

全国普通高等教育临床医学专业“5+3”十二五规划教材

Medical Imaging

医学影像学

供临床医学、预防医学、口腔医学
医学影像学、医学检验学等专业用

主编 李坤成

江苏科学技术出版社

R 445
20145

全国普通高等教育临床医学专业“5+3”十二五规划教材

Medical Imaging

医学影像学

供临床医学、预防医学、口腔医学
医学影像学、医学检验学等专业用

主 编 李坤成
副 主 编 刘林祥 李 澄 贾文霄 王美豪
编 委 (按姓氏笔画排序)
王美豪(温州医科大学)
刘文亚(新疆医科大学)
刘林祥(泰山医学院)
许化致(温州医科大学)
孙红光(扬州大学)
杜祥颖(首都医科大学)
李 澄(扬州大学)
李坤成(首都医科大学)
李俊峰(长治医学院)
张 翱(重庆医科大学)
张小明(川北医学院)
贾文霄(新疆医科大学)
曹 茜(首都医科大学)
编写秘书 曹丽珍(首都医科大学)
绘 图 周有晴

江苏科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像学 / 李坤成主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2013. 8 (2013. 11重印)

(全国高等教育医学专业5+3临床本科)

ISBN 978-7-5537-0558-3

I. ①医… II. ①李… III. ①医学摄影—医学院校—教材 IV. ①R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第000007号

医学影像学

主 编 李坤成
责任编辑 吴 静
特约编辑 王淑英
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
经 销 凤凰出版传媒股份有限公司
印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

开 本 880 mm×1 230 mm 1/16
印 张 17
字 数 539 000
版 次 2013年8月第1版
印 次 2013年11月第2次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5537-0558-3
定 价 43.00元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

出版说明

为了全面提高我国普通高等教育医药卫生类专业人才的培养质量, 深入落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020)》以及服务于医疗教育体系的改革, 深入贯彻教育部、卫生部2011年12月联合召开的“全国医学教育改革工作会议”精神, 通过全面实施以“5+3”为重点的临床医学教育综合改革方案, 进一步深化和推进医学教育深层次改革和发展, 通过全面推进临床医学专业课程体系及教育体系的改革和创新, 推动临床医学教育内容及教学方法改革和创新, 进一步更好地服务教学、指导教学、规范教学, 实现临床医学教学质量全面提高, 培养高层次、高水平、应用型的卓越医学人才, 从而适应我国医疗卫生体制改革和发展的需要, 凤凰出版传媒集团江苏科学技术出版社作为长期从事教育出版的国家一级出版社, 于2012年1月组织全国50多家高等医学院校开发了国内第一套临床医学专业“5+3”十二五规划教材。

该套教材包括基础课程、专业课程46种, 部分教材还编写了相应的配套教材。其编写特点如下:

1. 突出“5+3”临床医学专业教材特色 这套教材紧扣“5+3”临床医学专业的培养目标和专业认证标准, 根据“四证”(本科毕业证、执业医师资格证、住院医师规范化培训证和硕士研究生毕业证)考核要求, 紧密结合教、学、临床实践工作编写, 由浅入深、知识全面、结构合理、系统完整。全套教材充分突出了“5+3”临床医学专业知识体系, 渗透了“5+3”临床医学专业人文精神, 注重体现素质教育和创新能力与实践能力的培养, 反映了“5+3”临床医学专业教学核心思想和特点。

2. 体现教材的延续性 本套教材仍然坚持“三基”(基础理论、基本知识、基本技能)、“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性)、“三特定”(特定的对象、特定的要求、特定的限制)的原则要求。同时强调内容的合理安排, 深浅适宜, 适应“5+3”本科教学的需求。

3. 体现当代临床医学先进发展成果的开放性 这套教材汲取了国内外最新版本相关经典教材的新内容, 借鉴了国际先进教材的优点, 结合了我国现行临床实践的实际情况和要求, 并加以创造性地利用, 反映了当今医学科学发展的新成果。

4. 强调临床应用性 为加快专业学位教育与住院医师规范化培训的紧密衔接, 教材加强了基础与临床的联系, 深化学生对所学知识的理解, 实现早临床、多临床、反复临床的理念。

5. 强调了全套教材的整体优化 本套教材不仅追求单本教材的系统 and 全面, 更是强调了全套教材的整体优化, 注意到了不同教材内容的联系和衔接, 避免遗漏和重复。

6. 兼顾教学内容的包容性 本套教材的编者来自全国几乎所有省份, 教材的编写, 兼顾了不同类型学校和地区的教学要求, 内容涵盖了临床执业医师资格考试的基本理论大纲的知识点, 可供全国不同地区不同层次的学校使用。

7. 突出教材个性 本套教材在保证整体优化的前提下, 强调了个教材的个性, 技能性课程突出了技能培训; 人文课程增加了知识拓展; 专业课程则增加了案例导入和案例分析。

8. 各科均根据学校的实际教学学时数编写, 文字精炼, 利于学生对重要知识点的掌握。

9. 在不增加学生负担的前提下, 根据学科需要, 部分教材采用彩色印刷, 以提高教材的成书品质和内容的可读性。

这套教材的编写出版, 得到了广大医学院校的大力支持, 作者均来自各学科教学一线, 具有丰富的临床、教学、科研和写作经验。相信本套教材的出版, 必将对我国当下临床医学专业“5+3”教学改革和专业人才培养起到积极的推动作用。

全国普通高等教育临床医学专业“5+3”十二五规划教材

| | | | | | | | |
|---------|-----|-----|---------------|------------|-----|-----|----|
| 医学导论 | 眭建 | 主编 | 诊断学 | 魏武 | 郑文芝 | 主编 | |
| 基础化学 | 杨金香 | 主编 | 医学影像学 | 李坤成 | 主编 | | |
| 有机化学 | 周健民 | 黄祖良 | 主编 | 临床麻醉学 | 晁储璋 | 主编 | |
| 生物化学 | 黄忠仕 | 翟静 | 主编 | 全科医学概论 | 谢波 | 主编 | |
| 医学分子生物学 | 武军驻 | 主编 | 内科学 | 雷寒 | 王庸晋 | 主编 | |
| 医学细胞生物学 | 苗聪秀 | 主编 | 外科学 | 康骅 | 薛昊罡 | 主编 | |
| 医学物理学 | 甘平 | 主编 | 妇产科学 | 段涛 | 胡丽娜 | 主编 | |
| 医学伦理学 | 陈颢 | 主编 | 儿科学 | 于洁 | 主编 | | |
| 医学心理学 | 杜玉凤 | 主编 | 中医学 | 黄岑汉 | 主编 | | |
| 生理学 | 白波 | 杜友爱 | 主编 | 皮肤性病学 | 何黎 | 金哲虎 | 主编 |
| 组织学与胚胎学 | 苏衍萍 | 王春艳 | 主编 | 康复医学 | 李雪斌 | 陈翔 | 主编 |
| 病理生理学 | 商战平 | 王万铁 | 主编 | 神经病学 | 沈霞 | 主编 | |
| 病理学 | 盖晓东 | 李伟 | 主编 | 精神病学 | 王克勤 | 主编 | |
| 药理学 | 董志 | 毛新民 | 主编 | 眼科学 | 吕帆 | 主编 | |
| 人体寄生虫学 | 李士根 | 主编 | 口腔医学 | 邓锋 | 主编 | | |
| 医学微生物学 | 于爱莲 | 吕厚东 | 主编 | 耳鼻咽喉头颈外科学 | 龚树生 | 主编 | |
| 医学免疫学 | 宋文刚 | 主编 | 传染病学 | 周智 | 主编 | | |
| 临床药理学 | 许小林 | 主编 | 临床流行病学 | 冯向先 | 主编 | | |
| 核医学 | 段炼 | 主编 | 急诊与灾难医学 | 廖品琥 | 主编 | | |
| 医学统计学 | 景学安 | 主编 | 局部解剖学实践指导及习题集 | 黄秀峰 | 吴洪海 | 主编 | |
| 卫生法学 | 徐晨 | 蒲川 | 主编 | 人体寄生虫学学习指导 | 李士根 | 主编 | |
| 流行病学 | 毛淑芳 | 主编 | 医学物理学学习指导 | 甘平 | 主编 | | |
| 预防医学 | 喻荣彬 | 主编 | 医学物理学实验 | 张翼 | 罗亚梅 | 主编 | |
| 法医学 | 邓世雄 | 主编 | 眼科学学习指导 | 吕帆 | 主编 | | |
| 系统解剖学 | 李富德 | 朱永泽 | 主编 | 有机化学学习指导 | 周健民 | 黄祖良 | 主编 |
| 局部解剖学 | 吴洪海 | 黄秀峰 | 主编 | 基础化学学习指导 | 黄锁义 | 主编 | |

前 言

医学影像学近年来发展迅速,在临床医疗工作中发挥越来越重要的作用。但是传统教材主要讲授疾病的诊断和鉴别诊断,没有在教会学生如何进行影像学检查方面下工夫。本书既强调医学影像学的基本理论、基本知识和基本技能,又反映本学科发展现状。课程重视理论与实践结合,影像与临床结合,使学生掌握各种影像学检查方法的优缺点,针对具体疾病选择合理的检查路线。

本书借鉴国外先进经验,结合我国现状,具有以下三个特点:

1. 综合性:不仅包括传统放射学内容,还涉及超声和核医学知识,使学生对影像学检查的临床应用有全面了解;

2. 先进性:不仅介绍基础理论、基本征象,还着重介绍影像学技术最新进展,使学生能了解影像学发展方向;

3. 实用性:强调医学影像学技术的基本原理、优缺点、适应证和禁忌证,及其在具体疾病诊断和治疗中的价值,使学生能合理使用影像学检查。

由于我们的编写经验和水平有限,不当之处在所难免,恳请广大师生在使用中提出批评和改进意见,以便再版时修正。值此书出版之际,感谢江苏科学技术出版社对医学教材改革的贡献,感谢首都医科大学宣武医院超声科和核医学科,以及首都医科大学附属北京佑安医院放射科在提供图像方面给予的大力支持!

李坤成

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 医学影像学发展简史和分类特点 | 1 |
| 一、医学影像学发展简史 | 1 |
| 二、医学影像学分类及图像特点 | 4 |
| 第二节 医学影像学基本原理 | 5 |
| 一、X线成像 | 5 |
| 二、CT | 8 |
| 三、超声成像 | 9 |
| 四、MRI | 11 |
| 五、核医学成像 | 12 |
| 六、DSA | 14 |
| 七、图像存储与传输系统 | 15 |
| 八、介入影像学 | 15 |
| 第三节 医学影像学对比剂 | 17 |
| 一、对比剂分类 | 17 |
| 二、对比剂的临床应用 | 20 |
| 第四节 医学影像学检查原则 | 22 |
| 第五节 医学影像学诊断 | 23 |
| 一、医学影像分析和诊断 | 23 |
| 二、影像学诊断思维过程 | 27 |
| 三、误诊与漏诊 | 30 |
| 第六节 医学影像学发展展望 | 32 |
| | |
| 第二章 中枢神经系统 | 33 |
| 第一节 常用影像学检查方法 | 34 |
| 一、CT | 34 |
| 二、MRI | 34 |
| 三、读片程序 | 35 |
| 第二节 脑血管病 | 35 |
| 一、脑卒中 | 35 |
| 二、脑血管畸形 | 43 |
| 第三节 颅脑外伤 | 46 |
| 一、概述 | 46 |
| 二、硬膜下血肿 | 46 |
| 三、硬膜外血肿 | 47 |
| 四、脑挫伤和脑内血肿 | 48 |

| | |
|---------------------|----|
| 五、弥漫性轴索损伤 | 49 |
| 第四节 颅脑肿瘤 | 50 |
| 一、脑内肿瘤 | 50 |
| 二、脑外肿瘤 | 53 |
| 第五节 颅内感染 | 55 |
| 一、病毒性脑炎 | 56 |
| 二、脑脓肿 | 56 |
| 三、结核性脑炎 | 57 |
| 四、脑寄生虫感染 | 58 |
| 五、比较影像学 | 59 |
| 第六节 多发性硬化 | 59 |
| 第七节 颅脑先天性疾病 | 60 |
| 一、神经管闭合异常 | 60 |
| 二、神经元移行异常 | 60 |
| 三、斑痣性错构瘤 | 60 |
| 第八节 脊髓疾病 | 63 |
| 一、脊髓损伤 | 63 |
| 二、椎管内肿瘤 | 63 |
| 三、脊髓炎 | 67 |
| 四、脊髓血管病 | 67 |
| 五、脊髓脊椎先天畸形 | 69 |
| | |
| 第三章 头颈部 | 74 |
| 第一节 眼及眼眶常见疾病 | 74 |
| 一、眼部异物与眼眶骨折 | 74 |
| 二、眼和眼眶肿瘤 | 75 |
| 第二节 鼻和鼻窦常见疾病 | 76 |
| 一、鼻和鼻窦骨折 | 76 |
| 二、鼻窦炎 | 76 |
| 三、鼻和鼻窦肿瘤 | 77 |
| 第三节 耳部常见疾病 | 78 |
| 一、急性化脓性中耳乳突炎 | 78 |
| 二、胆脂瘤 | 78 |
| 第四节 口腔颌面部常见疾病 | 79 |
| 一、牙源性肿瘤 | 79 |
| 二、腮腺肿瘤 | 80 |
| 第五节 咽喉部常见疾病 | 81 |
| 一、鼻咽癌 | 81 |
| 二、喉癌 | 81 |
| 第六节 颈部常见疾病 | 84 |
| 一、颈部淋巴结病变 | 84 |
| 二、颈血管鞘区病变 | 84 |
| 三、甲状腺肿瘤 | 86 |

| | |
|--------------------|-----|
| 第四章 呼吸系统 | 89 |
| 第一节 概述 | 89 |
| 一、呼吸系统主要功能 | 89 |
| 二、呼吸道 | 89 |
| 三、肺脏 | 89 |
| 四、肺脏病变类型 | 90 |
| 第二节 影像学检查方法 | 91 |
| 一、X线 | 91 |
| 二、CT | 95 |
| 三、MRI | 95 |
| 四、其他影像学检查 | 95 |
| 第三节 呼吸道疾病 | 96 |
| 一、哮喘 | 96 |
| 二、慢性支气管炎和肺气肿 | 97 |
| 三、支气管扩张 | 98 |
| 四、呼吸道异物吸入 | 98 |
| 第四节 肺部疾病 | 99 |
| 一、先天性疾病 | 99 |
| 二、感染性疾病 | 99 |
| 三、肺内肿瘤 | 105 |
| 第五节 胸膜疾病 | 108 |
| 一、胸腔积液 | 108 |
| 二、气胸 | 109 |
| 第六节 纵隔疾病 | 111 |
| 一、纵隔解剖与影像学特征 | 111 |
| 二、纵隔肿块 | 112 |
| 第五章 乳腺 | 116 |
| 第一节 影像学检查方法 | 116 |
| 第二节 乳腺疾病 | 116 |
| 一、乳腺组织增生 | 116 |
| 二、乳腺囊肿 | 117 |
| 三、乳腺纤维瘤 | 118 |
| 四、乳腺癌 | 119 |
| 第六章 心脏和大血管 | 124 |
| 第一节 概述 | 124 |
| 一、循环系统构成 | 124 |
| 二、心脏生理 | 124 |
| 第二节 影像学检查方法 | 124 |
| 一、普通X线检查 | 125 |
| 二、超声心动图 | 127 |
| 三、CT | 127 |
| 四、MRI | 129 |

| | |
|------------------|-----|
| 五、X线心血管造影 | 130 |
| 六、放射性核素显像 | 130 |
| 第三节 冠状动脉粥样硬化性心脏病 | 131 |
| 第四节 心脏瓣膜病 | 134 |
| 一、二尖瓣狭窄 | 134 |
| 二、二尖瓣关闭不全 | 135 |
| 三、主动脉瓣狭窄 | 136 |
| 四、主动脉瓣关闭不全 | 136 |
| 五、比较影像学 | 137 |
| 第五节 先天性心脏病 | 137 |
| 第六节 心肌病 | 139 |
| 一、肥厚型心肌病 | 140 |
| 二、扩张型心肌病 | 141 |
| 第七节 心包炎 | 141 |
| 第八节 主动脉疾病 | 142 |
| 第九节 肺动脉栓塞 | 144 |
| | |
| 第七章 消化系统 | 146 |
| 第一节 概述 | 146 |
| 一、口咽部 | 147 |
| 二、食管 | 147 |
| 三、胃 | 148 |
| 四、十二指肠 | 148 |
| 五、小肠 | 149 |
| 六、结肠 | 150 |
| 第二节 影像学检查方法及其特征 | 151 |
| 一、检查方法 | 151 |
| 二、影像学特征 | 151 |
| 第三节 胃肠道疾病 | 155 |
| 一、食管疾病 | 155 |
| 二、胃疾病 | 158 |
| 三、小肠疾病 | 162 |
| 四、结肠和直肠疾病 | 164 |
| 第四节 实质性脏器病变 | 166 |
| 一、肝脏疾病 | 166 |
| 二、胰腺疾病 | 169 |
| 第五节 腹部创伤 | 170 |
| 一、诊断性腹膜腔灌洗 | 170 |
| 二、CT扫描 | 170 |
| 三、X线血管造影检查 | 171 |
| 第六节 急腹症 | 171 |
| 一、急腹症常见X线征象 | 172 |
| 二、常见急腹症的影像学检查 | 172 |

| | |
|--------------------|-----|
| 第八章 泌尿与生殖系统 | 180 |
| 第一节 影像学检查方法 | 180 |
| 一、X 线检查 | 180 |
| 二、超声 | 180 |
| 三、CT | 181 |
| 四、MRI | 181 |
| 第二节 泌尿系统疾病 | 181 |
| 一、肾脏疾病 | 181 |
| 二、肾上腺疾病 | 189 |
| 三、输尿管疾病 | 192 |
| 四、膀胱疾病 | 193 |
| 第三节 男性生殖系统疾病 | 195 |
| 一、前列腺疾病 | 195 |
| 二、睾丸疾病 | 198 |
| 第四节 女性生殖系统疾病 | 199 |
| 一、子宫疾病 | 199 |
| 二、卵巢疾病 | 201 |
| 三、盆腔感染 | 204 |
| 第九章 骨骼系统 | 207 |
| 第一节 概述 | 207 |
| 一、骨骼系统的解剖和生理 | 207 |
| 二、骨骼系统病理 | 208 |
| 第二节 影像学检查方法 | 209 |
| 一、普通 X 线检查 | 209 |
| 二、CT | 210 |
| 三、MRI | 210 |
| 四、超声 | 211 |
| 五、核医学成像 | 211 |
| 第三节 骨与软组织的感染 | 211 |
| 一、骨髓炎 | 211 |
| 二、化脓性关节炎 | 212 |
| 三、软组织感染 | 213 |
| 四、骨结核 | 214 |
| 第四节 骨肿瘤 | 216 |
| 一、概述 | 216 |
| 二、转移性骨肿瘤 | 216 |
| 三、原发性骨肿瘤 | 218 |
| 第五节 慢性骨关节病 | 223 |
| 一、骨性关节炎 | 223 |
| 二、类风湿关节炎 | 224 |
| 三、强直性脊柱炎 | 226 |
| 第六节 代谢性骨病 | 227 |
| 一、肢端肥大症 | 227 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 二、痛风 | 228 |
| 第七节 创伤 | 228 |
| 一、四肢骨关节创伤 | 228 |
| 二、颈椎创伤 | 230 |
| 三、胸腰椎创伤 | 231 |
| 四、椎间盘损伤 | 231 |
| 五、肌腱和韧带损伤 | 233 |
| 第八节 儿童骨科疾病 | 233 |
| 一、先天性髋关节发育不良 | 233 |
| 二、骨骺损伤 | 236 |
| 三、青枝骨折 | 237 |
| 四、维生素 D 缺乏症 | 237 |
| 五、铅中毒 | 238 |
| 第十章 介入放射学 | 240 |
| 第一节 概述 | 240 |
| 一、介入放射学概念 | 240 |
| 二、介入放射学发展简史 | 240 |
| 第二节 心脏和血管疾病介入放射学 | 240 |
| 一、血管基本介入技术 | 240 |
| 二、血管腔内成形术 | 241 |
| 三、血管闭塞病变的介入治疗 | 243 |
| 四、急性出血性疾病的介入治疗 | 243 |
| 五、门静脉高压并发症的介入治疗 | 247 |
| 六、心脏介入技术 | 247 |
| 第三节 非血管介入放射学 | 248 |
| 一、狭窄管腔扩张成形术 | 248 |
| 二、经皮穿刺引流与抽吸术 | 250 |
| 三、脊柱疾病介入治疗 | 251 |
| 四、顽固性疼痛介入治疗 | 253 |
| 第四节 肿瘤介入放射学 | 253 |
| 一、经导管动脉内药物灌注术 | 253 |
| 二、经导管动脉栓塞术 | 254 |
| 三、实体瘤氩氦刀低温冷冻治疗 | 255 |
| 四、经皮 ¹²⁵ I 粒子植入 | 256 |
| 五、恶性肿瘤经皮射频消融术 | 256 |
| 索引 | 258 |

第一节 医学影像学发展简史和分类特点

一、医学影像学发展简史

(一) X线的发现及临床初步应用 1895年11月8日德国物理学家伦琴(Wilhelm Conrad Röntgen)在暗室里进行阴极射线管研究,发现阴极射线管的放电使室内的荧光屏发光的现象,由于实验中阴极射线管由不透光线的硬纸板遮挡,因而提示激发荧光屏发光的射线具有穿透性和荧光作用;他还发现该射线可使被黑纸包裹的底片感光,并为其夫人拍摄了手的照片,这是人类第一张X线照片(图1-1-1)。伦琴以数学上未知数的最常用代号X,将此射线命名为X射线(简称X线)。

几周后,伦琴发现X射线的消息就传遍全世界,借助X射线能在活体透过皮肤显示体内骨结构,被认为是“科学的辉煌胜利”。不久即有厂商生产出医用X线机用于疾病诊断,从而开创了医学影像时代。伦琴的发现使其获得了极大的国际声誉,成为首届诺贝尔物理学奖的获得者。

最初,X线检查主要用于自然对比度良好的骨骼和胸部疾病诊断(图1-1-2)。继之才发明把对比剂引入自然对比度不佳的部位,人为增加对比度的各种造影方法,从而显示心血管系统、胃肠道、脊髓、脑室和脑池等结构,扩展了X线的临床应用领域,取得了良好的诊断效果,为现代医学影像学奠定了坚实的基础。



图1-1-1 伦琴夫人手部X线照片

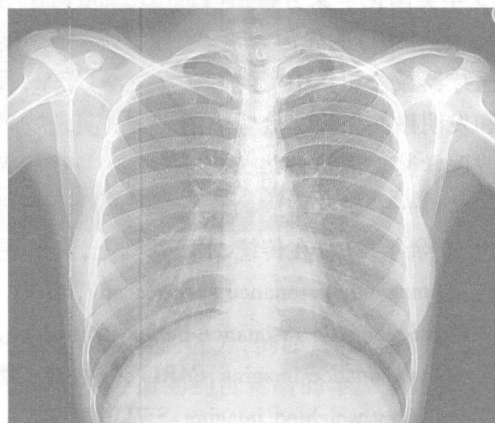


图1-1-2 X线胸部正位像

可清楚显示肺野、心脏大血管轮廓、纵隔、横膈、胸部骨骼、胸壁软组织等结构

(二) 计算机体层成像发展简史 1971年,英国计算机工程师亨斯菲尔德(Godfrey Newbold Hounsfield)发明X线计算机体层成像(computed tomography,CT),首次利用探测器接收穿透人体的X线,再由模/数转换器把模拟信号转变为数字信号输入计算机,然后由计算机计算出每个体素的X线衰减值,再经数/模转换生成CT图像。CT最初仅能用于头颅检查,原来普通X线平片不能显示的脑组织结构得以显影,使头颅外伤、脑卒中、脑肿瘤、感染等多种严重威胁人类生命和健康的重大疾病得到及时、准确的诊断,尤其能准确鉴别出血性

与缺血性脑血管病,挽救了无数患者的生命,并显著改善了患者的预后。所以 CT 的应用极大地推动了神经内、神经外科的发展。至 20 世纪 70 年代中期,CT 的应用推广到全身。CT 被评为 20 世纪最重要的 10 项科技进步之一,被公认为医学影像学发展的里程碑。1979 年亨斯菲尔德荣获诺贝尔医学和生理学奖,开创了非医师获得该奖项的先河。

20 世纪 80 年代末出现 CT 螺旋扫描技术,1998 年发展为多层螺旋 CT (multi-slice spiral CT, MSCT) 或者称多排螺旋 CT (multi-detector spiral CT, MSCT),使数据采集加快。至 2005 年初,64 排螺旋 CT 应用于临床,真正实现了容积数据采集,目前 0.25 s 即可以完成心脏扫描,5 s 即可获得整个人体的数据,所获图像的纵向分辨率可至 0.2 ~ 0.3 mm,一次扫描覆盖的范围达 16 cm,可行任意方位图像的重建,加之具有强大后处理功能,极大地扩展了 CT 的临床应用范围。MSCT 促进了 CT 血管成像 (computed tomography angiography, CTA) 的发展,尤其冠状动脉 CTA 能清楚显示冠状动脉的 3 ~ 4 级分支,已经在临床普及应用。CTA 图像无观察死角,经静脉注射对比剂创伤小,检查快速,观察心脏大血管整体情况清楚,除能清楚显示血管管腔情况 (包括狭窄和闭塞) 外,还能显示血管壁以及管壁病变 (主要是动脉硬化斑块),分析病变组成成分,结合 CT 图像还能综合判断血管周围结构 (图 1-1-3,见彩插)。此外,MSCT 实现了实质器官灌注和空腔脏器的仿真内镜检查。目前,CT 已经成为最重要的临床影像学检查方法。

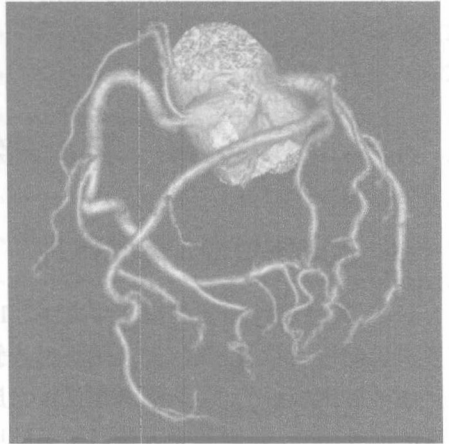


图 1-1-3 心脏冠状动脉 CTA 图像

(三) 磁共振成像发展简史 核磁共振 (nuclear magnetic resonance, NMR) 是一种物理现象,系美国哈佛大学的普赛尔 (Edward mills Purcell) 和斯坦福大学的布洛赫 (Felix Bloch) 于 1946 年分别同期发现的,他们为此荣获 1952 年诺贝尔物理学奖。此后,根据此原理研制的 NMR 谱仪作为一种研究物质分子结构的重要分析工具,一直在物理、化学、生物和医学等领域广泛应用。1971 年美国医师达迈丁 (Raymond vahan Damadian) 发现肿瘤组织 NMR 的纵向弛豫时间 (T_1) 和横向弛豫时间 (T_2) 均比正常组织长,从而提出将 NMR 用于医学的可能性。1973 年美国化学家劳特伯 (Paul C Lauterbur) 发表 NMR 体层成像文章,开创了磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 的先河。达迈丁于 1977 年研制成功 MRI 扫描机,1980 年推出世界上首台商用机。以后世界各大医疗器械公司集中资金,组织大批科学家,投入 MRI 技术的研究开发,1982 以后 MRI 迅速应用于临床。劳特伯和发明磁共振快速成像脉冲序列的英国物理学家曼斯菲而德 (Peter Mansfield) 共同获得 2003 年诺贝尔生理学或医学奖。最初磁共振被称为核磁共振 (NMR),由于公众普遍有恐“核”心理,所以将“核”字去除,改用现在的名称——磁共振成像。

经过 30 余年发展,在传统 MRI 基础上,又出现了磁共振血管成像 (magnetic resonance angiography, MRA)、磁共振波谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS)、磁共振扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI)、磁共振灌注成像 (magnetic resonance perfusion imaging, MRPI)、基于血氧水平依赖技术的功能磁共振成像 (functional magnetic resonance imaging, fMRI)、磁共振扩散张量成像 (diffusion tensor tractography, DTT)、磁敏感加权成像 (susceptibility weighted imaging, SWI) 等新技术,使 MRI 成为最重要的影像学检查方法之一 (图 1-1-4)。

(四) 核医学发展简史 20 世纪初,英国物理学家卢瑟福 (Ernest Rutherford) 发现某些放射性元素发出的射线可以使涂有硫化锌的屏幕微微闪光,称该现象为闪烁 (scintillation),这一发现奠定了核医学成像的基础。以后的几十年中,很多人尝试将此发现用于医学成像,将多种核素导入人体,再用不同探测器探测人体发出的光量子,获得核素在体内分布的图像。将核素与参与体内某些固定代谢过程的化学复合物结合到一起,就制成了放射性标记药物,或者称之为放射性示踪剂。

1923 年赫维西 (George Charles de Hevesy) 最先将放射性核素示踪技术用于生物学研究,2 年后应用该技术成功测量正常人和心脏病患者的血流速度,标志着核医学 (nuclear medicine, NM) 的问世。其后该技术缓慢发展,直至 20 世纪中期发明伽玛闪烁成像 (γ -scintigraphy),核医学技术才步入快速发展期。1957 年安格 (Hal O Anger) 研制出 γ 闪烁照相机,实现了单一脏器的动态显像,并为一次完成全身成像奠定了基础。1975 年受

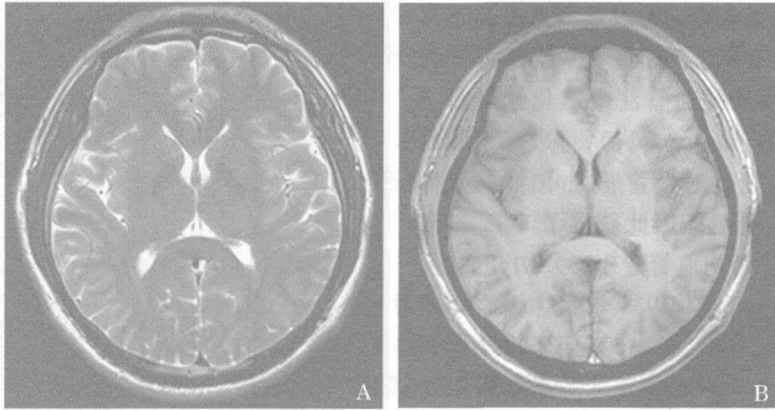


图 1-1-4 磁共振颅脑图像

CT 的启发,正电子发射断层成像(positron emission tomography, PET)问世,由于 PET 所用发出正电子的放射性核素的半衰期十分短暂,需要回旋加速器生产,价格十分昂贵,因而 4 年后又研制出价格便宜很多的单光子发射断层成像(single photon emission tomography, SPECT),后者应用直线加速器生产的放射性核素半衰期长,除价格便宜外,还便于储存和运输,因此很快在临床得到普及应用。20 世纪 80 年代是 SPECT 发展的鼎盛时期,以美国为例,SPECT 的装机量是 CT 的 4 倍。核医学主要用于检测组织器官的血流灌注,尤其适用于受体和代谢显像,在整个医学影像学家族中具有独特的作用(图 1-1-5,见彩插)。

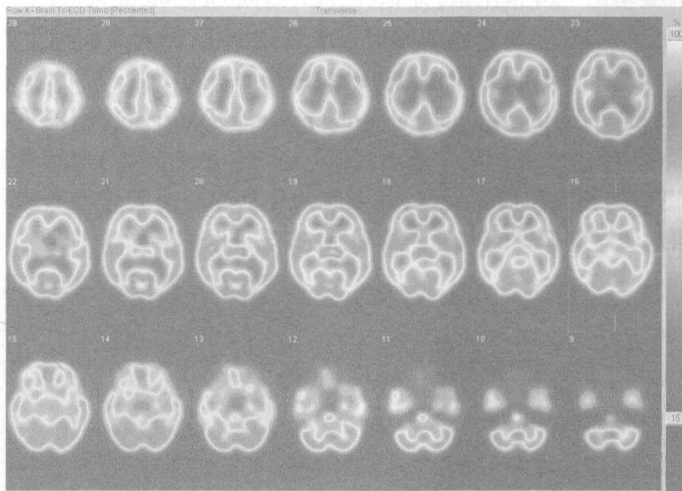


图 1-1-5 SPECT 脑图像

(五) 医学超声成像发展简史 某些动物具有应用声波探测周围环境的能力,例如,蝙蝠凭借高度发达的超声系统,能在黑暗中准确飞行。而人类应用声波进行医学诊断至少可追溯到古希腊的希波克拉底(Hippocrates)时代,他认为听到液体与气体在胸腔内碰撞的声音(现在被称之为振荡音),对诊断呼吸道疾病具有重要价值。真正利用声音进行医学诊断始于 19 世纪德国医师奥因不拉格(Leopold Auenbrugger)。受到在啤酒厂工作的父亲根据拍打啤酒桶声音来判断桶里含酒量的启发,他通过叩击患者身体倾听其声音来进行疾病的诊断。例如,叩击患者腹部产生鼓音,提示为肠胀气;而叩击患者胸部产生浊音,则提示为肺组织实变。

超声最初用于医学始于理疗,当时在整个临床医学中的作用十分有限。直至 20 世纪 50 年代才用于医学成像检查,称之为超声成像(ultrasonography)。最初仅用于对肝脏病灶的大小进行测量(A 型超声),以帮助临床医师进行肝活检或穿刺行肝脓肿引流等,然后发明了 M 型超声仪用于心脏检查,观察心瓣膜、室壁运动等。之后才出现适用于全身各部位的 B 型超声仪,获取二维断面图像,最后是多普勒及彩色血流显像。目前,超声成像以其无创伤、无射线辐射危害、普及率高、价格低廉、便于床旁检查等优点,成为多种疾病的首选和筛选检查手段(图 1-1-6,见彩插)。

(六) X线数字减影血管造影发展简史 普通X线检查不能显示血管,1927年葡萄牙神经科医师莫尼斯(Egas Moniz)向颈动脉血管注入碘化钠进行X线摄影发明了血管造影(angiography),可以观察脑血管的走行及形态改变,据此对血管病、占位性病变等作出定位和定性诊断,莫尼斯因此获得了1949年诺贝尔生理学或医学奖。最初血管造影必须切开血管,不仅创伤大,而且操作不便。1936年迈尔森(Abraham Myerson)和洛曼(Julius Loman)采用经皮穿刺颈动脉的方法,简化了手术操作,使颈动脉造影得以普及。此后,对颈动脉造影方法几经改进,1953年塞尔丁格(Sven Ivar Seldinger)首先采用经皮穿刺股动脉,经引导钢丝导入导管的技术,奠定了现代导管法血管造影技术的基石。

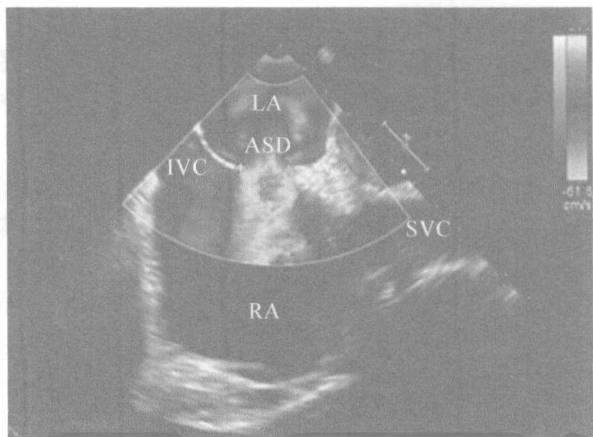


图 1-1-6 超声心动图像

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)问世于20世纪70年代中期,通过计算机对对比剂注射前后的图像进行减影处理,获得没有其他结构干扰的更加清晰的血管影像,使每次注入血管的对比剂用量大为减少,极大地促进了介入放射学的发展,为介入影像学成为与传统内科化学药物治疗、外科手术治疗并列的第三大治疗方法奠定了坚实基础(图1-1-7)。

(七) 普通X线检查的数字化 20世纪末,计算机摄影(computer radiography, CR)和直接数字摄影(direct digital radiography, DDR)开始临床应用,使普通放射检查实现数字化,后者又简称为数字化摄影(digital radiography, DR)(图1-1-8)。由于此前其他影像学检查已经都是数字化图像,因而CR和DR的问世极大地推动了图像存储与传输系统(picture archiving and communication system, PACS)的临床应用,使各种医学图像都存储在硬盘、光盘、磁带等不同介质上,并借助网络传输,在图像工作站上完成阅片和诊断报告。PACS的临床应用解决了传统医用胶片保存图像的丢失和损坏问题,其无胶片化消除了由胶片带来的环境污染问题,还开创了远程影像学,打破了时间和地域对影像调阅和诊断的限制,实现了医学影像学的全球化。

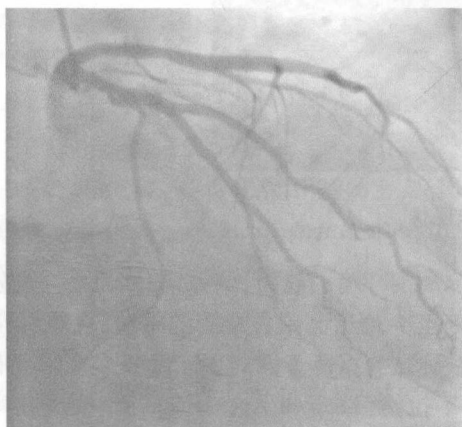


图 1-1-7 X线血管造影图像

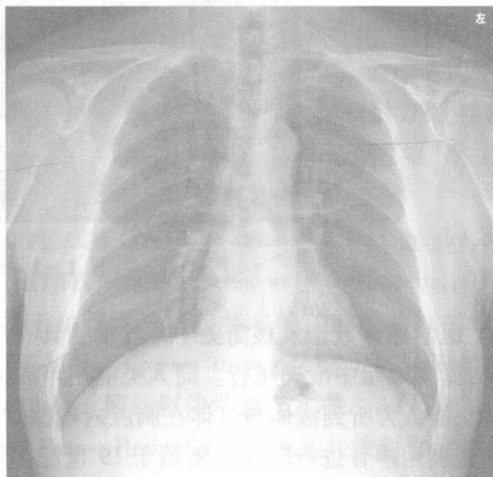


图 1-1-8 数字摄影图像

如果对医学影像发展历史进行简要总结,则可概括为:从X线普通透视和摄影检查的直接成像,向以CT为代表、由探测器接受穿透人体X线的间接成像转变;从仅能显示人体形态学及其病理改变向进行功能成像转变;并且目前影像学检查已经能显示体内组织和器官的化学成分和代谢变化,实现细胞和分子水平成像。

二、医学影像学分类及图像特点

1. 医学影像学分类 有学者按照获取图像的方式将医学影像学图像分为能量透射、能量反射和能量发射

三种。X线成像属于典型的能量透射检查方法,超声成像属于能量反射检查,而MRI和核医学(包括PET和SPECT)则为能量发射检查手段。还有人将医学影像技术分为振动波(超声成像)、外辐射(X线检查)、内辐射(核医学检查)和电磁波(MRI)四种。

其实,现代医学影像学是一种主要包括物理、数学、计算机、生物医学工程、信息学、医学影像技术和临床医学等多学科融合的技术。一台影像学设备除必须具备安全性和有效性外,在其用于患者检查时,还需要物理师、影像学技师和医师的通力合作,以最大限度地发挥诊断和治疗作用。

2. 图像的视觉特点

(1) 图像分辨率:医学图像均具有对比度(contrast)和细节(detail)两个主要特征。若要用肉眼识别医学图像的某个结构,此结构与背景的对比度至少要相差几个百分点。传统胶片的图像空间分辨率最高,达到约 4000×4000 矩阵,但是其对比度是固定的、不能调节,而应用影像诊断工作站显示的数字化图像,则可随意调节图像对比度,使之达到最佳状态。此外,应用边缘增强等后处理方法,还可进一步增加图像对比度。已知人类肉眼能够分辨的图像细节最高可达每毫米10个线对(dl/mm),各种医学图像的空间分辨率(即分辨细节的能力)差别很大,按由高至低的顺序进行递减排列为:X线平片摄影、CT、DSA、MRI、超声、核医学。在理想条件下,X线平片的空间分辨率最高,即分辨图像细节的能力最强。若对X线平片图像进行放大,还能显示更多细节。其中X线乳腺摄影应用特殊的软线摄影机和高空间分辨率胶片,其空间分辨率最高,能清楚显示微小钙化灶,而后者是诊断早期乳腺癌的重要征象(图1-1-9)。

(2) 噪声:噪声指使图像所包含信息丢失的各种因素,在理论上可以定义为“不可预测,只能用概率统计方法来认识的随机误差”。因此,可以应用概率分布函数和概率密度分布函数描述图像噪声。每一种影像技术都有其固有噪声,在图像获取和显示过程中还产生部分附加噪声。例如,若打开读片室头顶方向的光源,则阅片医师视网膜接受过多光线,而从图像获取的图像信息减少;相反,若头顶上方的光线暗淡,则诊断医师观看图像的信噪比最大。

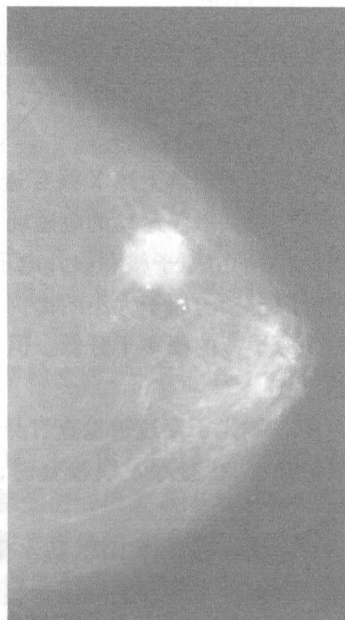


图1-1-9 X线乳腺摄影片
显示肿块和微钙化病灶

第二节 医学影像学基本原理

一、X线成像

(一) X线成像的基本原理 X线成像首先由管球发射X线,在穿透人体的过程中部分X线光子被组织吸收,因人体组织有密度和厚度差异,使透过人体的X线量有所不同,最终产生X线图像的对比度。通常人体组织所含原子的原子量越高,其质地越致密,组织吸收的光量子就越多;换言之,穿透人体组织后剩余的X线量就减少。按照密度由高至低的排列顺序,X线图像所示组织结构依次为:金属、骨骼、水和软组织(如肌肉)、脂肪和空气。除密度差外,还要考虑组织结构的厚度差,例如,即使肌肉的密度高于脂肪,但厚度1m的脂肪组织所吸收的X线量多于1cm厚的肌肉组织。因此,在实际阅片时要综合考虑组织结构的密度和厚度(图1-2-1)。

X线平片摄影通常仅曝光几十分之一秒,即获得人体解剖结构的固定图像;透视检查时X线连续穿透人体,实时显示组织结构和器官的动态变化。CT是在X线穿透人体某个部分时,利用矩阵探测器采集数据,再经计算机辅助重建出体层图像。

X线属于电磁波,医用X线成像简要过程如下:首先通电X线管的阴极钨丝温度升高至一定程度释放电子束,后者经加压飞速撞击阳极钨靶产生大量热能,仅约1%的电转化为X线。因此,绝大多数X线管