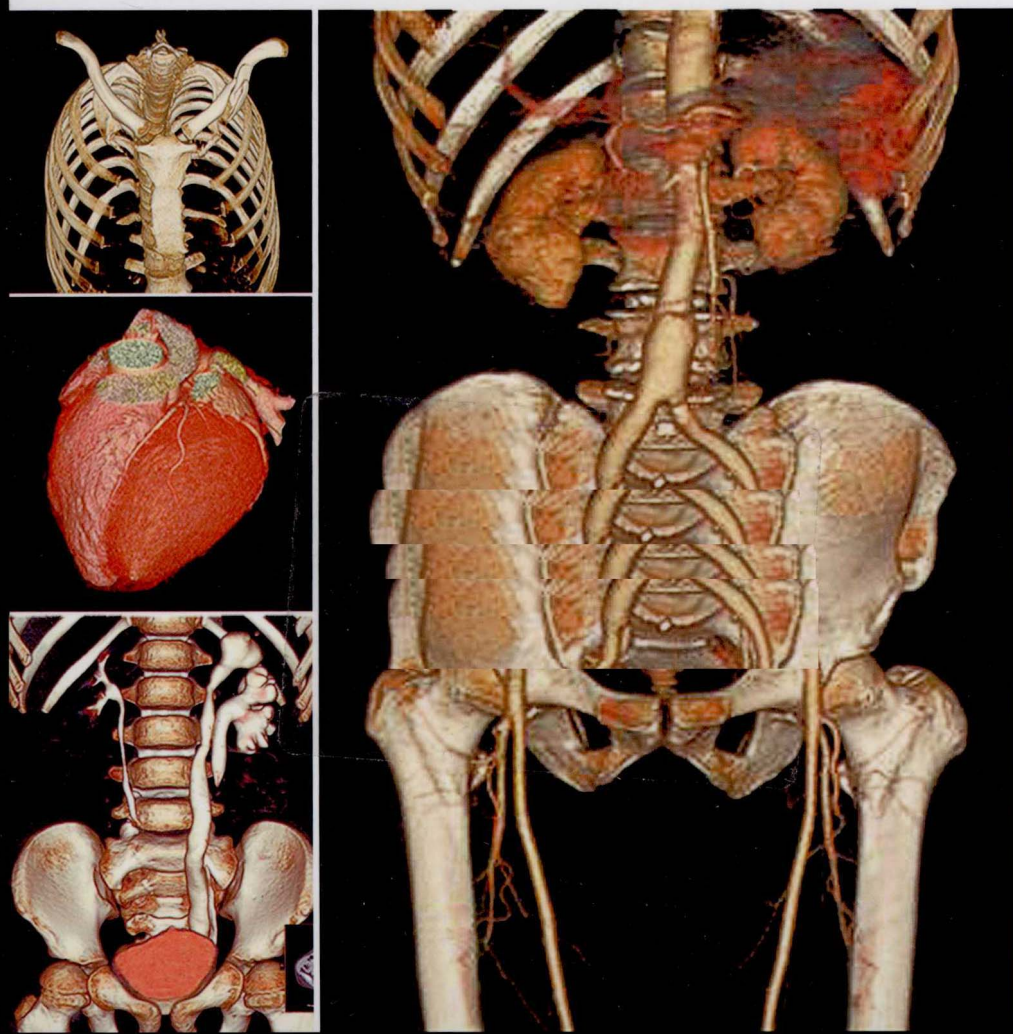


(第二版)

CT Diagnosis and Clinic

# CT 诊断与临床

郑穗生 高 斌 刘 斌 主 编  
鲍家启 栾维志 王嗣伟 副主编



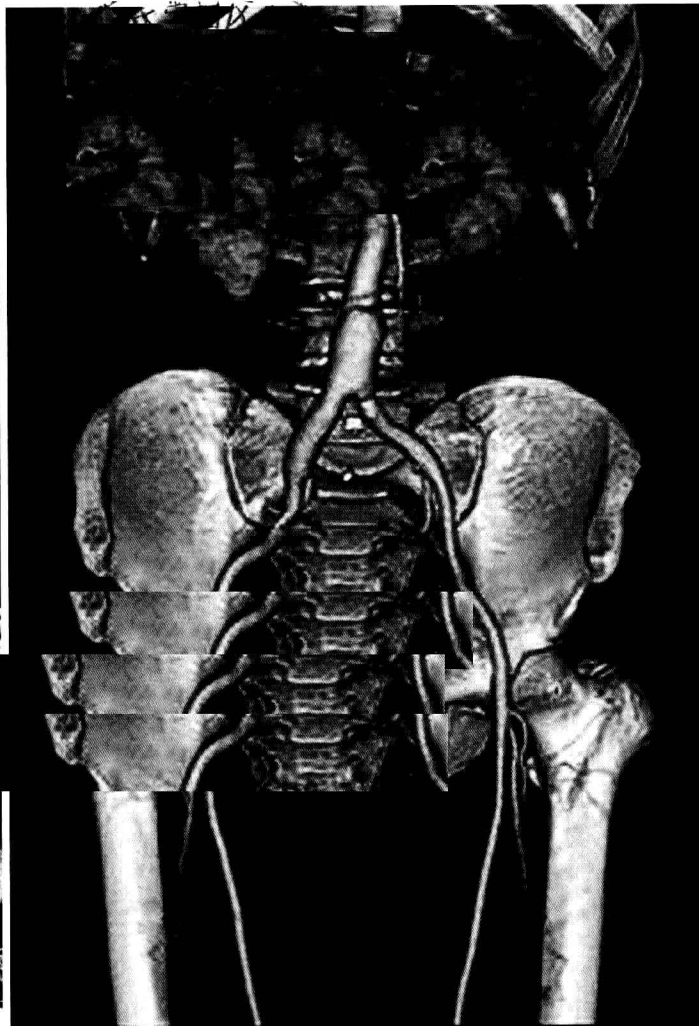
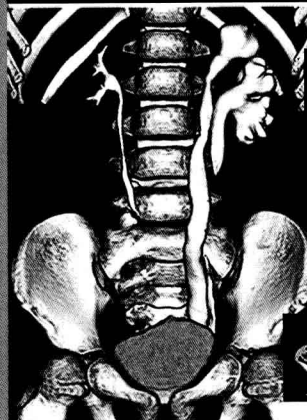
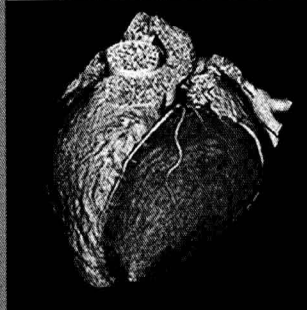
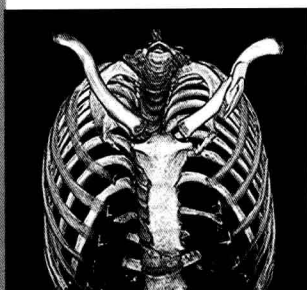
APUTIME

时代出版传媒股份有限公司  
安徽科学技术出版社

(第二版)

# CT 诊断与临床

郑穗生 高 斌 刘 斌 主 编  
鲍家启 栾维志 王嗣伟 副主编



ARTIME

时代出版传媒股份有限公司  
安徽科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

CT 诊断与临床/郑穗生,高斌,刘斌主编.—2 版.  
—合肥:安徽科学技术出版社,2011.1  
ISBN 978-7-5337-4401-4

I. ①C… II. ①郑…②高…③刘… III. ①计算  
机 X 线扫描体层摄影-诊断学 IV. ①R814.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 186586 号

### CT 诊断与临床

郑穗生 高斌 刘斌 主编

出版人:黄和平 责任编辑:黄和平 王宜 文字编辑:张枫  
责任校对:王爱菊 责任印制:梁东兵 封面设计:王艳  
出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>  
安徽科学技术出版社 <http://www.ahstp.net>  
(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)  
电话:(0551)3533330

印制:深圳华新彩印制版有限公司 电话:(0755)81704231  
(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:889×1194 1/16 印张:52 字数:1560 千  
版次:2011 年 1 月第 2 版 2011 年 1 月第 3 次印刷

ISBN 978-7-5337-4401-4

定价:260.00 元

版权所有,侵权必究

**主 编** 郑穗生 高 斌 刘 斌

**副主编** 鲍家启 栾维志 王嗣伟

**编 委**(以姓氏笔画为序)

王万勤 安徽医科大学第一附属医院

王龙胜 安徽医科大学第二附属医院

王嗣伟 合肥市第二人民医院

邓克学 安徽省立医院

韦 炜 安徽省立医院

刘 斌 安徽医科大学第一附属医院

朱友志 解放军第105医院

江安宏 安徽医科大学第二附属医院

吴国忠 安徽省立医院

李劲松 合肥市第一人民医院

郑根林 武警安徽省总队医院

郑穗生 安徽医科大学第二附属医院

官希军 安徽医科大学第二附属医院

胡克非 安徽省立儿童医院

胡 峻 安徽医科大学第二附属医院

贺克武 合肥市第一人民医院

赵 红 安徽医科大学第二附属医院

奚美芳 安徽医科大学第一附属医院

栾维志 武警安徽省总队医院

高 斌 合肥市第一人民医院

鄢 龙 安徽医科大学第二附属医院

鲍家启 安徽省立儿童医院

廖文彬 解放军第105医院

潘志立 安徽省立医院

**制 图** 胡 峻 安徽医科大学第二附属医院


## 第二版序言

以郑穗生教授领衔主编的《CT诊断与临床》于2005年出版发行,颇受广大读者欢迎,并被评为华东地区和安徽省的优秀科技图书。该书以安徽省和合肥市各大医院丰富的病例资源为基础,总结日常医、教、研工作的实践经验而编写,写作风格上也颇具特色,体现了临床实用性和专业指导性。

近年来,国内外医学影像学技术进展迅速。以CT为例,硬、软件如扫描和图像的时间和空间分辨率,以及三维和各种功能成像等均有明显提高,能为临床应用提供更加全面的信息。在此期间,安徽省各大医院不断更新CT设备,临床应用范围明显拓宽。该书编著者们及时总结近几年的经验,参考有关文献,对《CT诊断与临床》一书进行修订再版。对各章节进行了调整,内容也有增加,如在介绍多层螺旋CT新技术及其应用时,新增“心血管系统”一章,内容更加丰富。但应该指出,各种影像学技术如CT、MRI、超声和核医学等各有优势和不足,X线平片和各种X线造影在某些方面仍有其重要作用,应以患者为中心,按诊治需要,综合分析优选应用,且应考虑效价比和射线剂量问题。

该书第二版仍秉承面向临床、普及为主、兼顾提高的原则,更新了部分插图,增添了有关疾病CT诊断的新进展,作为一部实用的CT诊断专著较第一版有明显提高,特此向广大影像学医师和相关临床医师、医学生及研究生推荐。

中国工程院院士  
中华医学会放射学分会原主任委员  
中国医学科学院、协和医科大学阜外医院教授



2010年6月于北京

## 第二版前言

本书保留了《CT诊断与临床》第一版的编写风格,在内容上做了较全面系统的修订。

《CT诊断与临床》自出版发行4年以来,深受广大读者的欢迎和喜爱。本书2次印刷共6 000册,并荣获2003~2005年安徽省图书一等奖以及第十九届华东地区科技出版社优秀科技图书一等奖。近年来随着多层螺旋CT技术的高速发展和临床应用日益广泛,有必要对《CT诊断与临床》第一版进行修订,以期使本书更加实用。

第二版增添了更多的病种,增加了对多层螺旋CT新技术、新方法临床应用的介绍,如多层螺旋CT在心血管系统方面的应用。更换了部分图片并新增了多层螺旋CT的图片,图片数量由原来的1 234张增加至2 459张,使本书内容更加丰富,图片更加精美和完善。

我们在编写修订时本着影像表现结合临床、普及为主、兼顾提高、突出临床实用性的原则,使本书更加适合不同层次的广大读者。

在此书出版之际,我们深深地感谢我国放射学著名专家、中国工程院院士刘玉清教授为本书作序,同时感谢有关单位的专家与学者提供病例和图片。

在本书编写过程受学术水平所限,再版中难免存在不妥之处,希望专家、学者、临床医务工作者批评指正。

郑穗生 高 斌 刘 斌

2010年5月

# 第一版序言

CT同其他医学成像技术一样,在进行诊断时必须密切结合临床,这是影像诊断的重要原则。CT作为现代检查技术,对观察疾病演变过程和了解临床治疗后的病情变化,也有重要价值。由郑穗生、高斌、鲍家启等专家主编的《CT诊断与临床》就是这样一部紧密联系临床的CT诊断学专著。

全书共分为九章,涵盖了人体各个系统的多种疾病,约80万字,1 200多幅图。

本书具有以下特点:以作者丰富的实践经验总结为基础,参阅了大量的专业文献,内容丰富,符合实际;在介绍临床和CT表现时,采用条目形式,层次清楚,简明扼要,而且每种疾病均附有清晰的随文图片,可谓图文并茂;编写本书的指导思想明确,普及为主、兼顾提高,所以很适合影像学医师、临床医师和医学生参考。

总之,本书是一部实用性强、可读性强的参考书。希望能将不断发展的最新内容充实进去,再版时予以进一步完善。

天津医科大学总医院名誉院长  
天津医科大学总医院教授



2005年5月于天津

# 第一版前言

我国自20世纪70年代末期与80年代初期开始引进X线计算机断层摄影(CT)设备,经过30余年的发展,现已普及到县级以下的医疗单位。由于CT检查准确的定位及相当高的定性诊断能力,早已成为不可或缺的重要临床诊断手段。CT设备普及的同时,也增加了临床医务工作者对此方面知识的需求;虽然近年来国内同仁已推出众多CT专著,叙述精当,涵盖全面,但CT毕竟是一种崭新的诊断技术,广大影像学工作者、临床医师及医学生欲在短期内了解并掌握CT诊断基本知识,并在实践中熟练运用仍非易事,期望能有更多紧密结合临床的CT诊断方面的书籍问世,以便为临床工作提供更多的参考资料。为此,安徽省此领域具有丰富临床经验的影像学专家共同编写了这本《CT诊断与临床》。各位专家均在CT诊断领域学有所长,对CT诊断的实际问题多有感悟,见解独特,写作时参考了大量文献资料,而且紧密结合自己的临床实践,每种疾病均有相应插图。本书以普及为主、兼顾提高,力求做到深入浅出、简明扼要、图文并茂。

全书分为概论、中枢神经、五官与颈部、胸部、腹部、泌尿生殖系统、骨骼肌肉、儿科及CT介入等9章,约80万字,各种实时影像图片1 234幅。每章均介绍了CT的检查方法与正常表现,简要叙述各种疾病的临床表现、其他检查所见,对CT表现及鉴别诊断作出了系统和详尽介绍,尽量做到言简意赅,突出临床实用性。

感谢我国放射学著名专家、天津医科大学吴恩惠教授在百忙之中为本书作序,同时感谢各位作者所在单位的领导、同事所给予的支持与帮助。

在编写过程中,由于参与编写的作者较多,叙述风格有所不同,加上学术水平所限,虽经多次加工修改,可能仍存有不妥之处,恳请读者及同仁指正。

郑穗生 高 斌 鲍家启  
2005年4月



# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	1	七、基底节和内囊病变	23
第一节 CT发展概况 .....	1	八、间脑病变	23
第二节 CT成像基本原理与设备 .....	1	九、脑干病变	24
一、CT成像基本原理 .....	1	十、颅底病变	24
二、CT设备 .....	2	十一、小脑病变	25
第三节 CT图像及有关概念 .....	3	<b>第三节 颅内肿瘤</b> .....	25
一、像素 .....	3	一、颅内肿瘤的定位和定性诊断 .....	26
二、灰度 .....	3	二、颅内肿瘤的基本CT征象 .....	26
三、影响CT图像的因素 .....	3	三、神经胶质瘤 .....	27
第四节 CT检查方法 .....	6	四、脑膜瘤 .....	36
一、平扫 .....	6	五、蝶鞍区病变 .....	38
二、对比增强扫描 .....	6	六、松果体区肿瘤 .....	42
三、特殊扫描 .....	6	七、神经纤维肿瘤 .....	45
第五节 CT检查适应证 .....	7	八、血管性肿瘤 .....	49
一、中枢神经 .....	7	九、胚胎残余性肿瘤 .....	51
二、五官与颈部 .....	7	十、其他肿瘤 .....	58
三、胸部 .....	7	十一、颅内转移瘤 .....	60
四、心血管系统 .....	8	<b>第四节 脑血管病变</b> .....	62
五、腹部 .....	8	一、脑出血 .....	62
六、泌尿生殖系统 .....	8	二、脑梗死 .....	66
七、骨骼与软组织 .....	8	三、皮质下动脉硬化性脑病 .....	70
第六节 螺旋CT的工作原理和临床应用 .....	8	四、蛛网膜下隙出血 .....	71
一、常规螺旋CT .....	8	五、颅内动脉瘤 .....	72
二、多层螺旋CT .....	11	六、动静脉畸形 .....	72
第七节 CT分析与诊断 .....	12	七、海绵状血管瘤 .....	72
一、X线诊断原则 .....	12	八、脑颜面血管瘤病 .....	72
二、CT图像分析 .....	12	九、烟雾病 .....	74
三、CT诊断 .....	12	十、颈动脉海绵窦瘘 .....	74
<b>第二章 中枢神经</b> .....	13	十一、静脉窦和脑静脉闭塞 .....	74
第一节 头颅检查方法与颅脑正常解剖 .....	13	<b>第五节 颅脑外伤</b> .....	74
一、头颅检查方法 .....	13	一、颅骨损伤 .....	74
二、正常颅脑解剖 .....	14	二、硬膜外血肿 .....	77
三、正常颅脑CT影像 .....	18	三、硬膜下血肿 .....	78
第二节 颅脑病变的定位诊断 .....	22	四、硬膜下积液 .....	80
一、额叶病变 .....	22	五、脑内损伤 .....	81
二、颞叶病变 .....	22	<b>第六节 颅内感染和炎性病变</b> .....	87
三、顶叶病变 .....	22	一、化脓性感染 .....	87
四、枕叶病变 .....	22	二、颅内结核性感染 .....	89
五、胼胝体病变 .....	23	三、急性病毒性脑炎 .....	92
六、半卵圆中心病变 .....	23	四、脑囊虫病 .....	92

五、脑血吸虫病 .....	94	第三节 鼻、鼻窦、鼻咽和口咽 .....	157
六、脑艾滋病 .....	95	一、正常鼻、鼻窦及鼻咽部解剖和 CT 影像 .....	157
七、放射性脑病 .....	95	二、鼻窦炎 .....	160
八、红斑狼疮性脑炎 .....	96	三、鼻息肉 .....	161
九、神经梅毒的脑病变 .....	97	四、鼻窦黏液囊肿 .....	162
十、Alzheimer 病 .....	98	五、鼻窦黏膜下囊肿 .....	163
第七节 脑白质病 .....	99	六、牙源性囊肿 .....	164
一、多发性硬化 .....	99	七、上颌窦癌 .....	164
二、同心圆性硬化 .....	100	八、内翻性乳头状瘤 .....	166
三、肾上腺脑白质营养不良 .....	101	九、鼻咽腺样体肥大 .....	167
第八节 先天性颅脑畸形及其他 .....	103	十、鼻咽纤维血管瘤 .....	168
一、透明隔发育异常 .....	103	十一、鼻咽癌 .....	169
二、胼胝体发育不良 .....	104	十二、鼻咽恶性淋巴瘤 .....	170
三、Dandy-Walker 综合征 .....	105	十三、鼻咽横纹肌肉瘤 .....	171
四、蛛网膜囊肿 .....	106	十四、恶性肉芽肿 .....	172
五、室管膜囊肿 .....	107	十五、扁桃体癌 .....	173
六、脉络膜裂囊肿 .....	108	第四节 耳部 .....	173
七、结节性硬化 .....	109	一、正常耳部解剖和 CT 影像 .....	174
八、脑裂畸形 .....	110	二、先天性外耳和中耳畸形 .....	176
九、无脑回畸形 .....	111	三、慢性中耳乳突炎 .....	177
十、灰质异位症 .....	112	四、胆脂瘤 .....	178
十一、脑穿通畸形 .....	113	五、中耳癌 .....	180
十二、先天性导水管狭窄 .....	114	六、副神经节瘤 .....	180
十三、肝豆状核变性 .....	115	第五节 喉部 .....	181
十四、新生儿缺氧缺血性脑病 .....	116	一、正常喉部解剖和 CT 影像 .....	181
十五、婴儿晚发性维生素 K 缺乏症 .....	120	二、喉息肉 .....	184
十六、维生素 B <sub>1</sub> 缺乏症 .....	122	三、喉囊肿 .....	185
第九节 椎管内病变 .....	123	四、喉乳头状瘤 .....	186
一、正常 CT 影像 .....	123	五、喉癌 .....	186
二、脊髓内占位性病变 .....	124	第六节 涎腺病变 .....	190
三、脊髓外硬膜内占位性病变 .....	127	一、正常涎腺解剖和 CT 影像 .....	190
四、脊髓外硬膜外占位性病变 .....	130	二、涎腺良性肿瘤 .....	190
第三章 五官与颈部 .....	132	三、涎腺恶性肿瘤 .....	197
第一节 检查方法 .....	132	四、涎腺炎症 .....	201
一、轴位扫描 .....	132	第七节 颈部病变 .....	206
二、冠状位扫描 .....	132	一、正常颈部解剖和 CT 影像 .....	206
三、增强扫描 .....	132	二、颈部脏器区病变 .....	207
第二节 眼和眼眶 .....	132	三、颈外侧区病变 .....	220
一、正常眼部解剖和 CT 影像 .....	132	第四章 胸部 .....	229
二、肿瘤性病变 .....	136	第一节 检查方法与正常解剖 .....	229
三、血管瘤 .....	147	一、胸部检查方法 .....	229
四、感染性病变 .....	148	二、正常胸部 CT 影像 .....	229
五、格氏眼病 .....	152	第二节 胸部病变 .....	239
六、眼眶外伤与眶内异物 .....	152	一、肺部恶性肿瘤 .....	239
七、先天性病变 .....	154	二、肺部良性肿瘤 .....	252

三、肺部感染性病变和炎症性病变 .....	258	五、胰腺实性假乳头状瘤 .....	565
四、肺部弥漫性病变 .....	276	六、胰腺神经内分泌肿瘤 .....	567
五、肺和支气管先天性病变及其他 .....	283	第五节 脾脏病变 .....	570
第三节 纵隔疾病 .....	292	一、脾肿大 .....	570
一、前纵隔病变 .....	292	二、副脾 .....	571
二、中纵隔病变 .....	300	三、多脾综合征 .....	572
三、后纵隔病变 .....	308	四、脾外伤 .....	573
第四节 胸膜和心包病变 .....	311	五、脾梗死 .....	574
一、胸膜病变 .....	311	六、脾脓肿 .....	575
二、心包病变 .....	317	七、脾血管瘤 .....	576
第五章 心血管系统 .....	323	八、脾淋巴瘤 .....	577
第一节 检查及重组方法与正常解剖 .....	323	九、脾淋巴管瘤 .....	578
一、心血管检查及重组方法 .....	323	十、脾转移瘤 .....	579
二、正常心血管解剖和 CT 影像 .....	325	第六节 胃肠道和腹膜腔病变 .....	580
第二节 心脏病变 .....	354	一、食管癌 .....	580
一、冠心病 .....	354	二、胃癌 .....	582
二、先天性心脏病 .....	375	三、直肠癌 .....	584
第三节 血管性病变 .....	389	四、胃肠道间质瘤 .....	585
一、脑血管病变 .....	389	五、胃肠道淋巴瘤 .....	588
二、大血管病变 .....	404	六、消化道重复畸形 .....	592
三、肺血管病变 .....	420	七、肠套叠 .....	593
四、周围血管病变 .....	423	八、阑尾炎 .....	596
第六章 腹部 .....	428	九、腹腔脓肿 .....	598
第一节 检查方法与正常解剖 .....	428	十、腹膜假性黏液瘤 .....	600
一、腹部检查前的准备 .....	428	十一、大网膜囊肿和肠系膜囊肿 .....	602
二、腹部检查方法 .....	428	十二、大网膜炎性肌纤维母细胞瘤 .....	603
三、正常腹部解剖和 CT 影像 .....	430	十三、腹茧症 .....	604
第二节 肝脏病变 .....	443	第七节 腹膜后病变 .....	605
一、肝脏弥漫性病变 .....	443	一、腹膜后肿瘤 .....	605
二、肝脏良性肿瘤和肿瘤样病变 .....	456	二、腹膜后纤维化 .....	611
三、肝脏炎症和寄生虫病 .....	475	第八节 肾上腺病变 .....	612
四、肝脏原发性恶性肿瘤 .....	483	一、皮质醇增多症 .....	612
五、肝脏转移瘤 .....	511	二、原发性醛固酮增多症 .....	615
第三节 胆管系统病变 .....	517	三、嗜铬细胞瘤 .....	615
一、胆管炎症 .....	517	四、无功能肾上腺皮质肿瘤 .....	616
二、胆石症 .....	527	五、肾上腺转移瘤 .....	617
三、胆管恶性肿瘤 .....	531	六、肾上腺髓样脂肪瘤 .....	618
四、胆囊良性隆起性病变 .....	538	七、成神经细胞瘤 .....	619
五、胆管先天性病变及其他 .....	541	八、新生儿肾上腺出血 .....	621
六、梗阻性黄疸 .....	546	九、肾上腺囊肿 .....	622
第四节 胰腺病变 .....	553	十、肾上腺损伤 .....	623
一、急性胰腺炎 .....	553	第七章 泌尿生殖系统 .....	625
二、慢性胰腺炎 .....	556	第一节 检查方法与正常解剖 .....	625
三、胰腺癌 .....	557	一、检查方法 .....	625
四、胰腺囊腺瘤 .....	564	二、正常泌尿生殖系统 CT 影像 .....	626

第二节 泌尿系统病变 .....	628	五、骨化性肌炎 .....	756
一、泌尿系统良性病变 .....	628	六、臀肌挛缩症 .....	757
二、泌尿系统恶性肿瘤 .....	638	第七节 骨与关节创伤 .....	757
三、泌尿系统感染 .....	655	一、肩关节创伤 .....	758
四、肾脏外伤 .....	664	二、肘关节创伤 .....	758
五、泌尿系统畸形 .....	667	三、腕关节创伤 .....	759
第三节 男性生殖系统病变 .....	679	四、髋关节创伤 .....	760
一、前列腺炎 .....	679	五、膝关节创伤 .....	761
二、前列腺增生 .....	681	六、踝关节创伤 .....	762
三、前列腺癌 .....	682	七、胸锁关节创伤 .....	763
四、精原细胞瘤 .....	684	八、骨盆创伤 .....	763
第四节 女性生殖系统病变 .....	685	九、创伤性关节炎 .....	764
一、盆腔炎 .....	685	十、退行性骨关节病 .....	765
二、女性生殖系统良性病变 .....	686	第八节 脊柱病变 .....	766
三、女性生殖系统恶性肿瘤 .....	695	一、椎管狭窄 .....	766
第八章 骨骼与软组织 .....	703	二、椎弓峡部裂 .....	768
第一节 正常 CT 解剖 .....	703	三、椎间盘病变 .....	769
一、骨 .....	703	四、脊柱外伤 .....	772
二、关节 .....	703	五、强直性脊柱炎 .....	774
三、软组织 .....	703	第九章 CT 介入放射学 .....	776
第二节 骨肿瘤 .....	704	第一节 概述 .....	776
一、概述 .....	704	一、设备与器械 .....	776
二、良性肿瘤 .....	704	二、患者相关的准备 .....	778
三、恶性肿瘤 .....	718	三、基本操作方法 .....	779
四、转移性骨肿瘤 .....	730	第二节 胸部穿刺活检 .....	779
第三节 肿瘤样病变 .....	732	一、肺部穿刺活检 .....	779
一、骨囊肿 .....	732	二、纵隔病变穿刺活检 .....	781
二、动脉瘤样骨囊肿 .....	734	第三节 腹部穿刺活检 .....	783
三、骨纤维异常增殖症 .....	736	一、肝脏穿刺活检 .....	783
四、纤维性骨皮质缺损症 .....	738	二、胰腺穿刺活检 .....	785
五、骨嗜酸性肉芽肿 .....	739	三、肾脏穿刺活检 .....	786
六、畸形性骨炎 .....	742	四、腹腔和盆腔穿刺活检 .....	788
第四节 骨感染 .....	743	第四节 骨骼穿刺活检 .....	790
一、化脓性骨髓炎 .....	743	第五节 CT 引导下囊肿的硬化治疗 .....	791
二、骨与关节结核 .....	744	第六节 胸部和腹部脓肿 CT 介入性治疗 .....	795
三、骨梗死 .....	746	一、胸部脓肿抽吸引流术 .....	795
第五节 骨软骨缺血坏死 .....	748	二、腹部脓肿抽吸引流术 .....	797
一、股骨头缺血坏死 .....	748	第七节 CT 引导下 $^{125}\text{I}$ 粒子组织间植入治疗 .....	799
二、腕月骨缺血坏死 .....	749	肿瘤 .....	799
三、胫骨结节缺血坏死 .....	750	一、 $^{125}\text{I}$ 粒子组织间近距离治疗肿瘤设备 .....	800
第六节 软组织病变 .....	751	二、 $^{125}\text{I}$ 粒子组织间植入治疗肿瘤的机制 .....	800
一、感染 .....	751	三、 $^{125}\text{I}$ 粒子组织间内放疗的优势 .....	801
二、血管瘤 .....	752	四、适应证 .....	801
三、脂肪瘤 .....	753	五、禁忌证 .....	801
四、恶性纤维组织细胞瘤 .....	755	六、操作方法 .....	801

七、CT引导下 <sup>125</sup> I粒子组织间植入治疗肿瘤的临床应用 .....	802	三、适应证 .....	808
八、 <sup>125</sup> I粒子组织间近距离治疗的辐射防护 ...	807	四、禁忌证 .....	808
第八节 CT引导下氩氦刀对实体恶性肿瘤的治疗 .....	807	五、手术操作过程 .....	808
一、氩氦刀组成及其治疗原理 .....	807	六、CT引导下氩氦刀冷冻治疗肿瘤的临床应用 .....	809
二、氩氦刀治疗肿瘤的机制和生物学效应 .....	807	第九节 CT引导下神经阻滞治疗癌性疼痛 .....	811

# 第一章 概 论

## 第一节 CT 发展概况

常规的 X 线影像是把三维的立体解剖结构摄成二维的平面图像,因为 X 线在穿透人体的受检部位时,所形成的是穿透路径上各种组织结构重叠的影像。若相邻的器官或组织之间密度相仿时,则不能形成对比而构成清晰的图像。虽然 X 线体层摄影解决了影像重叠问题,过去常用于一般 X 线平片难于显示、重叠结构较多和部位较深的病变,但由于其分辨率不高而无法诊断的需要。

CT 是 1972 年由 Hounsfield GN(英国电气工程师)和 Cormack AM(美国物理学家),两位理工专家利用计算机进行的 X 线体层摄影术(computed tomography),简称 CT,是电子计算机与 X 线体层摄影术两者的结合。CT 与常规 X 线检查相比较,其密度分辨率明显优于后者,能分辨出组织间微小的密度差异;CT 显示的又是清晰的断面解剖图像,因而大大提高了病变的检出率和诊断的准确率。

这种图像质量好、诊断价值高而又无创伤的检查方法被公认为是放射诊断领域中的重大突破,大大促进了医学影像学的发展。由于 Hounsfield 和 Cormack 在医学上的重大贡献,他们荣获了 1979 年的诺贝尔生理学或医学奖,成为永载史册的科学巨人。

根据 CT 机的构造、性能及扫描方式的不同,人们把它分为第一至第五代 CT 机及螺旋 CT 扫描机,这种分法不能完全代表 CT 机的发展趋势,即第四代 CT 机并不比第三代 CT 机先进。目前的超高档滑环式螺旋扫描机应用的是第三代的扫描方式。近年来由于 CT 设备的不断改进和软件的开发,尤其是采用宽探测器技术的多排螺旋 CT 的使用,已有 640 排、宝石能谱、双源及 Brilliance iCT 应用于临床,使 CT 心脏成像、CT 透视、CT 灌注、CT 血管造影的应用逐步广泛,使 CT 不仅能进行形态学静态观察,而且还可进行动态观察,从而拓展了 CT 在临床的应用领域,提高了 CT 诊断的准确性和可信度。

(胡 峻)

## 第二节 CT 成像基本原理与设备

### 一、CT 成像基本原理

CT 是根据人体的正常组织结构与异常组织结构病变组织对 X 线吸收能力的不同特性,用旋转发射的 X 线对人体各个部位一定厚度的层面进行扫描,由探测器接收穿透过该层面的衰减的 X 线,转变为可见光后,由光电转换器转变为电信号,再经模/数转换器转为数字,输入电子计算机进行处理。我们将有着一定厚度的成像的体层分成若干个体积相同的长方体称之为体素,体素是一个三维的概念,将每个体素的 X 线衰减或吸收系数再排列成矩阵即数字矩阵(图 1-2-1)。

CT 的每一幅图像都是由许多按矩阵排列的小单元组成,我们把组成 CT 图像的基本单元称为像素,像素是一个二维的概念。如果像素越小,所获得的 CT 图像就越清晰,图像的分辨率也就越高。

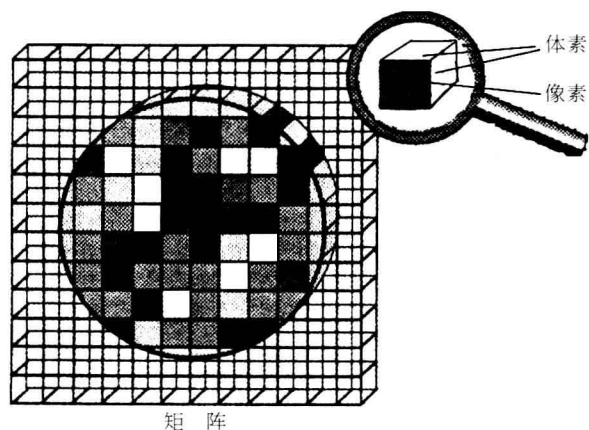


图1-2-1 体素、像素和矩阵

## 二、CT 设备

1. 普通 CT(常规 CT): 主要由三部分组成。

1) 扫描部分: 由 X 线管、探测器、扫描架组成。

2) 计算机系统: 一是主计算机, 二是阵列处理器(AP)。前者负责控制整个系统的运行, AP 则承担图像重建的任务。计算机是 CT 机的核心部分, 其决定着 CT 的性能。

3) 图像显示和存储系统: 图像的显示借助于显示器和照相机, CT 成像流程见图 1-2-2。

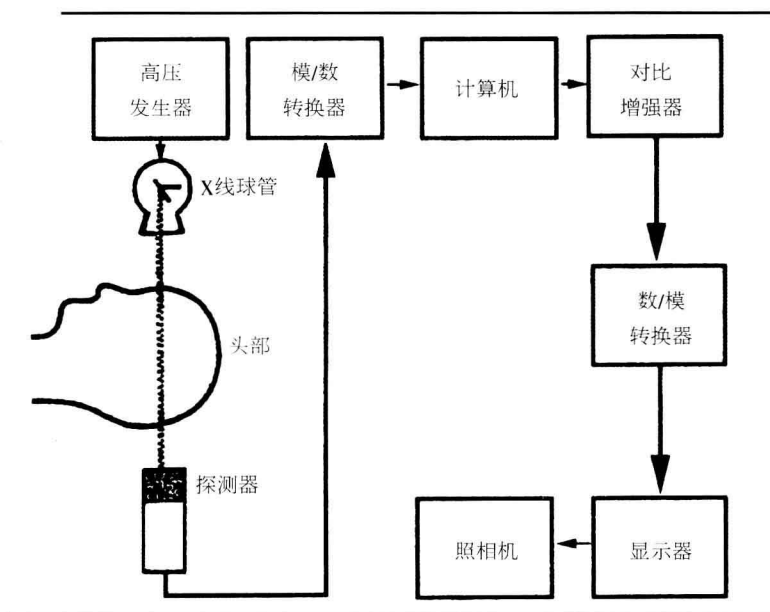


图 1-2-2 CT 成像流程图

2. 螺旋 CT:

螺旋 CT(spiral CT 或 helical CT, “spiral”和“helical”应视为同义语)在 CT 检查中球管和探测器连续旋转的同时, 患者随床匀速运动穿过扫描机架, X 线束环绕患者的轨迹呈螺旋状, 螺旋 CT 因此而得名。它采用的滑环技术使得 X 线管的供电系统经电刷和滑环而不需用普通 CT 机的电缆, 扫描不同于普通 CT, 是连续的、没有扫描间隔时间, 所获得的是一定范围内的容积或体积扫描数据。自从 1989 年螺旋 CT 在临床应用于人体全身检查已获得了高度的评价, 被公认是在 CT 诊断方面开辟了一个全新的领域。

3. 电子束 CT:

电子束 CT(EBCT 又称超高速 CT, ultrafast CT, UFCT)由于其 X 线源采用电子枪, 故称为电子束 CT。EBCT 是用电子枪发射电子束轰击 4 个环靶所产生的 X 线进行扫描, 扫描时间缩短到 40 ms 以下, 扫描

速度快,适用于心血管系统的检查,目前由于其检查费用昂贵而限制了它的广泛应用。

#### 4.多排螺旋 CT:

1998年正式推出4排CT以来,CT技术发展迅速,相继出现8排、16排,2003年又推出64排,用0.33 s即可获得被检查部位64层图像,空间分辨率 $<0.4$  mm,极大提高了图像质量。多脏器灌注检查、心脏检查、三维后处理等高级软件的应用,使CT的临床功能和适应范围不断扩大和延伸。

2007年推出的320排CT,采用16 cm宽幅探测器(320 $\times$ 0.5 mm)技术,一次CT增强扫描可完成全器官的动脉成像、静脉成像和灌注成像,节省了对比剂剂量,减少了X线辐射剂量。在冠状动脉成像时对心率较快患者不需服药控制心率,也不受心律不齐的影响,拓宽了心脏CT检查的适应证。全器官CT三维重组和多平面重组,可同时和(或)分别显示形态学成像和灌注影像,也可把灌注成像与血管成像相融合,更直观地显示血管变化和灌注的关系。2009年北美年会上又推出了640排CT。

#### 5.双源 CT:

2005年推出双源CT,采用双X线管(零兆电子束控金属球管)和双探测器,互呈 $90^\circ$ ,每套系统只需同步转动 $90^\circ$ ,就可完成 $180^\circ$ 的CT数据快速采集。使用ECG脉冲剂量调控技术,解决了心率较快患者和心律不齐患者的冠状动脉成像问题。双源CT不足之处是Z轴覆盖不足,探测器宽度在20 mm左右,需要几个周期才能完成全心脏的数据采集。

(胡峻)

## 第三节 CT 图像及有关概念

### 一、像 素

CT图像是由一定数目的由黑到白不同灰度的像素按矩阵排列所构成,像素越小,数目越多,CT图像就越清晰越细致;反之像素越大,数目越少,图像质量就越模糊。CT机的像素数目取决于矩阵(matrix 256 $\times$ 256,512 $\times$ 512,1024 $\times$ 1024),每项乘积即为不同CT装置的矩阵所包含的像素数目。矩阵是一个数学概念,它表示一个横成行、纵成列的数字阵列。

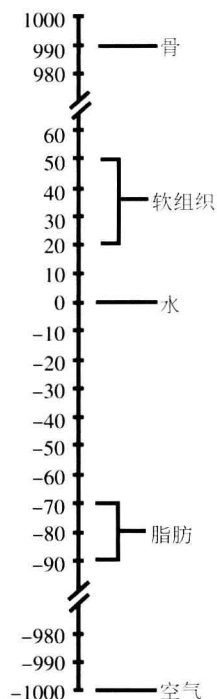
### 二、灰 度

CT图像通过不同的灰度来反映组织结构和病变对X线的吸收程度,与普通X线片上的黑白影像一样,黑影表示X线低吸收区,即低密度区,如肺野;白影表示高吸收区,即骨骼组织和钙化。CT与普通X线图像相比,其突出的优点是其密度分辨率高,对人体由软组织构成的密度差别小的器官也能形成对比显示清晰的图像,CT能分辨出吸收系数只有0.1%~0.5%的差异。

### 三、影响CT图像的因素

#### 1.CT值:

1)CT值的概念:CT值反映的是X线吸收系数或称衰减系数,但并不是它的绝对值,而是以水的CT值为0的相对值,单位为HU(Hounsfield unit)。人体密度最高的骨皮质吸收系数最高,CT值定为1 000 HU,而空气密度最低定为-1 000 HU。人体组织的CT值界限可分为2 000个分度(图1-3-1)。图1-3-1 正常人体组织CT值





2)CT值的测量:在CT机的显示器上可测量图像任何部位的CT值,范围可大可小,使人体组织与病变之间的微小密度差异得到灵敏的定量分析,但需注意CT值不是绝对数,可受许多因素的影响,如不同CT机型、扫描条件、邻近组织等。

3)CT值的意义:人体正常组织结构和病变的CT值在CT机上可较为准确地测出,根据CT值可推断出病变所含的组织成分,在诊断中对病变的来源及疾病的定性均有重要的参考价值。

## 2.窗宽与窗位:

1)窗宽:虽然人体组织的CT值可分为2000个单位,但人的眼睛却只能分辨16个灰阶度,如CT图像由16个灰阶来反映全部2000个分度( $2000 \div 16 = 125 \text{HU}$ ),两种组织的CT值差别在125HU以上时,人眼才能识别,若CT值差别 $<125 \text{HU}$ 时人眼即不能分辨。因此对CT值范围必须进行分段观察,所观察的CT值范围称之为窗宽,如窗宽定为100HU,则可分辨的CT值为 $100 \div 16 = 6.25 \text{HU}$ ;窗宽若选定为200HU,可分辨的CT值为 $200 \div 16 = 12.5 \text{HU}$ 。采用窄窗宽所观察的CT值范围小,对比度强,适于观察密度相仿的组织结构;若采用宽的窗宽所观察的CT值范围大,图像对比度差,适于观察密度差别大的结构。所选用窗宽的宽窄直接影响着图像的清晰度与对比度。

2)窗位:窗位是指CT图像上灰阶中心点的CT值。由于不同组织的CT值不同,所以窗位应以需观察的组织的CT值为中心,若窗宽选定为200HU,窗位选在0HU,则以窗位为中心(0HU)向上包括100HU,向下包括-100HU,那么在-100~100HU范围内的组织结构均可被人眼所分辨,窗位的高低影响图像的亮度,窗位低图像亮度高呈白色,窗位高则相反,图像呈黑色(图1-3-2)。

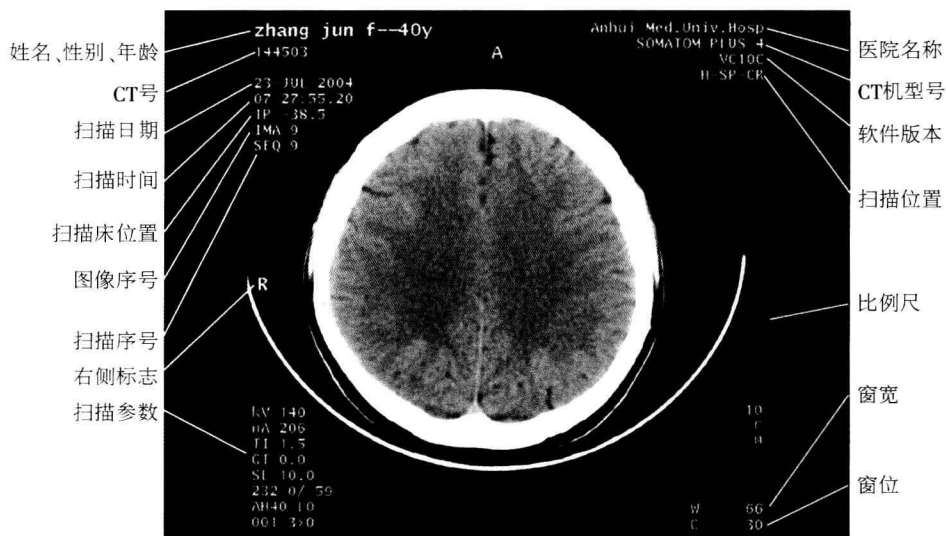


图 1-3-2 CT 图文说明

## 3.分辨率:

密度分辨率、空间分辨率和时间分辨率是评价CT图像质量的重要指标。

1)密度分辨率(低对比度分辨率):是指能分辨组织结构的最小密度差的能力,以百分数来表示,通常指图像黑白对比度。如CT机的密度分辨率为0.3%,3mm,<0.05Gy,表示的是对直径为3mm的物体,当密度差>0.3%时CT机可以分辨出,而患者接受的剂量<0.05Gy。CT的密度分辨率大大超过了普通X线片,且与X线的光子数成正比。

2)空间分辨率(高对比度分辨率):是指能显示最小物体的能力,通常用所能分辨每厘米内的线对数(LP/cm)来表示,空间分辨率与像素和X线光子数成正比。CT的空间分辨率小于普通X线片,密度分辨率与空间分辨率是一对相互制约的因素。

3)时间分辨率:是指探测系统在很短的间隔期内重复扫描的能力。时间分辨率的限制因素是由X线球管所造成的,尤其是热容量小的X线球管。

随着科学技术的进步,宽探测器和大容量CT球管、飞焦点技术的应用,CT设备的性能不断改进,更为先进的多排螺旋CT的这三种分辨率也在不断提高,速度快、画质优的CT图像已广泛应用于临床。