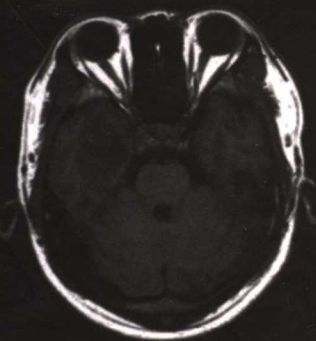
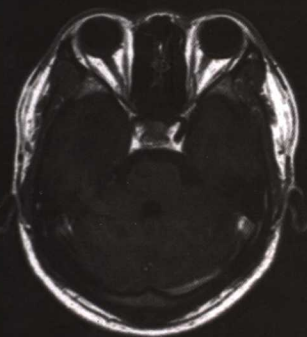


YINGXIANG
ZHENDUAN·BINGLIXUE

影像 诊断病理学

▶▶▶ 主编 魏经国



第四军医大学出版社

影像诊断病理学

主 编 魏经国

副主编 崔光彬 张 伟 马克军 朱少君

编 委 (按姓氏笔画排序)

马克军 王亚蓉 朱少君 杜 滂

张 伟 张孝勇 郭 炜 崔光彬

魏经国

编 者 (按姓氏笔画排序)

马克军 王 玮 王亚蓉 朱少君

杜 滂 李 玮 张 伟 张孝勇

郭 旭 郭 炜 南海燕 梁国民

陈宝莹 崔光彬 颜林枫 魏经国

图书在版编目(CIP)数据

影像诊断病理学/魏经国主编. —西安:第四军医大学出版社,2007.6
ISBN 978-7-81086-337-7

I. 影… II. 魏… III. 影像诊断—病理学 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 094498 号

影像诊断病理学

主 编 魏经国
责任编辑 土丽艳
出版发行 第四军医大学出版社
地 址 西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)
电 话 029-84776765
传 真 029-84776764
网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>
印 刷 西安永惠印务有限公司
版 次 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷
开 本 880×1230 1/16
印 张 黑白 28.5 彩色 1.75
字 数 780 千字
书 号 ISBN 978-7-81086-337-7/R·280
定 价 146.00 元

(版权所有 盗版必究)

前 言

影像诊断在临床诊断、治疗的过程中,无论是疾病的确定性诊断,还是病变的排他性诊断,它的作用举足轻重。随着科学技术的发展,医学影像技术不仅为显示病变发生、发展的蛛丝马迹提供了丰富信息,更为解读影像的科学内涵带来严峻的挑战。机遇总是与挑战并存。影像诊断学源于大体病理学,随着病理学研究的发展,必将而且已经为影像医学的发展提供了难得的机遇和可能。但是,医学影像诊断毕竟不同于病理诊断。病理诊断的基础是细胞病理学,影像诊断则以形态学变化为基础,但细胞的病理变化必然引起组织或器官的形态学的变化,即组织结构的变化,而组织结构的变化是影像诊断的基础。因此,医学影像不仅仅是大体病理学的“克隆”,它所显示的影像病理信息更能直观表达疾病的“动态变化”过程及其规律和特征。深刻认识和理解这种“变化”的寓意,既是对大体病理学的补充和完善,也将为从病理与临床相结合及微观变化与宏观形态特征相结合的角度,深化认识病变的客观变化规律提出新的研究课题。顾名思义,“影像诊断病理学”即是以病变组织结构作为病理学和影像学之间的结合点,从影像学的视角对病理学进行再学习,再认识,以期将影像表现与人体解剖学、组织胚胎学、病理生理学以及临床医学比较顺畅地衔接并有机地融合为一个整体,为影像诊断提供可视和可辨别的病理基础,达到对影像变化的认识不仅“知其然”,而且“知其所以然”和对疾病的准确“定位、定性、定因”的诊断目的。

全书分为上、下两篇共十五章,基本涵盖全身主要系统的常见病和部分少见但却危害严重的疾病。上篇介绍了影像成像基本原理和基础病理知识,其中以组织结构病理学为重点,重在认识影像成像的病理基础。下篇介绍了疾病的影像诊断,其中以影像诊断病理基础为重点,重在以“理”说“影”;不仅是认“影”,更重在识“理”,不仅就“个案”做出正确诊断,更重在影像诊断思维方式的培养。

鉴于编著者知识面不宽、业务水平不高,每位作者写作风格也有所差异,加之时间比较仓促,缺点、错误在所难免,衷心希望广大读者批评、指正。

值本书即将付梓之际,首先感谢第四军医大学唐都医院领导的大力支持;感谢中国医学影像技术研究会的关心;感谢第四军医大学出版社的多方帮助和指导;感谢郭佑民教授、彭勇副教授、张劲松副教授、王新疆副主任医师、杨向新副主任医师的无私帮助。正是同道们的鼓励和期待,本书才最终得以完成,我们六年前的梦想终于得以实现。

第四军医大学唐都医院 魏经国

目 录

上篇 基础篇

第一章 X线成像的基本原理	(2)
第一节 X线的基本特性	(2)
第二节 X线成像的基本原理	(2)
第三节 X线成像的图像特点及病理基础	(3)
第二章 CT成像的基本原理	(4)
第一节 CT成像的基本原理	(4)
一、CT图像的基本概念	(4)
二、CT图像的影响因素	(5)
第二节 CT检查技术及图像重建方法	(6)
第三节 CT图像的特点及病理基础	(7)
第三章 磁共振成像的基本原理	(9)
第一节 磁共振成像的基本原理	(9)
一、原子核的磁性	(9)
二、原子核磁共振现象的产生	(10)
三、弛豫过程	(11)
四、磁共振信号的产生和采集	(12)
五、梯度磁场	(12)
六、图像重建	(14)
第二节 磁共振成像的基本脉冲序列	(14)
一、脉冲序列的基本概念	(14)
二、自旋回波序列	(15)
三、翻转恢复序列	(16)
四、梯度回波序列	(17)
五、平面回波成像序列	(18)
第三节 磁共振成像的常用技术	(19)
一、脂肪抑制技术	(19)
二、化学位移成像技术	(19)
三、水成像技术	(20)
四、血管成像技术	(20)
五、弥散加权成像技术	(23)
六、灌注加权成像技术	(24)
七、磁共振波谱	(24)

八、磁化转移技术	(25)
第四节 磁共振成像的特点及病理基础	(26)
一、磁共振图像的特点	(26)
二、磁共振图像的病理基础	(26)
第四章 组织细胞病理学	(30)
第一节 适应	(30)
一、萎缩	(30)
二、肥大	(30)
三、增生	(30)
四、化生	(31)
第二节 组织、细胞损伤	(31)
一、变性	(31)
二、坏死	(33)
三、凋亡	(34)
第三节 损伤修复	(34)
一、再生	(34)
二、纤维性修复	(36)
三、细胞再生的分子机制	(38)
第五章 局部血液循环障碍	(40)
第一节 充血	(40)
一、动脉性充血	(40)
二、静脉性充血	(41)
第二节 出血	(42)
一、破裂性出血	(43)
二、漏出性出血	(43)
三、出血后继发病理改变	(43)
四、影像病理基础	(43)
第三节 血管阻塞与组织梗死	(44)
一、血栓形成	(44)
二、栓塞	(45)
三、梗死	(46)
第六章 炎症	(49)
第一节 概述	(49)
一、炎症的基本概念	(49)
二、炎症的致病因素	(49)
三、炎症的局部基本病理	(49)
第二节 急性炎症	(52)

一、基本病理	(52)	二、化脓性脑脓肿	(69)
二、临床主要信息	(52)	三、结核性脑膜炎	(71)
三、影像病理基础	(53)	四、结核性肉芽肿(结核瘤)	(72)
第三节 增生性炎症	(54)	五、病毒性脑炎	(73)
一、基本病理	(54)	六、颅内真菌感染	(75)
二、临床主要信息	(55)	七、脑囊虫病	(77)
三、影像病理基础	(55)	八、脑包虫病	(78)
第七章 肿瘤	(58)	九、脑肺吸虫病	(79)
第一节 肿瘤概述	(58)	十、结节病	(79)
一、肿瘤的概念	(58)	第三节 脑血管疾病	(80)
二、肿瘤的癌基因病理	(58)	一、脑梗死	(80)
第二节 肿瘤的一般形态和结构	(58)	二、腔隙性脑梗死与脑腔隙	(84)
一、肿瘤的大体结构	(58)	三、出血性脑梗死	(84)
二、肿瘤的组织结构	(59)	四、皮层下动脉硬化性脑病	(85)
第三节 肿瘤的生长和扩散	(59)	五、颅内动静脉畸形	(86)
一、肿瘤生长的生物学特性	(59)	六、颅内动脉瘤	(88)
二、肿瘤的血管形成	(59)	七、海绵状血管瘤	(88)
三、肿瘤的生长方式	(59)	八、脑颜面血管瘤综合征	(90)
四、肿瘤的扩散	(60)	九、烟雾病	(91)
第四节 肿瘤的分类、分级与分期	(60)	第四节 脑白质病与脑变性疾病	(91)
一、良性肿瘤与恶性肿瘤的分类	(60)	一、多发性硬化	(91)
二、肿瘤的分级与分期	(60)	二、急性播散性脑脊髓炎	(93)
第五节 肿瘤影像病理基础	(61)	三、桥脑中央髓鞘溶解症	(93)
一、上皮组织良性肿瘤	(61)	四、进行性多灶性脑白质病	(94)
二、上皮组织恶性肿瘤	(61)	五、一氧化碳中毒性脑病	(96)
三、间叶组织肿瘤	(61)	六、肝豆状核变性	(96)
四、淋巴造血组织肿瘤	(62)	第五节 颅内肿瘤与囊肿	(97)
五、神经组织肿瘤	(64)	一、颅内肿瘤概述	(97)
 下篇 诊断篇			
第八章 颅内疾病	(66)	二、星形细胞肿瘤	(98)
第一节 基本病变影像病理	(66)	三、少突胶质细胞瘤	(106)
一、缺血性脑血管病	(66)	四、室管膜瘤	(108)
二、脑梗死	(66)	五、脉络丛乳头状瘤	(109)
三、脑出血	(67)	六、髓母细胞瘤	(110)
四、感染性病变	(67)	七、松果体区肿瘤	(113)
五、脱髓鞘病变	(68)	八、颅神经肿瘤	(113)
六、颅内肿瘤	(68)	九、脑膜肿瘤	(117)
七、神经系统对损伤的基本反应	(68)	十、脑血管母细胞瘤	(121)
第二节 颅内感染性疾病	(69)	十一、恶性淋巴瘤	(123)
一、急性化脓性脑膜炎	(69)	十二、生殖细胞肿瘤	(123)
		十三、囊肿和肿瘤样病变	(128)
		十四、鞍区肿瘤	(130)
		十五、局部扩展性肿瘤	(136)
		十六、转移瘤	(137)
		第六节 脑发育畸形	(139)

一、结节性硬化	(139)	二、类癌	(201)
二、脑穿通畸形	(141)	三、气管支气管乳头状瘤	(202)
三、脑灰质异位症	(142)	四、肺纤维瘤	(203)
第九章 脊髓疾病	(145)	五、肺脂肪瘤	(203)
第一节 椎管内肿瘤	(145)	六、肺血管瘤	(204)
一、脊髓内肿瘤	(145)	七、肺平滑肌瘤	(205)
二、脊髓外硬膜内肿瘤	(150)	八、肺软骨瘤	(206)
三、脊髓外硬膜外肿瘤	(153)	九、肺恶性间叶组织肿瘤	(206)
四、椎管内先天性肿瘤	(157)	十、错构瘤	(208)
第二节 椎管内血管畸形	(159)	十一、肺炎性假瘤	(210)
一、基本病理和分型	(159)	十二、肺硬化性血管瘤	(211)
二、临床主要信息	(160)	十三、白血病肺内病变	(212)
三、影像诊断病理基础	(160)	十四、肺淋巴瘤	(213)
第三节 椎管内脊髓其他疾病	(161)	十五、肺转移性肿瘤	(215)
一、急性脊髓炎	(161)	第四节 肺实质性病变	(216)
二、脊髓蛛网膜炎	(161)	一、肺不张	(216)
三、脊髓多发性硬化	(162)	二、肺气肿	(218)
四、脊髓空洞症	(164)	三、肺水肿	(221)
五、脊髓拴系综合征	(165)	四、肺栓塞和肺梗死	(223)
六、Chiari 畸形	(165)	五、肺先天性病变	(223)
第十章 呼吸系统疾病	(168)	第五节 胸膜病变	(227)
第一节 基本病变影像病理	(168)	一、胸腔积液	(227)
一、肺部病变	(168)	二、脓胸	(228)
二、支气管病变	(169)	三、胸膜间皮瘤	(228)
三、胸膜病变	(169)	第六节 纵隔病变	(229)
第二节 炎症性疾病	(170)	一、囊性包块	(229)
一、大叶性肺炎	(170)	二、脂肪瘤	(232)
二、支气管肺炎	(171)	三、畸胎类瘤	(233)
三、间质性肺炎	(171)	四、胸腺瘤	(234)
四、急性肺脓肿	(172)	五、神经源性肿瘤	(234)
五、血行播散性肺脓肿	(173)	六、恶性淋巴瘤	(236)
六、葡萄球菌性肺炎	(174)	七、神经原性肠囊肿	(237)
七、机化性肺炎	(174)	八、纤维瘤	(237)
八、慢性肺脓肿	(175)	九、血管性肿瘤	(237)
九、肺结核	(175)	第十一章 心脏和大血管疾病	(239)
十、肺真菌感染性疾病	(179)	第一节 影像病理生理基础	(239)
十一、寄生虫病	(181)	一、心脏增大	(239)
十二、结节病	(183)	二、大血管改变	(240)
十三、肺胶原性疾病	(186)	三、肺部血液循环病理生理	(240)
十四、尘肺	(187)	第二节 心脏瓣膜疾病	(241)
十五、特发性肺纤维化	(188)	一、单纯二尖瓣狭窄	(241)
十六、特发性肺含铁血黄素沉着病	(190)	二、单纯二尖瓣关闭不全	(242)
第三节 肺肿瘤	(191)	三、二尖瓣病变的肺部改变	(242)
一、肺癌	(191)	四、主动脉瓣关闭不全	(244)

五、主动脉瓣狭窄	(245)	一、胃肿瘤	(274)
六、三尖瓣病变	(245)	二、胃、十二指肠溃疡	(279)
第三节 先天性心脏病	(246)	三、十二指肠肿瘤	(281)
一、心房间隔缺损	(246)	四、十二指肠憩室	(282)
二、心室间隔缺损	(247)	第五节 小肠疾病	(283)
三、动脉导管未闭	(248)	一、小肠肿瘤	(283)
四、单纯肺动脉狭窄	(250)	二、小肠炎症性疾病	(284)
五、Fallot's 四联症	(251)	第六节 结肠疾病	(287)
六、三尖瓣异位 (Ebstein 畸形)	(252)	一、结肠肿瘤	(287)
第四节 冠状动脉粥样硬化性心脏疾病	(253)	二、结肠炎症	(290)
一、致病因素	(253)	第七节 急腹症	(292)
二、基本病理	(254)	一、小肠梗阻	(292)
三、临床主要信息	(255)	二、结肠梗阻	(293)
四、影像诊断病理基础	(256)	三、急性胃穿孔	(294)
第五节 心脏其他疾病	(257)	第八节 肝脏疾病	(294)
一、黏液瘤	(257)	一、原发性肝癌	(294)
二、扩张性心肌病	(258)	二、胆管细胞性肝癌	(299)
第六节 主动脉病变	(259)	三、肝脏转移性肿瘤	(300)
一、主动脉瘤	(259)	四、肝母细胞瘤	(300)
二、主动脉夹层动脉瘤	(261)	五、肝血管肉瘤	(302)
第十二章 消化系统疾病	(263)	六、肝血管瘤	(302)
第一节 胃肠道病变影像病理基础	(263)	七、肝细胞腺瘤	(303)
一、管腔大小改变	(263)	八、肝局灶性结节增生	(304)
二、轮廓改变	(263)	九、肝退变结节	(304)
三、黏膜皱襞改变	(263)	十、细菌性肝脓肿	(305)
四、张力改变	(264)	十一、肝包虫病	(306)
五、蠕动改变	(264)	十二、阿米巴性肝脓肿	(308)
六、动力改变	(264)	十三、肝硬化	(308)
七、分泌功能改变	(264)	十四、脂肪肝变性	(310)
八、触诊所见	(264)	第九节 胆管系统疾病	(310)
第二节 实质性器官病变影像病理基础	(264)	一、急性胆囊炎	(310)
一、器官大小形态	(264)	二、慢性胆囊炎	(311)
二、器官组织密度	(265)	三、急性化脓性胆管炎	(312)
三、血液供应改变	(265)	四、原发性硬化性胆管炎	(313)
第三节 食管疾病	(265)	五、胆管囊肿	(313)
一、食管肿瘤	(265)	六、胆石症	(314)
二、食管炎性疾病	(268)	七、胆囊息肉	(315)
三、食管其他疾病	(269)	八、胆囊癌	(317)
四、食管异物	(272)	九、胆管癌	(319)
五、食管穿孔和食管自发破裂	(273)	第十节 胰腺疾病	(322)
六、贲门癌	(273)	一、急性胰腺炎	(322)
第四节 胃、十二指肠疾病	(274)	二、慢性胰腺炎	(323)
		三、胰腺癌	(324)
		四、胰腺囊腺瘤和囊腺癌	(328)

五、胰岛素瘤	(329)	六、子宫内膜异位症	(369)
六、胃泌素瘤	(330)	七、卵巢囊肿	(370)
第十一节 脾脏疾病	(331)	第三节 乳腺疾病	(371)
一、肿瘤	(331)	一、乳腺增生性疾病	(371)
二、其他疾病	(332)	二、乳腺纤维腺瘤	(373)
第十三章 泌尿系统疾病	(334)	三、乳腺癌	(373)
第一节 泌尿系统炎症性疾病	(334)	第十五章 骨关节系统疾病	(375)
一、肾盂肾炎	(334)	第一节 基本病变影像病理基础	(375)
二、肾脓肿	(336)	一、骨密度的改变	(375)
三、肾周围炎	(336)	二、骨的大小和形态改变	(376)
四、结核	(337)	三、骨膜改变	(376)
第二节 肿瘤和肿瘤样变	(338)	四、周围软组织改变	(376)
一、肾细胞癌	(338)	第二节 关节病变	(376)
二、肾母细胞瘤	(341)	一、关节肿胀	(377)
三、肾盂癌	(342)	二、关节破坏	(377)
四、膀胱癌	(344)	三、关节退行性变	(377)
五、肾囊肿	(344)	四、关节强直	(377)
六、肾错构瘤	(346)	五、关节脱位	(377)
第三节 泌尿系统非肿瘤性梗阻性疾病	(348)	第三节 骨与关节炎症性疾病	(377)
一、尿路结石	(348)	一、急性化脓性骨髓炎	(377)
二、肾和输尿管先天畸形	(348)	二、慢性化脓性骨髓炎	(379)
第四节 肾上腺及腹膜后疾病	(350)	三、Garre's 硬化型骨髓炎	(380)
一、嗜铬细胞瘤	(350)	四、Brodie's 骨脓肿	(381)
二、节细胞瘤	(351)	五、化脓性关节炎	(381)
三、肾上腺腺癌	(352)	第四节 骨与关节结核	(383)
四、肾上腺腺瘤	(353)	一、骨结核	(383)
五、肾上腺转移瘤	(354)	二、异形骨结核	(385)
六、肾上腺皮质增生	(354)	三、关节结核	(388)
七、脂肪瘤	(355)	第五节 骨其他感染性疾病	(390)
八、畸胎瘤	(356)	一、布氏杆菌病	(390)
九、脂肪肉瘤	(356)	二、骨包虫病	(391)
十、平滑肌肉瘤	(357)	三、骨放线菌病	(392)
第十四章 生殖系统及乳腺疾病	(359)	四、真菌性关节炎	(393)
第一节 男性生殖系统疾病	(359)	第六节 关节及关节周围其他疾病	(393)
一、精囊囊肿	(359)	一、类风湿性关节炎	(393)
二、精囊炎	(359)	二、强直性脊椎炎	(397)
三、前列腺增生	(359)	三、Charcot's 关节	(399)
四、前列腺癌	(361)	四、血友病性关节炎	(400)
第二节 女性生殖系统疾病	(362)	五、大骨节病	(402)
一、子宫平滑肌瘤	(362)	六、牛皮癣性关节炎	(403)
二、子宫颈癌	(364)	七、肥大性骨关节病	(404)
三、子宫内膜癌	(365)	八、色素沉着绒毛结节性滑膜炎	(405)
四、绒毛膜癌	(367)	九、滑膜软骨瘤病	(406)
五、卵巢癌	(368)	十、致密性骨炎	(407)

第七节 骨良性肿瘤	(408)	八、骨恶性淋巴瘤	(427)
一、骨瘤	(408)	九、滑膜肉瘤	(427)
二、骨样骨瘤	(409)	十、骨转移瘤	(428)
三、单发性内生软骨瘤	(409)	第九节 骨肿瘤样病变	(430)
四、多发性内生软骨瘤病	(410)	一、骨纤维异常增殖症	(430)
五、软骨母细胞瘤	(411)	二、畸形性骨炎(Paget's 病)	(432)
六、骨软骨瘤	(413)	三、骨囊肿	(433)
七、骨巨细胞瘤	(413)	四、动脉瘤样骨囊肿	(433)
八、非骨化性纤维瘤	(416)	第十节 骨髓病变	(435)
九、骨血管瘤	(416)	一、骨髓结构及影像表现概述	(435)
第八节 骨及附属组织恶性肿瘤	(417)	二、骨白血病	(436)
一、骨肉瘤	(417)	三、骨髓纤维化	(436)
二、皮质旁骨肉瘤	(419)	四、再生障碍性贫血	(437)
三、软骨肉瘤	(420)	五、骨髓水肿	(437)
四、纤维肉瘤	(421)	六、骨梗塞	(437)
五、尤文肉瘤	(422)	参考文献	(440)
六、原发性骨网织细胞肉瘤	(424)	附录 彩色病理图	(445)
七、骨髓瘤	(424)		

上 篇

基础篇

第一章 X 线成像的基本原理

早在 1895 年,德国科学家伦琴发现了具有高能量,能穿透物质、能使荧光物质发光但肉眼看不到的射线。因为当时对这个射线的性质还不了解,故称之为 X 射线(X-ray)。为纪念发现者,也称其为伦琴射线,现简称 X 线。由于 X 线的重要作用,伦琴获得了历史上第一个诺贝尔物理学奖。

第一节 X 线的基本特性

X 线是在真空管内高速行进的成束电子流撞击钨(或钼)靶时产生的。其本质是一种波长很短的电磁波。目前 X 线诊断用的 X 线波长范围为 $0.008 \sim 0.031\text{nm}$ (相当于 $40 \sim 150\text{kV}$ 时)。在电磁辐射谱中,居 γ 射线与紫外线之间,比可见光的波长要短得多,因此肉眼无法看到。X 线具有微粒辐射和电磁波辐射双重特性。具体表现为:

(一)穿透作用

波长很短的 X 线能量大,具有很强的穿透力,能穿透各种不同密度的物质,并在穿通过程中受到一定程度的吸收,即衰减。X 线的穿透力不但与 X 线波长有关,而且还与 X 线管电压、被照体的密度(原子序数)和厚度密切相关。X 线对人体各种组织穿透性的差异是 X 线成像的基础。

(二)荧光效应

X 线能激发荧光物质(如钨酸钙等),使其产生肉眼可见的荧光。即 X 线作用于荧光物质,使波长短的 X 线转换成波长长的荧光,这种转换叫做荧光效应。该特性是进行透视检查的基础。

(三)摄影效应

涂有溴化银的胶片,经 X 线照射后,可以感光,产生潜影,经显影、定影处理,感光的溴化银中的银离子(Ag^+)被还原成金属银(Ag),并沉淀于胶片的

胶膜内。此金属银的微粒,在胶片上呈黑色。而未感光的溴化银,在定影及冲洗过程中,从 X 线胶片上被洗掉,因而显出胶片片基的透明本色。依金属银沉淀的多少,便产生了黑和白的影像。所以,摄影效应是 X 线成像的基础。

(四)电离作用

X 线通过任何物质都可产生电离效应。空气的电离程度与空气所吸收 X 线的量成正比,因而通过测量空气电离的程度可计算出 X 线的量。X 线进入人体,也产生电离作用,使人体产生生物学方面的改变,即生物效应。它是放射防护学和放射治疗学的基础。

第二节 X 线成像的基本原理

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,即其穿透性、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 线量就有差异。因此, X 线影像的形成,应具备以下三个基本条件:首先, X 线应具有一定的穿透力,这样才能穿透照射的组织结构;第二,被穿透的组织结构必须存在着密度和厚度的差异,这样在穿通过程中被吸收后剩余下来的 X 线量,才会有差别的;第三,这个有差别的剩余 X 线仍是不可见的,还必须经过显像这一过程,例如经 X 线片、荧屏或电视屏显示才能获得具有黑白对比、层次差异的 X 线影像。

人体组织结构由不同元素所组成,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三类:属于高密度的有骨组织和钙化灶等;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;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, 将出现如图 1-1-1 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。

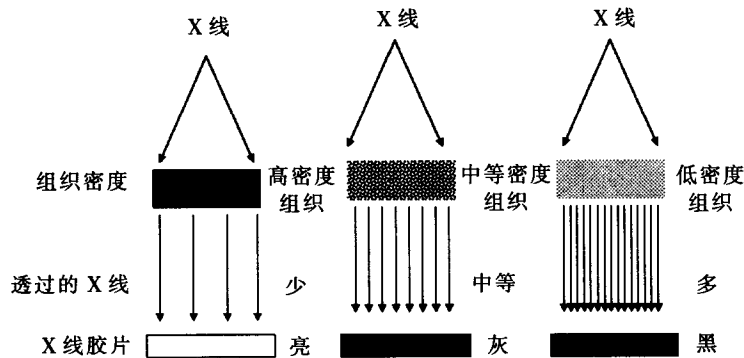


图 1-1-1 不同密度组织(厚度相同)与 X 线成像的关系

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; 使荧光屏所生荧光多, 故荧光屏上也就明亮。高密度组织则恰恰相反。

人体组织结构和器官形态不同, 厚度也不一致。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 线投影可有不同表现。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。

第三节 X 线成像的图像特点及病理基础

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。人体的各种组织、器官的密度、厚度不同, 经 X 线照射, 其吸收及透过 X 线的量也不一样。因此, 在 X 线照片上有黑白之别。按照人体组织密度的高低, 依次分为骨骼(包括钙化灶)、软组织(包括皮肤、肌肉、内脏、软骨等)、液体(血液、体液)、脂肪及存在于人体中的气体。其中骨骼和钙化灶的密度最高, 吸收 X 线最多, 透过 X 线最

少, 在 X 线照片上表现为白影; 软组织和液体密度稍低, 吸收 X 线减少, 透过 X 线稍多, 在 X 线照片上表现为灰影; 脂肪组织密度更低, 吸收 X 线更少, 透过 X 线更多, 在 X 线照片上表现为深灰影; 人体中的气体成分密度最低, 对 X 线吸收最少, 透过 X 线最多, 在 X 线照片上表现为黑影。应当指出, 密度与厚度在成像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。总之, 照片上的白影与黑影, 不仅与物体的厚度有关, 与物质密度的高低关系更为密切。

需要说明的是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。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、中等密度和低密度分别表达白影、灰影和黑影。当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。

(张孝勇 梁国民)

第二章 CT 成像的基本原理

CT 是计算机断层成像技术 (computed tomography, CT) 的简称。它是由英国科学家 Hounsfield 和美国科学家 Cormark 于 1971 年发明的, 并于 1972 年正式发表关于 CT 的第一篇论文。Cormark 与 Hounsfield 因在 CT 发展上的杰出贡献, 荣获了 1979 年的诺贝尔生理学及医学奖。

第一节 CT 成像的基本原理

CT 成像的基本原理是: 高度准直的 X 线束环绕人体某部位按一定厚度的层面进行断层扫描, 由探测器 (detector) 接受透过该层面的 X 线, 然后经放大并转化为电子流, 再经模拟/数字 (A/D) 转换器转为数字信号, 输入电子计算机进行处理运算, 由图像显示器将不同的数据用不同的灰度等级显示出来, 即构成供诊断用的 CT 图像。CT 成像的基础在某些方面与 X 线照片是一致的, 都与 X 线的穿透性有关; 与组织 (器官) 吸收 X 线的多少 (X 线的衰减) 有关, 即与组织的密度有关; 图像以从黑到白的不同灰度等级 (gray scale) 表示。

但 CT 与普通 X 线检查不同的是: CT 成像可以把被测成像区域以孤立断层方式展示, 避免了其余层面的干扰和影响, 图像质量高, 能清晰、准确展示被检层面内部的结构关系, 成像效果是传统的 X 线检查所不能及的。CT 图像是由一定数目的像素按矩阵排列所构成的二维断层图像, 这些像素反映相应单位容积的 X 线吸收系数。不同 CT 装置所得图像的像素大小及数目不同。CT 图像以灰阶形式在显示器上显示。

一、CT 图像的基本概念

(一) 矩阵 (matrix)

按照横行纵列排成的栅状矩形阵列叫矩阵, 可用计算机的图像存储器的硬件来实现。它由两项指标来评价, 一是矩阵的大小 (如 256×256), 二是矩

阵中数字的精度, 它用二进制的位数来表示。矩阵大小, 影响着图像的质量。如构成图像矩阵小, 像素数量少, 图像的分辨率则低, 观察的原始图像细节就少; 反之, 矩阵大, 像素数量多, 尺寸小, 图像的分辨率高, 观察的细节多。在实际应用中, 有重建矩阵和显示矩阵之分。

(二) 视野 (field of view, FOV)

扫描时按观察部位大小选用的扫描野 (scan FOV, SFOV) 和/或显示野 (display FOV, DFOV), 以 $\text{cm} \times \text{cm}$ 来表示, 通常两者大小相近, 不加区分, 统称为 FOV。但显示野可以根据欲观察范围的大小而改变, 使重建图像显示更清晰, 突出病变检查的细致度。通常可改变显示野范围或者以不同矩阵形式来提高图像的显示分辨率。

(三) 体素 (voxel - volume element)

由于被准直的 X 线束是有一定厚度的 (5mm、10mm 等), 因而 CT 图像实际上是具有一定厚度的三维体层图像。体素即为这一体层的最小单元 (图 2-1-1)。在每个体素中我们认为其吸收系数是均匀的, 体素的线性衰减遵循沿直线衰减分布的投影规律。

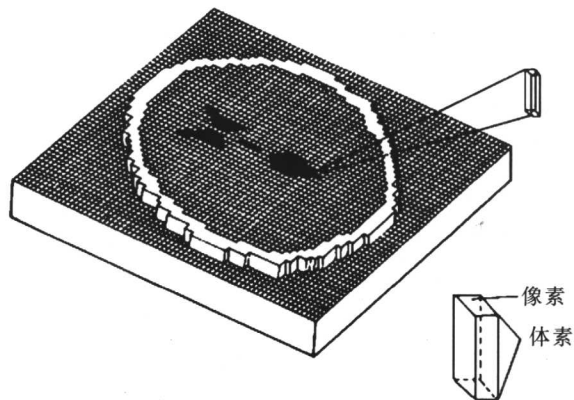


图 2-1-1 像素及体素在一个扫描层面的示意图

(四) 像素(pixel - picture element)

像素是显示图像的基本单元。它是一个二维的概念。由于体素中组织的吸收系数(μ 值)是稳定的,因而体素在成像时以像素的形式显示(图 2-1-1)。像素的尺寸(size of pixel, Sp)由扫描视野与矩

阵的比值来确定。若矩阵大小固定,视野增加时,每个像素尺寸也增大,图像分辨率低。反之,像素尺寸减少可提高分辨率。像素多则占据计算机内存大,即图像储存量减少,且一幅图像的重建时间长。矩阵、FOV、像素、体素之间的关系如图 2-1-2 所示。

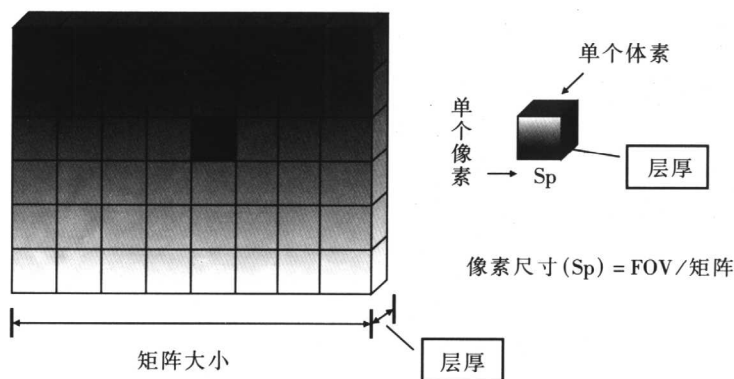


图 2-1-2 像素、体素、矩阵、FOV 之间的关系图

(五) 灰阶(gray scale)

CT 图像是将重建后矩阵中每一像素的 CT 值,经数字/模拟转换器转换成相应的不同亮暗度的信号,并显示在图像显示器上。显示器所表现的亮暗信号的等级差别称为灰阶,灰阶一般只有 16 个刻度。在 2000 个 CT 值范围内,64 级灰阶中的每一等级,将分别代表 31 个连续的 CT 值。

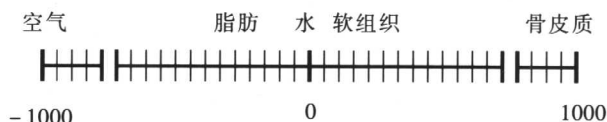


图 2-1-3 人体组织 CT 值的示意图

扫描条件、邻近组织等等。

(六) CT 值

CT 值是人为制定的,是与物质吸收系数相关的相对值,用以表达图像上组织密度的数值。CT 图像的重要优点是能够分辨人体组织密度的细微差别,所采用的标准是根据各种组织对 X 线的线性吸收系数(μ)来决定的。为了明确表示组织的密度高低,规定将受测物质的衰减系数 μ_x 与水的衰减系数 μ_w 作为比值计算,并以骨皮质与空气的衰减系数分别作为上下限进行分度,这样得出 CT 值。其计算公式为(在 73keV):

$$CT \text{ 值} = (\mu_x - \mu_w) / \mu_w \times \alpha$$

μ_x 表示所测组织的 X 线衰减系数, μ_w 为水的衰减系数, α 为分度因数。CT 值现多以亨氏单位(Hounsfield unit, Hu)来表示, $\alpha = 1000$ 。

如图 2-1-3 所示,将人体组织的 CT 值定为 2000 个分度,上界为骨的 CT 值,即 +1000Hu,下界为空气的 CT 值,即 -1000Hu。CT 值不是绝对不变的数值,它是以水的 CT 值为 0 的相对值。它受许多因素的影响,如 X 线球管电压、CT 装置、室内环境、

二、CT 图像的影响因素

(一) 窗宽与窗位

人眼能分辨的黑白度顶多只有 16 个灰阶,它不能分辨微小的灰度差别。而人体组织的 CT 值范围有 2000 个分度,如 CRT 上用 2000 个不同灰阶来表示这 2000 个分度,图像层次多,但人眼无法观察。为了提高组织细微结构的显示,人们可根据诊断需要调节图像的对比度和亮度,称为窗(window),窗可分为窗宽(window width)、窗位(window level)。这种调节窗宽、窗位的技术即为窗技术。

1. 窗宽 窗宽代表的是显示图像上所包括的 16 个灰阶(gray scale)的 CT 值的范围。如窗宽为 160Hu,则可分辨的 CT 值为 $160/16 = 10\text{Hu}$,两种组织的密度差别超过 10Hu 可分辨。窄窗宽显示的 CT 值范围小,每级灰阶代表的 CT 值幅度小,提供高对比图像;反之,宽窗宽显示的 CT 值范围大,每级灰阶代表 CT 值幅度大,降低了图像的密度分辨率,密度差别较小的组织不易显示。

2. 窗位 窗位又称窗中心,是指 CT 图像上灰

白刻度中心点的 CT 值。在理论上,窗位应与欲观察组织的 CT 值接近。但实际操作中需兼顾其他结构来调节适当的窗位。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,图像亮度低呈黑色。

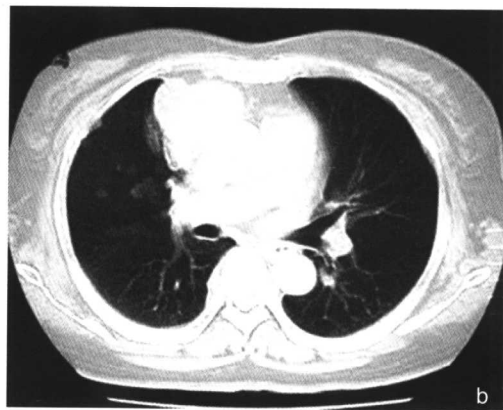
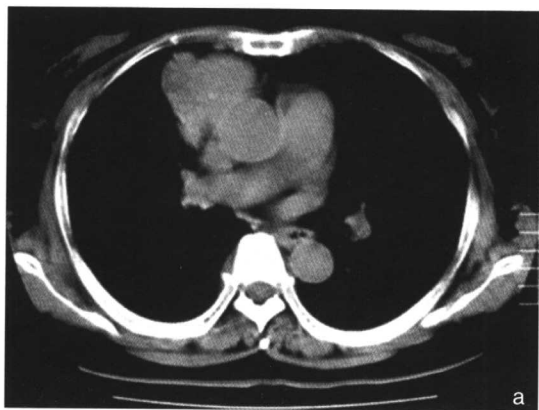


图 2-1-4 通过正确窗技术得到的肺窗和纵隔窗的图像

(a)纵隔窗;(b)肺窗

(二)伪影

在 CT 图像上出现的非真实的阴影或者干扰称为伪影(artifact)。伪影不仅会降低图像质量,还会导致误诊,因此要尽量避免伪影的发生。CT 扫描中经常出现的伪影主要包括金属伪影和运动伪影。另外,患者体内的高密度物质和结构,如岩骨周围会出现线状低密度伪影,而岩骨蜂房附近会出现线状高密度伪影;低密度物质,如气体,其周围也会出现带状高密度或者低密度伪影。克服 CT 伪影的方法是:做好扫描前检查;尽量缩短扫描时间;选择适当的基线。

(三)部分容积效应

CT 图像是有一定层厚的图像,那么某像素位置上可能具有多个不同 X 线吸收系数的体素存在,该处像素的 CT 值往往是多个体素 CT 值依其体积所占比例所得的平均 CT 值,此种现象叫部分容积效应(partial volume effect)。在诊断中,由于部分容积效应的存在,致使小于层面厚度的病变虽可显示,但所测 CT 值并不真实反映该病变组织的 CT 值。如病变密度高于周围组织,其厚度小于层厚时,则所测 CT 值比实际值要小。相反,病变组织密度比周围组织密度低,而其厚度小于层面厚度时,其 CT 值比实际的 CT 值要高。因此,对于小病灶 CT 值的评价要特别注意。CT 扫描时层厚愈薄,图像矩阵愈

在一幅图像上用一种固定的窗宽和窗位难以同时观察到各种结构。要获得更多、更准确的诊断信息,需用不同的图像窗观察不同的结构。要获得较清晰且能达到诊断要求的 CT 图像,必须正确地应用窗技术(图 2-1-4)。

大,体素愈小,则部分容积效应愈小,CT 像与实际的解剖像差异愈小。

第二节 CT 检查技术及图像重建方法

行 CT 检查时,多采用横断位扫描,病人仰卧于检查床上,定好位置,扫描部位伸入扫描架内,定好扫描基线和扫描范围。扫描层厚和间距依检查的需要而定。根据诊断需要,CT 检查一般分为平扫和造影剂对比增强扫描。根据扫描的目的不同,平扫和增强扫描又可以进一步细分为薄层扫描、连续扫描、动态扫描、靶扫描、放大扫描和高分辨扫描等。

常规 CT 扫描后,根据诊断的需要,为进一步明确病灶和组织结构的形态、大小范围以及他们与邻近组织的关系,往往采用图像重建来显示病灶,常用的 CT 图像重建方法包括:

(一)多平面重建(MPR)

是把原始的横轴位图像经后处理获得人体组织器官任意的冠状、矢状、横轴和斜面的二维图像处理方法,与磁共振图像十分相近,显示全身各个系统器官的形态学改变,尤其在判断颅底、颈部、肺门、纵隔、腹部、盆腔及大血管等解剖结构和器官的病变性质、侵及范围、毗邻关系有着明显优势(图 2-

2-1)。

确性有很密切的关系(图 2-2-1)。

(二)最大密度投影(MIP)

是利用容积数据中在视线方向上密度最大的全部像素值成像的投影技术之一。成像数据源自三维容积数据,可以随意改变投影的方向;成像数据取自三维容积数据中密度最大的像素值,其主要的优势是可以较真实地反映组织的密度差异,清晰确切地显示经对比剂强化的血管形态、走行、异常改变和血管壁的钙化以及分布范围,对长骨、短骨、扁骨等的正常形态和骨折、肿瘤、骨质疏松等病变造成的骨质密度的改变也非常敏感。此外,对体内高密度异物的显示和定位也很有帮助(图2-2-1)。

(三)曲面重建(CPR)

是 MPR 的一种特殊方法,适合于人体一些曲面结构器官的显示,如颌骨、迂曲的血管、支气管等。曲面重建图像的客观性和准确性与操作者点画线的精

(四)多层螺旋 CT 仿真内窥镜(MSCT-VE)

CT 仿真内窥镜是 20 世纪 90 年代初由 Vining DJ 等首次报道并用于检查结肠病变的一种特殊的三维图像后处理技术。由于应用该技术重建后的图像效果类似于纤维内窥镜所见,所以被称为 CT 仿真内窥镜。CT 仿真内窥镜其成像原理主要是用“区域生长法(region growing)”准确地识别中空器官的壁与相邻组织之间的密度差,再根据所提取 CT 值的范围用大量的微小多边形生成仿真空腔图像。CT 仿真气管镜主要用于鼻腔、鼻窦、气管、支气管、胆管、输尿管、膀胱、结肠等中空器官病变的显示。CT 仿真血管镜可用于显示管腔内是否存在附壁血栓,动脉瘤体内是否有分隔或发出血管分支的开口,以及动脉夹层真、假腔破口状态等。“血液铸型”对诊断脑动脉瘤特别是微小脑动脉瘤也具有显著的优势(图2-2-1)。



图 2-2-1 一组重建的 CT 图像

第三节 CT 图像的特点及病理基础

CT 图像是灰度图像,反映器官和组织的密度。高密度组织对 X 线的吸收多,低密度组织对 X 线的

吸收少。与 X 线图像一样,以黑白影像显示。黑影表示低吸收区,即低密度区;白影表示高吸收区,即高密度区。但是 CT 与 X 线图像相比,CT 图像的黑白只与组织器官密度关系密切,与厚度关系不大。CT 具有更高的密度分辨力。因此,人体软组织的密度