

全国卫生院校高职高专教学改革实验教材

# 影像诊断学

(医学影像技术、临床医学专业用)

主编 蒋烈夫



高等教育出版社

全国卫生院校高职高专教学改革实验教材

# 影像诊断学

(医学影像技术、临床医学专业用)

- 主 编 蒋烈夫  
副主编 赵世华 夏瑞明  
编 者 (以姓氏拼音为序)  
付建国 (湖北襄樊职业技术学院医学院)  
侯昭才 (广西柳州医学高等专科学校)  
蒋 蕾 (河南南阳医学高等专科学校)  
蒋烈夫 (河南南阳医学高等专科学校)  
卢 洁 (首都医科大学宣武医院)  
唐陶富 (湖南永州职业技术学院医学院)  
王海林 (广州医学院附属市第一人民医院)  
夏瑞明 (浙江绍兴文理学院医学院)  
殷国生 (武汉江汉大学卫生技术学院)  
赵汉英 (云南医学高等专科学校)  
赵世华 (中国协和医科大学阜外心血管病医院)

高等教育出版社

## 内容提要

本书根据教育部高职高专医学影像技术专业培养目标编写。全书以突出实践技能为主线,分6篇内容,其中有500余幅插图。每篇开始设学习目标,每章后设读片窗、思考题及范例报告,有助于学生掌握所学知识。

本教材适用于高职高专或中等职业教育医学影像技术、临床医学专业,也可用于成人教育影像诊断或影像技术专业,还可作为医学影像工作者的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

影像诊断学/蒋烈夫主编. 北京:高等教育出版社, 2006.1

医学影像技术、临床医学专业用

ISBN 7-04-017952-0

I. 影... II. 蒋... III. 影像诊断-高等学校:技术学校-教材 IV. R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第148535号

策划编辑 秦致中 责任编辑 秦致中 冯娟 封面设计 王 睢 责任绘图 朱 静  
版式设计 胡志萍 责任校对 王效珍 责任印制 杨 明

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100011  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 煤炭工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 30  
字 数 740 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年1月第1版  
印 次 2006年1月第1次印刷  
定 价 49.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17952-00

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

# 前 言

本教材紧扣高职高专医学影像技术专业培养目标的要求,以教学大纲和教学计划为依据,尽力遵循影像诊断学的经典理论,融会了不同院校多年积累的影像专业教学的实践经验和理论成果,并在此基础上力图准确反映本学科当今发展的水平,合理摄取以往专业教材中适用于高职高专医学影像教学的内容,摒弃了传统知识中已过时的内容,充实了一些实用的新知识、新技术和新方法。以实践技能为主线,本教材内容力求满足影像技术专业实际工作的需要,并尽可能与影像学技术的相关专业课程相连接与互补,使学生能对影像诊断内容深刻理解,熟练应用。

全书共6篇,包括随文插图500余幅,按180学时安排。第1篇为总论,简述了X线、CT、MRI、DSA、放射性核素成像的进展及临床应用,并介绍了PACS的基本知识。第2至第6篇为各论,每篇按系统分为若干章,各章重点介绍不同成像技术的正常与基本病变的影像学表现,同时选择一些具有某些典型影像学征象的常见疾病作为范例描述,以加强学生对基本病变影像学征象的理解和掌握。对每一疾病,都先简述其病理与临床表现,再描述其不同成像技术的影像学表现,最后结合临床并简要讨论诊断和鉴别诊断,给学生以完整的印象。

在内容编排上,学习目标设在每章的开始,不仅有助于学生将学习内容分类归纳掌握要点,也便于教师讲授时参考。检查方法的评价与选择在其后叙述,并对各种检查方法的优势和限度及选择原则进行讨论,旨在使学生了解和掌握正确选择检查方法的路线。

各章后设有读片窗、思考题及范例报告,留给学生一个思考空间,以培养学生从感性到理性思维的能力,激励学生主动认识和掌握所学的知识,去分析判断病变,也便于学生理解和巩固所学的知识。

承蒙贺建元主任医师将20余年取得的早期食管癌X线双对比造影的科研成果,编写为食管癌早期诊断内容,为本书增添新的色彩。另外首都医科大学影像部李坤成教授为总论提供了64排螺旋CT和MRI的部分珍贵图像。北京阜外心血管病医院的王诚博士在“心脏与大血管”一章的编写中做了大量的工作,在此一并表示感谢!

教材在编写过程中,全体编者虽倾尽全力,但由于水平有限,书中缺点和错误在所难免,诚恳祈望广大师生和读者提出建议,以便及时修订。

蒋烈夫  
2005年10月

# 目 录

## 第一篇 总 论

第一章 X线成像 .....	2	检查方式 .....	15
第一节 X线成像简史 .....	2	第五章 放射性核素显(成)像 .....	18
第二节 X线成像进展 .....	3	第一节 放射性核素显(成)像简史 .....	18
第三节 X线图像特点及其检查方式 .....	4	第二节 放射性核素显(成)像进展 .....	18
第四节 X线检查中的防护 .....	5	第三节 放射性核素显(成)像检查方式 .....	19
第二章 计算机体层成像 .....	6	第六章 图像存储和传输系统 .....	20
第一节 计算机体层成像简史 .....	6	第一节 图像存储和传输系统的作用 .....	20
第二节 计算机体层成像的进展 .....	6	第二节 图像存储和传输系统的组成 .....	20
第三节 计算机体层成像图像的特点及其 检查方式 .....	8	第七章 影像诊断原则与步骤 .....	23
第三章 数字减影血管造影 .....	12	第一节 影像诊断原则 .....	23
第一节 数字减影血管造影简史 .....	12	第二节 影像诊断的步骤 .....	24
第二节 数字减影血管造影检查方式 .....	12	第八章 影像诊断报告书写规范 .....	25
第四章 磁共振成像 .....	14	第一节 影像诊断报告书写格式 .....	25
第一节 磁共振成像简史 .....	14	第二节 影像诊断报告书写内容 .....	25
第二节 磁共振成像的进展 .....	14	思考题 .....	26
第三节 磁共振成像图像特点及其		参考文献 .....	27

## 第二篇 胸 部

第一章 肺与纵隔 .....	29	参考文献 .....	92
第一节 肺与纵隔影像学检查方法的 评价与选择 .....	29	第二章 心与大血管 .....	94
第二节 肺与纵隔正常影像学表现 .....	31	第一节 心与大血管影像学检查方法的 评价与选择 .....	94
第三节 肺与纵隔病变的基本影像学 表现 .....	41	第二节 心与大血管正常影像学表现 .....	95
第四节 气管、支气管疾病 .....	59	第三节 心与大血管病变的基本影像学 表现 .....	111
第五节 肺部、纵隔疾病 .....	62	第四节 获得性心脏病 .....	117
第六节 胸部创伤 .....	88	第五节 先天性心脏病 .....	137
影像诊断报告举例 .....	91	第六节 大血管病变 .....	146
读片窗 .....	92	第七节 心包疾病 .....	152
思考题 .....	92	影像诊断报告举例 .....	155

读片窗 .....	155	第三节 乳腺病变的基本影像学表现 .....	160
思考题 .....	156	第四节 乳腺疾病 .....	161
参考文献 .....	157	影像诊断报告举例 .....	163
<b>第三章 乳腺</b> .....	<b>158</b>	读片窗 .....	164
第一节 乳腺影像学检查方法的评价与 选择 .....	158	思考题 .....	164
第二节 乳腺正常影像学表现 .....	159	参考文献 .....	164
<b>第三篇 腹 部</b>			
<b>第一章 急腹症</b> .....	<b>167</b>	第二节 肝胆胰脾正常影像学表现 .....	207
第一节 急腹症影像学检查方法的评价与 选择 .....	167	第三节 肝胆胰脾病变的基本影像学表现 .....	212
第二节 与急腹症相关的正常影像学 表现 .....	168	第四节 肝脏疾病 .....	214
第三节 急腹症病变的基本影像学表现 .....	169	第五节 胆道疾病 .....	225
第四节 常见急腹症 .....	170	第六节 胰腺疾病 .....	230
影像诊断报告举例 .....	178	第七节 脾脏疾病 .....	233
读片窗 .....	179	影像诊断报告举例 .....	235
思考题 .....	179	读片窗 .....	235
参考文献 .....	179	思考题 .....	236
<b>第二章 食管与胃肠道</b> .....	<b>180</b>	参考文献 .....	236
第一节 食管与胃肠道影像学检查方法的 评价与选择 .....	180	<b>第四章 泌尿系统与肾上腺</b> .....	<b>237</b>
第二节 食管与胃肠道正常影像学表现 .....	181	第一节 泌尿系统影像学检查方法的评价与 选择 .....	237
第三节 食管与胃肠道病变的基本影像学 表现 .....	185	第二节 泌尿系统正常影像学表现 .....	238
第四节 食管疾病 .....	187	第三节 泌尿系统病变的基本影像学 表现 .....	241
第五节 胃部疾病 .....	194	第四节 泌尿系统先天性异常 .....	243
第六节 十二指肠疾病 .....	198	第五节 泌尿系统肿瘤与囊肿 .....	246
第七节 小肠疾病 .....	200	第六节 泌尿系统结核 .....	252
第八节 结肠疾病 .....	202	第七节 泌尿系统结石 .....	254
影像诊断报告举例 .....	204	第八节 肾血管性病变 .....	256
读片窗 .....	204	第九节 肾上腺和肾上腺疾病 .....	257
思考题 .....	205	影像诊断报告举例 .....	260
参考文献 .....	205	读片窗 .....	261
<b>第三章 肝胆胰脾</b> .....	<b>206</b>	思考题 .....	261
第一节 肝胆胰脾影像学检查方法的评价与 选择 .....	206	参考文献 .....	261
		<b>第五章 腹膜腔及腹膜后间隙</b> .....	<b>262</b>
		第一节 腹膜腔及腹膜后间隙影像学检查 方法的评价与选择 .....	262

第二节 腹膜腔及腹膜后间隙正常影像学表现 .....	263	第二节 生殖系统正常影像学表现 .....	270
第三节 腹膜腔疾病 .....	264	第三节 生殖系统病变的基本影像学表现 .....	274
第四节 腹膜后间隙疾病 .....	266	第四节 女性生殖系统疾病 .....	275
思考题 .....	267	第五节 男性生殖系统疾病 .....	285
参考文献 .....	267	影像诊断报告举例 .....	287
<b>第六章 生殖系统</b> .....	269	读片窗 .....	288
第一节 生殖系统影像学检查方法的评价与选择 .....	269	思考题 .....	288
		参考文献 .....	288
<b>第四篇 骨关节和软组织</b>			
<b>第一章 骨与关节</b> .....	289	第二节 脊椎正常影像学表现 .....	335
第一节 骨与关节影像学检查方法的评价与选择 .....	289	第三节 脊椎病变的基本影像学表现 .....	341
第二节 骨与关节正常影像学表现 .....	290	第四节 脊椎疾病 .....	342
第三节 骨与关节病变的基本影像学表现 .....	292	第五节 脊柱外伤 .....	351
第四节 骨与关节创伤 .....	296	影像诊断报告举例 .....	353
第五节 骨与关节感染 .....	302	读片窗 .....	354
第六节 骨与关节结核 .....	306	思考题 .....	354
第七节 其他慢性骨关节病 .....	308	参考文献 .....	354
第八节 骨缺血性坏死 .....	311	<b>第三章 软组织</b> .....	355
第九节 骨肿瘤与肿瘤样病变 .....	315	第一节 软组织影像学检查方法的评价与选择 .....	355
影像诊断报告举例 .....	332	第二节 软组织正常影像学表现 .....	356
读片窗 .....	332	第三节 软组织病变的基本影像学表现 .....	357
思考题 .....	333	第四节 软组织肿瘤 .....	358
参考文献 .....	333	影像诊断报告举例 .....	362
<b>第二章 脊椎</b> .....	334	读片窗 .....	362
第一节 脊椎影像学检查方法的评价与选择 .....	334	思考题 .....	363
		参考文献 .....	363
<b>第五篇 中枢神经系统</b>			
<b>第一章 颅脑</b> .....	365	第五节 脑血管疾病 .....	382
第一节 颅脑影像学检查方法的评价与选择 .....	365	第六节 颅内感染性疾病 .....	392
第二节 颅脑正常影像学表现 .....	368	第七节 颅脑损伤 .....	396
第三节 颅脑病变的基本影像学表现 .....	370	第八节 脱髓鞘疾病 .....	400
第四节 颅内肿瘤 .....	372	第九节 脑变性疾病 .....	402
		第十节 颅脑先天畸形及发育障碍 .....	404



影像诊断报告举例 .....	408	第三节 脊髓病变的基本影像学表现 .....	413
读片窗 .....	408	第四节 椎管肿瘤 .....	414
思考题 .....	409	第五节 脊髓创伤 .....	420
参考文献 .....	409	第六节 脊髓空洞症 .....	423
<b>第二章 脊髓</b> .....	<b>411</b>	影像诊断报告举例 .....	424
第一节 脊髓影像学检查方法的评价与 选择 .....	411	读片窗 .....	424
第二节 脊髓正常影像学表现 .....	412	思考题 .....	425
		参考文献 .....	425
<b>第六篇 五官和颈部</b>			
<b>第一章 眼</b> .....	<b>427</b>	第四节 咽喉部疾病 .....	450
第一节 眼影像学检查方法的评价与 选择 .....	427	影像诊断报告举例 .....	453
第二节 眼正常影像学表现 .....	428	读片窗 .....	453
第三节 眼部病变的基本影像学表现 .....	429	思考题 .....	454
第四节 眼部疾病 .....	430	参考文献 .....	454
影像诊断报告举例 .....	436	<b>第四章 耳</b> .....	<b>455</b>
读片窗 .....	436	第一节 耳部影像学检查方法的评价与 选择 .....	455
思考题 .....	437	第二节 耳部正常影像学表现 .....	455
参考文献 .....	437	第三节 耳部病变的基本影像学表现 .....	457
<b>第二章 鼻窦</b> .....	<b>438</b>	第四节 耳部疾病 .....	458
第一节 鼻窦影像学检查方法的评价与 选择 .....	438	影像诊断报告举例 .....	461
第二节 鼻窦正常影像学表现 .....	438	读片窗 .....	461
第三节 鼻窦病变的基本影像学表现 .....	440	思考题 .....	461
第四节 鼻窦疾病 .....	441	参考文献 .....	461
影像诊断报告举例 .....	445	<b>第五章 颈部</b> .....	<b>462</b>
读片窗 .....	445	第一节 颈部影像学检查方法的评价与 选择 .....	462
思考题 .....	446	第二节 颈部正常影像学表现 .....	462
参考文献 .....	446	第三节 颈部病变的基本影像学表现 .....	463
<b>第三章 咽喉部</b> .....	<b>447</b>	第四节 颈部疾病 .....	464
第一节 咽喉部影像学检查方法的评价与 选择 .....	447	影像诊断报告举例 .....	469
第二节 咽喉部正常影像学表现 .....	447	读片窗 .....	469
第三节 咽喉部病变的基本影像学表现 .....	449	思考题 .....	470
		参考文献 .....	470

# 第一篇

# 总论

X线于1895年由德国物理学家伦琴(W. C. Röntgen)发现。之后不久即应用于医学,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的基础。

20世纪50~60年代出现了新的成像技术——超声成像(ultrasonography, USG)和 $\gamma$ 闪烁成像( $\gamma$ -scintigraphy),首次以非X线成像技术揭示人体内部结构的形态与功能,具有简便、实用、有效、无创等优点,使单一X线成像转变为多元化成像。1973年计算机体层成像(computed tomography, CT)首次应用于临床,目前已发展至第五代的电子束CT(electron beam CT, EBCT)及多层螺旋CT(multislice spiral CT, MSCT)。CT的问世是继伦琴发现X线以来,放射学领域的一次重大突破,开创了数字化影像学的先河。70年代单光子发射计算机体层成像(single photon emission computed tomography, SPECT)与正电子发射体层成像(positron emission tomography, PET)应用于临床,使核医学领域产生了一次深刻的变革,并成为医学影像学的重要组成部分。80年代磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)问世,使医学影像学的成像原理发生了质的变化,获取了与其他影像技术完全不同特征的影像。70年代中后期计算机技术和微电子技术的迅猛发展,实现了以数字方式取代光学减影方式。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是在此基础上发展起来的,是经计算机处理消除血管造影中的非血管结构组织,仅显示血管影像的成像技术。此后,计算机X线摄影(computed radiography, CR)和数字X线摄影(digital radiography, DR)相继投入临床应用,实现了普通X线摄影的各类信息数字化。近几年迅速发展起来的计算机辅助诊断(computer aided diagnosis, CAD),使对数据的应用由低层次的简单查询,提升为从数据库中获取有价值的深层诊断信息,即所谓的“知识挖掘”,目前已成熟应用于胸部和乳腺疾病的诊断,并不断向其他领域拓展。随着质优价廉的高速计算机设备和海量储存介质的出现,为图像的存储和传输系统(picture archiving and communication system, PACS)提供了坚实的基础。医学图像的数字化存储与传输,实现“无胶片化”,已成为医院发展的必然趋势。医学影像技术的数字化和网络技术的飞速发展又进一步推动了信息放射学、远程放射学与远程医学的发展。20世纪70年代兴起的介入放射学(interventional radiology)是诊断放射学的发展和延伸,是指在影像诊断设备下对某些疾病进行诊疗的新技术。影像导向设备的不断更新和“无孔不入,无孔也入”的导管技术的日趋完善,使一些用内科药物治疗或外科手术难以奏效的疾病获得了有效的医治,从而拓宽了医学影像学的应用范畴,成为临床医疗领域微创技术的先驱。

回顾20世纪70年代以后,特别是近10余年,随着物理学、微电子学、数学、计算机、分

子医学等多种基础学科的研究进步,直接应用或间接渗透到医学影像学,使其从单一以 X 线成像源拓展至“声源”、“磁源”、“放射性核素”等,一系列新的成像技术的广泛应用大大充实了原有的以常规 X 线检查为主的放射诊断学内涵。使影像诊断从单纯显示人体内部结构的形态成像诊断,发展为反映分子、功能代谢成像诊断和与治疗并驾齐驱的现代医学影像学体系。

## 第一章 X 线成像

### 学习目标:

1. 了解 X 线成像技术的简史与进展。
2. 熟悉 X 线成像检查方式的临床应用。

### 第一节 X 线成像简史

1895 年 11 月 8 日 X 线首次被发现。1896 年 12 月 22 日人类历史上第一张揭示人体内部结构的图像问世(图 1-1-1),X 线成像技术被应用于临床。作为基本成像技术的透视和 X 线摄影技术(radiography)经久不衰仍沿用至今。在发现 X 线的最初 30 多年间(1895—1930 年),为改善图像质量、扩大应用范围、提高诊断水平,先后改进了 X 线装置,更新了显影器材。其中最为突出的是用电子 X 线管取代了离子 X 线管,发明了滤线器,投入使用了直接体层摄影装置和碘油对比剂,并改进了增感屏及多种造影技术。20 世纪 40~50 年代旋转阳极 X 线管问世,多轨迹体层摄影装置应用于临床。60~70 年代影像增强器的出现,加上电视、电影录像装置的应用,进一步提高了图像质量,扩大了检查的应用范围。70 年代后期 CR 研制成功,使传统 X 线成像技术进入了数字化成像领域。90 年代中期数字平板探测器(Flat Panel detectors)投入临床应

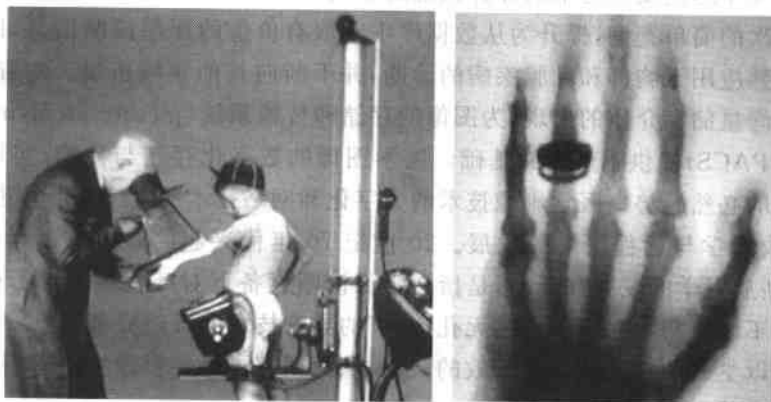


图 1-1-1 早期的 X 线设备与人类第一张 X 线照片

用,进一步推动了传统 X 线成像数字化的进程,提高了诊断水平,使 X 线成像技术在临床医学的应用进入了一个崭新的阶段。

## 第二节 X 线成像进展

现代计算机和信息集成技术的飞速发展,实现了 X 线设备由模拟向数字媒体的转换,拓宽了 X 线成像技术在诊断和治疗中的应用,极大地丰富了形态诊断信息和图像的层次,实现了 X 线影像的网络传输、存储、显示、拷贝、无胶片化等。是 X 线发现以来 X 线成像技术一次最新和最重要的进展。X 线设备的数字化技术主要有三种方式:

### (一) 数字 X 线荧光成像(digital fluorography,DF)

是目前应用最广的间接数字化成像(indirect digital radiography, IDR)方法之一。采用影像增强器-电视链方式的 II-TV 系统,用记录 X 线信息的载体代替 X 线胶片或将 CR 的 IP 板作为介质。用高分辨率的摄像管(charge coupled device, CCD)采集 II-TV 荧屏上的光信号,由光信号转换成视频信号,再经连续的视频信号转为间断的各自独立的信息,形成像素,经模拟/数字转换成数字(化)矩阵图像(digital matrix)。目前已用电荷耦合器代替 CCD 采集 II-TV 的光信号。DF 具有透视功能,多应用于数字胃肠机和早期的 DSA。

### (二) CR

CR 是采用可记录由激光读取 X 线信息的磷光体构成的成像板(IP 板)作为载体代替 X 线胶片,经过 X 线信息采集和光电转换复经计算机重建出数字化图像。CR 完全改变了传统屏-片(screen-film)方式的图像摄取模式。

CR 与 DF 都属间接数字化成像方式,均需通过将模拟的 X 线信息经光电转换的过程,只是采集 X 线信息的方式不同,CR 用 IP 板,DF 则用 II-TV。

### (三) DR

DR 即数字化平板探测器(flat-panel detectors)X 线摄影。采用平板探测器作为记录 X 线信息的载体,替代普通 X 线暗盒-屏片的图像摄取方式。平板探测器是 DR 的核心元件,于 20 世纪 90 年代后期应用于临床。它是由大量具有电子耦合性能的微小元件集成的平板装置。有直接方式与间接方式两种类型:①间接方式:非晶硅平板探测器( $cs_1$ -asi 系统)采用无定型硅阵列部件表面覆盖的荧光材料——碘化铯针状闪烁晶体(cesium iodide,  $cs_1$ -scintillator)将 X 线信息转换成可见光信号,复经光敏元件将光信号转换成电信号,再转换成数字信号。目前可用于实际的平板探测器为无定型硅碘化铯平板探测器(Amorphous Si-  $cs_1$  flat panel detectors),需经光电转换过程,属间接方式获取数字图像,其探测器稳定性好,但空间分辨率比直接方式数字成像者略差。②直接方式:非晶体硒平板探测器采用无定型硅(Amorphous Siliecom, ASi)表面覆加薄膜晶体管(TFT)的硒层,直接将 X 线信息转换为电信号。这种方式 X 线信息丢失少,但量子检测效率(DQE)略低于间接方式。

平板探测器是迄今各种影像信息数字化元件中,空间分辨率最高的元件。它的研制成功并应用于临床是 X 线数字成像技术的一次飞跃,也是今后发展的方向。

### 第三节 X线图像特点及其检查方式

#### 一、X线图像特点

X线图像是X线束穿透兴趣区所有不同密度及厚度的组织结构后,导致不同的X线量的衰减,由此形成由黑到白不同灰度的组织结构的复合图像。这种不同灰度叠加的影像是以密度来反映人体组织结构的解剖和病理改变的。通常用密度的高低来表示图像灰度的差异。如:骨皮质及钙化灶密度高,X线量衰减多,在图像上呈白色;反之,气体密度低,X线衰减量少,图像则为黑色;中等密度的软组织及渗出性炎性病变的图像介于二者之间,呈灰色。对于缺乏天然对比的组织结构或器官,可人为地引入对比剂,使之产生密度对比,称之为人工对比。自然对比和人工对比是X线图像形成的基础。

#### 二、X线检查方式

X线检查技术历经百余年,积累了丰富的临床经验,是影像学诊断的基础。由于其图像空间分辨力较高,而且操作简便、迅速、经济、安全,因此X线检查现仍应用普遍。目前主要用于胸部、骨与关节、部分造影检查(泌尿生殖系统造影、胃肠道造影等)等,特别是胃肠道双对比造影检查不仅能显示清晰的细微结构的形态信息,而且还可以提供功能诊断的信息。尽管当今先进的影像技术层出不穷,例如CT、MRI等对疾病的诊断显示出巨大的优越性,但依旧不能完全取代X线检查。X线数字化成像在不同程度上又拓宽了X线检查的应用空间,因其成像速度快,具有比普通X线摄影大得多的X线敏感性和动态范围,可使X线剂量大幅度降低,图像质量明显提高,含的信息量大,图像可存储在多种介质内如胶片、磁盘或光盘等,可输入PACS系统归档或传输。数字化X线成像还具有较强的软件系统和诸多的后处理功能,可根据临床需要进行图像的后处理等诸多优点,给临床诊断带来了很大的便利。图像的窗宽、窗位调节、放大漫游、能量减影、组织均衡、时间减影、图像拼接及计算机辅助诊断等应用已越来越多。如胸部摄影,在一定的时间间隔内连续采集高能信号和低能信号,经能量减影处理可同时获得标准胸片像、软组织像

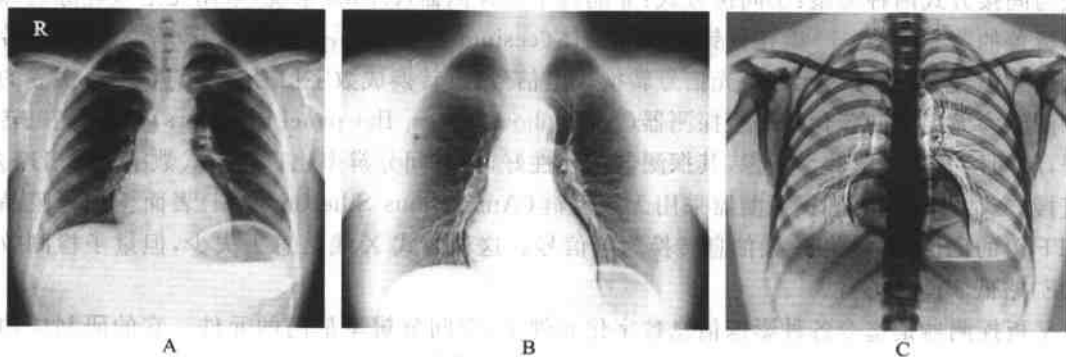


图 1-1-2 胸部数字摄影(DR)

A. 标准胸片像 B. 软组织像 C. 骨组织像

和骨组织像(图 1-1-2),有助于提高肺小结节、钙化、气管内肿瘤、细微骨折及少量气胸的检出率等。数字图像具有较宽的动态范围,经组织均衡处理后,一次曝光可显著提高整个图像的视觉观察效果。如胸部摄影,在保证肺部图像质量的同时,可清楚显示所摄颈椎和胸椎的形态及被心与横膈遮盖的肺部结构。体层摄影可在静脉肾盂造影中减少对对比剂的用量,提高图像质量。图像拼接,如可将不同部位脊椎的多幅图像经计算机处理而合成为一幅全脊柱图像,并可进行测量,在计算机辅助诊断方面已应用于肺部小结节、乳腺钙化、骨质疏松、关节置换等的测量。数字胃肠双对比造影在显示黏膜面的细微结构及微小病变等方面,较传统 X 线造影更具有明显优势。相对于 CR 而言,DR 是一种直接数字化成像技术。和 CR 图像相比,DR 图像具有更高的图像对比度和分辨率、更大的曝光宽容度、更好的时间分辨率,并具有能量减影、组织均衡及三维合成等多种临床应用功能,从而优化了放射科的工作流程,明显地提高了工作效率。

## 第四节 X 线检查中的防护

X 线检查应用普遍,但过量的辐射会对人体造成伤害。因此,应该重视 X 线检查中患者和工作人员的防护问题,避免不必要的损伤,以更好地发挥 X 线检查的作用。现代的各种 X 线设备上已采用很多防护装置,同时由于高千伏技术、影像增强技术和高速增感屏快速 X 线感绿胶片的应用,使 X 线的辐射量大大减少,放射损害的可能性越来越小。如果我们在 X 线检查中严格遵照有关的防护要求,使接受的 X 线量控制在安全范围之内,则其影响是很小的。为此,我们不必对 X 线检查有所顾虑或恐惧。X 线防护的方法和措施如下:

### 一、X 线防护方法

1. 时间防护 尽量缩短曝光时间,尽可能减少在 X 线检查室内停留的时间。
2. 距离防护 X 线检查时,患者与球管之间的距离不能小于 35 cm,工作人员也应尽量远离 X 线源。
3. 屏蔽防护 屏蔽即在 X 线发射源与人体间放置一种吸收 X 线的物质,如遮光筒、光圈以及铅橡皮制的围裙、手套、围腰等,还可以采用铅玻璃眼镜和挂屏等,以减少或消除 X 线对人体的伤害。

### 二、X 线的防护措施

1. 控制照射剂量 放射工作人员应遵守国家有关放射卫生标准规定制定必要的防护措施,在进行 X 线检查时,认真执行,并定期监测所接受的剂量。同时对患者的剂量也应控制在安全剂量之内。
2. 机房的防护要求 X 线检查室要有足够的使用面积,其墙壁要有足够的厚度或覆重晶沙等防护材料。一般 200 mA 以上的 X 线机房面积应不少于 36 m<sup>2</sup>,高度应不低于 3.5 m。

## 第二章 计算机体层成像

### 学习目标:

1. 了解计算机体层成像的简史与进展。
2. 熟悉计算机体层成像的临床应用。

### 第一节 计算机体层成像简史

计算机体层成像(CT)是近代计算机技术和 X 线检查相结合的产物,是自发现 X 线成像以来具有划时代意义的成像技术。1969 年英国 EMI 公司工程师 Hounsfield G·N 研制成功第一台头颅 CT 扫描机,于 1972 年应用于临床;1974 年美国 Georgetown 医学中心工程师 Ledley 设计了全身 CT 扫描机,于 1975 年应用于临床,1976 年 5 月在蒙特国际专题讨论会上将其命名为电子计算机体层摄影(CT)。CT 的问世开创了医学影像学数字化的先河,有力地推动了医学影像学的发展,Hounsfield 因此获得了 1979 年的诺贝尔医学生物奖。1989 年滑环技术出现,螺旋 CT(spiral CT)问世。1983 年美国 Boyd 发明 EBCT,并应用于临床。1998 年多层螺旋 CT 或称多排探测器 CT(multi-detector CT, MDCT)问世后,各厂家相继推出了 4 层、8 层、16 层螺旋 CT。2003 年发布的 64 层螺旋 CT 是目前世界上旋转速度最快的 CT 系统。

### 第二节 计算机体层成像的进展

CT 自 1972 年应用于临床以来,随着计算机技术的发展,高精度、高敏感度的探测器,和大量 X 线球管及 CT 滑环技术的应用,CT 设备不断完善,由最初简单的平移旋转头颅 CT 发展至全身 CT、单层螺旋 CT、EBCT 和 MDCT。

普通 CT:包括第一至第四代 CT。第一代 CT 使用束状 X 线及单个碘化钠探测器,采用旋转/平移方式扫描采集数据。每旋转  $1^\circ$  行线性扫描一次,周而复始完成全部数据的采集,共需旋转  $180^\circ$ 。其扫描速度慢(每层扫描约需 3~5 min),故第一代 CT 很快被淘汰。第二代 CT 与第一代没有本质差别,由单一 X 线束改为扇形 X 线束,由扇形排列多个探测器代替单一探测器,明显缩短了扫描时间(每层扫描约需 20 s),其应用范围逐渐扩展至体部。第三代 CT 是在第二代的基础上,探测器数目达 300~800 枚,呈扇形排列,扇形角覆盖整个扫描视野,X 线球管与探测器做  $360^\circ$  同步旋转,使每层扫描时间缩短至 5 s 以内,分辨率明显提高,广泛用于全身检查。第四代 CT 在第三代的基础上探测器增至数千枚,环形排列且固定不动,X 线球管旋转同时扫描。这一代 CT 消除了球管与探测器在机架内同步转动并返回的限制,缩短扫描时间至 2~5 s,提高了密度、空间和时间分辨率,使高分辨动态扫描成为可能。

螺旋 CT(图 1-2-1):1983 年滑环技术被首次应用于 CT。螺旋扫描是在旋转式扫描的基

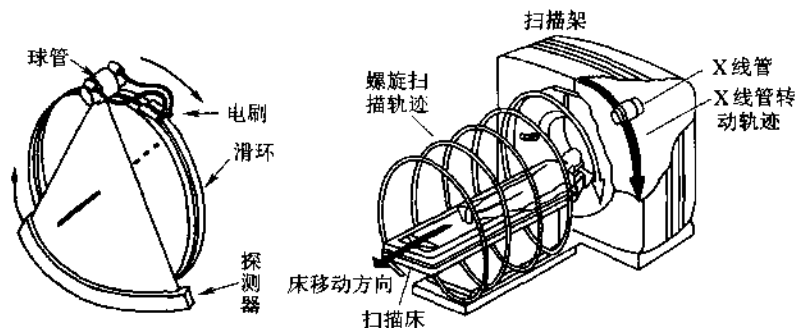


图 1-2-1 螺旋 CT 结构示意图

础上,通过滑环技术与扫描床连续平移结合而发展起来的新型 CT 技术。螺旋的含意为扫描过程中 X 线束的轨迹呈螺旋状。此技术不再是对人体某一层采集数据,而是围绕人体的某一层面得到容积数据,又称为三维信息。1989 年双排螺旋 CT 应用于临床,其基本结构与第四代 CT 相似。实现了旋转部分与静止部分接触式的连接,用电刷代替了电缆,采用了连续恒速进床,X 线球管连续旋转扫描与容积信息采集同步进行。1993 年多层螺旋 CT 投入临床应用,1998 年出现 4 层螺旋 CT;2000 年推出 8 层螺旋 CT;2001 年研制出 16 层螺旋 CT;2003 年又相继推出 32 层、40 层、64 层螺旋 CT。多层螺旋 CT 的优势为高速、大范围容积扫描,64 层螺旋 CT 的临床应用,进一步展示了螺旋 CT 的这些优良性能,代表着当今 CT 的最高水平,创造性的将多层螺旋 CT 与电子束控球管技术结合,采用 64 通道最新高效超高速稀土陶瓷探测器和集成化探测电子独特技术,从而实现单次旋转扫描层数加倍,在不增加 X 线剂量的前提下,极大地提高了空间分辨率。0.4 mm 各向同性的空间分辨率,可对任何复杂的解剖部位进行任意方向的图像重建,使细小的解剖细节清晰显示,借助容积数据采集、重建与后处理一体化功能,在扫描的同时获得直接二维和三维图像,改变了传统以横断面解读图像的模式,重建出三维、四维图像具有一定的空间和时间分辨率,实现对病灶或脏器的立体观察,并可同时获取组织的功能和代谢信息。0.33 秒/圈的扫描速度,可采集 64 层图像,使每秒扫描达 194 mm,实现了容积扫描或 CT 透视。

EBCT 又称超高速 CT (ultrafast computed tomography, UFCT) (图 1-2-2),与普通 CT 的主要区别是 X 线源的产生方式。普通 CT 是利用 X 线管产生 X 线,由扫描架环绕患者做机械性往复运动,实现对靶器官的扫描;而 EBCT 是由电子枪发射电子束,通过电子枪内的偏移线圈使电子束轰击扫描架上的钨靶环,产生往返的 X 线束对靶器官进行连续容积扫描,扫描速度可达 50~100 ms/圈,常用于检查运动器官,如心脏大血管。EBCT 所提供的高空间、时间分辨率图像,能清楚观察主动脉、肺动脉、冠状动脉和心房、心室的结构形态,并可获得组织器官的灌注及血流动力学信息。

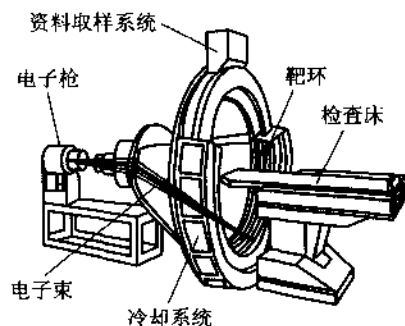


图 1-2-2 EBCT 结构示意图



### 第三节 计算机体层成像图像的特点及其检查方式

#### 一、CT 图像特点

CT 图像与 X 线图像都是用不同灰度表示组织结构或器官的 X 线吸收程度。黑色表示 X 线低吸收区,即低密度;白色表示 X 线高吸收区,即高密度。不同的是 CT 图像是由不同灰度的像素,按矩阵排列所构成的断层图像,通过 CT 后处理功能可以多平面重建三维图像,而 X 线图像则是由银离子颗粒所组成的二维投影图像。CT 密度分辨率较普通 X 线片高 10~20 倍,能够清楚显示由软组织构成的器官,还可以通过测定 CT 值,得出某一种组织或病变部位的密度值,用以鉴别脂肪、出血、钙化、囊肿和实性病变等。CT 增强扫描,有助于提高病变组织与邻近正常结构的密度差别,更明确地显示病变的特征。

#### 二、CT 检查方式

CT 具有较高的密度分辨率和诸多的后处理功能,已广泛应用于临床。螺旋 CT 与普通 CT 比较具有以下优势:提高了对小病灶的检出率;改善了图像的分辨率;提高了时间的分辨率。可根据血液循环的不同特点,设计各组织器官动态增强扫描的精确方案。将 CT 由单一形态学成像拓展至同时兼有功能性成像。可在任意间隔内重建出多平面、高质量的三维图像、血管图像及腔内(CTVE)图像。

##### (一) 常规扫描

1. 平扫(plain CT scan)指不用对比剂增强或造影的扫描检查,是 CT 最基本的检查方法。

2. 增强扫描(contrast enhancement, CE)指经静脉团注水溶性有机碘对比剂后再进行扫描的方法。主要是增加病变组织与邻近正常组织的密度差别,提高病变检出率;根据病变有无强化或强化特征,有助于对病变做出定性诊断。常用方法为团注法,即在二十几秒内将全部对比剂迅速注入。

(1) 常规增强扫描:团注对比剂到达兴趣区的组织结构或器官后立即扫描。一般团注 60% 水溶性有机碘 50~100 ml,注射速度 2~4 ml/s。

(2) 分期扫描:可分为动脉期、静脉期和实质期等。扫描时间根据扫描的脏器而定,如肾脏动脉期为经静脉团注对比剂后 20~30 s,静脉期为 30~60 s(显示静脉及下腔静脉),实质期或髓质期为 60~90 s,分泌期为 3~5 min(对比剂充盈肾盏、肾盂及输尿管)。

##### (二) 特殊扫描

1. 薄层放大扫描:选用层厚、层距为 2~5 mm,小视野(FOV),主要用于肺孤立结节、肾上腺及垂体、胰头等部位的扫描,可显示局部结构或病变,能明显提高空间分辨率,减少或避免部分容积效应对图像的不良影响。

2. 高分辨率 CT 扫描(high resolution CT, HRCT):HRCT 是薄层扫描(2 mm 以下)、高毫安(>170 mA)、高千伏(>120 KV)、小视野、大矩阵(512×512)、骨算法重建图像(高空间分辨率算法)的扫描方式,主要用于肺结节及弥漫性间质性病变、内耳、中耳听小骨等细微结构的显示。

3. 动态增强扫描:经静脉注入对比剂后,在设定时间内对感兴趣区进行连续扫描。在扫描结束后处理重建图像,动态观察其时间密度曲线变化。动态扫描分两种:进床式动态扫描和同层