

新编医学影像 诊断学

蔡东梅等◎主编



吉林科学技术出版社

新编医学影像诊断学

蔡东梅等◎主编

图书在版编目（CIP）数据

新编医学影像诊断学 / 蔡东梅等主编. -- 长春 :
吉林科学技术出版社, 2018.4
ISBN 978-7-5578-3762-4

I. ①新… II. ①蔡… III. ①影象诊断 IV.
①R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第075122号

新编医学影像诊断学

主 编	蔡东梅等
出 版 人	李 梁
责任编辑	刘建民 韩志刚
封面设计	长春创意广告图文制作有限责任公司
制 版	长春创意广告图文制作有限责任公司
幅面尺寸	185mm×260mm
字 数	233千字
印 张	16.25
印 数	650册
版 次	2019年3月第2版
印 次	2019年3月第2版第1次印刷

出 版	吉林科学技术出版社
发 行	吉林科学技术出版社
地 址	长春市人民大街4646号
邮 编	130021
发行部电话/传真	0431-85651759
储运部电话	0431-86059116
编辑部电话	0431-85677817
网 址	www.jlstp.net
印 刷	虎彩印艺股份有限公司

书 号	ISBN 978-7-5578-3762-4
定 价	70.00元

如有印装质量问题 可寄出版社调换
因本书作者较多,联系未果,如作者看到此声明,请尽快来电或来函与编辑部联系,以便商洽相应稿酬支付事宜。
版权所有 翻印必究 举报电话:0431-85677817

主 编

蔡东梅 夏文军 包相才

张剑锋 潘炳灿

副主编

侯建荣 杨 丽 李骁艺

李玉宝 吴蓓蓓

编 委 (按姓氏笔画排序)

包相才 (菏泽市 牡丹人民医院)

李玉宝 (菏泽市牡丹人民医院)

李骁艺 (菏泽市牡丹人民医院)

杨 丽 (宁阳县人民医院)

吴蓓蓓 (菏泽市牡丹人民医院)

张剑锋 (菏泽市牡丹人民医院)

侯建荣 (菏泽单县中心医院)

夏文军 (菏泽市牡丹人民医院)

蔡东梅 (菏泽市牡丹人民医院)

潘炳灿 (菏泽医学专科学校)

主编简介 Editor introduction



蔡东梅

女，1975年8月出生，山东大学临床医学本科学历，学士学位，菏泽市牡丹人民医院磁共振室主任，菏泽市脑血管学会委员。从事影像诊断工作20余年，擅长神经系统、骨关节系统病变的影像诊断及鉴别诊断，尤其在骨关节病变的诊断方面积累了丰富的经验。



夏文军

男，1971年8月出生，泰山医学院影像专业毕业，本科学历，菏泽市牡丹人民医院放射科主任，菏泽市放射委员会委员，菏泽市预防医学会医学情报信息分会委员。从事影像诊断20余年，擅长骨关节系统、消化系统、呼吸系统疾病及儿科相关疾病的影像诊断。



包相才

男，1982年出生，主治医师，泰山医学院医学影像专业本科学历，青岛大学医学部影像医学与核医学专业硕士学位。毕业后一直从事影像诊断及相应科研与带教工作，已在专业领域核心期刊发表科研论文3篇。擅长颈部、胸部及腹部疾病的CT影像诊断及鉴别诊断，尤其在胃肠道疾病的影像诊断方面积累了丰富的经验。



张剑锋

女，1980年出生，主治医师，毕业于泰山医学院医学影像学本科，学士学位，菏泽市放射医学会委员。毕业后一直从事影像诊断及带教工作。从事放射诊断15余年，擅长消化系统、骨关节系统疾病的影像诊断及鉴别诊断，尤其是在消化系统方面积累了丰富的经验。



潘炳灿

男，1982年2月出生，泰山医学院医学影像学本科学历，青岛大学硕士学位，菏泽医学专科学校医学影像教研室副主任，菏泽医专附属医院放射科主任。从事医学影像诊断及医学影像诊断学教学工作，曾参编《诊断学实训指导》。擅长呼吸系统影像诊断，尤其在儿童疾病方面有丰富经验。

前言

医学影像学是当今发展最快的学科之一。随着影像设备不断更新,成像技术不断改进,医学影像已从单一的 X 线成像发展成集 X 线、CT、MRI、超声和核素显像在内的综合成像体系;影像诊断也从早期单一的形态学诊断发展为形态、功能和代谢并重的综合诊断,因此,医学影像诊断在临床上的价值日益重要。

本书共分九章。第一章简要介绍了 X 线、CT、MRI 和超声成像的原理和方法;第二章至第八章分别论述了中枢神经系统、呼吸系统、循环系统、消化系统、泌尿系统与肾上腺、生殖系统与乳腺、骨与关节系统常见疾病的影像诊断;最后一章阐述了临床常见疾病的超声诊断。本书按系统编排,以临床常见病和多发病为主,图文并茂,简洁易懂,尤其适用于在第一线工作的影像科医生。

限于编者们的经验和水平,本书不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正,以便更好的服务于广大影像科及各科室临床医师。

《新编医学影像诊断学》编委会

2018 年 3 月

目 录

第一章 医学影像学概述	(1)
第一节 X线成像	(1)
第二节 CT 成像	(6)
第三节 MRI 成像	(10)
第四节 超声成像	(15)
第二章 中枢神经系统疾病的影像诊断	(19)
第一节 脑血管疾病	(19)
第二节 颅脑外伤	(23)
第三节 颅内感染	(27)
第四节 颅脑肿瘤	(31)
第五节 椎管肿瘤	(37)
第六节 脱髓鞘疾病	(40)
第三章 呼吸系统疾病的影像诊断	(44)
第一节 支气管扩张症	(44)
第二节 慢性阻塞性肺疾病	(46)
第三节 肺间质纤维化	(50)
第四节 肺 炎	(53)
第五节 肺脓肿	(58)
第六节 肺结核	(60)
第七节 原发性支气管肺癌	(66)
第八节 纵隔原发肿瘤	(84)

第四章 循环系统疾病的影像诊断	(90)
第一节 房、室间隔缺损	(90)
第二节 冠状动脉粥样硬化性心脏病	(93)
第三节 肺源性心脏病	(97)
第四节 缩窄性心包炎	(99)
第五节 主动脉夹层	(102)
第六节 肺动脉栓塞	(105)
第五章 消化系统疾病的影像诊断	(108)
第一节 食管癌	(108)
第二节 胃癌	(112)
第三节 结、直肠癌	(117)
第四节 肝脓肿	(123)
第五节 肝硬化	(126)
第六节 原发性肝癌	(130)
第七节 胆石症	(146)
第八节 胰腺癌	(149)
第六章 泌尿系统与肾上腺疾病的影像诊断	(157)
第一节 泌尿系统结石	(157)
第二节 肾囊肿	(161)
第三节 肾细胞癌	(163)
第四节 膀胱癌	(165)
第五节 肾上腺疾病	(167)
第七章 生殖系统与乳腺疾病的影像诊断	(170)
第一节 前列腺增生	(170)
第二节 前列腺癌	(171)
第三节 子宫肌瘤	(172)
第四节 子宫颈癌	(174)
第五节 子宫内膜癌	(176)
第六节 子宫内膜异位症	(178)
第七节 卵巢畸胎瘤	(179)
第八节 卵巢癌	(180)
第九节 乳腺疾病	(182)

第八章 骨与关节系统疾病的影像诊断..... (187)

第一节 骨折..... (187)

第二节 关节创伤..... (192)

第三节 退行性骨关节病..... (202)

第四节 股骨头缺血性坏死..... (204)

第五节 类风湿关节炎..... (211)

第六节 强直性脊柱炎..... (215)

第九章 常见疾病的超声诊断..... (224)

第一节 心血管系统疾病..... (224)

第二节 消化系统疾病..... (238)

第三节 妇产科疾病..... (248)

参考文献..... (259)

医学影像学概述

第一节 X 线成像

一、普通 X 线成像

(一) X 线的产生和特性

1. X 线的产生

X 线是真空管内高速行进电子流轰击钨靶面时产生的, X 线发生装置主要包括 X 线球管、变压器和操作台。

X 线的发生过程是向 X 线管灯丝供电、加热, 在阴极附近产生自由电子, 当向 X 线管两极提供高压电时, 电子群以高速由阴极向阳极行进, 轰击阳极靶面而发生能量转换, 其中不足 1% 的能量转换为 X 线, 99% 以上转换为热能。

2. X 线的特性

X 线是电磁波, 用于 X 线成像的波长为 $0.008 \sim 0.031 \text{ nm}$, 在电磁辐射谱中, 比可见光的波长短, 肉眼看不见。X 线具有以下几个方面的特性。

(1) 穿透性: X 线波长短, 具有强穿透能力。X 线的穿透力与 X 线球管电压密切相关: 电压愈高, 所产生的 X 线波长就愈短, 穿透力也愈强; 反之, 其穿透力也弱。X 线成像的基础是 X 线的穿透性。

(2) 荧光效应: X 线能激发如硫化锌镉及钨酸钙等荧光物质, 使波长较短的 X 线转换成波长较长的可见荧光, 这种转换作用叫做荧光效应。荧光效应是透视检查的基础。

(3) 感光效应: X 线可以使感光物质如溴化银感光, 而在胶片上形成潜影, 经显影、定影处理, 便产生了从黑至白不同灰度层次的影像。所以, 感光效应是进行 X 线摄影的基础。

(4) 电离效应: X 线通过任何物质时都可产生电离效应, 可使人体发生生物学方面的改变, 而引起生物效应。生物效应是放射治疗的基础, 也是 X 线防护的原因。

(二) X 线成像基本原理与设备

1. X 线成像基本原理

一方面基于 X 线的穿透性、荧光效应及感光效应, 另一方面基于人体组织结构之间有密度

和厚度的差别,所以,X线能够使人体组织结构及病变在荧屏上或胶片上形成影像。当X线透过不同结构的人体组织时,被吸收的情况不同,所以到达荧屏或胶片的X线量就有差异。这样,在荧屏或X线片上就形成明暗不同或黑白对比不同的影像。

由于人体组织是由不同元素组成的,依各种组织单位体积内各元素总量的大小而致密度的不同。当均匀的强度X线穿透相等厚度、不同密度的组织结构时,由于吸收程度有差异,而出现不同情况,这样在荧屏上(或X线片上)显示出具有层次差异的、黑白对比的X线图像。人体器官形态和组织结构不同,其厚度也不同,厚的部分吸收X线多,透过的X线就少,薄的部分则相反,于是在荧屏上或X线片上就显示出明暗差别的黑白对比影像。病变可改变人体组织的结构和厚度,从而使人体组织的密度发生改变,组织密度不同的病变会出现相应的病理X线影像。所以,人体组织结构和器官的厚度和密度的差别,是引起组织影像对比的基础,这也是X线成像的基本条件。

2.X线成像设备

X线机主要包括X线球管、变压器、操作台以及检查床等基本部件而影像增强电视系统已成为X线机的主要部件之一。目前使用的X线机在摄影参数的选择、摄影位置的校正等方面,多已实现自动化、数字化及计算机化,可以更好地保证X线摄影质量。X线机种类较多,除通用型外,还有适用于胃肠道、乳腺、介入技术、泌尿系统及手术室等专用的X线机。

(三)X线图像特点

X线图像是由从黑到白不同灰度的影像组成的灰阶图像,它是以不同的光学密度反映人体组织结构的解剖及病理状态的差异的。

人体组织结构的密度是指人体组织中单位体积内物质的质量,X线图像上影像的密度是指X线图像上所显示影像的黑白,两者概念不同。物质的密度高,比重就大,吸收的X线量就多,在影像图像上呈白影。反之,物质的密度低,比重就小,吸收的X线量就少,在影像图像上呈黑影。所以物质的密度与其本身的比重成正比。图像上的白影与黑影,虽然也与物质的厚度有关,但主要还是反映物质密度的高低不同。在实际工作中,通常用高密度、中等密度和低密度分别表述白影、灰影和黑影等,并以此表示物质密度的高低。当人体组织的密度由于生理或病理的原因发生改变时,则用密度增高或密度减低来表述影像的白影与黑影的变化。

X线图像是X线束穿透不同密度和厚度组织结构的某一部位后投影的总和,是该穿透路径上相互叠加在一起的各个结构的影像。另外,X线束是从X线球管向人体作锥形投射的,因此,X线影像会产生伴影,有一定程度的放大和使被照物体的形态失真,这会使X线影像的清晰度有所下降。

(四)X线检查技术

人体组织结构的密度天然不同,这种组织结构密度上的差别,称之为自然对比,是产生X线影像对比的基础。对于缺乏自然对比的组织或器官,可人为地引起对比,称之为人工对比,即人为地引入一定量的在密度上高或低于它的物质来增加对比。自然对比和人工对比是X线检查的前提。

1.普通检查

普通检查包括透视和摄影。

(1)透视:又称荧光透视,透视可转动患者体位多角度进行观察,还可了解器官的动态变化,

操作简便,费用低廉,可快速得出结论;但透视的影像对比度及清晰度较差,难以观察密度差别小的病变以及密度与厚度较大的部位的病灶,缺乏客观记录。

(2)X线摄影:对比度及清晰度均较好,较易使密度大、厚度较厚的部位或密度差别较小的病变显示,但是重叠影像、不能动态观察、操作较复杂及价格较高是缺点。

2.特殊检查

特殊检查包括体层摄影、软线摄影和荧光摄影等。但由于CT等现代成像技术的广泛应用,只有软线摄影还在发挥作用。软线摄影采用能发射长波长的钨靶X线管球,常用管电压为22~35kV,主要用于检查乳腺等软组织。近年来,软线摄影装备及技术有很多改进,如数字乳腺摄影等,极大地提高图像的分辨力,可以查出微小乳腺癌。

3.造影检查

将密度高于或低于该结构或器官的物质引入器官内或其周围间隙,使缺乏自然对比的结构或器官产生对比以显影,就是造影检查。引入的物质称之为对比剂,又称造影剂。

(1)对比剂:按影像密度高低一般分为高密度对比剂和低密度对比剂两大类。高密度对比剂为原子序数高、比重大的物质,有钡剂和碘剂。低密度对比剂多为气体,已少用。钡剂为医用硫酸钡粉末,加水和胶配制成不同浓度的钡混悬液,主要用于食管、胃及结肠等消化道检查。碘剂分有机碘和无机碘制剂两类,后者现已基本不用。水溶性碘对比剂分为离子型(如泛影葡胺)和非离子型(如碘海醇、碘帕醇等)两型。离子型对比剂由于具有高渗性,可引起毒副作用。非离子型对比剂,具有相对低渗性、低黏度、低毒性等优点,毒副作用少且轻,目前得到广泛应用。

(2)引入方法:有直接引入法与间接引入法,如下。

直接引入法:①口服法:如食管及胃肠钡餐检查。②灌注法:如钡灌肠、逆行尿路造影及子宫输卵管造影等。③穿刺法:经穿刺注入或经导管直接注入器官或组织内,如心血管造影和脊髓造影等。

间接引入法:如经静脉注入后对比剂经肾排入泌尿系,而进行的静脉尿路造影。

(3)造影前准备及出现反应的处理:各种造影检查都有其相应的注意事项和检查前准备要求,必须认真对待,以保证患者的安全和检查的满意。应积极备好抢救药品和器械,以备急需之用。

(五)X线检查方法的选用原则

X线检查方法的选用,应该在了解不同检查方法的优缺点、适应证和禁忌证的基础上,根据临床初步诊断的需要来决定。应当首先选择安全、简便又经济的方法。因此,应首先用普通检查,其次为特殊检查,再考虑造影检查。但也非绝对,更不可死板,例如消化道病变就要首先考虑选择钡剂造影,甚至有时选择两三种检查方法都是必要和必需的。对于有一定危险的检查方法,在选择时更应严格掌握适应证,以免给患者带来伤害。

(六)X线诊断的临床应用

尽管CT和MRI等现代影像技术对疾病诊断显示出很大的优越性,但并不能取代传统X线检查。一些例如胃肠道等部位的病变,仍主要使用X线检查。骨与关节系统和呼吸系统也多首先应用X线检查。大脑、脊髓、肝、胆、胰等器官的检查则主要靠CT和MRI等现代影像学,而X线检查作用小。但由于X线具有经济、简便及成像清晰等优点,所以,X线诊断仍然是影像诊断中使用最多、最广和最基本的方法。

(七)X 线的防护

由于 X 线照射人体后将产生一定的生物学效应,若接触的 X 线量超过容许剂量,就可能产生放射性反应,严重的导致放射性损害。但是,如果 X 线剂量在允许范围内,则影响较小。因此,不对 X 线检查产生疑虑或恐惧,而应注重防护。X 线的防护包括技术方面、患者方面和放射工作人员三个方面。

1.技术方面

技术方面可以采取屏蔽防护和距离防护原则。

(1)屏蔽防护:使用原子序数较高的物质(如铅或含铅的物质)作为屏障,以吸收掉不必要的 X 线,如通常采用 X 线遮光筒、滤过板、铅屏、铅玻璃、铅围裙以及铅橡皮手套等器材作为屏障。

(2)距离防护:利用的是 X 线剂量与距离平方成反比这一原理,通过增加 X 线源与人体间的距离以减少辐射剂量。

2.患者方面

患者方面往往取决于医师的选择。应选择恰当的 X 线方法,每次检查的照射部位不宜过多,也不宜在短期内进行多次重复检查(除诊治需要外)。在投照时,选择满足需要的照射范围及照射条件即可,对与照射野相邻的重要组织(如性腺、骨髓等)应用铅皮加以遮盖。

3.放射工作人员方面

放射工作人员应严格遵照国家有关放射防护卫生标准的规定制订规范的防护措施,认真执行保健条例,定期监测放射线工作者的 X 线剂量。加强自我防护意识,进行规范的 X 线操作检查,直接暴露于 X 线下时要戴铅围裙和铅橡皮手套进行屏蔽防护,充分利用好距离防护原则。

二、数字 X 线成像

普通 X 线成像,其影像是模拟成像,是以胶片为介质对图像信息进行采集、显示、存储和传送的。普通 X 线摄影有诸多缺点,如摄影技术条件要求严格、曝光宽容度小、照片上影像的灰度不可调节、图像难于清晰显示各种密度不同的组织与结构、密度分辨力低及在照片的利用与管理上也有许多不便。因此,将普通 X 线成像转变为数字 X 线成像(digital radiography,DR)是非常有意义的。

(一)DR 成像基本原理与设备

将普通 X 线摄影装置或透视装置同电子计算机相结合,使 X 线信息由模拟信息转换为数字信息,从而得到数字图像,这种成像技术就是数字 X 线成像。DR 依其结构上的差别可分为计算机 X 线成像(computer radiography,CR)、数字 X 线荧光成像(digital fluorography,DF)和平板探测器 DR。

1.CR

CR 是以影像(image plate,IP)板代替 X 线胶片作为介质的。IP 板由含有微量元素钨化合物结晶制成,透过人体的 X 线,使 IP 板感光,在 IP 板上形成潜影。IP 板上的影像信息必须经过读取、转换、图像处理和显示等步骤,才能显示出数字图像。使用激光扫描系统读取,将 IP 板上光信号转换成电信号,再由模拟—数字转换器转换成数字影像信息经过图像处理显示成所需要的图像。数字影像信息经图像处理系统处理时,可在一定范围内进行调节图像,包括灰阶处理、窗位处理、数字减影处理等。

CR 与普通 X 线成像比较,优点是提高了图像密度分辨力与显示能力,降低了 X 线曝光量,曝光宽容度加大,行图像处理,增加了信息的显示功能,既可摄成照片,还可用磁盘或光盘存储,并可将数字信息转入 PACS 中。其实最重要的改进是实现了数字 X 线成像。CR 的缺点也是明显的,包括成像速度慢、无透视功能、IP 板的寿命较短、图像质量仍不够满意及发展前景有限等。

2. 平板探测器 DR

用平板探测器将 X 线信息转换成光信号,再经硅阵列及光电电路转换成电信号,然后转换成数字信号,整个转换过程都在平板探测器内完成。所以,平板探测器数字 X 线成像 X 线信息损失少、噪声小,图像质量更好。由于其成像时间短,可用于透视和实时减影的 DSA,扩大了 X 线检查的范围。目前,可用于临床实际的平板探测器主要为无定型硅碘化铯平板探测器。与 CR 及 DF 相比,平板探测器数字 X 线成像图像质量好成像速度快,应用前景十分广阔。

(二) DR 的临床应用

由于数字图像质量及其所含的影像信息量超过了普通 X 线成像,并且能够对其进行图像的后处理、获得更佳的视觉效果、摄影条件的宽容度加大、减少了患者接受的 X 线剂量图像信息可用磁盘或光盘储存、可输入 PACS、可行体层成像及减影处理等优势,数字成像极大地拓展了 X 线成像的临床应用范围。

体现数字成像的临床应用范围更宽更广的例子有:数字成像对骨结构及软组织的显示优于普通 X 线成像,还可以行矿物盐含量的定量分析;对肺结节性病变的检出率也高于普通 X 线成像;数字胃肠气钡双重对比造影在显示胃小区、胃小沟、微小病变及肠黏膜皱襞方面也优于普通的 X 线造影。数字图像与普通 X 线图像都是对所摄部位总体的叠加影像,能用普通 X 线投照的部位也都可行数字成像,对图像的解读与诊断也与传统的 X 线图像一致。只是数字图像是由一定数量的像素所组成的,而普通 X 线图像是由银颗粒所组成的。

三、数字减影血管造影

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是利用计算机处理数字化的影像信息,消除骨骼和软组织影像,使血管显影清晰的成像技术。传统的血管造影是将水溶性碘对比剂注入血管内,突出显示血管的 X 线检查方法,但是,由于存在其与骨骼和软组织重叠而影响了血管的显示。所以,DSA 对血管病变的价值是不言而喻的。

(一) DSA 成像基本原理

DSA 是数字成像,数字成像是 DSA 的基础。数字减影的方法常用的是时间减影法。首先经导管向血管内团注水溶性碘剂,然后在对比剂到达靶血管之前、血管内出现对比剂、对比剂浓度处于高峰及对比剂被廓清这些时间段内,使检查部位连续成像。在这些系列图像中,取一帧血管内不含对比剂的图像和一帧含有对比剂的图像将这两帧图像的数字矩阵经计算机行数字减影处理,使骨骼及软组织的数字信息相互抵消。接着,经计算机减影处理的数字矩阵再经数字一模拟转换器转换为图像,则此时骨骼及软组织影像已被消除掉,只留下清晰的血管影像,此称时间减影法,因系减影图像在不同时间所得。经过不同的减影处理,可得不同期相的 DSA 图像。

(二) DSA 检查技术

根据将对比剂注入动脉或静脉分为动脉 DSA(IADSA)和静脉 DSA(IVDSA)。由于 IADSA 对比剂用量少,且血管成像清楚,所以现在临床主要用 IADSA。

(三)DSA 的临床应用

DSA 已代替了一般的血管造影。因为,DSA 没有骨骼与软组织影的重叠,使血管及其病变显示更为清楚。用选择性或超选择性 DSA,可很好地显示直径 $200\mu\text{m}$ 以下直径的血管及小病变;DSA 可实现对血流观察的动态图像,使之成为功能检查的手段之一。

DSA 设备与技术已相当成熟,可动态的、从不同方位对血管及其病变进行形态学和血流动力学的显示及观察。DSA 非常适合于心脏大血管的检查,对心脏解剖结构的异常、主动脉瘤、主动脉夹层、主动脉发育异常以及主动脉缩窄和分支狭窄等显示清楚。DSA 显示颈段动脉和颅内动脉清楚,常用于颈段动脉狭窄或闭塞、颅内动脉瘤、动脉闭塞、血管发育异常以及颅内肿瘤供血动脉的观察与诊断。DSA 是冠状动脉的最好显示方法,常用于冠脉介入治疗前。对腹主动脉及其分支以及肢体大血管的显示,DSA 同样有很好的效果。对介入性技术,DSA 更是不可或缺的,特别是血管介入技术。

(夏文军)

第二节 CT 成像

CT 是用 X 线束对人体相应层面进行扫描,获得信息,经计算机处理后而得到的图像,是重建的数字图像而不是模拟图像。CT 所显示的断面解剖图像,密度分辨力明显优于 X 线图像。CT 作为首先开发的数字成像技术大大促进了医学影像学的快速发展。CT 机是英国工程师 Hounsfield G. N. 于 1969 年设计成功,1972 年应用于临床的,由此 Hounsfield G. N. 获得了 1979 年的诺贝尔医学生物学奖。

一、CT 成像基本原理、设备及图像特点

(一)CT 成像基本原理

CT 是用 X 线束从多个不同的方向对人体一定厚度层面的检查部位进行扫描的,由探测器接收透过该层面的 X 线量,将其转变为可见光,再由光电转换器转变为电信号,经过模拟—数字转换器转换为数字信息,再将其输入计算机进行处理。在图像处理时,将选定层面分成若干个体积相等的立方体,称之为体素,扫描所得的数据经计算而获得每个体素的 X 线吸收系数,再排列成所谓的数字矩阵,数字矩阵中的每个数字经数字—模拟转换器,转换为由黑到白不等灰度的称为像素的小方块,并按原有矩阵顺序排列起来,即构成 CT 图像所以,CT 图像是由一定数量像素组成的灰阶图像,是数字图像,是重建图像及是断层图像。

(二)CT 设备

CT 设备发展很快,性能不断改进与提高。按结构与功能可大致分为普通 CT、螺旋 CT 和电子束 CT。

1. 普通 CT

普通 CT 主要由扫描部分、计算机系统及图像显示和存储系统三部分组成。扫描部分由 X 线球管、探测器和扫描架组成,用于对选定部位进行扫描。计算机系统主要将扫描收集到的数

据信息进行运算及存储。图像显示和存储系统主要功能是将计算机处理、重建的图像显示在显示器上,还可用照相机将图像摄于照片上,可以将数据存储于磁盘或光盘中。根据扫描方式不同,可有旋转式和固定式。

2.螺旋 CT

螺旋 CT 是在旋转式扫描基础上实现的。应用滑环技术与扫描床连续移动,滑环技术使得 X 线球管的供电系统只通过电刷和短的电缆,而不再是普通 CT 装置的长电缆,这样就可使 X 线球管连续旋转并能进行连续扫描。在扫描期间,扫描床沿纵轴不间断平直移动,X 线球管旋转和连续进床同时行进,使得 X 线扫描的轨迹始终呈螺旋状,因故得名。由于螺旋 CT 的扫描是连续的,没有扫描间隔时间,所以,螺旋 CT 的突出优点是快速容积扫描。因为在短时间内对身体的较长范围进行了不间断的数据采集,从而为提高 CT 图像的后处理创造了良好条件。

螺旋 CT 在 CT 发展史上是一个重要的里程碑,近年开发的多层螺旋 CT,特别是 64 层 128 层及 320 排螺旋 CT,进一步提高了螺旋 CT 的性能,使扫描时间更短、扫描层厚更薄连续扫描的范围更长及连续扫描时间更长。

可以肯定,螺旋 CT,特别是 MSCT 拓宽了 CT 的应用范围,改变了对图像的显示的方式,也提高了工作效率,更重要的是大大提高了诊断水平。

3.电子束 CT

与普通 CT 和螺旋 CT 结构不同,电子束 CT 不用 X 线球管。EBCT 是用由电子枪发射电子束轰击四个环靶所产生的 X 线进行扫描的。轰击一个环靶可得到一帧图像,为单层扫描;依次轰击 4 个环靶,并由两个探测器环接收信号可得 8 帧图像,为多层扫描。EBCT 扫描时间更短,一个层面的扫描时间可短到 50ms,所以可行 CT 电影。EBCT 可以不间断地采集扫描范围内的数据,可与 SCT 一样进行容积扫描。

EBCT 主要应用于循环系统,对心脏大血管检查有独到之处。造影 EBCT 可显示心脏大血管的内部结构,通过心脏血流灌注及血流动力学的情况可以评价心脏功能。但由于 EBCT 检查费用昂贵,功能上与 MSCT 及 MRI 有较大重叠,因而限制了它的广泛应用。

(三)CT 图像特点

CT 可以更好地显示有软组织结构的器官,并在良好的解剖图像背景基础上显示出病变的影像。CT 的突出优点是能显示人体软组织的密度差别,尽管人体软组织的密度差别小,吸收系数多接近于水,但也能形成对比而成像。CT 图像以不同的灰度来表示,反映组织和器官对 X 线的吸收程度。因此,与 X 线图像所示的黑白影像一样,黑影表示低吸收区,即低密度区,如肺组织;白影表示高吸收区,即高密度区,如骨骼组织。CT 与 X 线图像相比,有更高的密度分辨力。CT 图像是由一定数目、从黑到白不同灰度的像素按矩阵排列所构成的灰阶图像,这些像素则是反映相应体素 X 线的吸收系数,不同的 CT 装置所得到的图像像素的大小和数目不同,像素越小,数目越多,构成的图像就越细致,也就是空间分辨力越高。CT 图像说明其密度高低的程度具有一个量的标准,它表示组织对 X 线的吸收系数,而在实际工作中,不直接用吸收系数,而是换算成 CT 值来说明密度,单位为 Hu。一般水的 CT 值为 0Hu,人体中密度最高的骨皮质 CT 值为 +1000Hu,吸收系数最高,而空气为 -1000Hu,密度最低,人体中不同密度的各种组织的 CT 值则在 -1000~+1000Hu 的 2000 个分度之间。人体软组织的 CT 值多与水相近,虽然密度差别小,但由于 CT 有高的密度分辨力,也可形成对比而显影良好。

CT 图像通常是横断面或称轴面的断层图像,是以显示整个器官的多帧连续的断层图像,且

通过 CT 设备上图像重组技术的应用,可重组出冠状位和矢状位的断面图像来。

二、CT 检查技术

(一)普通扫描

患者卧于检查床上摆好合适的位置,选好扫描范围与层面厚度,然后使扫描部位伸入扫描孔内,即可进行扫描。扫描时患者要制动,胸、腹部扫描要屏气,因为轻微的移动都可以造成伪影,从而影响图像质量。扫描大都用横断面,层厚为 5mm 或 10mm,如需要薄层可选用 1mm 或 2mm。CT 检查一般分平扫、对比增强和造影扫描。

1.平扫

平扫是指不使用对比增强剂或造影的普通扫描。几乎都是先行平扫筛选。

2.对比增强扫描

对比增强扫描是经静脉注入水溶性有机碘对比剂后再行扫描的检查方法,较常应用。由于血管内注入碘对比剂后,器官与病变内碘的浓度可以产生差别,从而形成密度差将可能使病变显影更为清楚。常用方法为在十几秒内将全部对比剂迅速注入静脉的团注法。

3.造影扫描

造影扫描是先行结构或器官的造影,然后再行扫描的检查方法。例如向脑池内注入空气或碘剂进行脑池造影,然后进行扫描的方式,称之为脑池造影 CT 扫描。但由于 MRI 及 MR 水成像技术的出现,造影 CT 临床应用有限。

在普通 CT、螺旋 CT 和电子束 CT 上,上述三种扫描均可进行,特别是前两种,是 CT 检查的基本扫描方法。

(二)高分辨 CT 扫描

高分辨力 CT(high resolution CT, HRCT)是指获得良好空间分辨力 CT 图像的扫描技术。在螺旋 CT 装置上不难完成。如用普通 CT 装置,则要求短的扫描时间、薄的扫描层厚图像重建用高分辨力算法及矩阵不低于 512×512 。高分辨力 CT,可清楚显示微小的组织结构,如肺间质的次级肺小叶间隔,小的器官如内耳与听骨等。对显示小病灶及病变的轻微变化优于普通 CT 扫描。

(三)CT 新技术

随着高档 CT 其扫描时间的缩短、成像速度加快、扫描范围加长、获得连续数据及计算机功能的强大,使得 CT 新技术应运而生。

1.再现技术

再现技术一般有三种,即表面再现、最大密度投影(MIP)和容积再现技术。再现技术可获得三维立体的 CT 图像,使被检查器官的影像有立体感,通过旋转还可在不同方位上观察。主要用于骨骼全貌的显示和 CT 血管造影(CT angiography, CTA)。

(1)容积再现技术:是利用全部体素的 CT 值,行表面遮盖法并与旋转技术相结合,再加上假彩色编码技术和不同程度的透明化技术,使表面与深部组织结构同时立体地显示例如在胸部可用于气管、支气管、肺、肋骨及血管的成像。

(2)CTA:是通过 CT 技术立体地显示血管影像的检查方法,是经静脉注入对比剂后行血管造影 CT 扫描的图像重组技术。目前 CTA 主要用于脑血管、肾动脉、肺动脉和肢体动脉等血管