽可能减少散射线的影响。
3. X线机的防护要求 X线机在结构上应十分重视对X线的防护，特别是X线管口应有1.5~2.0mm厚的铝板，滤过长波射线，保护病人皮肤；X线管套应有1.0~1.5mm厚的铅皮。照片或透视时尽量把光圈缩小。
4. 介入放射技术的广泛应用，要求操作中避免不必要的透视和摄影。

七、X 线检查的新进展

(一) 计算机 X 线成像 (computed radiography, CR)

1. 计算机 X 线成像的基本结构和成像原理 随着医学影像数字化的不断发展, 20 世纪 80 年代开发出 CR, 其基本结构有 (图 1-2): ① X 线管和高压发生器; ② 影像板 (由含微量元素的钡溴化合物制成, 代替 X 线胶片); ③ 影像信息读取设备 (主要含激光扫描系统和模/数转换器); ④ 影像信息处理设备 (含灰阶处理、数字减影血管造影处理和 X 线吸收率减影处理等); ⑤ 影像的显示与存储 (显示设备有数/模转换器、激光或多幅照相机及胶片冲洗系统, 储存设备有磁带、磁盘和光盘); ⑥ 控制用计算机。

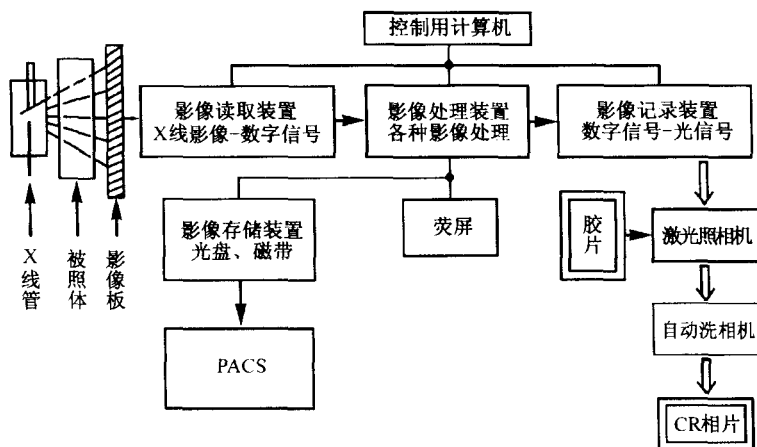


图 1-2 CR 装置示意图

CR 的成像原理是 X 线透过人体后, 射到影像板上, 形成潜影, 再将具有潜影的影像板置入激光扫描系统内扫描, 并将图像信号转变为数字信号, 输入计算机进行灰阶、窗位等处理, 然后通过数/模转换器转变成图像, 在胶片或荧屏上显示出来, 并可用光盘等储存, 亦可远程传输和会诊。

2. CR 影像的优点 ① 灵敏度高, 采集微弱信号也不致被噪声所掩盖; ② 分辨力高, 可观察到其他技术无法看到的细节; ③ 线性度高, 非线性度小于 1%, 故所得影像与真实影像吻合良好; ④ 后处理功能强大, CR 可做测量、影像放大、对比度转换和减影等后处理; ⑤ 利于远程传输和图像存储。

3. CR 的临床应用 CR 图像与传统 X 线图像相同, 所以其临床应用也基本相同, 但 CR 的后处理功能强大, 因而在某些方面优于传统 X 线图像。

(1) CR 在头、颈、骨关节系统应用: ① 利用空间频率增强处理, 能清楚显示听小骨、前庭、半规管等结构, 显示鼻窦前壁有无骨破坏。② 能进行骨盐定量分析, 显示关节软骨和关节周围软组织等。

(2) CR 在胸部的应用: ① 显示纵隔血管、气管优于平片。② 肺部结节检出率高于平片。

(3) CR 在腹部的应用: ① 显示腹内气体、钙化优于平片。② 胃肠双对比造影剂检查显示粘膜微皱襞优于平片等。

(4) CR 的不足: ① 时间分辨力较差, 不能满足动态器官和结构的显示。② 空间分辨力较 X 线胶片稍差。③ 设备较昂贵。