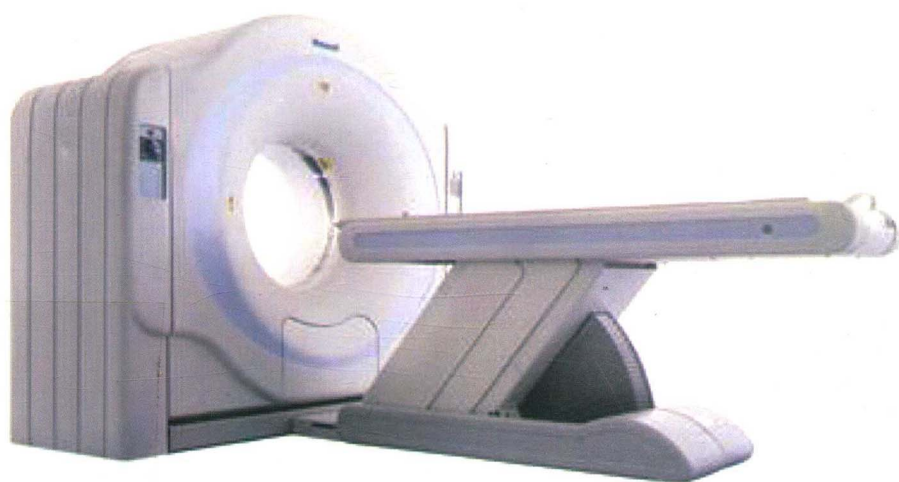


现代临床 常见病 CT诊断学

刘辉 编著

XIANDAI LINCHUANG CHANGJIANBING
CT ZHENDUANXUE



天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

现代临床常见病CT诊断学

刘 辉 编著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代临床常见病CT诊断学 / 刘辉编著. —天津: 天津
科学技术出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-5308-9014-1

I. ①现… II. ①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 (2014) 第141764号

责任编辑: 王朝闻

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社出版

出版人: 蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话 (022) 23332372

网址: www.tjkjchbs.com.cn

新华书店经销

天津午阳印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 298 000

2014 年 7 月 第 1 版第 1 次印刷

定价: 45.00 元

《现代临床常见病 CT 诊断学》

编 委 名 单

编 著 刘 辉

副主编 赵 帆

副委（按姓氏笔画排）

刘 辉 陕西中医学院第二附属医院

赵 帆 甘肃省武威市人民医院

前 言

CT 的应用无疑是继 X 线技术应用以来,现代医学的又一次巨大历史性变革。特别是近 10 年来,CT 技术和设备的发展更是日新月异,与其相关的新知识和新概念层出不穷,影像医学各学科技术和知识的更新周期已缩短为 5~10 年。如何掌握 CT 诊断学的精华是影像学医师及临床医师所面临的重要任务之一,因此编写了这本《现代临床常见病 CT 诊断学》。

本书参阅、收集和整理了十余年来大量的国内外相关报道和文献资料并结合自己的实践,共分 15 章,介绍了 CT 机基本构造及成像原理、CT 的应用及进展、以及临床常见病的 CT 诊断。既适用于读者系统学习和掌握 CT 诊断学理论,也便于读者结合具体病例提高诊断水平,是一部理论与实践紧密结合的参考书。

本书在编写过程中,始终贯穿理论与实践相结合,采用图文结合的方式,尽可能使其兼顾先进性和实用性。由于本书涉及的内容广泛,且影像学发展飞快,加之能力和经验有限,尽管在编写过程中付出了很大努力,但仍难免存在疏漏和差错,敬请广大读者给予批评指正。

目 录

第一章 概论	1
第一节 CT 机的基本构造及原理	1
第二节 CT 的应用及进展	4
第二章 中枢神经系统病变	8
第一节 先天性颅脑发育畸形及发育障碍	8
第二节 脑出血	17
第三节 脑梗死	19
第四节 颅脑损伤	21
第五节 颅内肿瘤	28
第六节 颅内感染性疾病	45
第三章 眼球及眼眶病变	51
第一节 眼外伤	51
第二节 眼部炎性病变	54
第三节 眼部肿瘤	55
第四节 眼内血管性病变	59
第四章 耳部疾病	61
第一节 耳部外伤	61
第二节 耳部炎症	62
第五章 鼻和鼻窦疾病	65
第一节 先天性疾病	65
第二节 外伤性疾病	66
第三节 炎症和囊肿	68
第六章 咽喉疾病	72
第一节 炎症	72
第二节 肿瘤	74
第七章 颌面部疾病	82
第一节 齿釉细胞瘤	82
第二节 腮腺良性肿瘤	82
第三节 腮腺癌	82
第八章 颈部疾病	84
第一节 先天性囊性病变	84
第二节 甲状腺疾病	86
第三节 甲状旁腺疾病	92
第九章 胸部疾病	95

第一节	气管支气管疾病	95
第二节	肺不张	98
第三节	肺气肿	101
第四节	肺脓肿	103
第五节	肺结核	105
第六节	肺真菌病	111
第七节	肺肿瘤	112
第八节	特发性肺间质纤维化	120
第九节	乳腺疾病	122
第十节	胸腺瘤	126
第十章	心脏及心血管疾病	128
第一节	风湿性心脏病	128
第二节	心肌病	128
第三节	冠状动脉粥样硬化性心脏病	131
第四节	心包病变	134
第五节	大血管病变	137
第十一章	肝胆疾病	142
第一节	肝硬化	142
第二节	脂肪肝	144
第三节	肝脓肿	145
第四节	原发性肝癌	147
第五节	胆囊炎	154
第六节	胆石症	156
第七节	胆管癌	158
第八节	胆囊癌	159
第十二章	胰腺及脾脏疾病	161
第一节	胰腺炎症	161
第二节	胰腺癌	164
第三节	脾囊肿	167
第四节	脾脓肿	168
第十三章	胃肠疾病	170
第一节	胃溃疡	170
第二节	胃癌	170
第三节	克罗恩病	172
第四节	结肠癌	173
第十四章	骨关节及软组织疾病	175
第一节	骨与关节创伤	175
第二节	骨关节感染	178
第三节	骨肿瘤	181

第四节	慢性骨关节疾病·····	186
第五节	股骨头缺血性坏死·····	189
第十五章	脊柱和脊髓疾病·····	191
第一节	椎间盘病变·····	191
第二节	脊柱结核·····	193
第三节	脊柱创伤·····	195
第四节	椎管内血管畸形·····	197
第五节	腰椎椎间静脉压迫症·····	198
参考文献	·····	199

第一章 概 论

第一节 CT 机的基本构造及原理

计算机体层扫描 (CT) 是现代医学影像设备的重大发明, 是自 X 线成像技术发明以来, 又一种全新的、革命性的成像方式, 科学家进行了大量的 CT 技术更新, 机械运动方式从最初的平移-旋转发展到旋转-旋转, 进而到滑环运转的方式, 实现螺旋扫描从单层螺旋 CT 到现在的 320 层螺旋 CT, 从单源 CT 到双源 CT 的发展。CT 技术的迅速更新扩展了其临床应用范围, 也奠定了 CT 在医学领域的地位。目前, CT 广泛用于全身各部位的检查, 已成为各级医院常规的影像检查设备。

【CT 成像的基本过程】

1. 具有一定宽度的 X 线束穿过人体, 被探测器接收。通过比较 X 线穿透人体前后的强度, 可以知道 X 线在某个方向穿透人体后的衰减值, 即某个方向 X 线穿透人体后的投影值。

2. X 线球管和探测器围绕人体旋转一周, 即可获得 X 线在人体某一层面各个方向的投影值。

3. 将这些投影值经过计算机运算重建, 可以重建出人体内每一点阵的衰减值。

4. 将重建出每个点阵的衰减值赋予不同的灰阶, 就可以显示人体截面的影像。

【CT 设备的基本组成】

CT 设备从诞生到现在, 其性能已经有了极大的改善和提高, 但组成基本不变。CT 机的基本组成包括机架和旋转系统、探测器、高压系统和球管、计算机和软件系统、扫描床。

1. 机架结构和扫描方式 机架的作用是使 X 线束和探测器能围绕人体旋转, 由此获得人体各个方向的投影, 经模拟/数字化转换后, 再由计算机重建出人体的截面图。机架的旋转速度和扫描方式决定了对人体各个方向投影数据的采集速度, 因此决定了 CT 的扫描速度。

2. 探测器 探测器能将 X 线转化成电信号, 通过测量信号的大小, 可获得 X 线穿过人体后的投影值。探测器的转化效率影响成像所需要的 X 线剂量; 探测器的大小影响图像的空间分辨率。

3. 高压系统和球管 高压系统产生 120kV 以上的高压, 加高压于球管, 由此产生扫描使用的 X 线。高压系统加在球管上的电压决定了 X 线的穿透能力; 球管的管电流影响图像的密度分辨率和噪声; 球管的焦点影响图像的空间分辨率。

4. 计算机和软件系统 计算机将采集到的数据重建出图像, 并通过软件系统实现对整个设备的控制。计算机的运算速度决定了图像的重建速度; 图像算法也影响重建速度和图像质量。

5.扫描床 扫描时患者躺在扫描床上,通过扫描床的移动,可以扫描人体的多个层面,由此获得人体多个层面的扫描数据。

【评估 CT 性能指标的关键参数】

CT 的产品说明中一般都会提供 CT 的以下参数:①探测器的参数,包括排数、覆盖宽度、层厚、材料等;②时间分辨率,包括 360°的扫描时间,各扇区的时间分辨率;③空间分辨率,包括 X 轴、Y 轴方向和 Z 轴方向的空间分辨率。

1.空间分辨率的评估 空间分辨率是指设备区分两相邻间物体细节的能力,即识别相邻物体尺寸的最小极限。空间分辨率以线对/厘米(LP/cm)来表示。在多层螺旋 CT 出现之前,一般是指 X、Y 平面上的空间分辨率;对于多层螺旋 CT,除了考察 X 轴、Y 轴空间分辨率,另一个更重要的图像质量指标是 Z 轴分辨率。这是因为对于多层螺旋 CT,单个扫描部位的断面图像数量可达数百幅,多平面重组和三维后处理往往成为常规,Z 轴分辨率决定后处理图像的质量。由于 Z 轴分辨率受螺距和锥形束伪影的影响,理论上使用小螺距和只使用中间的探测器扫描,可获较高的 Z 轴分辨率,因此,考察多层螺旋 CT 标称的 Z 轴分辨率还要看该指标是在使用多大螺距和多少排探测器的条件下测出来的,这样才能真正比较出不同设备的优劣。理论上说,除非采取了特殊的采样方法,Z 轴的分辨率不会小于单排探测器的物理宽度。目前,CT 的空间分辨率已经可以达到 25LP/cm 以上。

2.密度分辨率的评估 密度分辨率是指 CT 对相邻物质密度差异的分辨能力,以百分数表示。如果 CT 的低对比分辨率为 0.35%,就表示两个物质的密度差大于 0.35%时,CT 即可分辨。目前,主要设备厂商 CT 的密度分辨率标称值差异不大,都小于 0.5%,但这些标称值的测试条件并不相同;在使用较少的毫安秒(mAs)即可获得标称的密度分辨率,则说明该设备的数据采集系统对 X 线的利用率比较高。

3.高压发生器参数的评估 目前在多层螺旋 CT 中,探测器已经很薄,对 X 线的利用降低;加上外侧探测器与 X 线夹角加大,探测器死角加大使射线利用率进一步降低,同时导致锥形伪影。解决这些问题的途径有三方面:①改进探测器的材料和工艺,提高对 X 线的利用率;②改进图像算法和锥形束伪影的校正技术;③提高 X 线的剂量和高压发生器的功率,最终目的是为了获得满意的扫描图像。如果探测器的材料和工艺,以及图像算法和锥形束伪影的校正技术改进得比较好,在低剂量扫描的条件下就可以获得满意的图像,就没必要使用高剂量扫描。使用大功率高压发生器不是目的,不要单纯去看高压发生器的功率,而是要看在其额定功率下扫描是否可以获得满意的图像。功率及电流储备值是衡量相关机器的重要指标,用最低的剂量取得最佳的图像质量应该是最佳的评估标准。所以,大功率是为了更大的储备,来满足更大范围、更高分辨率的扫描。

4.球管热容量的评估 热容量是评价球管的重要参数,但是每家公司的 CT 配置多大热容量的球管,则是根据它的高压发生器的功率来决定的。如果 CT 的探测器对 X 线的利用率高,图像算法解决得好,在低剂量扫描时就可以获得满意的图像,就没有必要配置功率太大的高压发生器和太高热容量的球管。CT 球管的热容量最终影响的是在最大额定扫描条件下,最大的连续扫描能力。所以考察球管的热容量不是目的,更应该考察的是在最大额定扫描条件下,获得的图像是否满意,连续扫描时间是否足够长,而不是单纯去比较球管的热容量有多大。此外,还应考察球管在达到热保护的情况下,需要

冷却多长时间才能回到正常的状态,冷却的时间太长会影响设备的使用效率。

5.扫描的 X 线剂量 CT 机扫描,尤其是多层螺旋 CT 扫描,比普通 X 线检查带给患者更大的辐射剂量,会增加受检者辐射诱发癌症的风险等,随机性效应的发生概率增加。因此,对多层螺旋 CT 等设备的评估,必须充分重视 CT 检查中受检者所接收的辐射剂量问题。这是当前国内外社会各界关注的一个重点课题,也是评价 CT 性能优劣的重要指标。

CT 机与传统医用诊断 X 线机的工作方式完全不同,因此不能简单地按照评价传统 X 线摄片辐射剂量的方法来评价 CT 的辐射剂量。评价普通 X 线摄片剂量,采用的是某点(例如摄影受检者体表的照射野中心点)的入射体表剂量来描述辐射剂量。国际上从 CT 扫描的特点出发,提出了一些指标来评价 CT 扫描的辐射剂量。CT 剂量指数(CTdoseindex, CTDI)就是评价 CT 扫描辐射剂量的重要指标。CT 剂量指数的测试方法有多种,迄今得到公认使用的 CT 剂量指数有以下三个:CT 剂量指数 100(CTDI₁₀₀)、加权 CT 剂量指数(weightedCTDI, CTDI_w)以及容积 CT 剂量指数(volumeCTDI, CTDI_{vol})。这三个 CT 剂量指数并不直接表达 CT 扫描时所致受检者的剂量,但与所致受检者接受的剂量密切相关,均与吸收剂量有相同的量纲,通常以毫戈瑞(mGy)为单位。

(1) CTDI₁₀₀:是迄今广泛应用的最基本的反映 CT 机扫描剂量特性的表征量,可用于统一比较 CT 机性能。其定义为:CT 旋转一周,将平行与旋转轴(Z 轴,即垂直于断层平面)的剂量分布 D(Z)沿 Z 轴从-50mm 到+50mm 积分,除以扫描层厚 T 与扫描断层数 N 的乘积之商(公式 1-2)。

$$CTDI_{(0)} = \frac{1}{N} \int_{-50mm}^{+50mm} \frac{D(Z)}{T} dz$$

国际电工委员会关于 CT 辐射剂量的国际标准就采用此量。这个 CT 剂量指数也被我国相关的国家标准所采纳。

CTDI₁₀₀之所以采用积分区间从-50mm 到+50mm,其优点在于可以用有效长度正好为 100mm 的笔形电离室在通用标准剂量模体中方便地测量,从而比较容易进行 CT 机的验收与经常性的质量控制检测等。

(2) CTDI_w:CTDI₁₀₀这个最基本的表征量反映的是在标准模体中测得某点累积的 X 线能量。而 CT 是以扇形 X 线束旋转照射,在扫描范围内不同位置的 CTDI₁₀₀自然各不一样。后来就专门定义一个加权 CT 剂量指数 CT-DI_w,能够反映所扫描平面的平均剂量(公式 1-3)。

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_{100(\text{中心})} + \frac{2}{3} CTDI_{100(\text{外周})} \quad (1-3)$$

CTDI_{100(中心)}为在模体中心位置上的测量值,CTDI_{100(外周)}表示在模体周边四个不同位置上(以 90°为间隔的模体表面下 10mm 处)测得值的平均值。在 CT 的实际检测中很容易实现。目前普遍采用与有效长度 100mm 笔形电离室检测仪器配套的标准剂量模体,通常分头部模体(直径 160mm)和躯干模体(直径 320mm)两种,均呈长度为 140mm 的圆柱体状,这两种模体的中心及其四周表面下 10mm 处都有专用的检测电离室插孔(该孔不测量时即插入组织等效的有机玻璃棒)。这样可以方便地进行 CTDI₁₀₀的检测,

进而算出加权 CT 剂量指数。加权 CT 剂量指数可以反映多层连续扫描断截面的平均剂量。

(3) $CTDI_{vol}$: 在螺旋 CT 问世后, 如何表达其辐射剂量特性是又出现的新问题。针对螺旋 CT 的特点专门引入了其特有的螺距这个重要参数。国际电工委员会还将其定义的螺距 (pitch) 称之为螺距因子 ($CTpitchfactor$) (公式 1-4)。

$$P = \Delta d / NgT \quad (1-4)$$

N 为一次旋转扫描产生的断层数, 等于某次扫描中所用的数据通道的数目, 需要注意到, 在多层螺旋 CT 中有可能采用几个探测器元件组成一个数据通道; T 为扫描层厚; Δd 为 X 线管每旋转一周 360° 扫描床移动的距离。有了螺距就可以推导出表述螺旋 CT 的剂量指数。对多层螺旋 CT 扫描, 国际电工委员会采用容积 CT 剂量指数反映整个扫描容积中的平均剂量, 与螺距 (或称螺距因子) 密切相关 (公式 1-5)。

$$CTDI_{vol} = CTDI_w / P = (NgT / \Delta d) CTDI_{wgw} \quad (1-5)$$

可见, 容积 CT 剂量指数在某种程度上取决于螺距的大小。容积 CT 剂量指数可由加权 CT 剂量指数求得, 而加权 CT 剂量指数则是剂量模体中心位置与周边四个不同位置 $CTDI_{100}$ 测量值的加权结果。这三个 CT 剂量指数迄今能较好描述各类 CT 辐射剂量的特性。 $CTDI_{100}$ 反映的是 CT 标准测量模体中某一点所沉积的 X 线能量; $CTDI_w$ 描述 CT 所扫描某一断层平面上的平均剂量; 而 $CTDI_{vol}$ 则是描述多层螺旋 CT 在整个扫描容积范围内的平均辐射剂量。

CT 扫描的覆盖长度必然会明显影响受检者的辐射剂量, 剂量长度乘积 (dose-length product, DLP) 可更好地评价多层螺旋 CT 扫描的电离辐射风险。剂量长度乘积可以用公式 1-6 表达。

$$DLP = CTDI_{vol} \cdot L \quad (1-6)$$

$CTDI_{vol}$ 为多层螺旋 CT 扫描的容积 CT 剂量指数; L 为沿 Z 轴的扫描长度。剂量长度乘积的单位为 $mGy \times cm$ 。

已有多个国家采用剂量长度乘积, 分别针对成年或儿童受检者建立相应的 CT 扫描放射辐射的参照标准, 控制 CT 扫描中受检者接收的辐射剂量。

第二节 CT 的应用及进展

2004 年, 64 排 CT 叩开了容积 CT 时代的大门, 使心脏 CT 冠状动脉成像技术取得了质的飞跃。随着科技的不断进步, 双源 CT, 动态容积 CT 也陆续出现。在硬件不断更新的基础之上, 各种后处理软件也不断地升级完善, 开拓出了一片广阔的临床应用天地。

【CT 技术】

1.64 排螺旋 CT 64 排 CT 采用 64 排探测器, 扫描速度及各向同性都较以前的多排 CT 大大提高。特别是在冠状动脉的 CT 血管造影检查方面得到的飞跃性的发展, 为医生提供了较稳定、几乎无运动伪影的心脏图像。并可通过容积演示 (VR)、血管探针、多方位重建 (MPR)、钙化积分等后处理软件的, 对冠状动脉、搭桥、支架的形态学以及心功能分析具有相当的优越性, 是早期诊断冠状动脉疾病重要的无创性检查方法。

2.双源 CT 2006 年,西门子公司推出的双源 CT 改变了目前常规 CT 所使用的一个 X 线球管和一套探测器的 CT 成像系统模式,它是在目前成熟的 64 层 CT 技术上,加装两个 X 线球管和两套探测器系统来采集 CT 图像。西门子公司 Somatome Definition 旋转一周仅需 0.33 秒,能以 83 毫秒的时间分辨率进行心电图(ECG)同步成像,而不受心率限制,最终生成无运动伪影的心脏图像。正因如此,心脏成像的图像质量受患者的心率过快、不规则以及屏气困难的影响将更小,扩大心脏成像的适应范围。

3.256 排、320 排 CT 为了实现全器官覆盖,CT 厂商选择加宽探测器排数来实现。256 排 CT 的关键技术是更多的探头数量,每个探头扫描范围是 64 排 CT 的 4 倍,球管单次旋转能够形成直径为 12.8cm (5 英寸)显像,单层厚度足够一次性覆盖大多数单一器官,包括脑、心脏、完整关节、肺的大部和肝脏。行心脏检查所需总时间同样降低至 1~2 秒。而东芝公司在 2007 年新推出的 320 排螺旋 CT 则是一款动态容积 CT (Dynamic Volume CT, DVCT) 它有 320 排 0.5mm 探测器、可达一次扫描 160mm 超宽覆盖范围,实现 CT 从形态学检查到功能性成像的飞跃,可以完成全身各个脏器全器官各向同性(Isotropic)和各时同性 Isophasic) 的扫描和成像,尤其对动态器官的研究是史无前例的突破。

【CT 的新进展】

CT 的发展始终围绕着“速度更快,图像更好,功能更强”的主线发展。在速度方面,极大地提高了时间分辨率和单位时间的覆盖率,不仅大大地提高了 CT 的扫描速度,加快了患者的流通,而且使 CT 在对心脏等运动器官的检查上取得了突破性的进展;在图像方面,不仅使 X 轴、Y 轴截面的空间分辨率大大提高,而且使 Z 轴方向的空间分辨率也大幅提高,并趋近于 X 轴、Y 轴方向的空间分辨率,在三维图像中,基本消除了锯齿状伪影;在功能方面,能量减影和能谱成像也进入临床检查的实用阶段。CT 的改进和提高主要集中在机架与扫描方式、探测器、高压系统和球管、计算机与软件系统的改进四个方面。

1.机架与扫描方式的改进和发展 机架与扫描方式直接关系到 CT 扫描的数据采集,提高机架的旋转速度和改进扫描方式,可大幅提高扫描速度。CT 机架的旋转方式从往返摆动式的间歇旋转发展到使用滑环技术的连续旋转;旋转驱动方式从皮带轮驱动到电磁驱动,以及使用气垫技术的驱动方式。这些技术的应用,使机架的旋转速度大幅度提高,从当初旋转一周需要十几秒到亚秒级扫描,到目前少于 0.3 秒的毫秒级扫描。扫描方式也从第一、二代的平移加旋转扫描到第三、第四代的单纯旋转扫描方式,直到第五代电子束旋转的扫描方式。当前多层螺旋 CT 的扫描不再只是针对一个层面的扇形束扫描,而是针对多个层面的锥形束扫描。随着探测器排数的增加,一次扫描的覆盖长度将越来越长。目前,一次扫描的覆盖长度已接近 20cm,可将一个脏器涵盖在内,接近理想中的容积扫描;实现了全器官 CT 灌注成像和时间分辨的 CT 血管成像。此外,为了提高 CT 扫描的时间分辨率,双源 CT 采用两个位置互为 90°或 95°的球管作为 X 线源,并对应两套独立的探测器。在扫描中,两只球管同时产生 X 线,两套探测器同时接收,机架在旋转 90°的情况下即可以采集到 180°的数据,这种双源 CT 的扫描方式可以使扫描的时间分辨率提高一倍,单扇区的时间分辨率达到 83ms,与电子束 CT 的时间分辨率处于同一数量级,不但克服了电子束 CT 剂量不足的缺点,还提高了对心脏等运动器官

检查的成功率。同时,双球管和双探测器的设计使 CT 在同一次扫描中可以同时以两种不同能级的 X 线进行扫描。由于不同成分的组织,因此即使密度相仿,对不同能级 X 线的衰减系数也有差别。根据这个特性,可使用不同能级的 X 线扫描,区分密度相同而成分不同的组织,以用于鉴别泌尿系结石的化学成分,进行肺的灌注和通气成像,提取骨和碘成分,用于骨和钙化斑块去除以及肿瘤内血管化的分析等。

2.探测器的改进和发展 多层 CT 探测器在 Z 轴方向的物理排数越来越多,达 128、256、320,甚至更多层探测器,可以取得单圈次扫描更大的覆盖范围。为了检测更小的病灶,单个探测器的物理宽度越来越薄,尺寸越来越小,长、宽尺寸已近相同。这种设计的改进,使多层螺旋 CT 在单位长度中获得的扫描数据更多,空间分辨率提高,数据各向同性,可以很方便地实现在任意平面的影像重组,大大扩展和提高了 CT 的性能。CT 探测器作为一种成像介质,评价其性能主要有三个关键指标:①衰减时间: X 线撞击探测器材料后到激发出可见光的时间,衰减时间越短越好;②光电转换效率:将光信号转化成电信号的能力,越高越好,代表射线的利用效率高;③余晖时间:探测器材料激发出可见光后,恢复到初始状态的时间为余晖时间,越短越好,图像越锐利,探测器的响应时间越短,即不应期越短,也是获得更快速度的途径。在探测器生产中,影响探测器性能指标主要取决于生产材料和加工工艺。目前主要设备厂商生产探测器都采用稀土氧化材料,这些材料主要有两种:一种是称为超高速稀土陶瓷的探测器材料,主要成分是钆与铽的氧化复合物;另一种是称为“红宝石”的探测器材料,主要成分是一种呈深红色的钆与铽的铝化复合物,这两种材料都有很好的光电学性能。利用新材料生产的探测器由于转化效率高,余晖时间短,可以在很短的时间内使用两种能级的 X 线扫描,因此实现了双能量成像。使用多层叠加的探测器可以区分不同能级的射线,从而实现能量成像。这种结构的探测器目前还没有进入临床应用阶段。

3.高压系统和球管的改进和发展 多层螺旋 CT 的发展,探测器更多,与 X 线的夹角更大,为了减少锥形伪影,减少噪声,需要增加扫描剂量,高压发生器的功率普遍提高。此外,为了满足大剂量长时间的连续扫描,对 X 线球管也做了许多改进。为了提高 X 线球管的热容量,阳极靶更大,散热更快。西门子公司设计的新型球管将冷却油直接冷却阳极靶,大大提高了球管的热容量,这种新型球管可以达到 20MHu 的热容量。采用飞焦点技术可以在同一次扫描中获取多一倍的数据,提高了图像的空间分辨率。

4.计算机与软件系统的改进和发展 多层螺旋 CT 扫描产生的海量数据对计算机系统提出了很高的要求。在多层螺旋 CT 中,多核 CPU、大容量、64 位操作系统的计算机已得到普遍应用,运算能力大为提高,图像处理能力每秒超过 1000 幅。

在软件设计上,更注重三维容积重组操作的方便性和图像表现的细腻性。许多操作已可以一键完成,例如:一键去骨、一键提取冠状动脉、一键血管重组等,大大提高了工作效率;图像更加细腻、逼真,临床医师已逐步认可使用多层螺旋 CT 作为心血管系统普查和筛选的首选方法,而不需要为进行单纯的诊断而行有创性的 DSA 检查。此外,开发计算机辅助诊断软件也是多层螺旋 CT 软件发展的一个重要方向。目前,肺部和乳腺计算机辅助诊断软件已进入临床应用阶段。

5.低剂量 CT 扫描技术的应用 多层螺旋 CT 的发展,在 CT 检查中不可避免地由于扫描层数多和覆盖范围广而引起辐射剂量增加等问题。辐射剂量与人类癌症发病率存在

相关性, 因此不论各个厂家在发展多层螺旋 CT 中采用何种技术路线, 如何降低受检者在 CT 扫描中受到的辐射剂量都是一个需要着重考虑和解决的问题。对于放射科医师而言, 在保证图像质量满足诊断要求的前提下, 如何降低扫描剂量, 维护受检者的长期健康是 CT 发展中的一个重要课题。

降低辐射剂量的方法主要有三种: 降低管电压、降低管电流和使用高螺距, 其中降低管电流的方法最常用。理论上, 评价 CT 扫描辐射剂量的各种指数均与 CT 扫描采用的毫安和扫描长度相关。所以, 在保证图像质量满足诊断要求的前提下, 降低毫安可降低受检者接受的辐射剂量。当前多层螺旋 CT 普遍采用以下这些技术来降低扫描中的毫安。

(1) 智能滤过技术: 根据扫描方案, 采用智能方式自动设置 X 线滤过, 可降低 X 线剂量。

(2) 自动毫安调制: 根据开始扫描后探测器反馈的信息, 实时自动调节毫安输出, 以达到最低剂量的技术。

(3) 自动毫安设置: 根据定位像来决定身体不同部位的扫描毫安值, 由此降低扫描剂量。

(4) 可变速扫描和期相选择性曝光技术: 可变速扫描技术根据患者的心动周期, 特别是心律失常者, 调节扫描速度的方式。期相选择性曝光则可在心电门控下仅选择舒张期曝光, 收缩期不曝光的节省剂量的扫描方式, 尤适用于观察冠状动脉。

(5) 全自动心电延迟算法扫描: 在心电门控状态下准确推算出下一个 R 波到达的时间, 启动扫描, 实现前瞻性心电门控扫描。

通过改进图像处理算法, 在一些对比明显组织器官的检查中, 低剂量扫描也可以获得满足诊断要求的图像, 降低受检者的辐射剂量。如通过改进图像处理的算法, 在肺部扫描中, 用 20~30mA 的条件获得与传统的高毫安条件相仿质量的图像, 且可根据需要作横断、冠状、矢状重组及其他需要的层面的薄层重建, 由此消除平片检查中的盲区。在美国和一些发达国家, 低剂量螺旋 CT 肺癌普查已被医疗保险机构认可, 从早期发现和防止漏诊的总体效果看, 更加符合卫生经济学的原则。借鉴于肺癌 CT 普查的原理, 低剂量普查已经推广到结肠癌的筛选领域, 除了可应用透明化与仿真导航内镜技术观察肠腔外, 还可在可疑的节段使管腔内、外(含管壁)结构的结合显示。

在对婴幼儿的检查中, 也普遍使用低剂量扫描条件。另外, 通过改进探测器的材料, 提高探测器对 X 线的转化效率, 也可以在低剂量扫描的条件下获得高清晰度的图像。宝石 CT 采用“红宝石”探测器可以大幅提高对 X 线的转化效率, 配备此类探测器的宝石 CT 可以在低剂量的条件下获得全身高清成像。与常规 CT 相比, 辐射剂量明显下降。

如今, CT 检查的范围已从静态器官到心脏等动态器官; 扫描速度从单层亚秒扫描到覆盖整个脏器的亚秒扫描; 任意平面影像重组到三维容积重组更快捷、逼真; 基于 X 线衰减能谱的成像到计算机辅助诊断正逐步应用于临床, 这些发展和改进为 CT 的检查和诊断提供了更丰富的手段。

(本章作者: 刘辉)

第二章 中枢神经系统病变

第一节 先天性颅脑发育畸形及发育障碍

一、小脑扁桃体延髓联合畸形

本病又称 Chiari 畸形, 为后脑先天性发育异常。扁桃体过长、变形, 经枕大孔疝入上段颈椎管, 延髓和第四脑室可同时向下延伸。常伴脊髓空洞症、脊髓纵裂、脑积水和颅颈部畸形等。

【病理】

可分为以下 4 型。

1. I 型 多见。最可能的发病机制是胚胎枕节发育不良导致后颅窝狭小, 难以容纳正常发育的后脑, 使小脑扁桃体下疝。小脑扁桃体与小脑下部疝入颈椎管上端, 无延髓移位。一般认为小脑扁桃体下端低于枕大孔 $\geq 5\text{mm}$ 为下疝, $< 3\text{mm}$ 为正常, 二者之间临床意义不确定。通常不伴其他脑畸形, 临床可无症状, 或有轻度运动障碍和小脑症状。

2. II 型 最常见。小脑扁桃体和蚓部同时疝出枕大孔, 脑桥下部及延髓下移, 第四脑室延长。几乎总是伴有某种神经管闭合不全如脑膜膨出、脊髓脊膜膨出(腰骶部多见)、脑积水和脊髓空洞症。常有上述 I 型症状。

3. III 型 十分罕见。为 II 型伴有低枕部或高颈部脑膜脑膨出, 临床症状较 II 型更严重。

4. IV 型 非常罕见。伴有严重的小脑发育不良, 结构独特, 可能不单独存在。该型归为小脑发育不良可能更合适。

【临床表现】

本病可无症状, 尤其畸形轻者可无, 也可直到成年甚至 50~60 岁始有症状。神经损害症状主要是颅神经和颈神经受损、延髓和上颈髓受压, 可有小脑症状、颅内高压及脊髓空洞症表现。

【CT 表现】

CT 可显示下列特征: ①小脑扁桃体、小脑蚓部及小脑、脑干和第四脑室下移; ②脑积水; ③大脑镰和天幕发育不良; ④部分脑组织过度增生或脑发育异常导致脑室系统畸形; ⑤后颅窝内容物的挤压引起的颅骨和蛛网膜下隙的改变。但只有通过脑池造影 CT 扫描或 MR 显示扁桃体下移、其下端变尖才能明确诊断。

二、胼胝体发育不全

胼胝体发育不全是神经系统较常见的先天性发育异常, 包括完全性和部分性胼胝体发育不全。胼胝体各部分的正常发育顺序为: 膝部、体部、压部、嘴部, 完全性胼胝体发育不全即胼胝体各部均未发育; 部分性胼胝体发育不全时, 膝部及体部常发育完成, 压部和嘴部常缺如, 约 50% 的胼胝体发育不全可以合并其他先天发育异常, 如脂肪瘤、

灰质异位、脑裂畸形、脑膨出及 Dandy Walker 畸形等。

【病因病理】

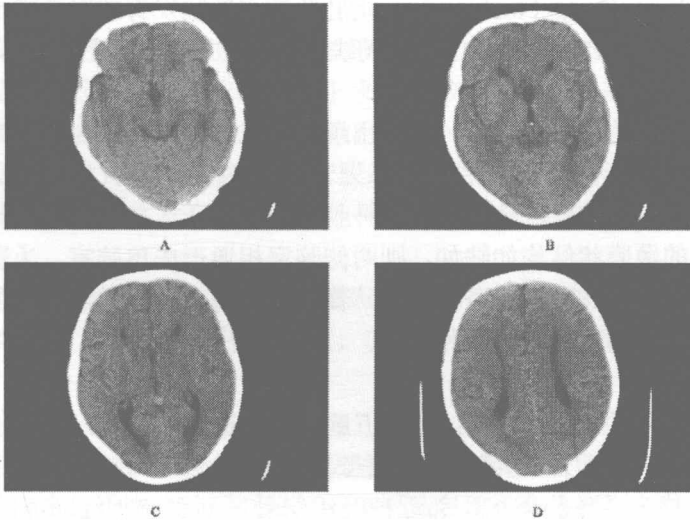
胼胝体在妊娠 12~20 周时形成。本畸形偶然发病，病因一般不明，多为先天性。在某些病例中，母体的血管性、外伤性、中毒性或感染性损伤为致病因素。产期缺血缺氧性损害也可引起获得性胼胝体发育不全。本病可为全部或部分缺如，常伴发其他畸形（最高达 50%），如前脑无裂畸形、多微脑回、厚脑回、灰质异位、脑小畸形、视隔发育不良、胼胝体脂肪瘤或纵裂池蛛网膜囊肿等。

【临床表现】

临床症状各不相同，视伴发的其他神经系统畸形而定。许多患者可无症状或仅有轻度视觉障碍；或有交叉触觉定位障碍而智力正常；严重者可有癫痫和智力不全。

【CT 表现】

由于胼胝体完全或部分缺如而表现不一。可见纵裂池前部明显向后伸展，靠近第三脑室前壁。侧脑室额角和体部间距增大，而且两侧脑室平行分离，并可见其内壁呈弓形外突，冠扫额角呈“八”字形分离。枕角不对称性扩大（憩室），第三脑室轻度扩大并上移。正常时，两侧脑室的脉络丛常在室间孔间会聚，并形成 $45^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 夹角，本病此夹角多 $<40^{\circ}$ （图 2-1-1），有时可见半球间裂（纵裂池）的蛛网膜囊肿等畸形。本病应注意与脑室周围白质软化症（PVL）相鉴别。



A~D 为同一患者，可见纵裂池前部明显向后伸展，靠近第三脑室前壁；第三脑室轻度扩大并上移；侧脑室额角和体部间距增大，两侧脑室平行分离

图 2-1-1 胼胝体发育不全

三、视隔发育不良

本病罕见，主要是透明隔发育不全，常见于先天性垂体性侏儒，可能是脑叶型前脑无裂畸形的轻度形式。

【病理】

透明隔发育不全，有原始的视泡及视交叉、视神经，漏斗发育不全而使视神经孔狭小。