

实用胸部 CT 诊断学

张国桢 编著

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

内 容 提 要

本书是一本实用性较强的胸部 CT 专著。以张国桢教授多年的临床经验,并结合参考国内外的可取资料,综合论述了 CT 的工作原理及其在胸部病变诊断中的应用。本书从胸部的正常解剖入手,详细介绍了胸部 CT 的横断层面结构,系统总结了胸部 CT 的检查方法和技术要点,分类叙述了胸部多种疾病的 CT 诊断。此外,本书还对部分疑难病例和罕见病例进行了讨论。本书是医学影像工作者、肺科医师和胸外科医师所需的专业工具书,亦可作为其他临床多种医师和医学院校师生的参考书。

实用胸部 CT 诊断学

张国桢 编著

科学技术文献出版社出版

(北京市复兴路 15 号 邮政编码:100038)

上海中华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 850×1156 1/32 印张 5.25 插页 160 字数 120,000

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—5,000 本

ISBN 7-5023-1869-O/R·324

定价:(精装本) 30 元

吴 序

胸部 CT 扫描,由于能清楚显示胸部的横断面解剖结构,又在良好的解剖背景上能很好地显示病灶,这就大大提高了对胸部疾病的诊断水平。它的诊断价值已经得到肯定,其临床应用日趋广泛。但是,目前国内还没有一本较为全面而系统的胸部 CT 专著。有鉴于此,上海华东医院 CT 室主任医师张国桢教授总结了他多年来从事胸部 CT 诊断的工作经验,又参考国内外有关专著和大量文献,编著了《实用胸部 CT 诊断学》一书。该书的出版,对广大医学影像学工作者和有关临床医师来说,是一件可喜的事情。

全书分 10 章 69 节,25 万余字,插图 33 幅,CT 照片图 300 余帧,可称文图并茂。书中评述了胸部横断面 CT 解剖、胸部 CT 的检查方法与技术,并分类介绍了胸部各种疾病的 CT 表现与诊断。为了诊断的需要,还扼要介绍了有关临床要点和病理。可见,内容较为全面而又系统。

本书文字流畅,层次清楚,线图精确,图片清晰,易于理解,便于使用。因内容来自著作者本人的临床经验和潜心研究,符合我国实际,故而很有实用价值。

尽管书中也难免有某些缺点和不足,但我愿推荐本书给广大读者。并相信本书对开展、提高胸部 CT 检查与诊断工作将起到良好的促进作用。



1992 年 6 月

徐 序

七十年代以来,由于新技术的突飞猛进,医疗仪器在影像学方面亦有了长足的进展。X线计算机体层扫描(简称CT)的问世,对胸部疾病的诊断具有独到的重要价值。CT具有显示胸部解剖层次的能力,避免了结构上的重叠,加之其密度分辨率较高,易于发现病灶和分析判断其性质特点,从而在胸部疾病的诊断和鉴别诊断以及了解病变的侵及范围等方面有了进一步提高。对病变混杂在肺门区、纵隔内、心影后或贴近胸膜时,其鉴别能力更为突出。这对明确诊断,选择正确治疗方法,特别是手术指征的取舍,都具有重要的意义。

著作者在30多年从事放射诊断工作的基础上,以平日勤奋好学的精神,刻苦研究CT诊断技术十余年,在积累了丰富经验的基础上,参考了一些国内外有关文献,撰写成此书。此书的一个特点是上海华东医院和上海市儿所呼吸系统疾病专业医院紧密联系,收集了大量先经CT扫描,后经手术病理证实的病例,精选其中的300余幅CT照片以作示范,并从具体实践中总结经验教训,丰富了内容,有助于读者对书中内容的吸收和理解。此书的另一个特点是作者深知读者心理,在撰写中重视胸部解剖,详细叙述了胸部各器官的横断解剖结构,作为阅读本书的基础。书中正确描绘了胸部器官各自的部位以及前后、上下、左右相互之间的毗邻关系,同时系统介绍了胸部CT

的检查技术和各类胸部疾病的诊断要点,对胸部 CT 的诊断工作具有指导作用。

《实用胸部 CT 诊断学》一书对广大医学影像工作者、肺科医师、胸外科医师均系必读材料,对其他临床各科医师和医学院校学生亦有很大的帮助。此书的出版,对整个医务界在胸部疾病的诊断和治疗方面将起推动作用。

徐昌文

1992年6月

著 作 权 人：张国桢

协同编写人员：

蒋海清	沈宗文	唐 鹜
葛云明	朱 凤	郑海宁
颜嫣惠	高兴汉	张锦蓉
何国钧	严德钧	杨新法
窦元章	王学广	柯 琪

目 录

吴 序

徐 序

第一章 绪 论	1
第一节 CT 的基本原理	1
第二节 CT 的工作过程	2
第三节 CT 的分代和种类	3
第四节 CT 的结构	5
第五节 CT 的图象处理功能	7
第六节 衡量 CT 性能的几个重要指标	8
第七节 胸部 CT 的应用特点	9
第八节 胸部 CT 读片指南	10
第二章 胸部 CT 的检查方法和技术要点	14
第一节 纵隔检查方法	14
第二节 肺检查方法	15
第三节 20°斜位 CT 扫描方法(胸部)	16
第四节 心血管检查方法	16
第五节 乳腺的检查方法	17
第六节 CT 值的测定	17
第七节 造影剂的应用	18
第八节 图象的调制与处理	21
第九节 CT 引导下胸部疾病的针刺活检	25
第十节 胸部 CT 检查的适应征	26
第三章 胸部正常 CT 解剖	28
第一节 肺部正常 CT 解剖	28
第二节 纵隔 CT 的应用解剖	37

第三节	横膈的 CT 解剖	42
第四节	胸膜和胸壁的 CT 解剖	43
第五节	心和心包	47
第六节	胸内淋巴结	49
第七节	胸部 CT 解剖辨误	56
第四章	肺部病变的 CT 诊断	62
第一节	肺炎	62
第二节	肺脓疡	63
第三节	肺气肿	64
第四节	肺不张	65
第五节	肺结核	67
第六节	结节病	69
第七节	肺血吸虫病	70
第八节	肺恶性淋巴瘤	71
第九节	白血病肺部病变	72
第十节	类风湿性关节炎肺部病变	73
第十一节	肺霉菌病	74
第十二节	石棉肺	75
第十三节	肺弥漫性病变	77
第十四节	肺肿瘤性及肿瘤样病变	82
第十五节	肺切除术后改变	90
第十六节	肺动静脉瘘	91
第十七节	特发性肺间质纤维化	92
第五章	气管、支气管病变的 CT 诊断	94
第一节	先天性支气管囊肿	94
第二节	慢性支气管炎	95
第三节	支气管内膜结核	96
第四节	支气管扩张	97
第五节	气管肿瘤	98

第六节	支气管肺癌	99
第七节	特殊类型肺癌	115
第六章	纵隔病变的 CT 诊断	121
第一节	纵隔 CT 检查的诊断价值	121
第二节	纵隔炎症	123
第三节	纵隔损伤	124
第四节	纵隔肿瘤	125
第五节	纵隔大血管病变及变异	130
第六节	纵隔增宽的 CT 评价	134
第七章	横膈病变的 CT 诊断	138
第一节	膈疝	138
第二节	膈下脓肿	139
第三节	膈麻痹与膈膨升	139
第四节	横膈肿瘤	140
第八章	心和心包病变的 CT 诊断	141
第一节	心肌梗塞	141
第二节	心包畸形	142
第三节	心包炎与心包积液	142
第四节	心包肿瘤	143
第五节	心脏肿瘤	144
第九章	胸膜和胸壁病变的 CT 诊断	145
第一节	胸腔积液	145
第二节	胸膜增厚及钙化	146
第三节	胸膜肿瘤	147
第四节	胸壁病变	148
第五节	乳腺	149
第十章	胸部 CT 疑难病例及罕见病例讨论	151
主要参考文献		
后记		

第一章 绪 论

X线计算机体层扫描(Computed Tomography, 简称 CT)是二十世纪科学技术发展的重大成就之一。为医学影像提供了一个崭新的诊断手段,使放射学从胶片影像时代进入了电子计算机图象处理的时代,是自 1895 年伦琴(W. K. Röntgen)发现 X 射线以来,在放射诊断学领域内一次无与伦比的重大革新。

第一节 CT 的基本原理

CT 的数学理论依据,是数学家雷登(J. Radon)早在 1917 年就已证明的,即任何物体可以从它的投影的无限集合来重建其图象。CT 的物理原理则是人体各部分对于 X 线具有不同的吸收能力(或称衰减能力)。亨斯费尔德(Hounsfield)基于这些理论所创造的 CT 基本形式是:一束经过准直的 X 线围绕人体的长轴进行扫描,扫描过程中处于人体相对一侧的 X 线探测器随时对穿透人体的 X 线进行记录,以此构成“投影”。然后,电子计算机运用这些投影数据按照特定的数学模型进行图象重建,最后取得这一部位的薄层横向断面图象。

物质对 X 线的吸收能力决定于物质的密度、原子量、X 线在其中穿越的距离以及 X 线本身包涵的能谱。假设一束单色的 X 线通过长度为 L 的某一均匀物质单元,其入射和出射 X 线强度将有如下关系:

$$I = I_0 e^{-\mu L}.$$

式中 I 为出射线强度, I_0 为入射线强度, μ 称为该物质的 X 线吸收系数(或称线性衰减系数)。根据这一公式,当知道 I 、 I_0 和 L 之

后,就能计算出 μ ——这一反映物质密度和组成的信息。在进一步将其按比例按顺序在示波屏上转变为亮度信号之后,一幅断层图象就重建完成了。

第二节 CT 的工作过程

1. 采集数据: 当扫描起动以后, X线通过源准直器、人体和接收准直器到达探测器,使探测器接收到几乎是纯净的直射X线,所有的散射线几乎都被阻挡于外。CT 采用的探测器无论是固体还是气体,在感受X线的性能上大大优于X线胶片和荧光屏,它具有极高的灵敏度、很低的噪声以及大到 100,000:1 或 1,000,000:1 的动态范围,能够感知极小的X线强度变化,从而取得丰富的密度信息。

2. 预处理数据: 由探测器取得的原始数据,必须经过一系列的修正,才能用来重建图象。这一修正过程称为预处理。通常包括:(i)射线硬化修正;(ii)惰性修正;(iii)X线均匀性修正;(iv)各探测通道增益归一化修正;(v)X线在扫描过程中波动的修正;(vi)系统的几何学修正,包括探测系统偏心修正和简化图象重建的坐标变换。

经过以上各项修正后的数据,已成为接近反映真实情况的原始数据,将被送入图象重建系统。

3. 重建图象: 将原始数据进行褶积和反投影运算,得出每个象素的亮度值即完成重建过程。这一图象信息随即被送入图象处理器。

4. 图象处理和显示: 通过计算机软件的控制,对各个象素的位置、数值关系进行编排,形成窗宽、窗位、格式、灰阶以及统计计算、字符注释等处理功能。然后经数模转换,使每个象素在荧屏上表现不同的亮度,显示出图象。

5. 图象和原始数据的贮存: CT 图象和原始数据都以数字

形式贮存于计算机的外围设备中。其存、取，则通过操作指令实现。通常，这些数据的暂时存取都在硬磁盘中进行；永久存储则选用磁带，或软磁盘，或光盘。

第三节 CT 的分代和种类

自 1971 年世界上第一台 CT 正式应用于临床，至今已有廿余年了。其性能和技术的改进异常迅速。通常人们以“代”的概念来描述这种改进。

1. 第一代：由笔形 X 线束加单个探测器组成的扫描结构对人体进行平移加旋转的扫描运动。这是第一代 CT 的典型结构。在扫描过程中，每平移一次，约进行 256 次投影。然后围绕人体旋转 1° ，再行第二次平移投影。这样总共旋转 180° ，可取得 256×180 （约等于 46000）个数据，需时 2~3 分钟。由于扫描速度缓慢，这种 CT 仅用于头颅，俗称“头颅 CT”（或“脑 CT”）。1974 年美国 GEORGETOWN 大学的莱德利·罗伯特（Robert Ledley）运用第一代 CT 的原理装置了世界上第一台全身 CT，称之为“ACTA 扫描机”。虽然所取得的图象质量并不好，但这是将 CT 引向全身诊断的一个开端。

2. 第二代：继续保持平移加旋转的扫描结构，但是采用了一个以上的探测器和扇状 X 线束，并由第一代的每次旋转 1° 改进为 $3^\circ \sim 10^\circ$ ，使扫描速度大为提高。美国 OHIO NUCLEAR 公司于 1974 年 9 月制造了世界上第一台二代 CT—— $\Delta 50$ ，但扫描速度较慢。英国 EMI 公司于 1975 年制造的具有 30 个探测器的二代 CT，使扫描时间较第一代整整提高了一个数量级，达到 20 秒。它的制造成功，是 CT 发展中的一个飞跃。

3. 第三代：第三代 CT 的扫描速度比之第二代又提高了一个数量级，达到 5 秒以下。可以认为是性能上的另一次突破。这类 CT 提高扫描速度的关键，是根本取消了扫描过程中的平移，而

改为单纯的旋转加旋转。即X线球管和探测器一起同步地围绕被扫描物体的轴心进行旋转。与此同时,探测器增加到250个以上。这使数据采集量超过三十万个,图象质量获得明显的改善。

美国 ARTRONIX 公司于1974年首次试制第三代原理的CT,1975年GE公司正式投产这一类型的全身CT。

由于探测器与球管同步旋转,数量又很多,使得这一结构的CT极易因数据通道的故障而出现圆环形伪影。为使各通道性能尽量稳定地一致,大多数第三代CT都采用高压氙电离室探测器。因为数百枚电离室内部气体相通,压力一致,其光电转换性能很均匀,在很大程度上减少了环形伪影出现的机会。

4. 第四代: 第四代CT在克服第三代CT的缺点方面有所前进。它消除了环形伪影,同时在分辨率指标方面也有所提高。但是,因为扫描速度及图象指标并无突破性的改进,所以,其单独成“代”并未获得公认,其优缺点大多和第三代CT形成互补,所以考虑它为第三代的另一形式似乎更恰当一些。第四代CT在结构上的一大改变是探测器不再围绕人体旋转,而是均匀分布固定于扫描架的外圆周上,探测器的总数达到600个以上,数据采集量约为40万或更多。图象质量好,经过适当安排之后,在小扫描直径的使用中显示出较特别的优越性。

近年来,CT的新发展是采用滑环技术,取消了以往缠绕于旋转机架上的各种电缆,代之以集流滑环。这一技术加快了扫描速度,特别在连续扫描、动态扫描中发挥了极大作用。当进行连续扫描时伴之以床体的连续运动,扫描光束即在人体上形成螺旋轨迹,构成螺旋型扫描(Spiral,或称 Helical Scanning)。螺旋型扫描具有以下优点:

(i) 可在短时间内实现无间断的扫描(32秒内完成32cm的扫描)。

(ii) 不间断的数据收集可精确追踪造影剂流程。

(iii) 无扫描空隙的数据群可作体段图象重建和精细的三维

重建。

(iv) 对胸、腹部检查,可明显减少扫描盲区的出现。

因此,螺旋型扫描是 CT 发展中的一次极重要的技术革新,也是今后 CT 发展的方向。

5. 第五代: 即超高速 CT。八十年代初即开始研制。它采用半圆环阳极靶面的大型 X 线管,通过磁偏转技术控制电子束对阳极作快速扫描轰击,从而得到围绕人体扫描的 X 线束。这一技术取代了传统的机械旋转式扫描。这种 CT 实现了 5ms (毫秒) 的超高速扫描。1 秒内可扫描 17 次,故尤其适用于心脏动态检查。此外,还能进行血流量的测定、三维图象的重建、电影动态的摄影、功能诊断等。故又称 Ultra Fast CT (即 UFCT),或 Cine CT。

现行 CT 大致分为以下四种类型:

(1) 简易型——以最低限度要求设计的小型 CT。扫描速度很慢,图象指标偏低,软件功能较少。但售价很低。适合小型医院或经济条件差的地区选用。

(2) 经济型——按常规要求设计的小型 CT。扫描速度稍慢,图象质量较好。售价中等。适合一般中型医院选用。

(3) 标准型——性能优良,功能全面。各项指标均在最高水平。能充分满足临床使用要求。但价格较高,适合大型综合性医院选用。

(4) 先进型——是体现目前 CT 领域中最尖端技术的机型。如当前的滑环螺旋型 CT 和超高速 CT。因价格昂贵,仅适合于有特殊需要的医疗机构或研究中心选用。

第四节 CT 的结构

CT 由三个主要部分组成:

1. X 线系统: 包括球管、X 线高压发生器和 X 线控制器。

(1) CT 专用的球管与常规 X 线球管有所区别。一般,固定阳

极 CT 球管的焦点呈扁长方形,以获得扁平的射束。旋转阳极管的热容量很大,目前已达到 150 万~350 万热单位。因此,无论哪种 CT 球管,都必须配备水冷、油冷或混合的冷却系统,并提高强制冷却阳极的热交换器的功率。

(2) CT 使用的 X 线高压发生器由于曝光时间长(从几秒到几分钟),要求其输出十分稳定。为此,早期都设有高压调整管,以滤去纹波和补偿电网电压的波动。新型 CT 则采用计算机控制的高频 X 线高压发生器。

(3) X 线控制器与计算机联机并受控于计算机,曝光的启停, KV, MA 的幅值都由计算机随时指定。完善的联锁保护系统确保运行的安全和故障的及时发现。

2. 扫描系统: 包括扫描机架和诊察床。

(1) 扫描机架内主要装有扫描传动系统、旋转架、探测器和控制电路。它们全部在计算机的协调下进行工作。扫描电机的启动, X 线快门的开动,探测器读数门电路的开启、次序等等任何一个环节的失调,都会导致图象的严重破坏。

(2) 诊察床的动作虽然仅有升降和进退之分,但也是在计算机的控制下运行的。因为几乎所有的 CT 其床面都是在扫描过程中自动定位的。当球管旋转与床面移动同步进行时,即构成螺旋型的连续扫描。

3. 数据处理系统: 包括主计算机及其外围设施,如操作台,磁盘机,磁带机,软盘机,光盘机,打印机和多幅照相机等。

(1) 主机: 由管理机和专用机组成。管理机通常由通用计算机担任(可以是小型机或是微型机,但它必须有足够的内存容量,以便吞吐大量的数据)。它负责整个 CT 系统各部分工作的总调度和数据流的缓冲。专用机一般只为重建图象服务,由于任务单一,运行速度就较快(如反投影机和担任褶积任务的阵列处理机的运算速度可以达到每秒几千万次)。

(2) 外围设备: 最主要的是操作台和硬磁盘机。前者是人机

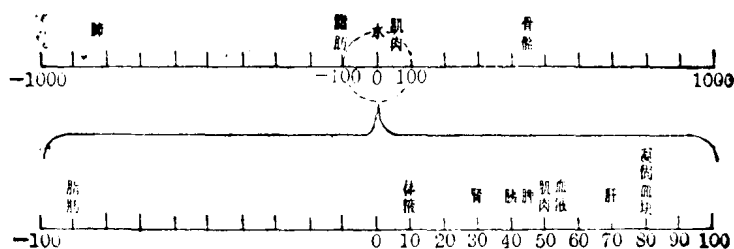
对话和显示图象的工具,后者是存储图象和系统软件的重要场所。它容量的大小,性能的优劣,直接影响病人的流通量。目前大多数三、四代 CT 都拥有 80MB 以上容量的硬盘,有的达到 600MB 以上,甚至更多。光盘则可储存 3000~8000 幅 512×512 图象(相当于一般用的 70 盒磁带的贮存量)。

第五节 CT 的图象处理功能

1. 组织密度的定量分析: 亨斯费尔德在对各种人体组织的 X 线吸收系数 μ 进行了研究之后,制定了一个衡量 μ 值的标尺,称为“CT 值”:

$$\text{CT 值} = 1000 \frac{\mu_x - \mu_{\text{水}}(73\text{KEV})}{\mu_{\text{水}}(73\text{KEV})}。$$

可见水的 CT 值恰好为 0。空气为 $-200 \sim -1000$ 。骨质的 CT 值还和其松密程度有关,一般在 $+130 \sim +1000$ 范围内。目前这一标尺为国际所公认。(可横向表示这一标尺,也可纵向表示;并可参见第 18 页的表。)



体内各器官、组织的 CT 值示意简表

所有 CT 都有 ROT (即“兴趣区”)的功能。利用操纵杆或球可以在图象上划定某一范围,从而可在屏幕或 CT 片上读出该区域的平均 CT 值,甚至每一个象素的 CT 值,从而使人体组织微小的密度差得到灵敏的定量分析。