

实用CT诊断学

徐夏荫 陈为民 刘伟娟 菅风国 主编



山东大学出版社

实用 CT 诊断学

主 编 徐夏荫 陈为民
刘伟娟 菅风国

山东大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用 CT 诊断学/徐夏荫主编. — 济南: 山东大学出版社, 2002. 7

ISBN 7-5607-2451-5

I. 实…

II. 徐…

III. 计算机 X 线扫描体层摄影-诊断学

IV. R814. 42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 046417 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码: 250100)

山东省新华书店经销

安丘市百花印刷包装有限责任公司印刷

850×1168 毫米 1/32 10.875 印张 281 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—1100 册

定价: 16.80 元

版权所有, 盗印必究

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部负责调换

《实用CT诊断学》

主 编：徐夏荫 陈为民 刘伟娟 管风国
副主编：刘汉华 刘翠环 李守聚 姜海涛 王保平
邹朝辉 张玉娟 李正国 江云峰 吕厚存

编委（以姓氏笔画为序）

王保平	马洪舟	刘汉华	刘伟娟	刘翠环
江云峰	吕厚存	李正国	李建军	李守聚
张玉娟	张 琦	房殿记	姜海涛	陈为民
邹朝辉	顾仁骏	管风国	蔡方敏	

前 言

随着医疗器械的不断发展，检查手段也更为完善与先进。CT 作为新的影像检查技术，由于其影像清晰、立体概念强、损伤性小、对病人干扰少，因而愈来愈受到广大医务人员及病人的欢迎。

近年来国内 CT 设备逐渐增多，相当多的基层医院已装备了 CT 设备，广大基层放射科医师对学习 CT 诊断的要求日益迫切，但有关这方面的书籍国内仍不多，初学者入门的资料更为少见。为了满足医疗单位，特别是基层医疗单位的需要，编者根据多年的实践经验，并参考国内 CT 诊断的有关文献，从临床实用出发，编写了这本《实用 CT 诊断学》。

本书主要包括 CT 扫描的基本原理、CT 的发展、CT 的检查技术、正常 CT 解剖及颅脑、胸部、腹部、盆腔、软组织及骨骼系统等疾病的 CT 诊断，心血管部分还介绍了其他影像检查的相关知识，以便读者参考。全书共 20 余万字，内容实用，主要供医学生、CT 专业人员及临床医生参考。

本书在编写过程中，虽然在科学性、先进性、系统性和实用性等方面作了努力，但限于水平，不妥之处在所难免，希望广大读者不吝赐教。

作 者

2002 年 6 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 CT 的基本原理和常用术语	(1)
第二节 CT 机的构造与机房布局	(6)
第三节 CT 检查技术	(7)
第四节 各部位 CT 扫描常规	(10)
第五节 CT 诊断原则及报告的书写	(17)
第六节 正常人体 CT 测量值	(19)
第七节 医学影像学的发展	(23)
第二章 颅 脑	(26)
第一节 CT 诊断基础	(26)
第二节 先天性疾病	(37)
第三节 颅内肿瘤与囊肿	(43)
第四节 脑血管疾病	(59)
第五节 感染性疾病	(64)
第六节 脱髓鞘性脑病	(69)
第七节 颅脑损伤	(71)
第八节 其他颅内病变	(74)

第三章 五官与颈部	(82)
第一节 眼 部	(82)
第二节 耳 部	(97)
第三节 鼻腔与副鼻窦病变	(106)
第四节 鼻咽部病变	(117)
第五节 喉部病变	(123)
第六节 头颈部软组织病变	(127)
第四章 胸 部	(137)
第一节 检查技术	(137)
第二节 正常胸部 CT 表现	(138)
第三节 胸部病变的基本 CT 表现	(143)
第四节 气管支气管病变	(151)
第五节 肺部病变	(156)
第六节 纵隔疾患	(190)
第七节 心血管病变	(198)
第八节 胸膜、胸壁及膈肌病变	(204)
第九节 胸部创伤	(211)
第五章 腹 部	(214)
第一节 肝脏疾病	(214)
第二节 胆道病变 CT 诊断	(231)
第三节 胰腺病变 CT 诊断	(239)
第四节 脾脏病变 CT 诊断	(247)
第五节 肾脏和输尿管	(251)
第六节 肾上腺病变	(262)
第七节 腹膜后腔	(265)

第八节	腹腔和肠系膜.....	(270)
第九节	消化道.....	(276)
第六章	盆 腔.....	(287)
第一节	CT 诊断基础	(287)
第二节	膀 胱.....	(289)
第三节	前列腺.....	(291)
第四节	睾 丸.....	(293)
第五节	卵 巢.....	(293)
第六节	子 宫.....	(296)
第七章	脊柱与四肢.....	(300)
第一节	脊 柱.....	(300)
第二节	四肢骨关节.....	(319)
第三节	骨旁软组织疾病.....	(332)
参考文献		(337)

第一章 绪 论

第一节 CT 的基本原理和常用术语

CT 是 Hounsfield 1969 年设计成功、1972 年问世的，由于 CT 得到的是断面图像，它从根本上克服了常规 X 线影像重叠的弊病，大大促进了医学影像学的发展。

一、基本原理

当高度准直的 X 线束环绕人体某一部位作断面扫描（通常是横断面）时，部分光子被吸收，X 线强度因而衰减，未被吸收的光子穿透人体后，被检测器接收。然后，经放大并转化为电子流，作为模拟信号输入电子计算机进行处理运算，重建成图像，由阴极射线管显示出来供诊断用。

检测器接收射线信号的强弱，取决于人体截面内组织的密度，密度高的组织如骨、钙化灶吸收 X 线较多，检测器测得的信号弱；反之，密度低的组织如脂肪、含气的脏器吸收 X 线少，测得的信号强。这种不同组织对 X 线吸收不同的性质可用组织的吸收系数 μ 来表示，换言之，检测器所接收信号的强弱反映人

体组织的不同 u 值。这就是 CT 利用 X 线穿透人体后的衰减特性作为诊断病变的依据。

X 线穿透人体后的衰减，遵守指数衰减规律： $I = I_0 e^{-\mu d}$ 。式中的 I_0 为射入的 X 线强度， I 为衰减后的 X 线强度， d 为受检部位人体组织的厚度， μ 为接受 X 线照射组织的线性吸收系数。

通过电子计算机运算列出人体组织受检层面的吸收系数。并将之分布在合成图像的栅状阵列即矩阵的方格（阵元）内。矩阵上每个阵元相当于重建图像上的一个图像点，后者被称为像素。为了建立 CT 图像就必须求出每个像素的衰减系数。CT 的成像过程就是求出每个像素的衰减系数过程，像素越小、检测器数目越多，计算机所测出的衰减系数就越多、越精确，所重建的图像就越清晰。目前 CT 机的矩阵多为 256×256 ， 512×512 。其乘积即为每个矩阵所包含的像素数。

二、常用术语

（一）CT 值

CT 的特点是能够分辨人体组织密度的轻微差别，所采用的标准是根据各种组织对 X 线的线性吸收系数（ μ 值）来决定的。为了计算与论述方便，Hounsfield 将线性衰减系数划分为 2000 个单位，称为 CT 值，以水为 0HU，最上界骨的 CT 值为 1000HU；最下界空气的 CT 值为 -1000HU。目前绝大多数的 CT 扫描机均具有 1000 或 2000 以上的变化范围。实际上 CT 值是 CT 图像中各组织与 X 线衰减系数相当的对应值。无论是矩阵图像或矩阵数字都是 CT 值的代表，而 CT 值又是从人体组织、器官的 μ 值换算而来的。 μ 值可通过 $I = I_0 e^{-\mu d}$ 公式算出。则 $CT 值 = 100 \times \mu_{\text{该物质}} / \mu_{\text{水}}$ ，公式中 $\mu_{\text{该物质}}$ 和 $\mu_{\text{水}}$ 分别代表被测物和水的衰减系数。正常人体不同组织、器官的 CT 值见表 1-1。

CT 值不是绝对不变的数值，它不仅与人体内在因素如呼

吸、血流等有关，而且与 X 线管电压、CT 装置、室内温度等外界因素有关，应经常校正，否则将导致误诊。

表 1-1 正常人体组织的 CT 值

类 别	CT 值 (HU)
水	0±10
脑脊液	3~8
血 浆	3~14
水 肿	7~17
脑白质	25~32
脑灰质	30~40
血 液	13~32
血 块	64~84
肝 脏	50~70
脾 脏	50~65 或略低
胰 腺	45~55
肾 脏	40~50
肌 肉	40~80
胆 囊	10~30
脂 肪	-70~-120
钙化灶	60~300
空 气	-200 以上
骨 骼	+400 以上

(二) 像素与体素

CT 图像是由若干个基本单元（即像素）组成的，分别代表相应人体体层若干基本单元（即体素）的 CT 值。

(三) 矩阵

上述数字化的像素或体素组成的横成行，纵成列的数字阵列，即为矩阵。可见，像素或体素越小，矩阵就越大，图像的分

辨力就越高。

(四) 重建

CT 专用计算机由原始数据计算出每个体素的 X 线衰减系数的过程即为重建, CT 图像即为重建的数字图像。

(五) 窗技术

窗技术是 CT 检查中用以观察不同密度的正常组织或病变的一种显示技术, 包括窗位与窗宽。由于各种组织结构或病变具有不同的 CT 值, 因此欲显示某一组织结构细节时, 应选择适合观察该组织或病变的窗位与窗宽, 以获得最佳显示。窗宽是 CT 图像上所显示的 CT 值范围, 在此 CT 值范围内的组织和病变均以不同的模拟灰度显示。高于此范围 CT 值的组织或病变均以白影显示; 反之低于此范围的均以黑影显示。增大窗宽, 图像所示 CT 值范围加大, 显示不同密度的组织结构增多, 但各结构间灰度差别减小。减小窗宽, 则显示的组织结构减少, 但各结构之间灰度差别增加。窗位是窗的中心位置, 同样的窗宽, 由于窗位不同, 其包括 CT 值范围也有差异。通常, 欲观察某一组织结构及发生的病变, 应以该组织的 CT 值为窗位。

(六) 分辨力

1. 空间分辨力与密度分辨力

CT 的空间分辨力和密度分辨力是判断 CT 装置性能和说明图像质量的两个指标。图像像素较大, 数目较少, 其空间分辨力低; 如果像素小而多, 则图像细致、清楚, 即空间分辨力高。CT 图像空间分辨力低于 X 线片, 但密度分辨力高于 X 线片。两者是相互制约的, 像素小, 数目多, 图像清楚, 空间分辨力提高, 但在 X 线源总能量不变的情况下, 每个单位容积光子按比例减少, 使密度分辨力下降, 故密度差微小的组织不易显示。如需保持原密度分辨力, 则需增加 X 线源能量。

2. 部分容积效应

在同一扫描层面内含有两种以上不同密度横行走行而又相互重叠的物质时,则所测得的 CT 值不能如实反映其中任何一种物质的 CT 值,这种现象称为部分容积效应。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影,但所测 CT 值并不真实反映该病变组织的 CT 值。病变组织如比周围组织密度高而其厚度小于层面厚度,CT 值比实际小。相反,病变组织密度比周围组织密度低时,而其厚度小于层面厚度,CT 值比其本来的 CT 值高。

(七) 噪声

噪声与图像质量呈负相关。其来源很广,影响因素众多。譬如探测器接受的光子数目愈多,噪声就愈少;反之噪声就愈多。X 线管电流越大,探测器的转换率越高,噪声也就越低。固态探测器的转换率一般较气态探测器的转换率高,所以许多公司都在致力于研制高转换率、高速反应的固态探测器。但固态探测器均一性要比气态差,故固态探测器需经一致性的筛选,并且环境温度要求稳定。重建矩阵越大,像素越小,则噪声也越小。除此以外,电子线路元件、散射线和机械性振动或多或少地都会产生噪声。CT 机的噪声可用下述数学表达式来评估:

$$\sigma(u) \propto [B/W^3 h D_0]^{1/2}$$

σ : 标准差; u : 线性衰减系数; W : 像素宽度;

B : 通过物体后衰减值; h : 层厚; D_0 : 入口射线剂量

噪声水平还可利用标准差 STD 来测量,以感兴趣区 (ROI) 测量一个 10mm 层厚水模,100mm² 图像的 STD 值应小于 10。此项测量值也间接地反映了密度分辨率的高低。

CT 值和标准值的误差均应在 ± 5 范围内,边缘区和中心区的误差也应在此范围内。

(八) 伪影

产生伪影的原因很多,机器有故障时出现各种放射状和环形

伪影，可通过修理和校正加以解决。机器正常运转也会发生伪影，例如运动伪影，高密度界面差伪影等，减少或消除这类伪影是 CT 生产研究课题之一。常规 CT 扫描无法避免的由枕骨粗隆产生的放射状伪影，应用 CT-Twin 双排探测器同时获取的两幅图像的数据，经计算机处理融合成一幅消除了伪影的图像，利用同一处理方式还可消除金属异物的伪影。

第二节 CT 机的构造与机房布局

一、CT 机的构造

CT 机主要由三部分构成：①扫描系统：包括扫描架、X 线球管和探测器；②计算机系统：CT 成像中 D/A 转换、像素 CT 值的计算、A/D 转换等均依赖于高性能的计算机系统；③图像显示和储存系统：显示系统如 CRT 显示器，存储系统如硬盘、胶片等。

二、CT 机房布局

CT 机构造复杂，因此合理的机房布局和严格的环境要求是十分必要的。机房主要由操作间、扫描间、计算机房和配电室组成。由于现代计算机的小型化，计算机系统整合在扫描架和操作台中，配电室也多与扫描间合并，因此现代 CT 占有空间也越来越小。

机房温度一般控制在 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $40\%\sim 60\%$ ，因此 CT 机房内常常需要安装空调设备。

第三节 CT 检查技术

一、平 扫

平扫是指不用增强或造影的普通扫描，其方式可分为普通和螺旋两种，某些机种还有 SUMSCAN（多层扫描叠加重建）技术，以消除骨质伪影。一般要求先行平扫，再根据需要行其他特殊扫描。

二、增强扫描

增强扫描是经静脉注入水溶性有机碘剂，再行扫描的方法，含血管丰富或血脑屏障破坏的区域可显示强化。因有机碘剂可引起病人过敏反应，CT 医师有必要了解有关造影剂的知识。

（一）造影剂的种类与结构

CT 检查使用的多为水溶性造影剂，均为三碘苯环的衍生物，基本可分为两类：一类是离子型造影剂，另一类是非离子型造影剂。前者是三碘苯甲酸的盐，主要是钠盐和葡甲胺盐，如泛影葡胺（Diatrizate Meglumin Angiografan）、异泛影葡胺（Conray60）、异泛影钠（Conray400）等。由于它们是盐，带有电荷，因此，常被称为离子型造影剂。它们所带的阳离子为含三碘苯环，阴离子为葡甲胺、钠、钙、镁等。第二类造影剂是新一代的单体或双体三碘苯环造影剂，如优维显（Ultravist）或称碘普鲁胺（Iopromide）、欧乃派克（Omnipaque）或称碘苯六醇（Iohexo）、碘必乐（Iopamiro）又称碘异酞醇等。由于它们不是盐类，在水溶液中不产生离子，不带电荷，故称为非离子型造影剂。这两类造影剂又分为单体与双聚体两种类型。单体造影剂指一分子造影剂仅有一个三碘化苯环，双聚体则指一分子造影剂含

有两个三碘化苯环。现在临床上使用的除伊索显 (Isovist) 外, 均为单体造影剂。

离子型造影剂的碘原子数与溶质质点数之比为 3:2, 即造影剂与盐之比为 1.5, 其渗透压高达 1400~2300mosm/L, 因此又可称比值 1.5 造影剂或高渗造影剂, 非离子型造影剂的碘原子数与溶质质点数之比为 3:1, 即比值为 3, 其渗透压在 634~800mosm/L 范围, 因此又可称其为比值 3 造影剂或低渗造影剂。

(二) 造影剂反应及其防治

当前, 应用增强 CT 扫描相当普遍, 由于使用造影剂量大, 注射速度快, 有引起严重造影反应甚至死亡的危险, 尤其是对高危人群应当采取积极的防范措施, 以保证病人生命安全。

1. 高危人群是指: ①对碘剂或药物过敏者; ②有荨麻疹、湿疹、哮喘、枯草热等过敏史者; ③充血性心衰、严重心律失常、冠心病、肺动脉高压和紫绀型冠心病者; ④肾功能不全、糖尿病、多发性骨髓瘤、嗜铬细胞瘤、镰状细胞贫血和严重失水者; ⑤65 岁以上、1 岁以下、过度恐惧和精神紧张患者。

2. 高危人群在常规增强 CT 扫描时, 出现造影剂反应的几率较一般人高且严重, 宜采取以下保护措施: ①扫描前口服强的松, 每日 50mg, 一日 3 次, 共 3 天; 或注射造影剂前经静脉注射地塞米松 10~20mg; 或于增强扫描前 1~2 小时口服扑尔敏 4mg 和西米替丁 400mg; ②选择非离子型造影剂, 例如欧乃派克和优维显等; ③严格掌握造影剂的浓度、剂量和注射速度; ④造影反应通常出现于注射造影剂时或其后不久, 即使反应轻微也应予以重视, 因为可能是严重反应的前兆。

3. 一旦出现严重反应, 应立即停止注入造影剂, 保留注射针头, 并立即经血管内注射地塞米松 40mg 或其他类固醇类药物, 不论是何种反应形式, 如不见好转, 可多次重复注射。

4. 针对造影反应的类型, 实施积极有序的抢救措施。

三、造影扫描

造影扫描如脑池造影、椎管造影等，临床上应用较少。

四、高分辨力扫描 (HRCT)

提高 CT 图像空间分辨力的一种扫描技术，主要用于肺间质、内耳及肾上腺等细小结构或器官的显示，要求条件如下：
①CT 机固有空间分辨力小于 0.5mm；②重建采用高空间分辨力的算法；③薄层扫描 (1~1.5mm)；④采用 512×512 矩阵。

五、多平面重建 (MPR)

多平面重建属于后处理技术中的一种，是由原始图像（一般是轴位）经计算机处理，获得矢状、冠状、斜位或曲面的图像。多平面重建有利于诊断医师建立良好的立体空间感，从而有利于病变的准确定位。

六、三维重建

三维重建有三种方法，即表面重建法、容积重建法和最大强度投影法 (MIP)。多用于骨骼的显示和 CT 血管造影 (CTA)。

七、仿真内窥镜技术

仿真内窥镜技术实际上是三维重建技术与计算机虚拟现实技术的结合，如利用管腔导航技术，可虚拟各种内镜检查的过程，可行伪彩编码。患者无痛苦、易接受。但易受伪影影响，不能进行活检是其缺点。