YIXUE YINGXIANG ZHENDUANXUE

医学影像诊断学

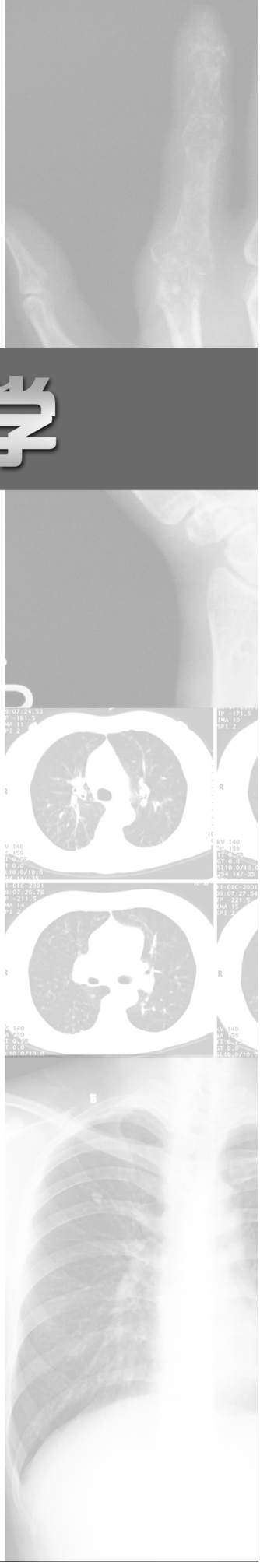
◎主编 李德春 韩武师 李 宁 韩景奇

中国出版集团
世界图书出版公司

YIXUE YINGXIANG ZHENDUANXUE

医学影像诊断学

◎主编 李德春 韩武师 李 宁 韩景奇



中国出版集团
世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目（CIP）数据

医学影像诊断学 / 李德春等主编. -- 广州 : 世界图书出版广东有限公司, 2012.10
ISBN 978-7-5100-5342-9

Ⅰ. ①医… Ⅱ. ①李… Ⅲ. ①影像诊断 Ⅳ. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 243499 号

医学影像诊断学

责任编辑 冯友仁
责任技编 刘上锦 张云丽
出版发行 世界图书出版广东公司
（广州市新港西路大江冲 25 号 邮编 510300）
电 话 （020）84469982
网 址 http://www.gdst.com.cn
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
版 次 2012 年 10 第 1 版
印 次 2014 年 10 第 2 次印刷
开 本 787mm×1092mm 1/ 16
印 张 22.625
字 数 600 千
书 号 978-7-5100-5342-9/R·0206
定 价 90.00 元

若因印装质量问题影响阅读，请与承印厂联系退换。

《医学影像诊断学》

编　委　会

主　编　李德春　韩武师　李　宁　韩景奇

副主编　于翠妮　孙燕新　朱立明　宋云岩

徐　江　张新荣

编　委　（按姓氏拼音排序）

毕　伟　大连医科大学附属第一医院

韩景奇　青岛市黄岛区中医医院

韩武师　山东省交通医院

李德春　徐州市中心医院

李　宁　淄博市中心医院

尚　群　淄博市中心医院

孙新儒　淄博市中心医院

孙燕新　青岛市黄岛区中医医院

宋云岩　青岛市黄岛区红石崖医院

徐　江　青岛市第八人民医院

于翠妮　青岛市黄岛区中医医院

朱立明　青岛开发区第一人民医院

张新荣　南京市儿童医院

前　言

医学影像学是医学领域中发展最快的一门临床科学之一，随着医学科学技术的飞速发展，新理论、新技术、新方法不断在医学影像领域得到广泛推广与应用。为适应临床应用和学科发展的需求，我们组织了一批具有丰富临床经验的医务工作者，在广泛参考国内外最新文献资料的基础上，结合各自的经验和业务专长编写了这部《医学影像诊断学》。

本书在编写过程中注重医学影像学的基本理论和操作方法，具有实用性和适应性。全书共分为9个章节，主要以人体各个系统疾病的影像诊断为线索，重点介绍了各个系统的影像学检查基础知识、基本理论和最新发展概况，内容丰富，层次清楚，重点突出，图文并茂。本书的宗旨是介绍医学影像方面最新的技术进展及临床应用情况，全书的编写风格比较自由，尽量让各位专家充分阐述方法和技术上的发展而不拘泥于格式或体裁。

本书在编写过程中参阅大量国内外相关文献，在此表示感谢。影像医学在临床医学中属于发展非常迅速和前沿的学科，各种信息纷至沓来，目不暇接，临床疾病影像诊断学还有待于医学界同道共同开拓和探讨。由于涉及全身各个系统，内容涵盖面广，加之我们的学识和经验有限，时间紧迫，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

《医学影像诊断学》编委会

2012年6月

目　录

第一章　影像诊断方法概述 …… 1
第一节　X线成像 …… 1
第二节　计算机体层成像（CT） …… 4
第三节　磁共振（MRI） …… 10
第四节　数字减影血管造影术（DSA） …… 14
第五节　核医学影像诊断 …… 16
第六节　影像诊断常用对比剂 …… 19
第二章　五官常见疾病影像诊断学 …… 26
第一节　眼和眼眶疾病 …… 26
第二节　耳部疾病 …… 32
第三节　鼻和鼻窦疾病 …… 36
第四节　咽喉部疾病 …… 45
第五节　口腔颌面部疾病 …… 48
第三章　两腺常见疾病影像诊断学 …… 51
第一节　甲状腺疾病 …… 51
第二节　乳腺疾病 …… 57
第四章　神经系统常见疾病影像诊断学 …… 61
第一节　检查方法 …… 61
第二节　正常影像解剖学基础 …… 62
第三节　不同成像技术的临床应用 …… 64
第四节　脑血管疾病 …… 66
第五节　颅内肿瘤 …… 70
第六节　颅脑外伤 …… 94
第七节　颅内感染性疾病 …… 98
第八节　脱髓鞘疾病 …… 102
第九节　先天性颅脑畸形 …… 103
第十节　脑积水 …… 107
第十一节　脊髓外伤 …… 109
第十二节　椎管内肿瘤 …… 110
第五章　呼吸系统与纵隔常见疾病影像诊断学 …… 112
第一节　检查方法 …… 112
第二节　解剖学基础 …… 113
第三节　正常影像学表现 …… 116
第四节　气管、支气管疾病 …… 119
第五节　肺部炎症 …… 123

第六节　肺结核 …… 131
第七节　肺不张 …… 134
第八节　肺肿瘤 …… 138
第九节　尘肺病 …… 142
第十节　纵隔疾病 …… 144
第十一节　肺炎性假瘤 …… 148
第六章　心血管系统常见疾病影像诊断学 …… 150
第一节　解剖学基础 …… 150
第二节　正常影像学表现 …… 158
第三节　不同成像技术的临床应用 …… 164
第四节　先天性心脏病 …… 166
第五节　其他获得性心脏病 …… 170
第六节　心脏瓣膜病 …… 174
第七节　心包炎和心包积液 …… 185
第八节　心肌病变 …… 186
第九节　心脏黏液瘤 …… 190
第十节　冠心病 …… 191
第七章　消化系统常见疾病影像诊断学 …… 195
第一节　正常解剖学基础 …… 195
第二节　食管与胃肠道正常影像学表现 …… 202
第三节　食管疾病 …… 204
第四节　胃部疾病 …… 211
第五节　十二指肠病变 …… 217
第六节　小肠疾病 …… 219
第七节　结肠疾病 …… 222
第八节　肝脏病变 …… 228
第九节　胆管疾病 …… 236
第十节　胰腺疾病 …… 242
第十一节　脾脏疾病 …… 246
第十二节　腹膜腔疾病 …… 249
第十三节　急腹症 …… 250
第十四节　肠梗阻导管的应用 …… 257
第八章　泌尿与生殖系统常见疾病影像诊断学 …… 276
第一节　影像诊断基础 …… 276
第二节　肾上腺疾病 …… 281
第三节　肾脏疾病 …… 285
第四节　输尿管疾病 …… 301
第五节　膀胱疾病 …… 304
第六节　腹膜后间隙 …… 305
第七节　男性生殖系统常见病 …… 309
第八节　女性生殖系统常见病 …… 312

第九章 骨与关节常见疾病影像诊断学 …… 320
第一节 正常影像解剖基础 …… 320
第二节 骨关节发育畸形 …… 326
第三节 骨发育障碍性疾病 …… 328
第四节 骨与关节损伤 …… 330
第五节 代谢性骨病 …… 335
第六节 骨肿瘤 …… 338
参考文献 …… 353

第一章　影像诊断方法概述

第一节　X 线 成 像

一、基本原理和设备

（一）基本原理

X线是一种波长很短的电磁波，以光的速度沿直线行进，其波长为0.0 006～50nm，应用于X线诊断常用的波长范围为0.008～0.031 nm（相当于40～150 kV时），比可见光的波长短，肉眼看不见。其主要特性如下。

1.穿透性　X线对物质具有强大的穿透能力，并在穿透过程中受到一定程度的吸收而衰减。其穿透性与X线的波长及物质的密度和厚度相关。X线球管的电压越高，其波长越短，穿透力越强。被照射物质的密度越高，厚度越厚；被吸收的X线越多，穿透的X线越少。X线穿透性是X线成像的基础。

2.荧光效应　X线作用于某些化合物如硫化锌镉、钨酸钙、铂氰化钡时，可发生波长较长的可见光线，即荧光。这种特性是X线透视检查的基础。

3.感光效应　X线和普通光线一样，能使涂有溴化银的胶片发生感光。经过X线照射的胶片，经显影、定影处理，溴化银中的Ag^+被还原成金属银（Ag），并沉淀于胶片的胶膜内，在胶片上呈黑色。而未感光部分即溴化银被定影液溶解掉而显出胶片片基的透明本色。感光效应是X线摄影的基础。

4.电离效应　X线通过任何物质包括人体而被吸收时，都将产生电离效应，使组成该物质的原子被分解为正、负离子，如X线通过空气时，使空气电离成正、负离子。空气的电离程度与空气所吸收的X线量成正比，通过测量空气的电离程度就可以测X线量。X线进入人体，也可产生电离效应，使人体产生一系列的生物学方面的改变，即生物效应，表现为对机体的损害作用。电离效应是放射治疗学的基础，也是进行X线检查时需要防护的原因。

X线之所以能使人体组织和器官显影，一方面是由于X线的穿透性、荧光效应和摄影效应，另一方面是基于人体各种器官和组织的密度和厚度的差别，由于这些差别的存在对X线的吸收程度不一样，结果在荧光屏或胶片上形成黑白不一的影像。

在X线胶片上，用肉眼能够区别的人体组织密度差异可以分为骨骼、软组织和液体、脂肪和气体三大类。①骨骼：人体骨骼含有68%左右的钙质，所以在人体组织中比重最大，密度最高，X线吸收最多，它与其他组织的自然对比极为鲜明，在X线片上显示白影，称为高密度影像。②软组织与液体：包括皮肤、肌肉、软骨、结缔组织、内脏及各种液体，在X线片上属于中等密度影像。③脂肪及气体：他们的密度和比重比其他软组织还低，X线片上称为低密度影像（图1–1）。

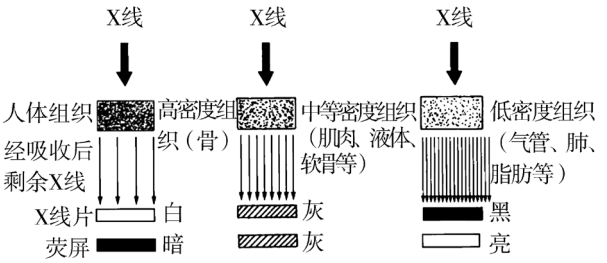


图1-1　不同密度组织（厚度相同）与X线成像的关系

（二）X线设备

基本结构主要包括X线球管、变压器和控制器。

1.X线球管　是一种热阴极真空管，阴极是钨制灯丝，阳极为钨靶。当在X线球管的两极加以高电压（40～150kV，常用为40～90kV）时，则阴极的电子群以高速向阳极运行，撞击钨靶突然受阻，而产生X线和大量的热能。

2.控制器　主要用以调节通过X线球管两极的电压和通过阴极灯丝的电流，分别控制X线的质和量。控制台内还装有调节限时装置，以控制X线照射时间。

（三）数字X线成像

传统X线摄影是以胶片或荧屏显示影像的，缺点是摄影条件要求严格，曝光宽度小，影像的灰度和黑白度不可调节，而数字X线成像则可克服这些缺点并减少患者的X线照射剂量，同时图像信息可以由光盘存储。数字X线成像是将X线摄影或透视装置同电子计算机相结合，使形成数字化影像的成像技术，目前正在取代传统X线成像。

（四）数字减影血管造影

数字减影血管造影（digital subtraction angiography，DSA）是20世纪80年代兴起的一项新的医学影像技术。其特点是将血管造影时采集的X线荧光影像经影像增强器增强后形成视频影像，再经对数增幅、数模转化、对比度增强和减影处理，产生数字减影血管造影图像。其主要目的是减掉骨骼和软组织的背景干扰，使所得的影像质量比常规血管造影明显提高。

1.DSA成像方法

（1）动脉法数字减影血管造影（IADSA）：把对比剂直接注入靶动脉或接近靶动脉处，稀释少，用较低浓度较少量的对比剂，可清楚显示细小血管。IADSA分非选择性和选择性两种。将导管头置放于靶动脉之主动脉近端注射对比剂做顺行性显影者，称之为非选择性IADSA。如将导管头端进一步深入到靶动脉的主干或主干的分支，则称之为选择性或超选择性IADSA。

（2）静脉注射数字减影血管造影（IVDSA）：凡是经静脉途径置入导管或套管针注射对比行DSA检查者皆称之为IVDSA。有非选择性IVDSA和选择性IVDSA两种。将导管头置放于外周浅静脉（外周法）或置放于上腔静脉或右心房（中心法）注射对比剂行DSA并显示动脉者，称之为非选择性IVDSA；将导管头置放于或邻近于受检静脉，或心腔注射对比剂者，称为选择性IVDSA。IVDSA虽操作方便，但检查区的大血管同时显影，互相重叠，对比剂用量较多，目前应用较少。

2.DSA的临床应用　DSA由于没有骨骼和软组织重叠影响，使血管及其病变显示清楚，应用普遍，已代替了一般的血管造影，常用于心脏和大血管检查，尤其是在冠状动脉，腹主动脉及其主要分支的疾患，如肾动脉狭窄、肿瘤的供血，外周血管疾病如四肢大血管及其分支等的诊断和介入治疗中起着非常重要的和不可替代的作用。

二、X线图像特点

（一）灰阶图像

X线图像是从黑到白不同灰度的影像组成，灰度反应的是组织的厚度和密度。如果同样厚度的组织结构，密度高者，其图像呈白影，中等密度呈灰影，低密度呈黑影。

（二）重叠图形

X线图像前后结构投影在同一平面上，因此，存在前后重叠导致的部分结构或病灶被遮挡而显示不清或不能显示。

（三）放大与伴影

由于X线束从球管向人体呈锥形投射，使X线影像有一定放大并产生伴影。通常情况下可以忽略不计。

三、X线检查技术

人体各种器官、组织的密度和厚度不同，吸收X线的程度也各有不同，因而在荧光屏或X线片上显示黑白不同的影像，称为自然对比。由自然对比所获得的X线片称为平片。X线检查方法可分为普通检查、特殊检查和造影检查。

（一）普通检查

普通检查包括透视和摄片。X线透视是利用荧光屏显影的方法。是一种简便而常用的X线检查方法。透视检查的优点除了观察人体内脏的解剖形态和病理改变以外，可转动体位进行多方位观察，还能观察人体器官的运动，如心脏和大血管的搏动、膈肌运动、胃肠蠕动等。透视的缺点为影像对比度和清晰度较差，荧光影像不能做客观记录，不便于复查时比较。X线摄影是一种最常用的检查方法。摄影可应用于人体任何部位，能显示透视不能发现的病变，并可作永久性资料保存。缺点为不易观察器官的功能改变。

（二）特殊检查

特殊检查包括体层摄影亦称断层摄影和放大摄影，目前已被CT取代。还有软线摄影，即X线球管发射的射线属软射线，具有波长较长，穿透力较弱及衰减系数较高的特点，使密度相差不大的脂肪、肌肉和腺体等软组织形成对比良好的影像，有利于观察软组织特别是对乳腺的检查。

（三）造影检查

在人体组织结构中，有相当一部分缺乏自然对比，为此我们要人为地将某种物质引入器官内部或其周围，以增加其对比，称为造影检查（contrast examination），所引入的物质称为对比剂，即造影剂。造影检查的应用，显著扩大了X线检查范围。造影剂依密度高低分两类。一类是高密度对比剂，如钡剂和碘剂。钡剂为纯净的医用硫酸钡，主要用于食管和胃肠道造影。碘剂种类很多，分为有机碘和无机碘，后者基本不用。有机碘对比剂分为离子型和非离子型。非离子型目前常用，因为它具有低渗透性、低黏度、低毒性等优点，减少了毒副反应的发生。另一类是低密度对比剂，如各种气体，目前已很少应用。

造影方法按对比剂引入人体途径不同，可将造影检查方法分为直接引入法和生理排泄法两大类。

1.直接引入法　把对比剂通过人体自然腔道、瘘管和体表穿刺等方法注入人体内的造影方法。例如胃肠道钡餐检查、支气管造影、逆行性肾盂造影、心血管造影、关节腔造影和椎管造影等。

2.生理排泄法　将对比剂经口服或静脉注射等方式引入体内后，利用对比剂在人体内选择性地经某一器官排泄、积聚和浓缩，暂时停留在其通道内的原理，使器官显影。例如，口服胆囊造影、静脉性肾盂造影等。

造影检查前准备和造影反应处理为使造影检查能顺利进行并取得预期目的，必须注意以下几点：①患者有无药物过敏史，有无造影检查的禁忌证如严重心、肝、肾疾病；②向患者说明造影过程，以求得充分合作；③造影前要进行必要的碘过敏试验，如阳性，不宜做造影检查。甲状腺功能亢进的患者不宜做碘制剂造影检查。有的患者，虽然过敏试验阴性，但在造影过程中也可出现变态反应，应引起重视，并准备好各种抢救器械及急救药品。

四、X线诊断的临床应用

尽管现代影像学如超声、CT、MRI等对疾病诊断有很大的优越性，但是X线检查仍然是影像诊断应用最多和最基本的方法。主要是胃肠道造影检查、胸部、骨与关节平片等。

五、X线的防护

由于X线对机体的生物效应，在照射过量时不可避免地给人体带来辐射危害。因此，必须重视X线的防护。

（一）防护遵循原则

1.时间防护　尽量缩短X线照射时间，及时离开有X射线的场所。

2.距离防护　工作时要远离X线机，患者与X线球管距离不能小于35cm。

3.屏蔽防护　用铅屏蔽、铅玻璃、铅围裙等减弱或消除X线对人体的危害。

X线的防护不仅要对从事X线工作的人员，而且对被检查者也应采取适当的防护措施，尽量减少不必要的X线照射。

（二）防护措施

1.控制照射剂量　对放射工作人员的照射剂量要严格按照卫生部的有关规定月剂量当量控制，建立放射工作人员的健康档案，定期检查。同时对患者的照射也不能一次大剂量或经常照射，尤其对孕妇及小儿患者要重视。采用铅玻璃、铅眼镜、铅橡皮围裙及铅手套等防止X线的直接照射。

2.机房的防护要求　X线机房应有足够的使用面积，尽可能减少散射线的影响。一般100mA以下的X线机房应不小于24m^2，200mA以上的X线机房应不小于36m^2，高度不低于3.5m，墙壁必须有一定的防护厚度。一般摄影机房要求线束朝向（透照方向）的墙壁应有2mm铅当量的防护厚度，其他侧壁应有1mm铅当量的防护厚度。

（李德春）

第二节　计算机体层成像（CT）

随着科学技术的不断发展，医学影像诊断的技术和设备也不断改进和提高，特别是Hounsfield等发明的计算机体层成像（CT）的问世，使医学影像诊断水平有了突破性进展。随着电子技术以及其他技术的发展，CT装置由头颅CT逐步发展至全身CT，从而开始了全身各个系统的CT检查；由第一、二代CT发展至高分辨率的第三、四、五代CT，从1排螺旋CT发展为2排、4排、8排、16排、32排、40排、64排、128排、256排等螺旋CT，使人体各部位的骨、软骨、软组

织等诸细微结构甚至支气管内、结肠内等腔内结构均能很好地被展现。

CT检查安全、简便、迅速、无痛苦。CT图像是断层图像，密度分辨率高，解剖关系清楚，病变显示良好。对病变的检出率和诊断的准确率均较高。此外，可以获悉不同正常组织和病变组织的X线吸收系数，以进行定量分析。因此，CT得到越来越广泛的临床应用。

一、CT基本原理

CT是用高度准直的X线束围绕身体某一个部位作一个断面的扫描。扫描过程中由灵敏的、动态范围很大的检测器记录下大量的衰减信息，再由快速的模数转换器将模拟量转换成数字量，然后输入电子计算机，高速计算出该断层面上各点的X线衰减数值，由这些数据组成矩阵图像，再由图像显示器将不同的数据用不同的灰度等级显示出来，这样横断面上的诸解剖结构就由电视显示器清晰地显示出来。

（一）成像原理

CT采用的能量是X线。X线穿射人体经部分吸收后为检测器所接收，检测器接收X射线的强弱取决于人体断面内的组织密度。如组织为骨，则吸收较多的X线，检测器将测得一个比较弱的信号。反之，如组织为脂肪、气腔等，吸收较少的X线，检测器将测得比较强的信号。

沿着X射线束通过的路径上，物质的密度和组成等都是不均匀的，为便于分析，可将目标分割成许多小部分像素，每个像素的长度为W，W应足够小，使得每个小单元均可假定为单质均匀密度体，因而每个小单元衰减系数可以假定为常值。CT建立图像的过程就是求每个小单元衰减系数的过程。X线在每个角度上照射物体，探测器获得每个角度的投影数据，通过断面重建技术，从而得出每个小单元的衰减系数。CT机的像素越小，检测器数目越多，计算机所测出的衰减系数就越多越精确，从而可以建立清晰的图像，以满足医学诊断上的需要。

（二）图像的重建

用来进行CT图像重建的数学运算处理方法，直接关系到图像质量和重建时间。图像重建有多种方法，包括：①直接投射法；②迭代法；③解析法。而解析法是目前CT图像重建技术中应用最广泛的方法，它的基础是富里叶变换投影定理，即一个投影的一维富里叶变换是图像的二维富里叶变换在中心线的值，具体有以下三种方法：①二维富里叶变换重建法；②空间滤波反射投影法；③褶积反投影法。

（三）图像的重组和三维成像

CT图像是断层图像，常用的是横断面。为了显示整个器官，需要多帧的断层图像，通过CT设备上图像重组程序的使用，还可重组冠状面和矢状面的断层图像，新的多层螺旋CT机还可进行多平面重组和曲面重组成像。图像再现技术包括表面再现、最大强度投影（MIP）、容积再现等。CTA为静脉内注入对比剂后行血管造影CT扫描的重组技术，可三维立体地显示血管影像。仿真内镜（VE）显示技术是近期CT发展的三维成像新技术，采用容积数据同计算机领域的虚拟现象结合，如管腔导航技术或漫游技术可模拟内镜检查的过程，即从一端向另一端逐步显示管腔器官的内腔。

（四）影响图像的因素

1.窗宽与窗位　CT检查中，无论是矩阵图像或矩阵数字都是CT值的代表，而CT值又是从人体不同组织、器官吸收X线后的衰减系数值换算而来的。正常人体不同组织、器官的CT值常在一定范围内变化，不同机器所测得也可略有差异（表1–1、表1–2）。

表1-1　人体组织、器官的CT值

组织类型	标准值（Hu）	范围（Hu）
肝	65 ± 5	45 ~ 75
脾	45 ± 5	35 ~ 55
肾	30 ± 10	20 ~ 40
胰	40 ± 1	25 ~ 55
肌肉	45 ± 5	35 ~ 50
甲状腺	70 ± 10	50 ~ 80
脂肪	−65 ± 10	−50 ~ −100
脑白质	30 ± 2	28 ~ 32
脑灰质	36 ± 4	32 ~ 40
密质骨	＞250	
疏质骨	130 ± 100	
钙化	＞60	

表1-2　人体内各液体的CT值

人体内液体	标准值（Hu）
脑脊液	5 ± 4
血液	55 ± 5
凝固血（新鲜）	80 ± 10
凝固血（陈旧）	45 ± 15
血浆	27 ± 2
渗出液（蛋白＞30g/L）	＞18 ± 2
漏出液（蛋白＜30g/L）	＜18 ± 2

目前绝大多数的CT扫描机具有1 000或2 000以上的CT值的变化范围。在多数情况下实际所需了解的只是一个较小范围的组织吸收X线值的变化，例如大多数颅内病变CT值的变化都包括在−20 ~ +100Hu。但是，有时欲了解一个较宽范围的组织吸收X线值的变化，例如作胸部CT扫描，拟同时了解肺和其他软组织的情况时就是如此。这就要求检查者选择显示的CT值的范围和范围的中点，这个范围即所谓的窗宽，这个范围的中点即所谓的窗位。在CT的黑白显示器上，根据医生的习惯，往往将高CT值显示为淡色即白色，低CT值显示为深色即逐渐加深直至黑色。显示器具有一定数量的灰度等级（如16或64等）。由于人眼只能分辨有限数量的灰度等级，根据拟显示结构CT值的变化范围来确定窗宽和窗位是相当重要的。每一灰度等级所包括的CT值范围随窗宽的加宽而增大，并随其宽度变窄而变小。每一灰度等级所包括CT值的范围，可用灰度级数除窗宽而算出。窗位即窗宽所表示CT值范围的中点，只有窗位选择恰当才能更好地显示不同密度的组织。例如显示器上窗宽选择为100，而窗位为0，则CT值介于−50 ~ +50Hu之间者呈现为不同的灰度，而CT值小于−50Hu和大于+50Hu者分别显示为黑色和白色。

2.噪声与伪影

（1）噪声：扫描噪声即光子噪声，为穿透人体后到达检测器的光子数量有限，且其在矩阵内各图像点（像素）上的分布不是绝对均匀所造成。所以均质的组织或水在各图像点上的CT值不是相等的，而是在一定范围内呈常态曲线分布的。为减少噪声必须增加X线剂量，噪声减半需增加约4倍的X线量。

组织噪声为各种组织（如脂肪组织和脑组织）的平均CT值的变异所造成，即同一组织的CT值常在一定范围内变化，以致不同组织可以具有同一CT值。因此，根据CT值确定病理性质时需

注意这一点。

（2）伪影（artifacts）：为扫描时的实际情况与建像所带来的一系列假设不符合所造成。常见的有以下几种。①移动伪影：扫描时患者的移动可产生移动伪迹，一般呈条状低密度影，与扫描方向一致。②高对比伪影：高密度物质如术后银夹、齿冠等造成投射经过它们时，引起衰减计算的错误所致。③射线硬化伪影：为高密度结构如枕骨内粗隆和前颅凹鸡冠等引起体内X线硬化程度密度不匀，虽经计算和重建程序纠正但仍不完全所造成的伪影，可呈放射状或条状高密度或低密度影。④机器故障伪影：这种伪影也有多种，常见的为第三代CT中，部分检测器不工作或工作不正常时所出现环形或同心圆状低密度伪影。

3.部分容积效应　矩阵图像中像素代表一个体积，即像素面积×层厚，此体积内可能含有各种组织。因此，每一像素的CT值，实际所代表的是单位体积各种组织CT值的平均数。因而这种CT值所代表的组织密度可能实际上并不存在，如骨骼与气体加在一起可以类似肌肉。由此在高密度区域中间的较小低密度病灶的CT值偏高，而在低密度区域中间的较小高密度灶的CT值常偏低。

4.空间分辨率与密度分辨率　空间分辨率所表示的是影像中能显示的最小细节，而密度分辨率所表示的是能显示的最小密度。两者之间有着密切关系。CT的空间分辨率是指密度分辨率大于10%时能显示的最小细节，与像素大小有密切关系，一般为像素宽度的15倍。CT的密度分辨率受噪声和显示物的大小所制约，噪声越小和显示物越大，密度分辨率越佳。CT图像的空间分辨率不如X线照片高，但密度分辨率则比X线照片高得多。随着CT机的不断改进，CT的空间分辨率和密度分辨率也在不断提高之中。

二、CT基本设备

一般CT由高压发生器、计算机系统、扫描机架、检查床、操作控制台、照相机等部位所构成。而从功能上，它又可分为以下四部分。

（一）X线发生部分

包括高压发生器和机架内的X线球管和冷却系统等。其基本功能是提供一个稳定的高压。

（二）X线检测部分

包括位于扫描机架内的检测器、检测回路和模数转换器等。其主要任务是检测人体对X线的吸收量。

（三）电子计算机部分

包括电子计算机、图像显示器、磁盘、胶片打印机等。其主要任务为进行数字处理和图像重建，以及记录、储存和显示有关信息或图像。

（四）操作、控制部分

为整个CT操作或控制的命令部分，通过它进行X线曝射条件的选择，控制X线源—检测系统工作。控制图像的显示，以及窗宽、窗位的选择等。

三、CT造影剂

近10多年来，影像诊断技术发展迅猛，与之相适应的造影剂在临床上的使用更为广泛和普遍。前者推动了造影剂质量的提高和不断更新换代。但尽管如此，造影剂不良反应还是难以避免，严重反应甚至死亡事故还时有发生，值得重视。

CT增强检查有许多优点，在许多脏器和疾病的诊断中几乎是不可少的。熟悉多种造影剂的药理、性能，合理选择造影剂，了解造影剂可能产生的不良反应以及处理方案是必需的。

（一）CT造影剂的分类

根据不同目的和用途，在CT检查中使用的造影剂有以下几种类型：①静脉或动脉血管内注射用造影剂；②胆系造影剂；③胃肠道口服造影剂；④椎管和脑室CT造影用造影剂；⑤肝脾特异性造影剂；⑥淋巴系统造影剂。

胆系造影分静脉法和口服法，前者所用造影剂为静脉注射用碘化物，通常为泛影葡胺，应用方法与静脉胆管造影一致。在注射后30～60分钟行CT扫描，对胆管系统显示良好，有助于对胆管有关病变的诊断。口服法于CT检查前12～14小时口服碘番酸1～2g，可使胆囊充分显示，对胆囊的细小病变的诊断有很大帮助。

胃肠道口服造影在腹部CT检查中应用广泛，一般腹部CT检查通常采用阳性对比剂，如2%泛影葡胺或胃影葡胺，也有用低浓度医用硫酸钡悬液的。胃肠道本身CT检查，现通常采用水或脂类对比剂，其显示胃或肠壁以及软组织肿块的能力明显优于阳性对比剂。

肝脾特异性造影剂乳化碘油如EOE-13，经实验和临床应用证明，对小的肝脾肿瘤的检出有相当高的敏感性，对脾淋巴瘤的检出更为理想，与CT血管造影结果相仿，而明显优于常规CT检查。但其不良反应较高，如发热、头痛和口臭等达50%，严重反应占3.6%，故目前仍无法在临床上推广应用。

椎管和脑室造影剂要求特别高，以往用的碘苯酯、碘卡明和阿米培克均已被淘汰，代之以第二、三代非离子型造影剂，其中以碘曲仑为代表。它具有极高的亲水性和极低的亲脂性，并有渗透压低（与体液接近）和黏度适中等优点。

淋巴系统造影剂分间接和直接注射两类，后者有油剂和水溶性两种碘造影剂，均不够理想。静脉或动脉血管注射用水溶性碘造影剂临床应用最广泛。

（二）水溶性碘造影剂

水溶性碘造影剂均为三碘苯环的衍生物，目前市场上可供应用的有三大类：①高渗离子型，以泛影葡胺为代表；②低渗非离子型，以碘帕醇为代表，如德国先灵公司的优维显、挪威奈可明公司的欧乃派克和意大利博莱科公司的碘比乐；③低渗离子型，以苯环二聚体为代表。

1.渗透压　一般造影剂的渗透压明显高于血浆和体液，为产生不良反应的一个重要因素。离子型造影剂在水溶液中都离解成阳离子和阴离子，带有正负电荷。阴离子含碘，为造影剂所需部分，而阳离子含钠盐或甲葡胺，对人体有一定影响。其中碘原子数与溶质质数之比为3∶2（比值为1.5），渗透压较体液高5～7倍，属高渗型。

非离子型造影剂在溶液中保持稳定，不产生离子，不带电荷，其中碘原子与溶质质数之比为3∶1（比值为3），其渗透压明显低于离子型造影剂，但仍高于生理渗透压，而第3代非离子型造影剂iotrolan（比值为6）已接近生理状态。

2.亲水性　造影剂的亲水性越高，则亲脂性就越低，造影剂与血浆蛋白（包括酶类）结合力也越低，毒性反应尤其是神经系统毒性明显下降。非离子型造影剂的苯环侧链上带有2个羧基，故其亲水性高于离子型造影剂，也是毒性反应低的一个重要因素。另外，非离子型造影剂与血浆钙的结合甚少，且不含钠盐，也是毒性低的另一个因素。

3.黏稠度　与分子重量有关，呈线性关系，相对分子质量小，则黏稠度低，临床上易于注射。黏稠度与造影剂毒性无关。离子型和非离子型两类造影剂的黏稠度无明显差别。目前正在研制小分子结构的新型造影剂。

（三）造影剂反应

造影剂反应与造影剂的渗透压、亲水或亲脂性、蛋白结合力、钠盐含量以及与血钙结合力等多种因素相关。此外，也与机体的反应性以及造影剂的注射量、速度、部位和在体内的排泄过程有一定的联系。从药物特性（理论）以及大量临床应用结果来看，离子型造影剂的不良反

应明显较非离子型高，为3～8倍，后者相对安全。

造影剂反应大致分为以下几种。

1.一般反应　如注射局部疼痛、头痛（血管性）、恶心、呕吐和荨麻疹等。此类反应最常见，属轻度，通常为一过性，无须处理。

2.变态反应　轻重不等，轻者如荨麻疹、喷嚏、流泪、结膜充血、脸部红肿（血管神经性水肿）。重者如喉部水肿、肺水肿、支气管痉挛、血压下降、休克、抽搐和昏迷、呼吸心跳停止等。此类反应与组胺释放、抗原—抗体反应、补体系统的激活以及精神因素如焦虑、恐惧等有关。

（四）造影剂反应的预防和处理

尽管造影剂反应的预防是极为困难的，但做好造影剂反应的宣传和造影剂的选择，以及做好造影前的准备，可以减少造影剂反应的发生。

1.造影剂的选择　如上所述，造影反应的发生和程度轻重是难以预测的，而造影剂过敏试验又不可靠，试验阴性的临床意义是有限的，它的唯一意义在于试验阳性者应慎用，或至少选用反应较少的非离子型造影剂。对碘过敏试验阳性或高危人群，必须尽可能选用非离子型造影剂。对于普通人群，在经济条件允许的情况下，非离子型造影剂也为最佳选择。

2.造影前准备　详细询问有关病史，特别是药物和造影剂过敏史；了解患者的全身情况，尤其是肝、肾和心脏功能，如有损害者，尽可能予以短期纠治后再做造影检查。肾功能损害者、婴幼儿和老年患者，不必禁水，必要时可补充水分。碘过敏试验尽管价值有限，多数人主张列为常规进行。造影剂注射前即刻静脉内给予糖皮质类激素，如地塞米松10mg，可减少或减轻可能发生的不良反应。

3.造影剂反应的处理　遇到轻度反应的可不加处理，可放慢造影剂注射速度，如反应无进一步发展，可完成CT增强扫描检查，应留在CT室观察片刻。

中度反应者，静脉内即刻注射地塞米松20mg或氢化可的松50～100mg。

重度反应者，其抢救措施如下：①停止注射造影剂，并改用其他液体如0.9%氯化钠液或5%葡萄糖氯化钠溶液，保留该静脉通路，以便用药。②保持呼吸道通畅，吸氧。体位应取仰卧，头尽量后仰，有呕吐患者头应取侧位，并及时清除呕吐物，以免被吸入。有喉水肿或痉挛者可用沙丁胺醇气雾剂吸入，严重的应作气管插管，甚至行气管切开。③药物应用。首先静脉注射地塞米松20mg或氢化可的松50～100mg，再在500ml液体中加入100～200mg氢化可的松作维持滴注。心跳缓慢和血压下降者可皮下注射肾上腺素0.5mg，并应用升压药，如阿拉明20～60mg，多巴胺60～120mg加入500ml液体中静脉滴注，具体用量视病情而定。④心脏停止者，需及时作胸外按压和人工呼吸，心内注射“心三联”，并加用呼吸兴奋剂，如尼可刹米、洛贝林加入500ml液体中静脉滴注。⑤有休克和昏迷者要及时补液，如用低分子右旋糖酐500ml快速静脉滴注。脑部降温，以减轻脑损害。休克纠正后，可应用脱水剂，如50%葡萄糖液100ml加呋塞米20mg静脉注射或用25%甘露醇250ml静脉滴注，以防脑水肿。上述步骤在抢救重度造影剂变态反应时，几乎是同时进行的。

（五）造影剂的使用方法

水溶性碘造影剂的给药方法主要有以下几种。

1.一次性注射或集团注射法　即将某一剂量的高浓度造影剂加压快速注入静脉，给药后立即进行增强扫描。一般用量为60～100ml（小儿1.5～2ml/kg体重），注药速度为45～50ml/min。这种方法用药量少，可节省时间，但产生不良反应机会较多。

2.静滴法　以20～30ml/min的速度注入含碘量300mg/min的造影剂100ml后行增强扫描。这种方法可显示病灶范围、血供程序，但不利于显示微细结构及微小病灶，对血管的显示也较差。尽管不良反应较小，目前很少作为常规注药方法。有的医院将上述两种方法结合使用。