



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材 | 供医学影像学专业用

# 医学影像检查技术学

第3版



主 编 张云亭 于兹喜  
副主编 郑可国 余建明



人民卫生出版社  
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



中国科学院 中国科学院大学

中国科学院 中国科学院大学 中国科学院大学



中国科学院 中国科学院大学

中国科学院 中国科学院大学 中国科学院大学

# 医学影像检测技术学

1 2 3



1 2 3

4 5 6

7 8 9



中国科学院 中国科学院大学

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 ● 卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材  
供医学影像学专业用

# 医学影像检查技术学

第 3 版

主 编 张云亭 于兹喜

副主编 郑可国 余建明

编 者 (以姓氏笔画为序)

于兹喜 (泰山医学院)

于铁链 (天津医科大学)

龙莉玲 (广西医科大学)

孙存杰 (徐州医学院)

余建明 (华中科技大学同济医学院)

张云亭 (天津医科大学)

张修石 (哈尔滨医科大学)

郑可国 (中山大学)

曾勇明 (重庆医科大学)

人民卫生出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像检查技术学/张云亭等主编. —3 版.  
—北京: 人民卫生出版社, 2010. 8  
ISBN 978-7-117-13081-3

I. ①医… II. ①张… III. ①影像诊断—高等学校—  
教材 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 099334 号

门户网: <a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a> 出版物查询、网上书店
卫人网: <a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a> 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

## 医学影像检查技术学 第 3 版

主 编: 张云亭 于兹喜  
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)  
地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号  
邮 编: 100021  
E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)  
购书热线: 010-67605754 010-65264830  
          010-59787586 010-59787592  
印 刷: 潮河印业有限公司  
经 销: 新华书店  
开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 11 插页: 4  
字 数: 360 千字  
版 次: 2000 年 10 月第 1 版 2010 年 8 月第 3 版第 13 次印刷  
标准书号: ISBN 978-7-117-13081-3/R · 13082  
定价 (含光盘): 32.00 元  
打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto:WQ@pmph.com)  
(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

# 全国高等学校医学影像学专业规划教材

## 第三轮修订说明

随着医学影像学的飞速发展,对医学影像学高等教育教学内容和体系的改革提出了更高的要求,为了满足学科发展和教学需要,我们在进行多次调查研究、分析论证的基础上,并经全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室审议同意,决定从2009年开始启动医学影像学专业规划教材第三轮的修订工作。此次修订仍以《中国医学教育改革和发展纲要》为指导思想,强调三基(基础理论、基本知识和基本技能)、五性(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)原则,紧扣医学影像学专业培养目标,密切结合专业发展特点,按照医学影像学教学改革的要求,重新修订了原有的9种教材,同时新增《医学超声影像学》教材。本套教材共10种,各自成册又互成系统。修订后的教材将满足培养医学影像学专业高级人才的要求。

## 第三轮教材目录

- |                    |     |     |     |
|--------------------|-----|-----|-----|
| 1. 人体断面与影像解剖学(第3版) | 主 编 | 王振宇 | 徐文坚 |
|                    | 副主编 | 段菊如 | 付升旗 |
| 2. 医学影像物理学(第3版)    | 主 编 | 吉 强 | 洪 洋 |
|                    | 副主编 | 周志尊 | 甘 平 |
| 3. 医学电子学基础(第3版)    | 主 编 | 陈仲本 |     |
|                    | 副主编 | 鲁 雯 | 柴 英 |
| 4. 医学影像设备学(第3版)    | 主 编 | 徐 跃 | 梁碧玲 |
|                    | 副主编 | 赵 强 | 李 彪 |
| 5. 医学影像检查技术学(第3版)  | 主 编 | 张云亭 | 于兹喜 |
|                    | 副主编 | 郑可国 | 余建明 |
| 6. 医学影像诊断学(第3版)    | 主 编 | 白人驹 | 张雪林 |
|                    | 副主编 | 孟俊非 | 李健丁 |
|                    |     | 徐 克 | 龚洪翰 |
| 7. 介入放射学(第3版)      | 主 编 | 郭启勇 |     |
|                    | 副主编 | 申宝忠 | 滕皋军 |
| 8. 影像核医学(第2版)      | 主 编 | 黄 钢 |     |
|                    | 副主编 | 左书耀 | 陈 跃 |
| 9. 肿瘤放射治疗学(第2版)    | 主 编 | 徐向英 | 曲雅勤 |
|                    | 副主编 | 李国文 | 伍 钢 |
| 10. 医学超声影像学        | 主 编 | 姜玉新 | 王志刚 |
|                    | 副主编 | 胡 兵 | 周晓东 |

# 前 言

《医学影像检查技术学》(第3版)是在第1、2版的基础上,根据8年来的应用和医学影像检查技术发展情况进行修订的。本次编写依然在教材中体现素质教育,遵循专业培养目标的要求,适应学生专业目标、学制和学时三个方面的特定需要,字数限定在5000字/学时。教材内容着重强调学生能掌握“三基”(即基础理论、基本知识和基本实践技能)。并使教材体现“五性”(即思想性、科学性、先进性、启发性和适应性)原则。

《医学影像检查技术学》(第3版)授课54学时。根据上述要求,本书编写共5章,第一章总论除介绍X线、CT、MRI、DSA检查技术的应用、综合应用的原则及PACS外,还介绍医学影像质量管理和控制。第二至第五章分别介绍相关检查技术,在各系统和部位的检查方法,对比剂应用。超声检查技术删除归入《医学超声影像学》中。第3版除对该书光盘进行了增删外,还增加了习题集。这样可以直观理解书中所讲检查技术的原理、内容与实际操作。配套的习题集紧扣本教材的核心内容。在第3版编写过程中,注重第2版教学中教师、学生反映的问题,删除较难理解且不实用的内容,增加近几年来新出现的影像检查技术,以达到全面介绍、文字简明、便于学习的目的。

天津医科大学郭宏、张乐为本书图、文稿、随书光盘做了大量工作,在此一并致谢!

由于作者水平所限,书中一定有不少缺点、错误,请读者指正,以便改进。

编 者

2010年2月

# 目 录

绪论	1
第一章 总论	3
第一节 X线检查技术	3
一、特点	3
二、主要用途	3
三、主要内容	3
四、限度	4
第二节 CT检查技术	4
一、特点	5
二、主要用途	5
三、主要内容	5
四、限度	6
第三节 MRI检查技术的应用	6
一、特点	6
二、主要用途	6
三、主要内容	7
四、限度	7
第四节 DSA检查技术	7
一、特点	7
二、主要用途	7
三、主要内容	8
四、限度	8
第五节 各种检查技术的综合应用	8
一、检查技术简繁的选择	8
二、检查技术的安全性	8
三、影像检查费用的考虑	9
第六节 医学图像存储、传输与放射学信息系统	9
一、特点	9
二、主要用途	10
三、主要内容	10
四、限度	11
第七节 医学影像质量管理和控制	11
一、医学影像质量管理	11
二、医学影像质量评价	12

三、X线影像的质量控制 .....	12
四、CT图像的质量控制 .....	13
五、MR图像的质量控制 .....	13
六、DSA图像的质量控制 .....	14
<b>第二章 X线检查技术 .....</b>	<b>15</b>
<b>第一节 X线成像质量影响因素 .....</b>	<b>15</b>
一、影像的光学密度与灰度 .....	15
二、影像对比度 .....	17
三、照射野与散射线 .....	19
四、X线摄影条件的选择与自动曝光控制系统 .....	20
<b>第二节 X线摄影基础知识 .....</b>	<b>23</b>
一、解剖学基准线 .....	23
二、X线摄影学基准线 .....	23
三、X线摄影体位与方向 .....	25
四、体表解剖标志 .....	26
五、X线摄影的技术操作原则和步骤 .....	27
<b>第三节 普通X线检查技术 .....</b>	<b>28</b>
一、透视 .....	28
二、普通X线摄影 .....	29
三、软X线摄影 .....	37
<b>第四节 数字X线检查技术 .....</b>	<b>39</b>
一、CR .....	39
二、DR .....	41
<b>第五节 造影检查 .....</b>	<b>45</b>
一、对比剂 .....	46
二、造影检查技术 .....	48
<b>第三章 CT检查技术 .....</b>	<b>56</b>
<b>第一节 CT扫描方式的特点 .....</b>	<b>56</b>
一、普通CT .....	56
二、螺旋CT .....	56
<b>第二节 CT图像特点和影响图像质量的因素 .....</b>	<b>60</b>
一、CT图像特点 .....	60
二、影响CT图像质量的因素 .....	60
三、低辐射剂量CT扫描技术 .....	63
<b>第三节 CT检查方法 .....</b>	<b>65</b>
一、检查前准备 .....	65
二、基本检查方法 .....	66
三、造影CT .....	67
四、特殊扫描技术 .....	68
五、定量CT .....	68
<b>第四节 各部位常用的检查方法 .....</b>	<b>69</b>
一、颅脑 .....	69



二、头颈部 .....	71
三、胸部 .....	72
四、腹部 .....	73
五、盆腔 .....	74
六、脊柱 .....	74
七、四肢及关节 .....	75
八、心脏 .....	76
第五节 螺旋 CT 的特殊临床应用 .....	76
一、实时增强监测技术 .....	76
二、双期和多期增强扫描技术 .....	77
三、CT 灌注成像 .....	78
四、CT 图像后处理技术 .....	80
五、CT 血管造影术 .....	84
<b>第四章 MRI 检查技术 .....</b>	<b>89</b>
<b>第一节 常用脉冲序列及其应用 .....</b>	<b>89</b>
一、SE 脉冲序列 .....	91
二、IR 脉冲序列 .....	93
三、GRE 脉冲序列 .....	94
四、EPI .....	99
<b>第二节 成像参数的选择 .....</b>	<b>99</b>
一、与图像质量有关的成像参数 .....	99
二、成像参数的选择 .....	101
<b>第三节 流动现象的补偿技术 .....</b>	<b>102</b>
一、流动状态 .....	102
二、流动现象和伪影 .....	102
三、流动现象的补偿 .....	103
<b>第四节 伪影的补偿技术 .....</b>	<b>104</b>
一、运动伪影 .....	104
二、混淆伪影或包裹伪影 .....	104
三、化学位移伪影 .....	105
四、化学性配准不良伪影 .....	105
五、截断伪影 .....	105
六、磁敏感性伪影 .....	106
七、拉链伪影 .....	106
八、交叉激励 .....	106
<b>第五节 MRI 对比剂的应用 .....</b>	<b>106</b>
一、增强机制 .....	106
二、分类 .....	107
三、应用 .....	107
<b>第六节 MRI 检查的安全要求 .....</b>	<b>109</b>
一、安全性 .....	109
二、安全要求 .....	111
<b>第七节 人体各解剖部位 MRI 检查技术 .....</b>	<b>111</b>

一、检查前准备 .....	111
二、基本检查方法 .....	111
三、颅脑 .....	111
四、眼眶 .....	112
五、脊椎与脊髓 .....	112
六、胸部 .....	113
七、乳腺 .....	113
八、腹部 .....	113
九、盆腔 .....	114
十、关节 .....	114
<b>第八节 MR 检查技术的特殊临床应用 .....</b>	<b>115</b>
一、磁共振血管成像技术及其临床应用 .....	115
二、心脏 MR 成像技术及其临床应用 .....	117
三、MR 水成像技术及其临床应用 .....	120
四、MRS 技术及其临床应用 .....	122
五、fMRI .....	124
六、磁敏感成像技术及其临床应用 .....	131
<b>第九节 超高场 3.0T MR 检查技术应用简介 .....</b>	<b>132</b>
一、优势与潜力 .....	133
二、问题与挑战 .....	133
<b>第五章 DSA 检查技术 .....</b>	<b>135</b>
<b>第一节 DSA 的基本原理、图像采集和影像处理 .....</b>	<b>135</b>
一、基本原理 .....	135
二、图像采集 .....	135
三、影像处理 .....	137
<b>第二节 DSA 的成像方式、检查技术和操作流程 .....</b>	<b>137</b>
一、成像方式 .....	137
二、检查技术 .....	138
三、操作流程 .....	140
<b>第三节 DSA 的临床检查技术 .....</b>	<b>141</b>
一、检查前准备 .....	141
二、头颈部 DSA 技术 .....	142
三、胸部 DSA 技术 .....	145
四、心脏与冠状动脉 DSA 技术 .....	146
五、腹部 DSA 技术 .....	151
六、盆腔 DSA 技术 .....	154
七、四肢 DSA 技术 .....	156
<b>参考文献 .....</b>	<b>159</b>
<b>中英文名词索引 .....</b>	<b>160</b>
<b>英中文名词索引 .....</b>	<b>164</b>

# 绪 论

医学影像检查技术学是介绍应用临床医学影像设备,对患者进行各种检查技术操作,并获得影像诊断资料的一门课程。在医学影像学中,它既是一门有较系统的理论又是实用性很强的分支学科。

1895年,德国物理学家伦琴发现了X线并应用于临床,逐渐形成放射学及学科。此后的70余年中,由于X线成像设备的发展,检查技术由平片向体层、高千伏、放大摄影和造影检查发展,X线检查技术也逐渐成一体系。1969年,英国工程师Hounsfield发明了计算机X线体层摄影(computed tomography,CT),使X线检查技术发生了革命性的飞跃。CT明显提高了组织密度分辨力(density resolution),为临床提供丰富而又可靠的信息。从此,X线检查技术进入了数字化时代。1980年数字减影血管造影(digital subtraction angiography,DSA)的出现实现了血管造影的数字化;计算机X线摄影(computed radiography,CR)的问世,改变了传统的屏-片组合的模拟影像,实现了传统的X线摄影的数字化影像。此后X线平板探测器(flat panel detector,FPD)研制成功,开发出数字X线摄影(digital radiography,DR)。同期,非X线成像技术也相继应用于临床,如磁共振成像(magnetic resonance imaging,MRI)、超声成像(US)、单光子发射计算机体层显像(SPECT)、正电子发射体层显像(PET)等。

为适应影像医学发展,我国一些高等医学院校于1985年开始相继设立了医学影像学专业,培养医学影像诊断医师和技术工作者,目前已有100余所大学、医科大学、医学院开办此专业。为满足教学需要,卫生部教材办公室于1999年组织编写面向21世纪医学影像专业本科7门规划教材。2000年1月第一版由人民卫生出版社出版。2009年9月在天津召开第三版教材评审委员会,教材的门数增加至10门。本教材与其他9门课程是等位的,作用上既独立又互补、知识上又是互相渗透的。

医学影像检查技术学的主要内容包括:X线检查技术;CT检查技术;MRI检查技术;DSA检查技术;医学影像质量管理和控制等内容。尽管超声检查技术和核医学成像技术在本系列教材中另著教材论述,但从属性上讲,它们都属于医学影像检查技术学的范畴。

医学影像检查技术学是医学影像诊断的基础课之一,在医学影像诊断过程中首先要有适宜的检查方法并获得质量良好的图像,才能结合临床相关资料做出准确的诊断。作为医学影像诊断医师,必须了解各种影像检查设备、检查方法以及对不同疾病检查的适应证,这是临床工作的需要。随着医学检查设备的不断发展,新的检查方法的不断出现,对疾病诊断的帮助也越来越大,也需要我们不断学习、了解并掌握。

医学影像检查技术学是多学科知识交叉形成的理论体系,涉及医学的基础与临床知识、物理学的基础等。在学习中应注意:

1. 理论学习与实践并重 影像检查技术学是一门实践性极强的课程,要把学习的基础知识变成有用的知识就要通过实践过程,知识的有用性也最终要体现在实践上。自觉养成实践学习的意识,提高动手能力。把理论讲授的内容与实验、实习紧密结合,联系思考,力求融会贯通,不断巩固提高。

2. 多用分组实验讨论的方法 此方法使同学相互启发,互相补充,可以达到正确理解技术要点和准

确熟练的操作的目的。

随着生命科学和信息科学的快速发展,必将促进未来新的影像检查设备、技术的出现和发展,医学影像检查技术学前景更为广阔。

(张云亭 于兹喜)

# 第一章

## 总 论

### 第一节 X 线检查技术

X 线检查技术是利用 X 线的穿透能力、荧光作用、感光效应等特性,并根据临床要求,对患者实施的各种技术操作,以显示人体内的结构和病变。X 线检查技术是传统放射学的重要组成部分,也是疾病检查的基本方法之一。

#### 一、特 点

X 线图像特点:X 线穿过人体后,由于人体不同组织器官的密度、厚度、吸收能力不同而形成不均匀吸收,剩余射线到达探测器后就产生不均匀的感光,经模拟或数字转换变成可以观察的图像。X 线图像是由从黑到白不同灰度的影像所组成。这些不同灰度的影像反映了人体组织结构的解剖及病理状态。对于缺乏自然对比的组织或器官,可人工地引入一定量的在密度上高于或低于人体的物质,产生人工对比,称造影检查。总之要使图像清晰、细腻,空间分辨力(spatial resolution)高。

X 线检查的特点:①操作简便;②检查速度快;③经济。

#### 二、主要用途

X 线检查主要用于:①骨关节疾病的诊断,如骨折、炎症、结核、肿瘤等;②胸部疾病诊断,如肺炎,肺脓肿,肺结核,肺、纵隔、乳腺肿瘤等。心脏大血管疾病,平片可提示诊断,通过造影检查可诊断各种类型心脏病,动脉硬化,动脉瘤,动脉夹层,心包积液等;③胃肠道疾病诊断,平片可诊断胃肠道穿孔、肠梗阻等疾病,通过消化道造影检查可显示息肉、肿瘤、炎症、结核病等改变,并了解其功能变化;④泌尿系统疾病中,平片可显示结核、钙化、结石,造影检查可显示肾盂、肾盏、输尿管、膀胱、结肠形态和功能变化,从而可对肿瘤、炎症、结石、先天性畸形等病变作出诊断;⑤其他,如子宫输卵管造影诊断输卵管狭窄、闭塞。

#### 三、主要内容

X 线检查技术可分为普通 X 线检查、数字 X 线检查和造影检查三个方面。

##### 1. 普通 X 线检查

(1) 透视:透视(fluoroscopy)是利用 X 线的穿透性和荧光作用,将被检查者置于荧光屏(或影像增强器)与 X 线管之间,X 线穿过人体之后在荧光屏(或影像增强器)上形成可见影像并进行视读的检查方法。其优点有:①简便、经济、省时,立即得到检查结果;②可以同时观察器官的形态和功能状态,在检查中还可以转动被检查者,从不同的角度和方向观察器官的形态和动态变化;③若需要记录病变影像时,可以在透视下选择最佳观察角度进行点片摄影,供复查对照或作为教学、科研资料保存;④使用影像增强器透视,将荧光影像亮度输出增强几千倍,在明室下进行,图像用阴极射线管(CRT)显示。影像分辨力较荧光屏透视有很大提高,可观察细小结构和较厚的部位,适于造影检查和介入治疗等工作的开展。所用管电压较高,

管电流较小,利于患者和医务工作者的防护。

影像增强透视图像目前已数字化,由于数字化图像可存储于光盘、硬盘并可连续摄影及进行图像后处理,使检查者能细致观察、分析、了解被检查的器官功能变化和发现早期病变,提高诊断正确率。也可通过远程医疗系统会诊。不再需要胶片冲洗,减少了费用和污染。透视的缺点是影像细节显示不够清晰。若用荧光屏透视不能留下永久记录且辐射剂量较大,现已少用。

(2) 普通 X 线摄影:普通 X 线摄影(plain film radiography)是指将被检查者置于 X 线管和屏-片组合(screen-film combination)之间,X 线穿透人体后在胶片上形成潜影,再经显、定影过程获得清晰胶片影像的检查方法。得到的胶片称 X 线照片(radiograph)或称 X 线平片(plain film)。主要优点是:①照片影像的空间分辨力较高,影像细节显示清晰;②对于较厚部位以及厚度和密度差异较小的病变比荧光屏透视容易显示;③照片可作为永久记录,长期保存,便于复查对比和会诊;④接受的 X 线剂量较少,利于防护。

透视和普通 X 线检查的优缺点具有互补性,可以根据具体情况选用其一或配合使用。

(3) 软 X 线摄影:软 X 线摄影是指应用 40kV 以下的管电压进行的 X 线摄影。因管电压在 40kV 以下时所产生的 X 线能量低,穿透力较弱,故称软 X 线。现在常用的产生软 X 线的设备是钼靶 X 线机。这种设备在 20~40kV 的管电压下产生单色性较强的标识 X 线,多用于乳腺摄影,有时也用于阴茎和咽喉侧位检查。

2. 数字 X 线成像检查 数字 X 线成像检查技术是指应用 CR、DR 和 DSA 等获得数字影像(digital image)的 X 线检查技术。从广义上讲,CT 也属此技术。传统的 X 线透视(或影像增强器)与屏-片组合获得的影像是由 X 线透过人体内部器官和组织后形成的模拟影像(analog image)。

(1) CR:是以 X 线成像板(imaging plate,IP)作为载体记录 X 线曝光后形成的信息,再由激光读出信息并经图像后处理形成数字影像的检查技术。数字影像可以由激光打印机输出到胶片,亦可由监视器直接视读。其具备数字化图像的优点,不足之处是影像的空间分辨力比屏-片组合低。

(2) DR:是将 X 线穿过人体后由 FPD 探测的模拟信号直接数字化而形成数字影像的检查技术。与 CR 相比较其优点有:①影像清晰度高;②噪声少,且安装了除噪设备;③检查速度快;④FPD 的量子检测效率(detective quantum efficiency,DQE)达 60%以上,可减少曝光量;⑤图像后处理功能改善了影像细节的显示;⑥可根据观察者视觉特性来处理影像。不足之处是空间分辨力不如屏-片组合。

DR 是很有发展前景的数字成像设备,随着 FPD 的逐步完善,将替代 CR。

3. 造影检查 造影检查(contrast examination)是将对比剂(contrast media)引入人体器官内或其周围,造成密度差别而形成影像对比的检查技术。检查的目的是使人体内缺乏自然对比的器官和组织在引入对比剂后形成影像,以显示人体内的组织器官的形态及功能。对比剂分为两大类:易被 X 线穿透的称阴性对比剂(negative contrast media),不易被 X 线穿透的称阳性对比剂(positive contrast media)。目前在临床上广泛开展的造影检查有胃肠道造影,心血管造影(cardioangiography)、静脉肾盂造影(intravenous pyelography,IVP)等。

## 四、限 度

X 线检查技术应用也有限度:①X 线照片是二维(two dimension,2D)影像,组织结构互相重叠。重叠的结构不容易辨别,易漏诊。②X 线的密度分辨力有限,密度差异较小的组织和器官、病变不容易分辨。③造影检查时,少数患者对对比剂有不良反应,有绝对的禁忌证。④X 线有辐射损伤作用,对于剂量过大,或检查频率过多、检查时间长的项目受到严格的限制。

(于兹喜)

## 第二节 CT 检查技术

CT 自 20 世纪 70 年代初开始在临床应用以来,经过多次的升级换代,其结构和性能不断完善和提高,

由最初的普通头颅 CT 机发展到现在的多层螺旋 CT (spiral CT) 和双源 CT (dual source CT, DSCT)。随着计算机技术和容积数据重组技术的发展,目前多层螺旋 CT 每转最多可扫描 320 层。

## 一、特 点

CT 是以 X 线束环绕人体某部一定厚度的层面进行扫描,透过该层面的 X 线部分被吸收,X 线强度因而衰减,穿透人体后未被吸收的 X 线被探测器接收,转变为可见光,由光电转换器转变为电信号,再经模/数 (A/D) 转换器转为数字输入计算机进行处理,重建成图像。CT 与普通 X 线检查比较,具有以下优势:①横断面成像,图像清晰逼真,影像无前后重叠,基本解决了普通 X 线照片组织、器官重叠的问题;容积数据可重组得到矢状层面、冠状层面或任意斜层面及三维 (three dimension, 3D) 立体图像,不同密度的组织可以用不同的伪彩色显示,使图像的显示更生动;还可以多角度观察,使正常组织器官与病变组织的解剖结构显示较清晰,病变定位更准确;②空间分辨力较 X 线照片低,但密度分辨力则较 X 线照片高得多,能够分辨普通 X 线无法分辨的密度差异较小的组织结构,并能进行密度测量,提高了病变的检出率,对病变的定性诊断较普通 X 线明显提高,扩大了 X 线检查的应用范围。与 MRI 比较,CT 具有:①成像速度快,对一些不适合 MR 检查的危重症患者能迅速检查;②对骨骼和钙化的显示较清晰,诊断病变内的骨化、钙化和骨骼畸形有较大的优势;③对冠状动脉及病变的显示,CT 血管造影 (CT angiography, CTA) 优于 MR 血管造影 (MR angiography, MRA);④可以检查带有心脏起搏器或体内带有铁磁性物质而 MR 不能检查的患者;⑤CT 检查价格相对低廉。

## 二、主要用途

CT 可用于身体任何部位组织器官的检查,已成为临床常规影像检查方法。

(1) 颅脑 对颅内肿瘤、脑出血、脑梗死、颅脑外伤、颅内感染及寄生虫病、脑先天性畸形、脑萎缩、脑积水和脱髓鞘疾病等具有较大的诊断价值,CT 是颅脑疾病的首选检查方法。CTA 可以获得比较精细和清晰的血管 3D 图像,但对于某些脑血管畸形的诊断,CT 则不如 DSA、MRI;对于颅底及颅后窝病变的显示不如 MRI。

(2) 头颈部 对眼眶和眼球良恶性肿瘤、眼肌病变、乳突及内耳病变、耳的先天发育异常、鼻窦和鼻腔的炎症及肿瘤、鼻咽部肿瘤尤其是鼻咽癌、喉部肿瘤、甲状腺肿瘤以及颈部肿块等有较好的定位、定量和定性能力。

(3) 胸部 可用于诊断气管、肺、纵隔、胸膜、胸壁、膈肌、心脏、心包和主动脉疾病等。CT 对于支气管肺癌的早期诊断和显示肺癌的内部结构,观察肺门和纵隔有无淋巴结转移,对淋巴结结核以及纵隔肿瘤的准确定位等,均较普通 X 线具有显著的优越性;亦可较好地显示肺间质和实质性病变。CT 对于观察心包疾患、显示主动脉瘤和主动脉夹层的真假腔等亦有较大的优势,同时还可较好地显示冠状动脉斑块和心瓣膜的钙化、大血管壁的钙化,也可较好地显示心肌、心腔的病变。

(4) 腹部和盆腔 可用于肝、胆、胰腺、脾、肾、肾上腺、膀胱、前列腺、子宫及附件、腹腔及腹膜后病变的诊断,对于明确肿块性病变的部位、大小以及与邻近组织结构的关系、淋巴结有无转移等具有重要的作用。对于炎症性和外伤性病变亦能较好显示。对于胃肠道病变,CT 可较好地显示肿瘤向胃肠道外侵犯的情况,以及向邻近和远处转移的情况,但显示胃肠道腔内病变应以内镜检查为首选。CT 对腹部、盆腔肿瘤的术前分期有重要作用。

(5) 脊柱和骨关节 可用于脊柱退行性病变,如椎管狭窄、椎间盘病变,以及脊柱外伤和脊椎肿瘤的诊断,但显示脊髓病变不如 MRI 敏感。对于骨关节病变,CT 可显示骨肿瘤的内部结构和肿瘤对软组织的侵犯范围,补充普通 X 线检查的不足。

## 三、主要内容

CT 检查常规采用轴位即横断面扫描,颅面部尚可作冠状层面扫描。患者摆好位置后先扫定位图以确定扫描范围,然后按设定好的扫描程序开始扫描。CT 常用的检查技术有平扫 (plain scan)、增强扫描

(contrast scan)、灌注 CT 以及 CT 容积扫描和 3D 重组等,根据不同的检查部位和目的采用不同的检查方法。

#### 四、限 度

CT 的临床应用其优点越来越明显,但也存在一些不足和限度:①空间分辨力不及普通 X 线照片;②CT 是依据密度的差异区分正常和病变,当病变的密度与周围正常组织密度相近或相等时,CT 难以发现;③由于部分容积效应和周围间隙现象的作用,一些微小病变 CT 扫描可能会遗漏,两种组织间的密度差异较大时,小于扫描层厚的病变密度和边缘失真;④CT 增强扫描使用的是碘对比剂,用量较大,注射速度快,可引起对比剂不良反应,甚至过敏反应,使用前必须做碘过敏试验,碘过敏试验阳性者不能做增强扫描;⑤X 线对组织有电离辐射作用,对人体造成损伤。

(郑可国)

### 第三节 MRI 检查技术的应用

MRI 检查技术是在物理学领域发现核磁共振现象的基础上,于 20 世纪 70 年代末,借助电子计算机技术和图像重建数学的进展和成果而发展起来的一种新型医学影像技术。

#### 一、特 点

MRI 是通过对静磁场中人体施加特定频率的射频(radio frequency, RF)脉冲,使人体组织中的氢质子受到激励而发生核磁共振现象,当停止发射 RF 脉冲时,利用氢质子在弛豫过程中感应出的 MR 信号而成像的。与包括 CT 在内的其他影像技术相比, MRI 具有以下显著的特点:①无电离辐射,因而对人体安全、无创;②对脑和软组织分辨力极佳,能清楚地显示脑灰质、脑白质、肌肉、肌腱、脂肪等软组织以及软骨结构,解剖结构和病变形态显示清楚、逼真;③多方位成像,能对被检查部位进行轴、冠、矢状位以及任何倾斜方位的层面成像而不必变动患者体位,便于再现体内解剖结构及病变的空间位置和相互关系;④多参数成像,通过分别获取  $T_1$  加权像( $T_1$  weighted image,  $T_1$  WI)、 $T_2$  加权像( $T_2$  weighted image,  $T_2$  WI)、质子密度加权像(proton density weighted image, PDWI)以及  $T_2^*$  WI、重  $T_1$  WI、重  $T_2$  WI 等,取得组织之间、正常组织与病变之间在  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_2^*$  和质子密度等的信号对比,对显示解剖结构和病变敏感;⑤除了能进行形态学研究外,还能进行功能、组织生化成分等方面的研究。正是由于上述特点,使该项技术在较短的时间内得到了广泛的应用。由于该技术所具有的潜力,也使它成为目前发展速度最快的医学影像技术之一。

#### 二、主要用途

在中枢神经系统, MRI 对诊断脑瘤、脑血管病、感染性疾病、脑变性疾病和脑白质病、颅脑先天发育异常等,均具有很高的临床实用价值,在发现病变方面优于 CT。对于颅颈交界区、颅底、颅后窝及椎管内病变和脊髓病变则为首选检查技术。MRI 还是目前唯一能在体对脑组织存活性、白质纤维束的走行、脑功能活动定位和脑组织生化成分变化进行显示和研究的影像技术。

在头颈部, MRI 的应用改善了眼、鼻窦、鼻咽腔以及颈部软组织病变的检出、定位、定量与定性。MRA 已成为头颈部以及全身其他部位血管病变的主要检查技术之一。

在肌肉骨骼关节系统, MRI 对诊断软组织病变、关节及关节周围病变(包括肌肉、肌腱、韧带)、骨骼的缺血性坏死、松质骨细微结构的破坏、骨小梁骨折以及骨髓腔内病变,均有重要临床实用价值。

在心血管系统,可用于评价心脏大血管解剖学形态、心肌与瓣膜功能、血流动力学变化、心肌存活性,是理想的无创性检查心血管系统疾病的影像技术;可对大血管病变如主动脉瘤、主动脉夹层、大动脉炎、肺动脉栓塞以及大血管发育异常等进行诊断;也用于诊断心肌病、心脏大血管肿瘤和心包病变。

MRI 技术对乳腺肿瘤、纵隔肿块、腹腔及盆腔器官如肝、胰、脾、肾、肾上腺、子宫、前列腺病变的诊断与鉴别诊断也具有临床实用价值。



术中 MRI 和介入性 MRI 目前已应用于临床,特别是在中枢神经系统,已成为介入放射学领域中新技术。

### 三、主要内容

MRI 检查技术内容十分丰富,可分为影像显示、功能成像和生化代谢分析三个方面。影像显示技术主要由脉冲序列、成像参数的选择和图像质量控制、流动现象的补偿技术、伪影补偿技术、对比剂应用技术和一系列特殊成像技术所组成。其中主要的特殊成像技术包括 MRA、MR 水成像(MR hydrography)、MR 心脏成像、磁敏感性加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)等。MR 功能成像主要包括 MR 灌注加权成像(perfusion weighted imaging, PWI)、弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)和弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)、脑功能定位成像即功能性 MRI(functional MRI, fMRI)等。在检查方法上还分为普通扫描和静脉内注入对比剂后的增强扫描。此外, MRI 检查技术还涉及心脏门控(cardiac gating)、呼吸门控(respiratory gating)以及各种线圈的应用等。生化代谢分析技术是指磁共振波谱学(MR spectroscopy, MRS)分析,用于提供组织的化学成分的信息。

### 四、限 度

随着 MRI 设备硬件、软件的迅速发展, MRI 检查技术日趋完善。在该项检查技术发展初期存在的一些限度,有的已开始被克服,如随着快速扫描序列的研发、短磁体和开放式磁体设备的出现,使成像时间长和少数患者产生幽闭恐惧感的问题得到解决。但目前仍存在一定的限度,主要表现在:对带有心脏起搏器或体内带有铁磁性物质的患者的检查受到限制;危重症患者不宜进行检查;对钙化的显示远不如 CT,对以病理性钙化为特征的病变诊断困难;对质子密度低的结构如肺、致密骨的细节显示不佳;超高场强设备的噪声(noise)、伪影(artifact)和特殊吸收率(specific absorption rate, SAR)引起的问题有待进一步克服;与 CT 相比检查时间相对较长;设备昂贵,检查费用高。

(于铁链)

## 第四节 DSA 检查技术

1978 年美国 Wisconsin 大学 Kruger 领导的研究小组首先设计出数字视频影像处理器,奠定了 DSA 的基础。美国 Wisconsin 大学 Mistretta 小组和亚利桑那大学的 Nadelman 小组首先研制成功 DSA,于 1980 年 11 月北美放射学会上公布于世。

### 一、特 点

DSA 检查是计算机与常规血管造影技术结合的产物。其特点为:① DSA 图像的密度分辨力高,可显示密度差为 1% 的影像;② DSA 成像速度快,时间分辨力高,单位时间内可获得多帧图像,可以满足心脏、冠状动脉以及不易控制运动的肺部和腹部等器官的血管清晰成像;③ 减去了其他背景结构,仅保留造影的血管影像;④ DSA 对微量碘的信息敏感性高,所需对比剂用量少且浓度低;⑤ DSA 的血管路径图功能,可作插管的向导,减少手术中透视次数和检查时间;⑥ 能作动态的功能研究,如确定心脏功能参数(射血分数、体积变化等),研究对比剂在血管内的流动情况,从而确定器官的相对流量、灌注时间和血管限流等;⑦ 具有多种后处理功能,可对图像进行各种处理、测量和计算,有效地增加诊断信息;⑧ 图像系列的采集、储存、处理和传递均以数字形式进行,便于图像的各种处理、储存、传输以及远程会诊。

### 二、主要用途

DSA 是诊断血管疾病的金标准,是血管性介入治疗不可缺少的工具。主要用于心血管病变以及与血管相关的某些脏器病变的诊断和介入治疗,包括:① 血管性疾病的诊断与介入治疗,如血管畸形、动脉瘤、血管狭窄、血管闭塞、血栓形成、动脉夹层等;② 肿瘤性疾病的诊断与介入治疗,了解肿瘤的血供、范围以及