

CT 诊断学

供高等院校影像及医疗系试用

张雪林 陈龙华 主编
黄其鏊 曾行德 主审



广东高等教育出版社

CT 诊断学

主编 张雪林 陈龙华

主审 黄其銮 曾行德

广东高等教育出版社

1997 • 广州

(粤)新登字: 09 号

CT 诊 断 学

主编 张雪林 陈龙华

主审 黄其鏊 曾行德

广东高等教育出版社

广东省新华书店经销

第一军医大学印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 16 开本 19.625 印张 45 万字

1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月第 1 次印刷

印数 1 — 3000 册

ISBN7-5361-2050-8/R • 123

定价: 48.00 元

主 编 张雪林 陈龙华

副主编 陈燕萍 李绍林 成官迅 许乙凯

编 者 (按姓氏笔画排列)

卢 晶 成官迅 许乙凯 张雪林
陈龙华 陈燕萍 李绍林 邹常敬
昌仁民

主 审 黄其鏊 曾行德

审 校 (按姓氏笔画排列)

马著彬 许乙凯 张雪林 陈龙华
胡和平 黄其鏊 曾行德

照片摄制 吕春华 刘志德 邱士军 朱正兵

电脑编辑 卢 晶 邹常敬 曾 弘 刘杏元

前言

《CT 诊断学》是为蓬勃发展的影像诊断学的教学需要而编写的。由于现代高科技的迅猛发展,影像诊断在医学中的地位越来越突出,而 CT 由于应用广泛,诊断效果甚佳占有举足轻重的作用。目前国内的 CT 机正在逐步普及,在大专院校设有影像诊断专业也越来越多。但 CT 教学缺乏相应的教材。

我校影像诊断科是全军的医学影像诊断中心,也是国内较早使用 CT 机的单位之一,目前 CT 检查已达 5 万余例。在影像诊断教学中,我校设有影像大专班(三年)、影像本科班(五年)、研究生班(三年)及全军高技术 CT 学习班(短期)等多种层次的影像专业。我们从事 CT 教学已十余年。《CT 诊断学》一书,实际上是我们历来的教学、医疗工作的总结,部分章节是在原讲义基础上,经过整理、修改、加工而成。该书部分内容已在历年教学中,学生已抄写或复印,反应良好。我们将此书公开发表,旨在供全国高等院校及不同层次的 CT 教学试用,希望能有参考作用。

本书是学生用讲义,重点是讲清概念,将 CT 最基本的、最主要的、已有定论的知识写进书里,但其广度也略有超过影像专业学生所掌握的范围,意在可供学生毕业后、研究生及临床各科医师参考。在使用中,各教学单位可根据不同层次的大纲要求,选用其中的部分。

影像诊断学教材,目前纵(按机器)横(按系统)如何构成体系尚无定论,我们将 CT 单列,目的使学生对 CT 有一个系统的概念,就像临床医学生学习生理、解剖课一样。这种编写是一种尝试,效果如何?还有待实践的检验。

错误之处,敬请指正。

张雪林 陈龙华

1997 年 5 月于第一军医大学附属南方医院·广州

目 录

1. CT 基础知识	1
1.1 发展概况	1
1.2 基本原理	1
1.3 CT 机基本结构	5
1.4 CT 图像特点	7
1.5 CT 检查方法	10
1.6 CT 造影剂	11
造影剂的分型	19
造影剂的体内分布	19
造影剂的给药途径	20
造影剂反应的机理	20
造影剂反应的患者高危因素	21
造影剂反应的预防	21
造影剂反应的处理	21
2. 颅脑	23
2.1 检查方法	23
2.2 颅脑 C T 解剖	24
2.3 颅内肿瘤	36
颅内肿瘤的基本 CT 表现	36
星形细胞瘤	39
少突胶质细胞瘤	45
髓母细胞瘤	47
脑膜瘤	50
间变性脑膜瘤和脑膜肉瘤	56
听神经鞘瘤	57
垂体腺瘤	62
颅内转移瘤	68
2.4 脑血管疾病	71
脑动脉闭塞性脑梗塞	71
腔隙性脑梗塞	77
高血压性脑出血	78
蛛网膜下腔出血	81
颅内动脉瘤	82
脑动静脉畸形	84

2.5 颅脑损伤	85
硬膜外血肿	86
硬膜下血肿	87
脑内血肿	90
混合性血肿	90
脑挫裂伤	91
弥散性轴索损伤	92
2.6 颅内感染性疾病	93
脑脓肿	93
化脓性脑膜炎	96
颅内结核	98
艾滋病(AIDS)的颅内感染	100
脑弓形体病	101
脑囊虫病	102
2.7 脱髓鞘疾病	104
多发性硬化症	105
肾上腺脑白质营养不良	107
2.8 先天性颅脑畸形	108
胼胝体发育不全	108
小脑扁桃体下疝畸形	109
结节性硬化病	110
2.9 脑萎缩	111
2.10 脑积水	115
代偿性脑积水	118
阻塞性脑积水	119
交通性脑积水	120
正常压力脑积水	121
3. 五官	122
3.1 眼及眼眶	122
检查方法	122
正常 CT 解剖	122
骨折及软组织损伤	124
眼内异物	125
眼眶蜂窝组织炎	126
炎性假瘤	127
视网膜母细胞瘤	128

泪腺肿瘤	129
眼眶血管瘤	130
3.2 鼻和副鼻窦	131
检查方法	131
正常 CT 解剖	132
副鼻窦炎症	133
副鼻窦囊肿	134
鼻腔癌	136
上颌窦癌	137
3.3 耳	138
检查方法	138
正常 CT 解剖	138
中耳乳突炎	140
中耳乳突胆脂瘤	141
3.4 咽喉部	142
检查方法	142
正常 CT 解剖	143
鼻咽癌	146
喉癌	148
3.5 其它	150
腮腺正常 CT 解剖	150
腮腺混合瘤	151
颈部淋巴结肿大	152
4. 呼吸循环系统	153
4.1 胸部 CT 检查方法	153
4.2 胸部正常 CT 解剖	156
4.3 肺感染性疾病	159
肺炎	159
肺脓肿	160
肺结核	161
肺真菌性感染	163
4.4 肺肿瘤	164
原发性支气管肺癌	164
转移瘤	169
肺炎性假瘤	170

4.5 其他气管、支气管及肺病变	171
肺气肿	171
肺不张	172
慢性支气管炎	173
支气管扩张	174
尘肺	175
4.6 纵隔疾病	176
胸腺瘤	176
胸内甲状腺	178
皮样囊肿和畸胎瘤	178
支气管囊肿	179
神经源性肿瘤	179
恶性淋巴瘤	180
4.7 胸膜病变	181
胸膜炎症和积液	181
气胸和液气胸	181
胸膜肥厚、粘连、钙化	182
胸膜恶性间皮瘤	183
4.8 胸部大血管病变	184
胸主动脉瘤	184
主动脉夹层动脉瘤	185
5. 消化系统	187
5.1 适应证	187
5.2 限度	187
5.3 检查方法	187
5.4 正常 CT 解剖影像	188
5.5 食管病变	197
食管平滑肌瘤	197
食管癌	197
5.6 肝脏病变	198
肝硬化及门脉高压	198
脂肪肝	199
肝脓肿	200
肝海绵状血管瘤	202
肝囊肿	203
原发性肝细胞癌	204

肝转移瘤	206
5.7 胆道疾病	207
先天性胆总管囊肿	207
胆囊炎、胆石症	208
胆囊癌	209
胆管癌	210
5.8 胰腺疾病	211
急性胰腺炎	211
慢性胰腺炎	212
胰腺癌	213
5.9 脾脏疾病	214
脾肿大	214
脾脓肿	215
6. 泌尿系统 CT 诊断	217
6.1 泌尿系统病变 CT 检查方法	217
6.2 泌尿系统正常 CT 解剖	218
6.3 泌尿系统先天性异常	220
马蹄肾	220
异位肾	221
6.4 泌尿系统结石	221
肾结石	222
膀胱结石	223
6.5 泌尿系统感染性病变	224
肾结核	224
慢性肾盂肾炎	225
黄色肉芽肿性肾盂肾炎	226
肾和肾周脓肿	227
6.6 泌尿系统肿瘤	229
肾错构瘤	229
肾细胞癌	230
肾盂癌	231
肾母细胞瘤	233
膀胱癌	234
6.7 肾积水	236
6.8 肾囊肿性病变	237
单纯肾囊肿	237

成人型多囊肾	238
婴儿型多囊肾	239
7. 生殖系统 CT 诊断	240
7.1 生殖系统病变 CT 检查方法	240
7.2 生殖系统正常 CT 解剖	241
7.3 男性生殖系统病变 CT 诊断	242
前列腺增生症	242
前列腺癌	243
7.4 女性生殖系统病变 CT 诊断	244
子宫肌瘤	244
子宫体癌	246
宫颈癌	247
卵巢囊肿	249
卵巢畸胎瘤	250
卵巢癌	251
8. 脊柱和脊髓 CT	253
8.1 脊柱 CT 的检查方法	253
8.2 脊柱的正常 CT 断层解剖	253
8.3 椎间盘疾病及椎管狭窄	255
椎间盘突出	255
椎管狭窄	257
8.4 脊柱肿瘤	259
转移瘤	259
血管瘤	259
脊索瘤	259
8.5 椎管腔内肿瘤	260
脊髓内肿瘤	260
髓外硬膜内肿瘤	260
硬脊膜外肿瘤	261
8.6 脊柱外伤	261
寰枢椎脱位	261
脊椎骨折	261
8.7 其它	262
脊椎结核	262
脊膜膨出和脊髓脊膜膨出	263
脊髓空洞症	263

9. 内分泌系统	264
9.1 甲状腺	264
检查方法	264
正常 CT 解剖	264
甲状腺腺瘤	265
甲状腺癌	266
甲状腺囊肿	266
甲状腺肿	267
9.2 肾上腺	269
检查方法	269
正常 CT 解剖	269
肾上腺皮质增生	270
肾上腺皮质腺瘤	272
肾上腺皮质腺癌	273
嗜铬细胞瘤	274
肾上腺转移瘤	276
10. 骨骼与关节	277
10.1 检查方法	277
10.2 基本解剖	278
10.3 骨骼与关节基本病变 CT 表现	278
10.4 常见骨肿瘤和肿瘤样病变	279
成骨肉瘤	279
骨纤维肉瘤	281
软骨肉瘤	282
尤文氏肉瘤	283
多发性骨髓瘤	284
骨转移瘤	285
骨巨细胞瘤	286
骨瘤	287
骨样骨瘤	288
骨软骨瘤	289
软骨瘤	290
骨囊肿	291
骨纤维异常增殖症	292
动脉瘤样骨囊肿	293
骨嗜酸细胞肉芽肿	294

10.5 骨化脓性炎症 CT 诊断	295
化脓性骨髓炎	295
慢性化脓性骨髓炎	296
10.6 骨关节结核 CT 诊断	297
长骨结核	297
脊椎结核	298
关节结核	298
10.7 骨关节外伤 CT 诊断	299
骨折	299
关节脱位	300
10.8 股骨头缺血性坏死 CT 诊断	301
10.9 类风湿性关节炎 CT 诊断	302
10.10 退行性骨关节病 CT 诊断	303

1. CT 基础知识

张雪林 卢晶编著 黄其鏊 陈龙华审

1.1 发展概况	1	1.4 CT 图像特点	7
1.2 基本原理	1	1.5 CT 检查方法	10
1.3 CT 机基本结构	5	1.6 CT 造影剂	11

1.1 发展概况

自 1895 年 W.C.Röntgen 发现 X 线以来, X 线就被广泛应用于医学影像诊断。计算机体层摄影 (Computed Tomography, CT) 是近代飞跃发展的计算机技术和 X 线检查技术相结合的产物。

早在 1917 年奥地利数学家 J.Radon 从数学理论上证明了二维或三维物体可通过集合其无限投影以重建图像。1938 年德国 Gabriel Frank 首先在 X 线诊断工作中用光子方法进行图像重建。1956 年 Bracewell 第一次将一系列由不同方向测得的太阳微波放射数据, 运用图像重建方法, 绘制了太阳微波发射图像。1961 年以后, Oldendorf 等曾先后将图像重建技术运用于临床诊断工作, 只因所得图像清晰度欠佳而未能用于临床。1963 年美国 Cormak 提出了用 X 线扫描进行图像重建的正确数学推算方法, 从而为进一步开展 CT 技术打下了基础。

1971 年英国 EMI 公司 Hounsfield 研制成功第一台头部 CT 扫描机。同年 10 月 4 日在英国 Atkinson Morley 医院检查了第一例病人, 与神经放射学家 Ambrose 合作, 取得了极为满意的诊断效果。这一成果于 1972 年在英国放射学术会议上发表, 1973 年在英国放射杂志上报道, 引起了人们的极大关注。这种诊断价值高, 无痛苦、无创伤、无危险的诊断方法, 是放射诊断领域中的重大突破。Hounsfield 因此而获得了 1979 年的诺贝尔医学生物学奖。

1974 年美国 Georgetown 医学中心工程师 Ledkey 设计了全身 CT 扫描机, 1975 年第一台全身 CT 机问世, 并在 Northwick Park 医院投入临床使用, 1976 年 2 台性能更先进的 CT 机在美国 Mallinckrodt 放射研究室和 Mayo 临床诊所安装使用, 使之可以对全身各个部位进行检查。目前, CT 装置在设计和功能上又有了很大的改进和发展, 诊断效果越来越好, 临床应用也日趋普遍。

1.2 基本原理

CT 是通过 X 线管环绕人体某一层面的扫描, 测得该层面中各点吸收 X 线的数据, 然后利用计算机的高速运算和图像重建原理, 所得该层面的横断或冠状面的图像。

一、基本概念

1. 线性衰减系数 (Linear Attenuation Coefficient) 简称 " μ "

众所周知, X 线在穿透物质时其强度呈指数关系衰减。X 线通过均匀物质后的强度 I_{out} 与入射强度 I_{in} 的关系为: $I_{out}=I_{in}\cdot e^{-\mu L}$ (图 1.1)。L 为 X 线在均匀物质中传播的距离。 μ 为物质对 X 线的衰减系数。X 线在 μ 不同的物质中传播时衰减的快慢不同 (图 1.2)。

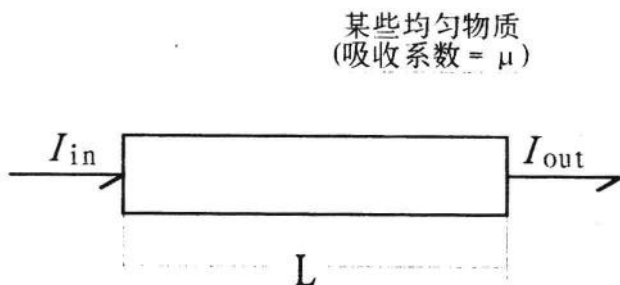


图 1.1 X 线通过均匀物质发生衰减

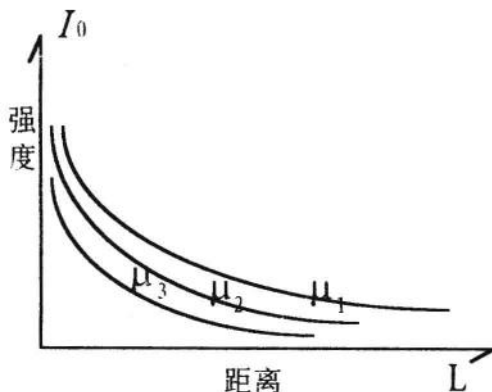


图 1.2 用入射强度为 I_0 的 X 线束, 在通过三种 μ 值不同的均匀物质时的衰减速度不同

X 线穿过一组衰减系数不同的模块后 (图 1.3) 的强度与入射 X 线强度关系为:

$$I_{out} = I_{in} \cdot e^{-\mu_1 \Delta l} \cdot e^{-\mu_2 \Delta l} \cdot e^{-\mu_3 \Delta l} \cdot \dots \cdot e^{-\mu_n \Delta l}$$

$$I_{out} = I_{in} \cdot e^{-(\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \dots + \mu_n) \Delta l}$$

$$I_{out} = I_{in} \cdot e^{-\int \mu dl}$$

Δl 为立方体模块的边长, μ_1 、 μ_2 、 μ_3 、 μ_n 分别为各个模块的衰减系数。X 线在穿过不均匀物质时, 其强度按指数规律衰减, 其衰减率为 X 线在其传播途径中物质吸收系数的线积分值。

X 线在穿过物质后的强度与所传播途径上各个点的物质的衰减系数都有关系。因此, 当用入射强度相同的 X 线穿过两个由不同模型块组成的模型时就会发现, 尽管两组模型的内部结构不同, 模型一由吸收系数 3、7、2、9 的模块组成, 模型二由吸收系数为 5、4、9、3 的模块组成 (图 1.4), 由于 $3+7+2+9=5+4+9+3$, 故其穿过模型后的 X 线强度是相等的。这说明 I_{out} 仅仅能反映 X 线在传播过程中的综合效果, 而不可能反映在这一路径上不同密度物质的分布情况。这就是体积分测量方式的最大缺点与局限。常规 X 线成像, 各组织图像相互重叠, 高密度物质掩盖低密度物体。为了解决这一问题, 曾采用 X 线体层摄影以突出聚焦层面的结构, 但由于未能改变其线积分测量的本质, 也就无法从根本上解决图像重叠的问题。

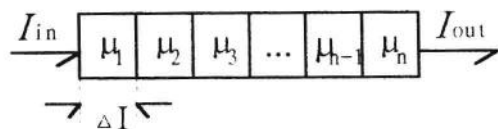


图1.3 X线穿过非均匀物质组成的模块时发生衰减的示意图

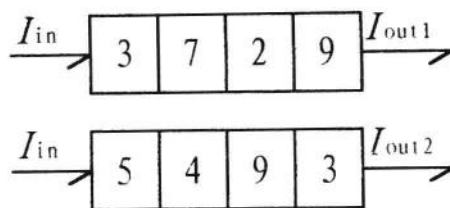


图1.4 相同的入射强度为 I_{in} 的X线，在穿过两组内部结构不同的模型后，输出的X线强度 I_{out} 相等

2. 体素 (voxel) 和像素 (pixel)

CT 的图像实际上是人体某一部位有一定厚度（如 1mm，10mm 等）的体层图像。我们将成像的体层分成按矩阵排列的若干个小基本单元（图 1.5）。而以一个 CT 值综合代表每个小单元内的物质密度，这些小的单元称之为体素。同样一幅 CT 图像是由很多按矩阵排列的小单元组成，这些组成图像的基本单元被称之为像素。体素是一个三维的概念，像素是一个二维的概念。像素实际上是体素在成像时的表现。像素越小，越可分辨图像的细节，图像也就有较高的分辨率。

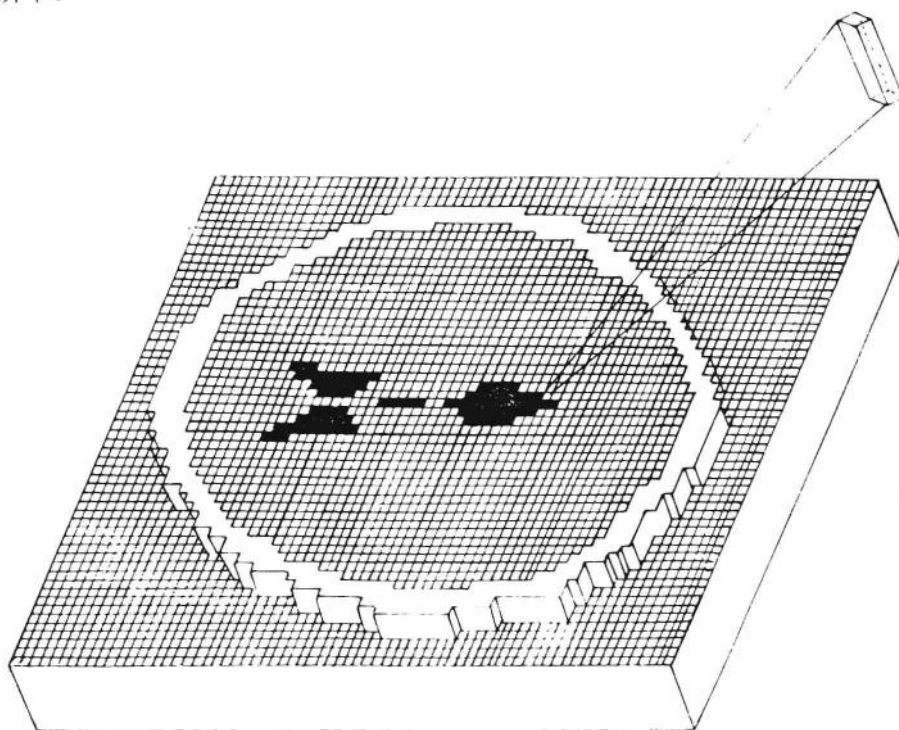


图 1.5 CT 图像体素

3. 矩阵 (Matrix)

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，如图 1.6 即表示一个 5×5 的矩阵。各线之间有一定的间隔距离，将受检层面分割为无数小立方体，这些小立方体就是像素。像素尺寸越小，组成 CT 图像矩阵越大，图像清晰度越高。反之亦然。一般矩阵大

小，如 320×320 、 512×512 、 1024×1024 等。

4. 图像重建 (Imaging Reconstruction)

在准直器的限制下，X 线穿过人体的某一层面，用探测器阵列接收衰减后的 X 线信号，这些信号经放大及模数转换，所得数据称原始数据 (raw data)。

由各体素 CT 值的矩阵所组成的 CT 图像，矩阵中的数据称为显示数据 (display data)。

在 CT 成像中，用原始数据经过复杂运算而得显示数据的过程称之为重建 (reconstruction) 过程。

CT 正是用重建图像才克服了常规 X 线设备线积分测量的局限性。现用图 1.7 来说明重建过程。

1010	1100	0001	1011	1101
0010	0000	1000	1100	1001
0001	0110	1001	0110	0000
1010	0110	0111	0011	1111
1011	1110	0101	0101	1010

图 1.6 矩阵示意图图 1.7

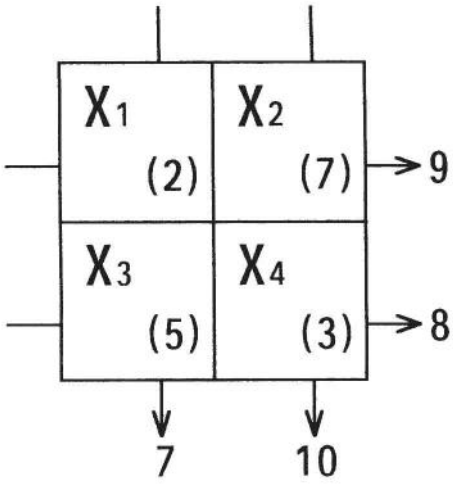


图 1.7 重建过程示意图

图 1.7 排列四个正方体模块，代表 4 个未知密度的体素，其 μ 值分别用 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 表示。我们用平行的 X 线束分别从 X 方向和 Y 方向照射，并用探测器分别在 X 和 Y 方向上接收到四组数据。因此我们可得： $X_1 + X_2 = 9$ ； $X_3 + X_4 = 8$ ； $X_1 + X_3 = 7$ ； $X_2 + X_4 = 10$ 。求 X_1 - X_4 的过程实际上就是重建过程。解方程结果为： $X_1 = 2$ 、 $X_2 = 7$ 、 $X_3 = 5$ 、 $X_4 = 3$ 。9、8、7、10 是原始数据；2、7、5、3 是显示数据。图像重建的数字处理是一个相当复杂的数学过程，它要用一个专门的计算机，即阵列处理器 (array processor, AP) 来完成。重建图像的方法很多，如直接矩阵法 (direct matrix method) 或逆矩阵法 (matrix inversion method)；单纯重合法 (linear superimposition method) 或逆投影法 (back projection method)；逐次近似法 (iterative approximation method)；傅利叶 (Fourier) 变换法等。Fourier 变换法是常用的方法之一。

二、成像原理

CT 成像可归纳为三个步骤：

- 1. X 线扫描数据的收集和转换

X 线射入人体，就会被人体吸收而衰减，其衰减的程度与受检层面的组织、器官和病变的