



iCourse · 教材
高等学校临床医学系列

(供临床、基础、预防、护理、检验、口腔、药学等专业用)

医学影像学



主编 许乙凯 王绍武

高等教育出版社

(供临床、基础、预防、护理、检验、口腔、药学等专业用)

医学影像学



主 审 金征宇

主 编 许乙凯 王绍武

副主编 贾文霄 范占明 张 辉 郭 燕

编 者 (按姓氏拼音排序)

曹代荣 (福建医科大学)

崔建岭 (河北医科大学)

郭 燕 (中山大学)

贾文霄 (新疆医科大学)

刘林祥 (泰山医学院)

宁 刚 (四川大学)

施海彬 (南京医科大学)

王绍武 (大连医科大学)

吴元魁 (南方医科大学)

许乙凯 (南方医科大学)

杨 超 (大连医科大学)

于静红 (内蒙古医科大学)

张 辉 (山西医科大学)

张宇虹 (大连医科大学)

庄雄杰 (厦门大学)

陈 敏 (北京医院)

范占明 (首都医科大学)

何 玲 (重庆医科大学)

李恒国 (暨南大学)

刘佩芳 (天津医科大学)

邱维加 (桂林医学院)

唐光才 (西南医科大学)

吴仁华 (汕头大学)

徐 凯 (徐州医科大学)

严承功 (南方医科大学)

杨 帆 (华中科技大学)

曾庆思 (广州医科大学)

张惠茅 (吉林大学)

周 石 (贵州医科大学)

编写秘书 严承功 杨 超

高等教育出版社·北京

内容提要

本书共两篇 14 章。第一篇是医学影像诊断学,共 9 章,包括总论和各论。总论主要介绍 X 线、CT、超声和 MRI 检查技术及其应用,以及影像学检查方法的综合应用与诊断原则;各论主要介绍各系统的检查技术及正常表现、基本病变影像表现和常见疾病影像诊断,包括神经系统、头颈部、呼吸系统、循环系统、消化系统与腹膜腔、泌尿生殖系统与腹膜后间隙、乳腺、骨骼肌肉系统,有关超声影像和儿科常见疾病诊断知识均穿插在各系统相应章节中阐述。第二篇是介入放射学,主要介绍介入放射学总论以及头颈部血管疾病的介入诊疗、外周血管疾病的介入诊疗、肿瘤的介入治疗以及其他非血管疾病的介入治疗。全书在保持内容系统性和完整性的基础上,力求简明、易读和实用。书中配有大量典型图片,力求图文并茂。全书采用纸质内容与数字化资源一体化设计,数字课程涵盖了典型病例、基础链接、拓展阅读、微课、微视频、本章小结、教学 PPT 和自测题等,既方便教师教学,也有利于学生自主学习,提升教学效果和学习质量。

本书适用于高等学校临床、基础、预防、护理、检验、口腔、药学等专业,也是学生参加执业医师考试及住院医师规范化培训的必备书籍,还可供临床医务工作者和医学研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

医学影像学 / 许乙凯, 王绍武主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2017.2

iCourse·教材: 高等学校临床医学系列

ISBN 978-7-04-046867-0

I. ①医… II. ①许…②王… III. ①医学摄影-高等学校-教材 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 323698 号

项目策划 林金安 吴雪梅 杨 兵

策划编辑 杨 兵 责任编辑 杨 兵 封面设计 张 楠 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京汇林印务有限公司
开 本 889mm×1194mm 1/16
印 张 22.75
字 数 750 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2017 年 2 月第 1 版
印 次 2017 年 2 月第 1 次印刷
定 价 52.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 46867-00

iCourse · 数字课程 (基础版)

医学影像学

主编 许乙凯 王绍武

登录方法:

1. 电脑访问 <http://abook.hep.com.cn/46867>, 或手机扫描下方二维码、下载并安装 Abook 应用。
2. 注册并登录, 进入“我的课程”。
3. 输入封底数字课程账号 (20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
4. 点击“进入学习”, 开始本数字课程的学习。

课程绑定后一年为数字课程使用有效期。如有使用问题, 请发邮件至:

medicine@pub.hep.cn



iCourse · 教材
高等学校临床医学系列

医学影像学

主编 许乙凯 王绍武

用户名

密码

验证码

4648

进入课程

系列教材

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

医学影像学数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程内容涵盖典型病例、拓展阅读、基础链接、微课、微视频、e图、本章小结、开放性讨论、自测题、教学PPT等板块。充分运用多种形式媒体资源, 极大地丰富了知识的呈现形式, 拓展了教材内容。在提升课程教学效果的同时, 为学生学习提供思维与探索的空间。



内科学

迟宝荣 周胜华



神经病学

冯加纯 肖波

高等教育出版社

<http://abook.hep.com.cn/46867>



扫描二维码, 下载 Abook 应用

“医学影像学”数字课程编委会

(按姓氏拼音排序)

安天志 (贵州医科大学)

陈高红 (徐州医科大学)

付 宇 (吉林大学)

关计添 (汕头大学)

季 宇 (天津医科大学)

李 宇 (首都医科大学)

罗竹人 (厦门大学)

史长征 (暨南大学)

唐光才 (西南医科大学)

王宝剑 (泰山医学院)

王效春 (山西医科大学)

吴元魁 (南方医科大学)

严承功 (南方医科大学)

杨 帆 (华中科技大学)

于静红 (内蒙古医科大学)

郑敏婷 (大连医科大学)

周春高 (南京医科大学)

陈 敏 (北京医院)

邓 宇 (广州医科大学)

关 键 (中山大学)

何 玲 (重庆医科大学)

李 坚 (福建医科大学)

刘佩芳 (天津医科大学)

曲海波 (四川大学)

孙海艳 (大连医科大学)

王 红 (新疆医科大学)

王绍武 (大连医科大学)

武 俊 (大连医科大学)

许乙凯 (南方医科大学)

杨 超 (大连医科大学)

杨新官 (桂林医学院)

张 平 (河北医科大学)

周 芳 (南方医科大学)



系列课程与教材建设委员会

主任委员 闻德亮（中国医科大学）

余艳红（南方医科大学）

副主任委员 迟宝荣（吉林大学）

潘 慧（北京协和医学院）

周胜华（中南大学）

王建六（北京大学）

委 员（按姓氏拼音排序）

邓丹琪（昆明医科大学）

华树成（吉林大学）

卢中秋（温州医科大学）

王斌全（山西医科大学）

魏永祥（首都医科大学）

许乙凯（南方医科大学）

曾其毅（南方医科大学）

张国刚（中南大学）

冯加纯（吉林大学）

吉 峰（济宁医学院）

冉玉平（四川大学）

王绍武（大连医科大学）

肖 波（中南大学）

应小燕（南京医科大学）

张聪沛（齐齐哈尔医学院）

朱金富（新乡医学院）

出版说明

教育教学改革的核心是课程建设,课程建设水平对于教学质量和人才培养质量具有重要影响。现代信息技术与高校教育教学的融合不断加深,混合式教学、翻转课堂等教学模式正在促进高校教学从以“教”为中心向以“学”为中心持续转变。

高等教育出版社承担着“‘十二五’本科教学工程”国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营的艰巨任务,在与广大高校,特别是高等医学院校的密切协作和调研过程中,我们了解到当前高校教与学的深刻变化,也真切感受到教材建设面临的挑战和机遇。如何建设支撑学生个性化自主学习和校际共建共享的新形态教材成为现实课题,结合我社在数字课程建设上的探索和实践,我们启动了“高等学校基础医学类精品资源共享课及系列教材”建设项目,到2015年底本项目成果共18种已全部出版完成,深受广大医学院校师生好评。

为落实《教育部等六部门关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》文件精神,加快构建以“5+3”为主体的临床医学人才培养体系,更好地适应高等医学院校教与学方式的变革,积极推进课程与教材的建设与应用,实现教学质量的持续提升。与“高等学校基础医学类精品资源共享课及系列教材”建设项目形成呼应,我们又启动了“高等学校临床医学类精品资源共享课及系列教材”建设项目,建设理念得到了众多高校的积极响应,结合各校教学资源特色与课程建设基础,我们成立了系列课程及教材建设委员会。自2014年5月以来,陆续在大连医科大学、南方医科大学、吉林大学、中南大学、北京协和医学院、济宁医学院等召开了启动会、主编会议、编写会议和定稿会议,2016年,项目成果“iCourse·教材:高等学校临床医学系列”陆续出版。

本系列教材第一批包括《内科学》《妇产科学》《儿科学》《耳鼻咽喉头颈外科学》《皮肤性病学》《神经病学》《精神病学》《医学影像学》《预防医学》《医学心理学》《医患沟通学》。系列教材特点如下:

1. 采用“纸质教材+数字课程”的出版形式。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计,纸质内容精练适当,突出“三基”、“五性”,并以新颖的版式设计和内容编排,方便学生学习和使用。数字课程对纸质内容起到巩固、补充和拓展作用,形成以纸质教材为核心,数字教学资源配合的综合知识体系。

2. 创新教学理念,引导个性化自主学习。通过适当教学设计,鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨,增强其独立获取知识的意识和能力,为满足学生自主学习和教师创新教学方法提供支持。

3. 强化临床实践教学,培养临床思维能力。设置了相关栏目,以期达到“早临床、多临床、反复临床”的要求。例如“诊疗路径”介绍了疾病的诊断要点和治疗重点,“典型病案(附分析)”选取了有代表性的病例加以解析,“微视频”呈现了重难点的讲解、专家会诊或技能操作等。

4. 促进医学基础理论与临床实践的有机衔接,注重医学人文精神培养。在介绍临床实践的同时注重引入基础医学知识和医学史上重要事件及人物等作为延伸,并通过数字课程的“基础链接”“人文视角”等栏目有机衔接。

5. 教材建设与资源共享课建设紧密结合。本系列教材是对各校精品资源共享课和教学改革研究成果的集成和升华,通过参与院校共建共享课程资源,更可支持各校在线开放课程的建设。

本系列教材符合“5+3”为主体的临床医学人才培养体系,根据五年制临床医学及相关医学类专业培养目标、

高等医学教育教学改革的需要和医学人才需求的特点,汇集了各高校专家教授们的智慧、经验和创新,实现了内容与形式、教学理念与教学设计、教学基本要求和个性化教学需求,以及资源共享课与教材建设的一体化设计。本系列教材还邀请了各学科知名专家担任主审,他们的认真审阅和严格把关,进一步保障了教材的科学性和严谨性。

建设切实满足高等医学教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与资源共享课紧密结合的新形态教材和优质教学资源,实现“校际联合共建,课程协同共享”是我们的宗旨和目标。将课程建设及教材出版紧密结合,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,是我们在教育出版中的创新模式。尽管我们在出版本系列教材的工作中力求尽善尽美,但难免存在不足和遗憾,恳请广大专家、教师和学生提出宝贵意见与建议。

高等教育出版社

2016年6月

前言

为全面落实《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》(教高〔2011〕8号)和《教育部等六部门关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》(教研〔2014〕2号),建设一批切实满足高等医学教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与数字化资源紧密结合的新形态教材和优质教学资源,以适应当前我国高等医学教育教学改革发展的形式与培养创新型、复合型医学人才的要求,构建“5+3”为主体的临床医学人才培养体系。

本教材汇集了全国25所高等医学院校医学影像学领域专家教授们的临床智慧、教学实践经验以及优质数字资源,是“iCourse·教材:高等学校临床医学系列”之一。

本教材主要采用纸质教材与数字课程相结合的新形态教材形式,纸质教材内容精简、主线突出,数字课程内容丰富、形式多样。纸质教材每章均设有诊查路径,以提高学生合理选择影像学检查方法进行疾病诊查的临床思维能力;章首设关键词、章导语,以激发学生的学习兴趣。数字课程与纸质教材紧密配合,涵盖了典型病例、基础链接、拓展阅读、微课、微视频、本章小结、教学PPT和自测题等,与正文相关的知识点对应的数字资源用标出。既方便教师教学,也有利于学生自主学习。

本教材共两篇十四章,第一篇是医学影像诊断学,主要阐述各系统X线、CT和MRI检查方法及其正常表现、基本病变影像表现以及常见疾病影像诊断等。有关超声影像部分,除总论单独一节阐述外,其他内容均渗透在所涉及的疾病中介绍;本教材涉及的儿科常见疾病诊断知识也均穿插在各系统中阐述。第二篇是介入放射学,主要介绍介入放射学的基本概念、常用药物、器械、技术以及常见疾病的介入治疗。

特别感谢本教材主审,中华医学会放射学会候任主任委员、北京协和医院放射科金征宇教授对本书的认真审阅和精心指导。

在本教材编写的过程中,得到了广大编委专家教授的大力支持,在数字资源建设方面,吸纳了一定比例的在学术上有所建树的青年教师参与,在此一并表示衷心的感谢!

尽管本教材的编委们付出了很大努力,主编花了大量时间和精力统稿、定稿,本教材也难免存在缺点和不足,敬请广大老师和读者在使用过程中批评指正,以使本教材再版时质量提高。

许乙凯 王绍武
2016年12月

目 录

第一篇 医学影像诊断学

1 第一章 总论

2 第一节 X线成像

2 一、传统X线成像

4 二、数字X线成像

4 三、数字减影血管造影

5 第二节 计算机体层摄影

5 一、CT发展及特点

6 二、CT设备结构

7 三、图像显示相关概念

8 四、CT图像伪影

9 五、CT辐射剂量

10 第三节 超声成像

10 一、超声的物理特性

11 二、超声诊断的检查方法

12 三、超声仪器和检查途径

12 四、超声检查的安全性

13 五、超声检查的诊断价值

13 六、超声检查新技术

14 第四节 磁共振成像

14 一、MRI发展历史回顾

15 二、MRI基本设备

15 三、MR成像脉冲序列与参数

18 四、MR血管成像

19 五、MRI对比剂

20 六、MRI检查的安全性

20 第五节 影像学检查方法的综合应用与诊断原则

20 一、影像学检查方法的综合应用

20 二、医学影像诊断原则

21 三、影像诊断步骤

22 第二章 神经系统

24 第一节 脑

24 一、检查方法及正常影像表现

27 二、基本病变影像表现

28 三、常见疾病影像诊断

47 第二节 脊髓

47 一、检查方法及正常影像表现

47 二、基本病变影像表现

48 三、常见疾病影像诊断

56 第三章 头颈部

58 第一节 眼部

58 一、检查方法及正常影像表现

59 二、基本病变影像表现

60 三、常见疾病影像诊断

66 第二节 耳部

66 一、检查方法及正常影像表现

67 二、基本病变影像表现

67 三、常见疾病影像诊断

71 第三节 鼻和鼻窦

72 一、检查方法及正常影像表现

72 二、基本病变影像表现

72 三、常见疾病影像诊断

74 第四节 咽喉部

74 一、检查方法及正常影像表现

75 二、基本病变影像表现

75 三、常见疾病影像诊断

79 第五节 颈部

79 一、检查方法及正常影像表现

79 二、基本病变影像表现

80 三、常见疾病影像诊断

84 第四章 呼吸系统

86 第一节 气管、支气管、肺和胸膜

86 一、检查方法及正常影像表现

87 二、基本病变影像表现

- 94 三、常见疾病影像诊断
- 109 第二节 纵隔和膈肌
- 109 一、检查方法及正常影像表现
- 112 二、基本病变影像表现
- 112 三、常见纵隔疾病影像诊断
- 117 第三节 肺血管
- 117 一、检查方法及正常影像表现
- 118 二、基本病变影像表现
- 120 三、常见疾病影像诊断
- 123 第五章 循环系统
- 125 第一节 心脏和冠状动脉
- 125 一、检查方法及正常影像表现
- 132 二、基本病变影像表现
- 136 三、常见疾病影像诊断
- 149 第二节 主动脉及周围血管
- 149 一、检查方法及正常影像表现
- 153 二、基本病变影像表现
- 156 三、常见疾病影像诊断
- 162 第六章 消化系统与腹膜腔
- 164 第一节 食管与胃肠道
- 164 一、检查方法及正常影像表现
- 169 二、基本病变影像表现
- 170 三、常见疾病影像诊断
- 182 第二节 肝、胆系、胰腺和脾
- 182 一、检查方法及正常影像表现
- 186 二、基本病变影像表现
- 189 三、常见疾病影像诊断
- 209 第三节 腹膜腔和肠系膜
- 209 一、检查方法及正常影像表现
- 209 二、基本病变影像表现
- 210 三、常见疾病影像诊断
- 213 第七章 泌尿生殖系统与腹膜后间隙
- 215 第一节 泌尿系统
- 215 一、检查方法及正常影像表现
- 217 二、常见疾病影像诊断
- 229 第二节 肾上腺
- 229 一、检查方法及正常影像表现
- 230 二、常见疾病影像诊断
- 234 第三节 女性生殖系统
- 234 一、检查方法及正常影像表现
- 236 二、常见疾病影像诊断
- 239 第四节 男性生殖系统
- 239 一、检查方法及正常影像表现
- 241 二、常见疾病影像诊断
- 243 第五节 腹膜后间隙
- 243 一、检查方法及正常影像表现
- 244 二、常见疾病影像诊断
- 248 第八章 乳腺
- 250 第一节 检查方法及正常影像表现
- 250 一、乳腺 X 线检查
- 251 二、乳腺超声检查
- 251 三、乳腺磁共振成像检查
- 252 第二节 基本病变影像表现
- 252 一、乳腺基本病变 X 线表现
- 255 二、乳腺基本病变超声表现
- 258 三、乳腺基本病变 MRI 表现
- 261 第三节 常见疾病影像诊断
- 261 一、乳腺纤维腺瘤
- 262 二、乳腺增生
- 263 三、乳腺癌
- 267 第九章 骨骼肌肉系统
- 269 第一节 骨骼
- 269 一、检查方法及正常影像表现
- 270 二、基本病变影像表现
- 273 三、常见疾病影像诊断
- 282 第二节 关节
- 282 一、检查方法及正常影像表现
- 283 二、基本病变影像表现
- 285 三、常见疾病影像诊断
- 292 第三节 软组织
- 292 一、检查方法
- 292 二、基本病变影像表现
- 293 三、常见疾病影像诊断
- 第二篇 介入放射学
- 300 第十章 总论
- 301 第一节 介入放射学概述
- 301 一、世界介入放射学发展史

302	二、我国介入放射学发展史	328	第四节 急性动脉出血性疾病
302	第二节 介入诊疗常用器材	329	第五节 门静脉高压
302	一、影像监视设备		
303	二、使用器材	332	第十三章 肿瘤的介入治疗
303	第三节 介入诊疗常用药物	333	第一节 原发性肝癌的介入治疗
303	一、抗凝、抗血小板和溶栓药物	333	一、经导管肝动脉化疗栓塞术
304	二、栓塞材料	334	二、肝癌的消融治疗
305	第四节 介入诊疗基本技术	335	第二节 其他恶性肿瘤的介入治疗
305	一、经导管血管内灌注术	335	一、肺癌的介入治疗
306	二、经导管血管内栓塞术	336	二、肾癌的介入治疗
306	三、经皮腔内血管成形术	337	三、盆腔恶性肿瘤的介入治疗
		337	第三节 良性肿瘤的介入治疗
308	第十一章 头颈部血管疾病的介入诊疗	337	一、肝血管瘤的介入治疗
309	第一节 颅内动脉瘤	338	二、子宫肌瘤的介入治疗
311	第二节 颅内动静脉畸形		
313	第三节 颈动脉海绵窦瘘	340	第十四章 其他非血管疾病的介入治疗
314	第四节 颈动脉狭窄	341	第一节 胆道梗阻的介入治疗
315	第五节 颅内动脉狭窄	341	一、经皮经肝胆管引流术
317	第六节 颅内动脉急性闭塞	341	二、胆道金属内支架植入术
		341	第二节 消化道梗阻的介入治疗
319	第十二章 外周血管疾病的介入诊疗	341	一、食管球囊扩张术
320	第一节 主动脉疾病	342	二、食管支架植入术
320	一、主动脉夹层	342	三、经鼻空肠营养管置入术
321	二、腹主动脉瘤	342	四、经皮穿刺胃造瘘术
322	第二节 外周动脉疾病	343	五、肠梗阻导管置入术
322	一、肾动脉狭窄	343	第三节 椎间盘突出症与椎体成形术
323	二、下肢动脉病变	343	一、椎间盘突出症
325	第三节 静脉系统疾病	343	二、椎体成形术
325	一、下肢深静脉血栓形成与肺栓塞		
326	二、上腔静脉综合征	345	主要参考文献
327	三、巴德-基亚里综合征	346	中英文名词对照索引

第一篇

医学影像诊断学

第一章 总论
第二章 神经系统
第三章 头颈部
第四章 呼吸系统
第五章 循环系统

第六章 消化系统与腹膜腔
第七章 泌尿生殖系统与腹膜后间隙
第八章 乳腺
第九章 骨骼肌肉系统

第一章 总 论

关键词

X 线成像

数字 X 线成像

计算机体层摄影

密度分辨率

部分体积容积效应

超声成像

磁共振成像

自旋回波序列

对比剂

1895 年德国物理学家伦琴发现 X 线不久, X 线很快被用于人体疾病检查, 此后逐渐形成了放射学科。100 多年来, 放射学不断发展壮大, 各种影像检查设备和新技术不断丰富、补充着放射学的内涵和外延, 将放射学从单一的传统 X 线检查逐步发展成包含传统 X 线成像、数字 X 线成像、多种 CT 成像、磁共振成像、超声成像甚至核医学影像为一体的医学影像学; 从开始仅显示结构信息到现在集结构、功能和分子影像信息于一体, 成为疾病精准诊断提供多模态影像信息的综合技术手段。与这些影像技术相关的设备或设施(如对比剂、图像后处理软件等)也发展迅速, 在很大程度上推动了医学影像学的学科发展。这些不同技术手段的优化综合应用, 为临床医生全面了解疾病的病理特征, 进而做出正确诊断提供丰富的影像信息。

第一节 X 线成像

一、传统 X 线成像

(一) X 线产生及其特征

1. X 线的产生 在高度真空的 X 线球管内, 当灯丝 (阴极) 通电点亮和加热后可在附近产生自由电子, 此时位于灯丝对面, 呈斜面的钨靶 (阳极) 由高压变压器提供高压电, 致使在阴极和阳极之间形成巨大电势差, 使自由电子高速撞击阳极钨靶, 撞击能量大部分转化成热能, 低于 1% 的能量转化成 X 线, 由球管的射线窗口发出。

X 线机由 X 线球管、变压器和控制台三部分组成。X 线球管由阴极灯丝和阳极金属靶以及散热器组成。变压器主要为阴极灯丝提供 6~12 V 的低压电和为阳极靶面提供 40~150 kV 的高压电。控制台主要用于调节阳极靶面的电压强度和调节用于摄影的 X 线发射的持续时间。

2. X 线的特征 X 线是肉眼不可见的一种电磁波, 波长为 0.000 6~50 nm。用于 X 线成像的波长为 0.008~0.031 nm。X 线波长的长短取决于阳极靶面管电压的高低和阳极靶面的材质。医学领域应用的 X 线具有以下四个特征。

(1) 穿透性: X 线有极强的穿透身体和其他物质的能力。X 线穿透力的强弱与其波长有关。X 线球管的管电压越高, 发射出的 X 线波长越短, 穿透力越强, 反之亦然。X 线在穿透物体的过程中, 因部分被吸收而产生衰减。X 线衰减的程度与被穿透物体的厚度和密度有关, 物体的厚度越大或密度越高, X 线被吸收的就越多, 通过的 X 线自然就越少。衰减后通过物体的 X 线是其成像的基础。

(2) 荧光效应: X 线能使某些荧光物质, 如钨酸钙、铂氰化钡及某些稀土元素发出可见光和紫外线光谱, 即荧光效应。透视或摄片用的荧光屏及增感屏和影像增强器的输入屏都涂有荧光物质。

(3) 感光效应: X 线可使胶片上的溴化银感光产生化学反应, 经显影、定影后, 感光的溴化银中的银离子被还原成金属银。金属银呈黑色沉淀于胶片膜内。由于 X 线穿透人体后强度分布不同, 使溴化银的感光度发生差异, 显影后胶片产生一定的黑化度 (灰度), 从而显示机体的不同密度。

(4) 电离效应: X 线穿过任何物体均可产生电离效应。X 线通过人体可造成生物细胞产生损伤甚至坏死, 其受损程度与照射 X 线的量有关, 亦与不同组织的敏感度有关。儿童生殖器官、骨髓和乳腺都对射线照射较为敏感, 故在 X 线检查时需对这些组织器官进行防护。目前医用 X 线检查的剂量一般都在相对安全范围内。X 线的生物效应是临床上对肿瘤和某些疾病进行放射治疗的基础。

(二) 医用 X 线成像的基本原理

X 线成像需具备两个条件: 一是 X 线具有穿透物体的能力, 且可使荧光物质发光和使胶片感光; 二是被穿过的物体本身有厚度和密度的差别。人体的组织结构之间具有上述这种差别。当 X 线穿透人体时, 一部分射线被人体组织吸收, 到达荧光屏或胶片的 X 线是衰减后的射线, 由于机体各组织器官间存在密度和厚度的差别, 故到达荧光屏或胶片上的射线量不同, 从而形成了各组织器官间黑白对比不同的灰度图像。

人体组织器官的密度可分为 3 类: 第 1 类是密度最高的骨组织或钙化灶, 在影片上呈白色, 是因为组织密度高、吸收 X 线量较大, 到达影片的射线量小, 致溴化银感光不足, 在相应的骨组织或钙化部位呈透明或白色 (图 1-1)。第 2 类是密度中等的软骨、软组织及内脏实质器官如肝、脾等, 该类组织器官在胶 (影) 片上呈灰影, 如周围有低密度的脂肪组织或气体环绕, 则可在片上显示相应器官的轮廓。第 3 类是低密度的脂肪,

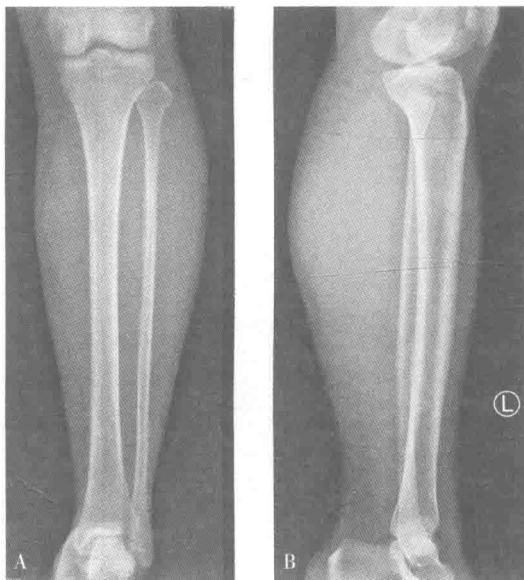


图 1-1 左胫腓骨正侧位 X 线图像

A. 正位; B. 左侧位

肺内气体或空腔器官内、消化道内的气体。这些气体在荧光屏上发亮而在胶片上呈黑色，脂肪组织则呈灰黑色。

胸部 X 线平片上，肺内和气管内含有大量空气呈黑色，在胶片上可清晰勾画出两个肺叶和气管及左、右主支气管的轮廓。在肺野的衬托下，密度高的肋骨和脊柱呈结构清晰的白色；纵隔内组织、心脏及大血管虽为软组织密度，但因前后重叠，厚度较大，故呈灰白色，与肺叶形成明显的密度差别。肺叶内的血管、支气管在空气的衬托下，可清楚分辨出它们的走向和分布（图 1-2）。

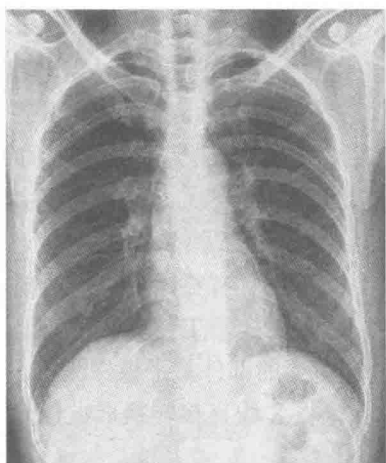


图 1-2 胸部正位 X 线图像

X 线诊断的前提在于要熟知人体各正常组织结构的 X 线解剖及其组织器官在 X 线片上表现出的密度和它们之间的密度差异。在此基础上，才能辨识各组织器官产生的异常密度改变，并用所学的病理学知识来解释异常的密度变化，从而得出正确诊断。正常肺组织含有气体，X 线片上呈黑色。当肺内某一区域含气量减少或消失时，如肺部炎症或肺肿瘤等，肺局部组织密度就会增高（影像片上呈灰白色）。如果肺部肿块还有其他 X 线征象，如肿块有分叶和边缘有细短毛刺征象，再结合临床表现，需要首先考虑肺癌的诊断。

（三）X 线图像的特点

X 线图像是由从白到黑不同灰度所构成的灰阶图像。不同灰度，代表人体组织结构的正常或病理改变的不同状态，以其光学密度体现出来。在 X 线图像上，如果某病变为高密度影，代表该病灶的密度高于该组织的正常密度，该区域图像变白；如果病灶组织密度下降，则图像呈黑色。故 X 线诊断中对病变的描述常用

高密度、中等密度和低密度等征象来表达。

在分析 X 线片时，必须注意到局域图像密度是该部位所有不同密度和厚度组织器官影像的总和，是它们的重叠影像。在 X 线摄影时，由于所摄器官相对于胶片的距离不同，可产生几何放大甚至变形。在实际读片时要考虑到这一点。

（四）X 线检查技术

1. 传统 X 线检查 可分为透视和 X 线摄片。透视优点为：患者的体位可实时改变，利于医生多方位观察，避免重叠所造成的漏诊；其次，透视下可动态观察器官的运动，如心脏、大血管的搏动和膈肌的运动等。钡餐透视用于消化道病变的诊断也有特殊价值。但是，透视显示病变的清晰度不如摄片，一些微小病变或密度差别较小的病变常不易被识别。

X 线摄片成像比透视清晰，对比度好，可显示一些微小或者密度差别不大的病变，同时它能客观地记录病变，有利于对疾病的诊断和鉴别诊断。

2. 特殊 X 线检查 主要是指用于检查软组织的软线摄影。软线 X 线机多用钼靶 X 线球管，钼的原子系数较钨的原子系数低，球管内阴极灯丝与阳极靶面的距离小于钨靶，发射出的 X 线波长较长，平均波长为 0.07 nm，穿透力弱，可提高软组织摄像的反差。钼靶 X 线摄影多用于乳腺检查，它可清晰显示出乳腺组织内纤维结构、脂肪组织、乳腺导管、结节和微小钙化灶之间的密度差别，是乳腺疾病诊断和乳腺癌普查的重要手段。

3. X 线造影检查 人体不同密度的组织结构的差别是一种自然差别，被称为人体组织结构的自然对比，它是 X 线成像的基础。但有些人体组织器官缺乏自然密度对比，如腹内脏器，不能形成有密度差别的 X 线图像。医学上，人为地引入密度低于或高于该组织器官的物质，使之产生密度对比而形成有密度差、能识别的图像，这种方法称造影检查，属于采用人工对比的方法。所用对比剂（过去称造影剂）依据所用密度不同，可分为高密度对比剂和低密度对比剂。空气是最低密度的对比剂，多用于胃肠道的气钡双重对比检查；高密度对比剂多用对人体无害的高原子系数和相对密度大的物质，如钡剂和碘剂等。医用硫酸钡常用于消化道检查，与气体混用时称之为气钡双重对比造影，可清晰显示食管和胃肠道轮廓及腔内结构。临床上所用的碘剂多为非离子型碘，它有低渗、低毒、低黏度和不良反应小等特点，主要用于血管造影和 CT 增强扫描。碘剂可快速经肾排泄，因此也常用于泌尿系统检查，间接用于判断肾

的分泌功能和排泄功能。

将对比剂引入人体的方法有直接引入和间接引入两种。直接引入最常用的方法是口服对比剂,如食管和胃肠道钡餐检查;其次是通过灌注方法引入对比剂,如钡剂灌肠和子宫输卵管造影等;第三种方法是通过导管注入血管对比剂或通过直接穿刺如穿刺蛛网膜下腔等腔隙注入对比剂。间接引入是指通过对比剂独特的排泄途径,在靶器官内积聚和浓缩,而达到显示该器官的目的,如泛影葡胺通过肾排泄可显示泌尿系统,胆影葡胺通过胆道排泄和浓缩来显示胆道系统。

在临床使用碘剂做检查时,要注意少数人会发生过敏反应。过敏反应轻者可产生荨麻疹,中度者可致惊厥和喉头水肿等,重症者可快速发生休克,循环衰竭甚至心脏停搏。对碘过敏者要高度重视,快速应对。轻者可口服抗过敏药,重症者应快速进行抗过敏和抗休克治疗。在使用碘剂的检查室必须常备抢救药物。最重要的是,在使用碘剂检查前,必须询问患者有无碘过敏史和其他过敏史。

(五) X线影像分析

辨识病理X线征象的前提是熟悉各组织器官的正常和正常变异的X线表现。异常X线征象是受检组织器官形态和密度有病理改变。例如,肺纤维化使胸廓和肺的形态发生改变,又因肺内含气量减少,纤维结缔组织增加而使肺野密度增加。所有病变的X线表现均与其病理学变化有关,需用病理学的知识来解释其X线征象。

分析X线病理征象时要注意观察以下几个要点:①病变位置和分布:如肺尖的斑片状影像多为肺结核,而在肺底部的斑片影则多为肺炎;骨肉瘤多好发于长骨的干骺端,而骨巨细胞瘤常位于骨端。②病变数目和形状:如肺内多发球形病灶,多为转移瘤所致,而单发病灶则应考虑为肺癌、错构瘤或炎性假瘤可能;肺内炎症多为斑片状模糊影或索条状影。③病变边缘:一般良性肿瘤和慢性炎症,其边缘锐利;恶性肿瘤和炎症急性期边缘多模糊。④病变密度:肺内密度减低可为肺气肿或肺大疱所致,肺密度增高多为肺实变、肿块或结节引起。⑤邻近器官组织的改变:肺内大片密度增高、胸廓扩大、肋间隙增宽、膈肌下降以及纵隔移向对侧,可判断为胸腔积液所致;而肺内大片密度增高、胸廓变小、肋间隙变窄、膈肌提升以及纵隔被牵拉向患侧,多为肺不张或胸膜肥厚粘连等所引起。

临床上欲做出正确的X线诊断,还必须密切结合

患者的临床资料进一步判断。如怀疑骨折时,应按压患处是否有压痛;骨肿瘤常与发病年龄有关,如转移瘤、骨髓瘤多发生于中老年人,骨肉瘤多见于青少年。

二、数字X线成像

目前临床上主要有两种数字化成像技术,即计算机X线摄影(computer radiography, CR)和数字化X线摄影(digital radiography, DR)。

(一) 计算机X线摄影(CR)

CR机的主要部件是成像板,它的作用类似X线胶片,板内涂布有氟卤化钡晶体。成像板在接受X线照射后,X线光子的能量以潜影的形式储存在板内,当成像板经激光扫描激发后,其潜影可产生荧光,并被读取、转换成电信号(数字信号)输入计算机进行影像处理和储存。与传统的X线摄影相比,CR图像的密度层次更为丰富,比胶片更能显示组织结构的细节。CR可利用原有的X线机进行摄影,而不需更换X线设备。

(二) 数字化X线摄影(DR)

与CR相比,DR具有更高的空间分辨率,图像层次更为丰富,显像迅速,工作流程简单,工作效率更高。DR系统最重要的部件是平板探测器,它利用非晶硒的光电导性,将X线直接转换成电信号,经模数转换器形成数字化影像。

DR的优点在于:①数字图像密度分辨率高,多达400多个灰阶,而胶片的密度分辨率只能达到26个灰阶。数字图像可经窗宽、窗位和转换曲线等调节使全部灰阶以分段方式得到充分显示,从而扩大了密度分辨的信息量,有利于诊断。②数字图像可进行多种后处理,如特征提取、灰度变换、图像放大和反转、图像计算、图像标注等。特别是根据数字图像可进行计算机辅助诊断。③数字化图像可在图像储存和传输系统(PACS系统)中海量储存,可随时进行调阅。④数字化图像可通过网络进行远程传输,进行远程会诊和远程教学等。

三、数字减影血管造影

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是通过计算机把血管造影图像上的骨与软组织消除、突出显示血管的一种影像技术。广义上,DSA所获取的图像也是数字化图像。

(一) DSA成像的简易原理

DSA设备架呈“C”形,故称之为“C臂”。在用“C臂”做造影时,先摄兴趣区的无对比剂的原始图像

(称 mask 图像), 随后向血管内注入碘剂, 在相同部位快速摄取系列造影后图像, 然后按照时间顺序分别将含碘造影片与无碘剂的原始图像上对应的像素值单位相减, 仅留下清晰的血管影像。整个过程由计算机完成, 可实时动态地显影。

(二) DSA 的临床应用

(1) 应用直接数字成像技术使 DSA 空间分辨率和密度分辨率更高, 可使密度差值为 1% 的影像显示出

来。使用明显少于传统血管造影对比剂量的 DSA 即可显示直径为 $200\text{ }\mu\text{m}$ 和以下的细小血管。

(2) DSA 是诊断心内解剖结构异常、冠状动脉和大血管病变的重要方法; 也常用于诊断身体各部位血管性病变, 如动脉瘤、动静脉血管畸形、动脉闭塞和狭窄以及急性血栓栓塞等疾病。目前, DSA 仍然是诊断心血管疾病的金标准的检查手段, 也是血管内介入治疗不可缺少的影像手段(图 1-3)。

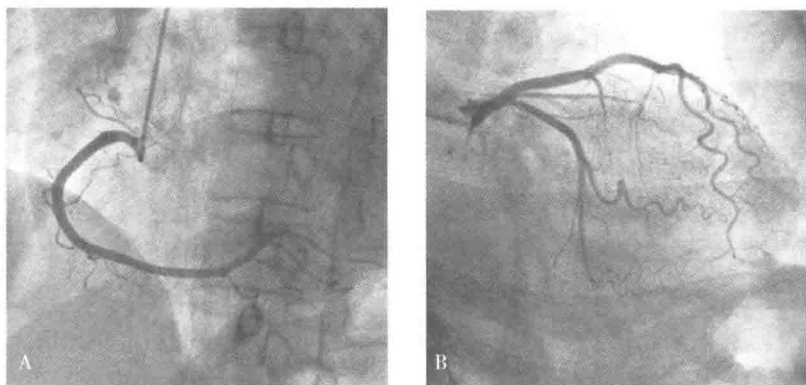


图 1-3 正常冠状动脉 DSA 图像

A. 正常右冠状动脉主干呈“C”形; B. 正常左冠状动脉主干延续为前降支, 同时分出回旋支,

DSA 下显示左、右冠状动脉管壁光滑, 分支清晰

微视频 1-1

正常左冠状动脉 DSA 表现

(3) 数字化的 DSA 有强大的图像后处理功能, 它能做动态的心血管功能研究。例如, 确定对比剂在血管内的流动情况, 可定量测定器官的相对血液流量和灌注时间等参数; DSA 还具有很多测量和计算功能, 如对血管狭窄程度的评估。

(4) DSA 还有在手术中帮助医师简化操作的功能, 例如利用 DSA 的路径技术, 可使操作者在术中快速而准确地找到靶血管, 并引导导管插入其内, 大大缩短了手术时间, 减少 X 线曝光量, 还可避免盲目插管而造成血管的损伤。

(5) 在 DSA 的导引下, 可开展肿瘤的栓塞治疗、急性血栓栓塞的溶栓治疗; 血管狭窄或闭塞的血管成形治疗; 实体性病变的穿刺活检术, 多种部位的积液以及梗阻性病变的抽吸和引流术。

微课 1-1

X 线成像技术及其应用

第二节 计算机体层摄影

一、CT 发展及特点

计算机体层摄影, 简称 (computed tomography, CT) 是现代医学常用有效的诊断手段, 可以给临床工作提供可靠的信息。

CT 从发明到现今, 它的应用越来越广泛。随着螺旋 CT 的出现, 到多排螺旋 CT, 再到双源 CT、能谱 CT, 硬件、软件的不断进步, 使 CT 在临床应用中更为快速、准确的同时, 更体现人性化的低辐射剂量应用。

螺旋 CT (multi-slice CT, MSCT) 是近年来容积医学图像方面的一个重大突破, 它使用滑环技术, 将电源电缆和一些信号线与固定机架内不同金属环相连运动的 X 射线管和探测器滑动电刷与金属环导联。

1. 螺旋扫描的特点

(1) 螺旋 CT 支持连续扫描, 可以满足绝大部分不同部位的检查, 多数患者可以在一次屏气完成扫描。

(2) 可以在选定的位置及间隔进行回顾性的重建, 提高了病灶的检出率。

(王绍武)