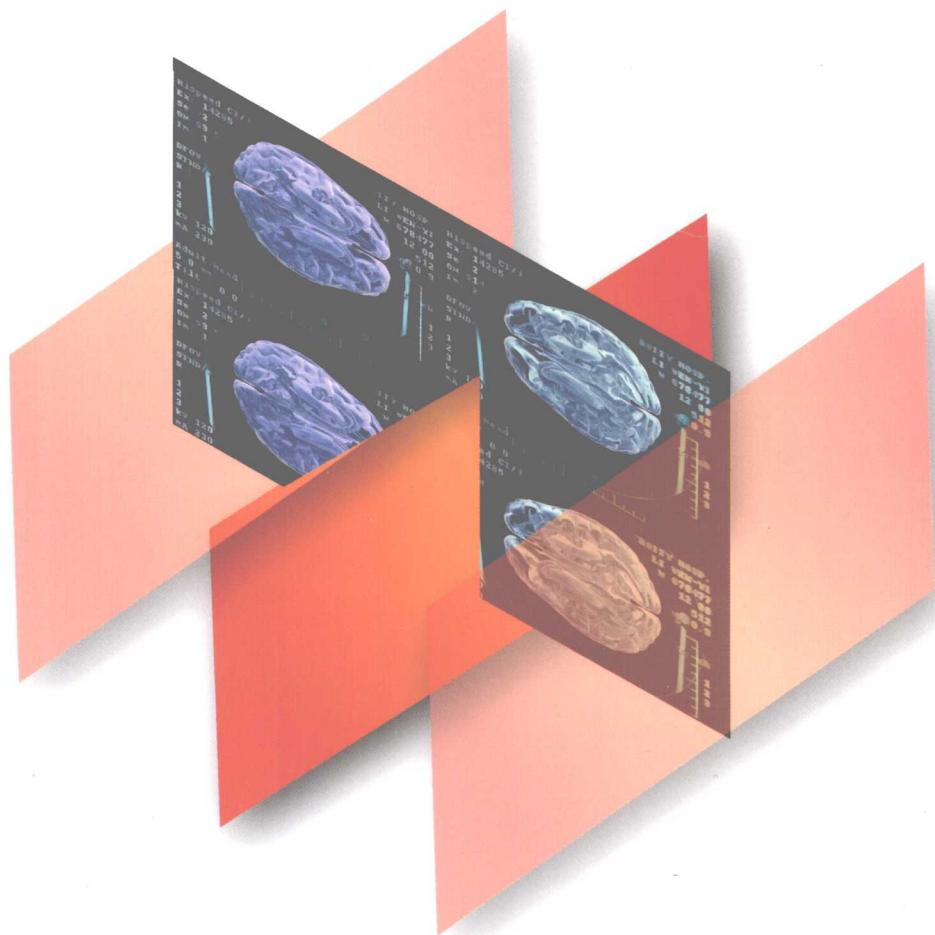


LU NAO YING XIANG XUE

# 颅脑影像学

主编 李洪福 张金刚



天津科学技术出版社

# 颅脑影像学

主编 李洪福 张金刚

天津科学技术出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

颅脑影像学/李洪福,张金刚主编. —天津:天津科学技术出版社,2008. 12  
ISBN 978 - 7 - 5308 - 4871 - 5

I. 颅… II. ①李…②张… III. ①脑—计算机 X 线扫描  
体层摄影②脑—磁共振成像 IV. R816. 1 R742. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 208033 号

责任编辑:郑东红

责任印制:王莹

天津科学技术出版社出版

出版人:胡振泰

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话 (022)23332693(编辑室) 23332393(发行部)

网址:www.tjkjbs.com.cn

新华书店经销

泰安开发区成大印刷厂印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 21.5 字数 567 000

2008 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定价:45.00 元

## 《颅脑影像学》编委会

- |     |      |                  |
|-----|------|------------------|
| 主 编 | 李洪福  | 东营市人民医院          |
|     | 张金刚  | 东营市荣军医院          |
| 副主编 | 高振利  | 东营市人民医院          |
|     | 梁建晓  | 东营市人民医院          |
|     | 王 琪  | 胜利油田中心医院         |
|     | 田昭俭  | 胜利油田中心医院         |
|     | 吕海莲  | 胜利油田中心医院         |
|     | 李 莉  | 胜利石油管理局河口社区钻井卫生院 |
|     | 徐联合国 | 东营市市直机关医院        |
|     | 荣 林  | 东营市荣军医院          |
|     | 周淑利  | 东营市荣军医院          |
|     | 李先海  | 东营市利津县中心医院       |
|     | 刘建新  | 东营市利津县中心医院       |
|     | 寇如刚  | 东营市垦利县人民医院       |
|     | 李治军  | 东营市广饶县中医医院       |
|     | 陈永利  | 东营市利津县第二人民医院     |
|     | 陈学春  | 东营市利津县第二人民医院     |

## 前 言

颅脑系统疾病种类繁多,临床表现多样,随着 CT、MRI、SPECT、PET 等影像技术的普及和不断发展,对临床医师如何正确选用各种影像学检查方法,进行正确的诊断,也提出了更高的要求。针对临床实际的需求,我们组织人员编写《颅脑影像学》,将颅脑系统疾病影像学诊治的临床应用和进展介绍给大家。

本书共二十章。文字严谨,内容新颖、翔实,注重理论与实践结合,既有多年临床经验的总结,又有国际国内近年的科学前沿文献的新知识、新技术、新进展。力求使内容具有科学性、先进性、实用性,可供广大影像学专业及相关专业的医务工作者参考,同时对医学院校师生亦有较高的参考价值。在繁忙的临床、科研工作之余撰写此书,倍感时间紧迫、任务繁重,加上作者水平有限,虽几经修正和编辑精心审校,仍难免有不当之处,恳请广大读者海涵与指正。

本书的出版得到了天津科学技术出版社的大力支持,本书的各位作者都在百忙之中按时写完各自负责的章节内容,才使得本书按时顺利出版,在此一并表示衷心的感谢!

**编者**

2008 年 12 月

## 目 录

第一章 临床影像学概论 .....	1
第一节 医学影像学基础 .....	1
第二节 医学影像设备应用进展 .....	4
第三节 影像照射的防护 .....	7
第二章 CT 技术的临床应用 .....	12
第一节 概述 .....	12
第二节 颅脑 CT 检查技术 .....	15
第三节 颅脑疾患的多层螺旋 CT 诊断 .....	19
第四节 低剂量 CT 在儿童疾病诊断中的应用 .....	22
第三章 磁共振技术应用进展 .....	26
第一节 磁共振在临床应用概况 .....	26
第二节 磁共振成像 .....	30
第三节 核磁共振螺旋快速成像 .....	32
第四节 MRI 图像信噪比提高技术 .....	35
第五节 磁共振成像造影剂的发展 .....	38
第六节 MRI 主要参数的意义及应用 .....	41
第四章 脑血管造影技术 .....	43
第一节 概述 .....	43
第二节 脑血管造影操作技术 .....	45
第三节 脑血管造影常见并发症及其处理 .....	48
第四节 DSA 的临床应用与进展 .....	50
第五章 颅脑疾患的其它影像学诊断 .....	53
第一节 X 线检查技术 .....	53
第二节 经颅多普勒超声概况 .....	55
第三节 DR 系统概况 .....	59
第六章 颅脑解剖学 .....	62
第一节 头皮 .....	62
第二节 颅骨 .....	63
第三节 脑膜 .....	65
第四节 脑和脑室 .....	68
第五节 脑神经 .....	74
第六节 脑血管系统 .....	76
第七章 颅脑影像学表现 .....	79

---

第一节	头颅 X 线平片表现	79
第二节	脑血管的造影表现	82
第三节	脑 CT 图像表现	85
第四节	脑 MRI 图像表现	88
第五节	冠状面脑 CT 和 MRI 表现	93
<b>第八章</b>	<b>颅脑先天性畸形</b>	<b>96</b>
第一节	概述	96
第二节	脑膜膨出和脑膜脑膨出	97
第三节	胼胝体发育不良和胼胝体脂肪瘤	99
第四节	小脑扁桃体延髓联合畸形	101
第五节	先天性四脑室中孔、侧孔闭锁	104
第六节	视-隔发育不良	105
第七节	前脑无裂畸形	106
第八节	积水型无脑畸形	107
第九节	脑神经元移行畸形	108
第十节	脑小和巨脑畸形	112
第十一节	神经皮肤综合征	114
<b>第九章</b>	<b>颅脑外伤</b>	<b>119</b>
第一节	概述	119
第二节	颅骨骨折	122
第三节	硬脑膜外血肿	126
第四节	硬脑膜下血肿	128
第五节	其它颅内血肿	133
第六节	脑挫裂伤	136
第七节	弥漫性脑损伤	139
第八节	脑水肿和脑肿胀	141
<b>第十章</b>	<b>颅脑外伤并发症与后遗症</b>	<b>143</b>
<b>第十一章</b>	<b>脑部感染性疾病</b>	<b>150</b>
第一节	脑膜炎	150
第二节	脑炎	155
第三节	脑脓肿	159
第四节	结节病和肉芽肿	161
第五节	脑真菌性感染	163
<b>第十二章</b>	<b>脑肿瘤影像学概况</b>	<b>166</b>
第一节	概述	166
第二节	脑肿瘤的 CT 和 MRI 征象	170
第三节	脑肿瘤鉴别诊断的要素	174
<b>第十三章</b>	<b>脑肿瘤的影像学诊断</b>	<b>178</b>

第一节	星形细胞瘤 .....	178
第二节	间变性星形细胞瘤 .....	182
第三节	胶质母细胞瘤 .....	185
第四节	毛细胞型星形细胞瘤 .....	189
第五节	少枝胶质细胞瘤 .....	192
第六节	室管膜瘤 .....	194
第七节	髓母细胞瘤 .....	197
第八节	脉络丛乳头状瘤 .....	200
第九节	脑膜瘤 .....	202
第十节	间变性脑膜瘤 .....	208
第十一节	血管外皮细胞瘤 .....	212
第十二节	颅咽管瘤 .....	215
第十三节	垂体腺瘤 .....	219
第十四节	三叉神经瘤 .....	223
第十五节	生殖细胞瘤 .....	225
第十六节	血管母细胞瘤 .....	229
第十七节	脑转移瘤 .....	233
第十八节	表皮样囊肿 .....	238
<b>第十四章</b>	<b>脑血管畸形</b> .....	<b>244</b>
第一节	脑动静脉畸形 .....	244
第二节	脑静脉畸形 .....	249
第三节	海绵状血管瘤 .....	251
第四节	隐匿性脑血管畸形 .....	255
<b>第十五章</b>	<b>脑梗死</b> .....	<b>258</b>
第一节	缺血性脑梗死 .....	258
第二节	出血性脑梗死 .....	262
第三节	腔隙性脑梗死 .....	266
<b>第十六章</b>	<b>出血性脑卒中的影像学诊断</b> .....	<b>272</b>
第一节	脑出血 .....	272
第二节	蛛网膜下腔出血 .....	277
<b>第十七章</b>	<b>脑萎缩</b> .....	<b>282</b>
<b>第十八章</b>	<b>烟雾病的影像学诊断进展</b> .....	<b>287</b>
<b>第十九章</b>	<b>磁共振波谱在颅脑疾患的应用</b> .....	<b>293</b>
第一节	磁共振波谱临床应用概况 .....	293
第二节	磁共振波谱在脑肿瘤中的临床应用研究 .....	299
第三节	2D CSI 1H - MRS 在脑部疾患的应用 .....	305
第四节	1H MRS 在儿童脑部疾病中的研究进展 .....	308
第五节	老年期痴呆氢质子磁共振波谱研究 .....	313



---

<b>第二十章</b>	<b>核医学影像在脑部疾病中的应用进展</b> .....	319
<b>第一节</b>	<b>核医学设备发展概况</b> .....	319
<b>第二节</b>	<b>SPECT 成像指导脑梗死溶栓的应用</b> .....	325
<b>第三节</b>	<b>帕金森病核医学诊断技术研究进展</b> .....	328
<b>第四节</b>	<b>核素脑显像应用与最新进展</b> .....	332

# 第一章 临床影像学概论

## 第一节 医学影像学基础

医学影像学(medical imaging)是一门年轻的临床学科,在临床医学中应用只有100多年的历史。1895年德国科学家伦琴发现了x线,很快X线即被用于对人体的检查并进行疾病诊断,从而形成了放射诊断学(diagnostic radiology)这一新学科,并奠定了医学影像学的基础。20世纪50~60年代开始应用超声和核素扫描进行人体检查,出现了超声成像(USG)和 $\gamma$ 闪烁成像。20世纪70年代以后,又相继出现了计算机体层成像(CT)、磁共振成像(MRI)、数字减影血管造影(DSA)和发射体层成像(ECT)如单光子发射体层成像(SPECT)与正电子发射体层成像(PET)等新的成像技术。这些成像技术的原理和方法不同,诊断价值与限度亦各异,但它们各有优势,互为补充,共同组成了医学影像学。

### 一、影像学进展与展望

各种医学影像、检验设备的实现越来越靠数字技术。把传统的模拟技术经模数转换成数字技术,使医学图像质量提高很大。也使设备的可靠性和性能得到提高。现代的医学影像、检验结果以数字方式输出,使这些影像数据可直接用计算机技术进行处理、传输和存贮,从而导致医学影像技术革命性变化。

#### (一)CR与DR技术

目前现代影像诊断技术如CT、MRI等基本上都是数字影像,而传统的x线检查是模拟影像。X线数字化图像与模拟图像比较而言更为精确,在传统X线检查数字化中涉及更多的是CR与DR技术。近年来数字化X线机CR与DR实现商品化,不同的厂商开发的CR与DR技术也有所差异。但原理基本相同。CR使用的间接扫描光板,再使其成为数字影像技术,影像板感光后,激光扫描感光的影像板可得到数字化x线图像。DR即电子成像板技术。电子成像板由大量微小的x线感光元件排列成面,X线曝光后,可直接将x线曝光量变为数字信号,得到直接的数字化图像。与传统X线检查相比,CR与DR的优点是图像清晰。而且可以进行图像后处理。另外还减少了病人所接受的放射线剂量。CR与DR技术的使用是x线图像由过去的模拟量显示转变为数字化输出,它的数字化信息可并入PACS,并可作远距离传输。CR与DR真正实现了X线检查的数字化技术,它给放射技术带来了革命性的变化。特别是DR从属于一个X线机,可直接成像,其清晰度高,并对今后血管机、CT机的开发提供了空间。

#### (二)DSA技术

数字减影(DSA)的原理是将先期拍摄的A画面(如人体的骨骼、肌肉、内脏等的图像)为蒙片,再将后期拍摄的B、C、D…(血管造影剂流动状态的图像)画面与蒙片相减影,这样A画面就消失,仅留下血管造影画面即减影图像,利用减影图像可以清晰地、在

没有叠加组织条件下看到血管的状况。由于在 DSA 功能的引导下,使 X 线机脱离了仅限于诊断的状况,在具有 DSA 功能的设备引导下,经皮穿刺插入各种腔内和血管内导管可以注射各种药物、植入支架、引导光纤、放置心脏起搏器等,使 X 线机成为继手术、药物之后的介入治疗设备。数字减影血管造影(DSA)是 80 年代开发的数字式成像设备。具有微创、实时成像、对比分辨力高、安全、简便等特点,目前,正向快速旋转三维成像实时减影方向发展,从而扩大了血管造影的应用范围。

### (三)CT 技术

近 30 年来,CT 设备的更新速度极快,扫描时间由最初的几分钟向亚秒级发展,图像快速重建时间最快的已达 0.75s(512 × 512 矩阵),空间分辨力也提高到 0.1mm 量级;宽探测器多层螺旋 CT 或双层螺旋 CT 得到了广泛的普及,功能有了进一步的扩展;大孔径 CT 可兼顾日常应用与肿瘤病人定位,组合型 CT 可在完成 CT 检查后直接进行正电子发射型计算机断层(PET)检查,使 CT 的形态学信息与 PET 的功能性信息通过工作站准确融合,可以更准确地完成定性与定量的诊断。

CT 技术已由常规 CT 向多层螺旋 CT(简称 MSCT)发展,且发展速度相当快。MSCT 不仅是现代技术的结晶,也代表现代 CT 的最高水平。它是通过横轴扫描三维重建采集数据,可以进行多种方向的重建。三维技术的主要特点就是比较高的空间和时间分辨率,以及高质量的多维重建图像。MSCT 扫描覆盖范围大,可以一次完成胸腹部的扫描,它使用高分辨率各向同性三维数据,可以进行多种多样的后处理。同时解决了扫描时间、图像清晰度和扫描范围三者之间的矛盾。在今后一段时间内,CT 主要发展方向就是容积 CT 扫描。CT 技术的新进展在现阶段和将来,将主要应用在中枢神经系统和心血管系统。

### (四)MRI 技术

20 世纪 80 年代初用于临床的磁共振成像(MRI)设备,是一种崭新的非电离辐射式医学成像设备。MRI 设备的组织分辨力高,调整梯度磁场的方向和方式,可直接摄取横、冠、矢状断面和斜位等不同体位的体层图像,是其优于 CT 的特点之一。迄今,MRI 已广泛用于全身各系统,其中以中枢神经、心血管系统、肢体关节和盆腔等效果最好。近年来,已有多家公司推出了 3.0T 的磁共振(MR)成像设备,这种 MR 设备的梯度场强可达 40mT/m,切换率可达 150mT/m/s,从而可使回波时间更短,每次脉冲重复时间可获得更多的层面,而且不易受运动的影响。中场超导(0.7T)开放型 MRI 进一步普及,它便于开展介入操作和检查中监护病人,克服了幽闭恐惧病人和不合作病人应用 MRI 检查的限制。双梯度场技术可在较小的范围内达到更高的梯度场强,有利于完成各种高级成像技术,如功能成像、弥散成像等。降噪措施和成像专用线圈也都有了较大的进步,如功能成像线圈和肢体血管成像线圈等。腹部诊断效果已接近和达到 CT 水平,脑影像的分辨力在常规扫描时间下提高了数千倍,而显微成像的分辨力达到 50 ~ 10 $\mu$ m,现已成为医学影像诊断设备中最重要的组成部分。生物体 MR 波谱分析(MRS)具有研究机体物质代谢的功能和潜力,今后如能实现 MRI 与 MRS 结合的临床应用,将会引起医学诊断学上一个新的突破。在未来数年内 MRI 将在快速实时成像、磁共振功能性影像、显微磁振成像和同质同性抑制技术等方面进一步完善。MRI 的另一个发展方向就是心脏和大血管成像。

### (五)PET 技术

自上世纪 70 年代中期 PET 扫描仪上市以来,经过长期经验积累,其临床应用价值逐渐被医学界承认。我国也正大踏步的进入正电子显像临床应用时期,一些省部级医院正在逐步引进。且目前主要进行  $^{18}\text{F}$  FDG 显像、肿瘤、脑部疾病和冠心病的诊断。PET 可进行肺部良恶性病变的鉴别诊断、恶性肿瘤分期、改变肿瘤治疗方案、寻找肿瘤原发灶、判断肿瘤疗效、癫痫灶探测和定位、老年性痴呆诊断和病情分析及心肌存活性判断。PET 图像具有丰富的内涵,不仅反映局部组织的解剖形态,更主要的是它显示了机体特定部位的生理生化功能,它反映活体靶组织在某一时刻的血流灌注、糖-氨基酸-核酸-氧代谢或受体的分布及其活性状况,可同时给出相应的活性生理功能参数。对研究和判断疾病的发生、发展及其转归有重要价值。PET 使临床医生在观念上将从理解以解剖学为基础的图像技术所提供的信息,扩大为对疾病发生过程存在的生化改变的信息的理解;为实现医学影像技术“四定”即定位、定性、定量和定期要求奠定了基础;有助于临床医生对肿瘤等疾病更科学、更全面、更合理地制订手术和治疗方案,显著地提高医疗质量。但是 PET 作为一项新技术有它自身的局限性,我们要力求充分发挥其优势,同时要不断研制新的放射药物和开发新技术,以求不断提高诊断质量,扩大服务范围。相信 PET 技术在临床一定会发挥越来越重要的作用。

## 二、数字化影像医学应用进展

### (一) PACS 改变了以往放射科传统影像医学管理模式,实现了无胶片化

传统放射科几乎二分之一的医疗用房是片库,大量的成本用于存储胶片所耗费的人力物力,由于借阅而发生的胶片的损坏、丢失不可避免。无胶片化避免了上述缺点和不足,从而也避免了因胶片的管理不善产生医疗纠纷和矛盾的可能,彻底改变了放射科的管理和运作模式,使放射科丢掉了长期背负的沉重包袱。

### (二) PACS 改变了以往放射科传统影像医学诊断模式

一百多年来,放射科医生面对的是胶片和阅片灯。影像信息的数字化、网络化、无胶片化使影像诊断计算机化,诊断信息均以比特的形式在网络中快速传输,通过数字影像由计算机荧光屏显示。同时数字信息带来的以往不能进行的诸如图像融合、远程会诊、参数调整等后处理,诊断的准确性随之提高;PACS 的数字化图像信息的存取和通讯比胶片的快速性,检查后无需等待传统冲洗胶片,使诊断更快捷;也提高了诊断的经济效益。PACS 的数字化图像信息还可以非常快捷和方便地送到临床科室,使临床医生与影像科医生共享图像信息,能在最短的时间内妥善处理病人,真正实现“以病人为中心”的医院信息管理模式。

### (三) PACS 不仅实现信息资源共享,同时也可以实现影像设备资源的共享

传统影像医学中的各个影像部门(常规放射、CT、MR 等)不仅诊断上各自为政,相关影像设备亦是独立门户。一个没实现 PACS 的影像科室不得不购置多台洗片机或激光打印机用于各个影像部门,造成可共享的设备的重复投资。实现 PACS 后,由于诸如激光相机等设备连接在网络上,通过 PACS 系统的图像存档和通讯的管理,各种影像均可在 PACS 网络上的任意激光相机上打印胶片,从而减少投资,节约资源。

## 三、如何迎接数字化影像医学时代的到来

未来数字化放射科的建设实际上是放射学发展史上的又一次革新,是医学影像方面

的一场高科技的技术革命。数字化放射科运用信息管理技术,将传统的烦琐、枯燥之操作模式转变为自动化、集成化的运行模式和管理模式,使放射学全面进入人类信息化社会,真正做到医学影像技术信息共享。

(一)以 PACS 为代表的数字化影像医学改变了传统的影像医学模式

怎样尽快增加数字化影像医学的知识,适应新的技术、诊断和管理模式的变化,不仅是放射科医师所要面对的新课题,也是各级医院管理层必须及时了解和解决的医院发展的新课题。

(二)PACS 所代表的数字化影像医学是系统工程,也是实现整个医院数字化的主导力量

PACS 是高技术含量、高投入的复杂系统。目前国内尚无一套完整的、运行正常并通过国家卫生部验收的 PACS。根据近几年国内一些医院构建 PACS 的经验,在建立 PACS 实现数字化影像医学时要注意以下几个方面:充分结合本医院尤其是放射科的具体情况;遵循统筹规划、合理设计、分步实施、逐步过度的原则;采取阶段性发展、模块化结构、规范化软件与医院信息管理系统(HIS)和放射学信息系统(RIS)结合,在投入与产出比高时期进行的实施方法;保证元件和设备性能优良;考虑兼容性和可扩展性;选择适当的 PACS 制造商。解决好上述问题,才能保证 PACS 以及数字化影像的准确性、可靠性、安全性、快捷性和经济性。

(三)数字化影像医学的实现推动了医疗工作模式的变革

医学影像学检查是借助于不同的成像手段使人体内部器官和结构显像的方法,通过了解人体解剖与生理功能以及病理变化,以达到诊断的目的。影像学检查是观察活体器官和组织的形态与功能的最好方法,所以已广泛应用于临床诊断之中。医生应逐渐习惯在电脑显示器的荧光屏上观看医学影像;利用计算机检索调阅影像图像并随时获取所需要的影像和诊断报告。数字化影像医学使医生能够快速获得各种影像设备的数字影像,并很容易对多种数字影像进行后处理和图像融合,运用多种数字影像对疾病作出综合诊断。

由于融合了现代化的网络技术,使放射学的时空领域更加宽广,医生和病人之间的沟通更加容易,相互之间的联系更加密切,相互之间的交流变得更加平常,打破了地域之间,国家之间的界限,有利于和国际社会接轨,使得世界之间的距离缩短了。利用数字化技术这个杠杆,加快了病人的受检速度,有效的提高了工作效率,提升了医生诊断疾病的准确率,加强了应付突发事件(例如“非典”时期大范围的胸片检查)的能力。由此可见,数字化放射科的建设实现了放射科生产率的持续上升,同时推动了科室现代化结构和管理体制的转变,使放射科展现出前所未有的应变能力和发展潜力,以适应 21 世纪医学科学技术的不断创新!

(李洪福)

## 第二节 医学影像设备应用进展

医学影像诊断技术和设备的革新、发展非常迅猛,几乎每一年都有新技术、新产品问

世。从事医学影像诊断专业人员以及负责管理和引进医学影像诊断设备人员。必须通过各种渠道

获取最新信息,并不断地进行知识更新,以跟上其迅速的发展。

### 一、数字成像技术和 PACS 的发展

随着电子计算机技术的出现和发展,医学影像由 X 线荧光成像技术转变为数字成像技术,并随即用于一些现代医学影像诊断设备中,如 DSA、CT、MRI、US 和 ECT 等。预计在本世纪中,所有的传统医学影像诊断技术和设备,都将通过 CR 或 DR 而转变成数字成像。另外,随着数字成像技术、计算机技术和网络技术的进一步发展,医学影像存档与通信系统(PACS)将在本世纪迅速推广应用。PACS 系统是由医学图像获取、大容量数据存贮、图像显示和处理、数据库管理及局域或广域的影像传输网络等 5 部分构成。其发展趋势是逐渐直至完全取代现在使用的各种胶片,使影像诊断科对其他科室的服务模式进入一个新纪元。如果使用覆盖范围较大的 PACS 影像传输网络,还可进行院际或城市间的图像传输,也即远程放射学或远程医学,可进行远程诊断、远程会诊和远程医学教育。

### 二、新技术和新设备的开发和完善

本世纪末出现的一些突出的新技术和新设备,通过初步临床实践已展现其无比的优越性和特殊价值,预计在本世纪将会进一步完善并推广应用。

#### (一)本世纪可能推广应用的新设备

高分辨率超高速或电子束 CT(E-BCT),扫描速度提高近百倍,从而可使心脏大血管获得清晰图像并更有利于三维 CT 血管造影(CTA),此外可准确实现脏器的动脉期、静脉期双相增强扫描和脏器(如脑)早期梗死灶的功能性血流灌注检查。高分辨率超高速 MRI,也有人称之为螺旋 MRI(spinal MRI):由于硬件和软件方面的改进,将使 MRI 的扫描速度明显增快,目前已开发的多种 MRI 脉冲序列可使图像获取时间缩短在秒级和亚秒级,一次屏气即可完成分辨率达  $\mu\text{m}$  水平的图像采集,加上快速重建,使许多 MRI 新技术将在本世纪得到广泛的临床应用。高分辨率三维成像 DSA:随着近年来开发和采用旋转采像方式于 DSA 术中,因而经计算机处理后即可用三维方式显示血管信息,也即经导管向靶血管注射一次造影剂后即可获得正位、侧位或任何斜位的实时三维血管图像。并且由于推出了 1024x1024 矩阵 CCD 数字电视摄像机、集成度高的处理和存贮系统软件、60HZ1050 行无间隔扫描频率电视监视器等,使 DSA 图像分辨率明显提高。预计本世纪的 DSA 不仅可获得细小血管的清晰图像,而且造影更节时省事,造影剂用量和其相应的副作用明显减少。

#### (二)本世纪可能推广应用的新技术三维成像技术

随着软件和硬件的不断发展和完善,使 CT、MRI 等的扫描速度和重建速度明显增快,从而人体器官组织的三维成像技术将越趋完善和简易,特别是三维血管造影技术(CTA 和 MRA)近年来发展迅速,如目前试用于临床的血池型和血管内对比剂 MS—325(以 Gd 为基础与人血浆蛋白结合的制剂)和 Feo—BPA(超磁氧化铁毫微颗粒)的应用,可使细小血管成像,进一步提高了 MRA 的诊断水平和应用范围,在本世纪作为有创技术的 DSA 将面临严峻挑战。

MR 水成像技术:是利用 MRI 的重 T2 效果,即采用长 TR 加特长的 TE 使含水管腔显

影的原理。对流速慢或停滞的液体(如脑脊液、胆汁、尿液等)非常灵敏,呈高信号强度,而实质性器官和流速快的液体(如血液)则呈低信号强度,从而达到水成像效果。目前已经有用于胰胆管、尿路、脑脊髓腔、内耳淋巴管、乳腺管、涎腺管、输卵管和精囊曲管等管腔 MR 水成像的报道,预计本世纪将部分取代这些部位的注射造影的传统造影检查。

功能性成像技术:目前已开发的 MR、CT 脑血流灌注成像及脑血流测量研究,已见用于急性或超急性脑缺血的诊断。在这方面发展最快的是 MR 功能性成像技术(function MRI, 简称为 fMRI),除血流灌注成像技术以外,还有 MR 弥散加权、血氧水平依赖性成像、皮层定位成像和动脉血质子标记成像等新技术,它们皆是在回波平面技术(EPI)基础上发展而成。在本世纪, MRI 不再是单从解剖结构和形态方面去诊断疾病,而是同时结合其病理生理、生化改变和组织特性等作出综合的更全面的诊断。

### 三、介入医学的发展和普及

在医学影像诊断设备(如 X 线、US、CT、DSA 和 MRI) 导引或监示下采用经皮穿刺或经皮经腔途径进行各种微创治疗技术,称之为介入放射学或介入医学。上纪末问世以来即显示其无比旺盛的生命力,我国在 10 余年中则发展普及到县级医院。目前有些介入治疗技术已部分或完全取代内科或外科治疗,如经皮穿刺肝肾囊肿硬化术、急性大出血的经导管栓塞术、肾性高血压和冠状动脉狭窄/闭塞的经导管血管成形术、中晚期恶性肿瘤的经导管动脉化疗栓塞术以及近来刚出现的胸腹主动脉瘤的腔内 ESG 隔绝术等。本世纪中,能够作出三维立体解剖位的 DSA、MRI 将更多用于介入治疗术中,从而可更扩大介入治疗的范围和提高其疗效;所用介入治疗的器材,将向国产化发展;影像诊断科将真正转变成成为诊断与治疗相结合的特色科室,介入医学将名符其实地成为与内科学、外科学并列的三大医学。

### 四、医学影像学科建制和管理模式的转变。

医学影像科作为占医院固定资产 1/3 的大科,无疑面临着资源合理利用的卫生经济学管理理念的挑战。在这方面,国际放射学界已成立了专门的学术组织,专门研究医学影像学的质量-效益关系。后者包括直接创收所得的经济效益和科研、教学所取得的直接或间接效益,这些效益的取得,与现代影像学科的合理管理密不可分。传统放射学由于设备及检查手段单一,设备利用与人员分工相对简单、易行。现代影像学在新设备、新方法层出不穷的今天,必然带来工作流程重新设计,人员和设备的重组与合理搭配,正确处理医教研关系等方面的挑战。工作流程的改变已如前述,相信经过一定时间的适应与磨练,不难完成。人员和设备的重组与合理搭配则成为影像学科的管理重点,管理恰当与否将直接影响科室建设和医教研工作。目前,国内尚无成功模式可供借鉴,在设备方面,有分散管理、自成一体者,如普通放射科、CT 科、MR 科等,也有各种设备统一集中管理者,尤以后者更具合理性。欧美发达国家则更以后一种模式居多,主要原因为影像设备统一管理与调配,有利于设备资源的充分利用和开发,有利于人力资源的合理配备,更有利于教学与科研。在医疗方面,设备相对集中,容易在院内形成“岛式”效应,便于各科室病人的检查。对同一病人,可在同一地点完成不同项目的检查或治疗,避免了病人的往返奔波。对疑难病人,可随时、灵活使用适当的检查方法进行鉴别诊断或检测,如超急性脑梗死病人 CT 扫描阴性,可立即进行 MRI 检查,若阳性,又可立即进入导管室行介入溶栓治疗,之

后可再进行 MRI 复查。在教学与科研方面,医疗设备的相对集中,利于按专业(而不是设备)进行影像科重组,利于教学与科研的开展及人才的培养。

总之,数字化为医学影像学带来了质的飞跃,但同时也带来了一些挑战,如果能在观念、制度、技术、服务和管理等方面有所创新,数字化将带给我们无限的益处。21 世纪的生命科学将更加精彩,21 世纪的影像学将会把所有影像学的优势集中为一体,形成一种全新的影像学,它的发展必将给无数患者带来新的希望,必将对疾病的诊断、预防、治疗做出新的、更大的贡献。

(张金刚)

### 第三节 影像照射的防护

随着 X 射线在医学上应用的日趋广泛和检查频率的不断增加,导致了在世界范围内辐射剂量的年集体有效剂量的增加。因此,影像质量与辐射安全防护的问题越来越受到人们的普遍关注。如何以最小的照射剂量获得最佳的影像质量,成为当今世界放射界研究的一个重点。

对放射诊断,一是有可能没有获得必要的诊断信息,未达到临床目的;二是虽获得必要的信息,但受了多余的照射。对放射治疗,一是有可能因靶体积剂量严重偏离处方剂量,造成初始癌症未能得到应有控制,延误病情,或者出现并发症反应;二是虽然靶体积剂量准确,但其周围正常组织受到不应有的照射。因此,放射诊断放射防护的目的是:在获得必要诊断信息的同时,使照射剂量可以合理做到尽量低。放射治疗放射防护的目标是:保证靶体积所受准确的处方剂量,同时使周围正常组织的剂量最小。

#### 一、诊断照射的防护

近年来,医疗照射的防护,特别是诊断照射的防护愈加受到国际组织和学术团体的重视。1994 年,国际原子能机构(IAEA)等 6 个国际组织共同倡议制订的国际辐射防护与辐射源安全基本标准(BSS),对医疗照射防护提出了全面的要求。

1. CT 扫描 CT 技术在我国已有广泛的应用,接受 CT 检查的人数日益增加,据调查在一个中等城市,CT 检查的频率已达每年每千人口 8.5 人次,占 X 射线诊断检查频率的 3.3%。CT 检查时受检者受照剂量引起人们的关注,进行了很多调查测量工作。多数的测量认为,当 CT 管球 3600 旋转扫描时,受检部位体表照射量的分布比较均匀,在 5 种 CT 检查中,受照部位体表照射量最大值与各自均值间相差 5.0% ~ 15.0%。在 CT 扫描参数大致相同的情况下,头颈部 CT 受检者的体表照射量高于胸腹部 CT 的相应值,肺部 CT 的体表照射量高于腹部 CT。一般认为,在相同体表照射量的情况下,CT 检查要比 X 射线摄影所造成的体内组织剂量高出几倍。红骨髓剂量以骨盆和胸部 CT 较高,对骨表面以头部、胸部和骨盆 CT 造成较高剂量。其他器官剂量以相应部位 CT 最高,如头部 CT 对眼晶体,颈椎 CT 对甲状腺,胸部 CT 对乳腺和肺,骨盆 CT 对性腺都造成较大的剂量。戴铁成等对 CT 扫描室剂量场分布进行了测定,绘制出的等剂量线近似呈 8 字型分布。可见扫描室内扫描机架两侧剂量当量率较低,而检查床侧和床对侧剂量当量率较高。该文作者提示,如在特殊情况下必须进入室内扶持患者或进行某种应急操作时,应尽量靠近低剂量



区。

2. MRI 磁共振成像仪(MRI),已成为诊断中必不可少的诊断手段,在运行过程中可产生很强的静磁场、超低频高变电磁场和射频场。MRI的防护主要是静磁场和超低频高变磁场,尤其是静磁场;目前,普遍采用磁场屏蔽来还有的采用铜网等方法来消磁,核磁共振机房采用六面铜板屏蔽,门和观察窗为不锈钢结构,观察窗内衬双层铜网屏蔽,铜板双面焊接,门窗通过导线铰连接于主屏蔽体上。按目前通行的国际惯例,即国际非电离辐射防护委员会(ICNIRP)推荐的极低频磁场职业暴露限值(0.5mT),但在医务人员进入磁体室内时,医务人员操作位置可高达12~50mT,磁体周围为6~45mT,患者位置为146~155mT,医务人员经常在磁体室内给病人摆体位,可受到较高水平的磁场作用。我国学者建议的职业暴露限值为<0.08mT,以此标准衡量,即使工作人员在微机操作位也超出了职业暴露限值,为此,MRI的防护应引起高度关注,采取必要的防护措施。降低职业人员的暴露水平。

3. 核医学 放射性药物广泛应用于核医学诊断和治疗中。临床应用的范围包括肿瘤学、心脏病学、神经病学和内分泌学等。按UNSCEAR统计,核医学平均年检率,发达国家为19%,发展中国家为1.1%。核医学诊断造成的世界人口年平均有效剂量为0.03mSv,约占总诊断照射年平均有效剂量(0.4mSv)的10%。但一次核医学诊断程序产生的患者平均剂量(4.6mSv)大于一次X射线诊断平均剂量(1.2mSv)。核医学关键技术的发展是单光子计算机扫描(SPECT)和正电子发射断层扫描(PET)应用的日益增多。2000年5月,在日本召开的国际辐射防护协会第10届大会(IRPA-10)上,对核医学的研究报告,主要集中在各种放射性核素标记的药物在人体中的代谢特征和内剂量的估算与测量。2001年在西班牙召开的关于患者防护的国际会议上,对核医学的报告主要是活度指导水平的建立和SPECT、PET的防护优化问题。

4. 指导(参考)水平 由于放射防护中剂量限值的原则不适用于医疗照射防护,医疗照射防护中提出了剂量指导(参考)水平概念。按照BSS,指导水平定义为:一个指定量水平,在高于该水平时应考虑采取相应的行动。在某些情况下,当该指定量实际上低于该指定水平时,可能亦需要采取行动。对于放射诊断学和核医学检查,指导水平是依据广泛的临床剂量水平和活度水平的调查结果推出,并经审管机构和业务部门协商批准。欧洲共同体委员会(CEC)、ICRP的有关文件和BSS中已经推荐了医疗照射的剂量、剂量率和放射性活度的指导(参考)水平(尚未包括介入放射学)。医疗照射指导水平用于医疗照射安全防护的管理和质量控制。如果剂量或活度超过这个指导水平,应对诊断程序、操作技术和设备性能等进行评审;如果剂量或活度显著低于指导水平,而照射不能提供有用的诊断信息和对患者不能产生预期的医疗利益,按照需要采取纠正行动。

5. X射线诊断剂量学 随着医学影像设备的快速发展,我国医用诊断X线装置和CT扫描装置的总数超过10万台,每年有近3亿人接受X线检查。从这个数字可以看出,有越来越多的人在接受X线检查。在我国目前的X线检查中,受检者的剂量较高,并且有相当一部分是不必要的照射。在一些调查中发现:同种类型的X线检查,在不同医院和不同受检者之间,受照剂量也相差很大,可达几百倍。另外,由于X线装置的运行质量和人员操作不当等原因,可造成废片和重摄片,给受检者增加不必要的受照剂量。再加上