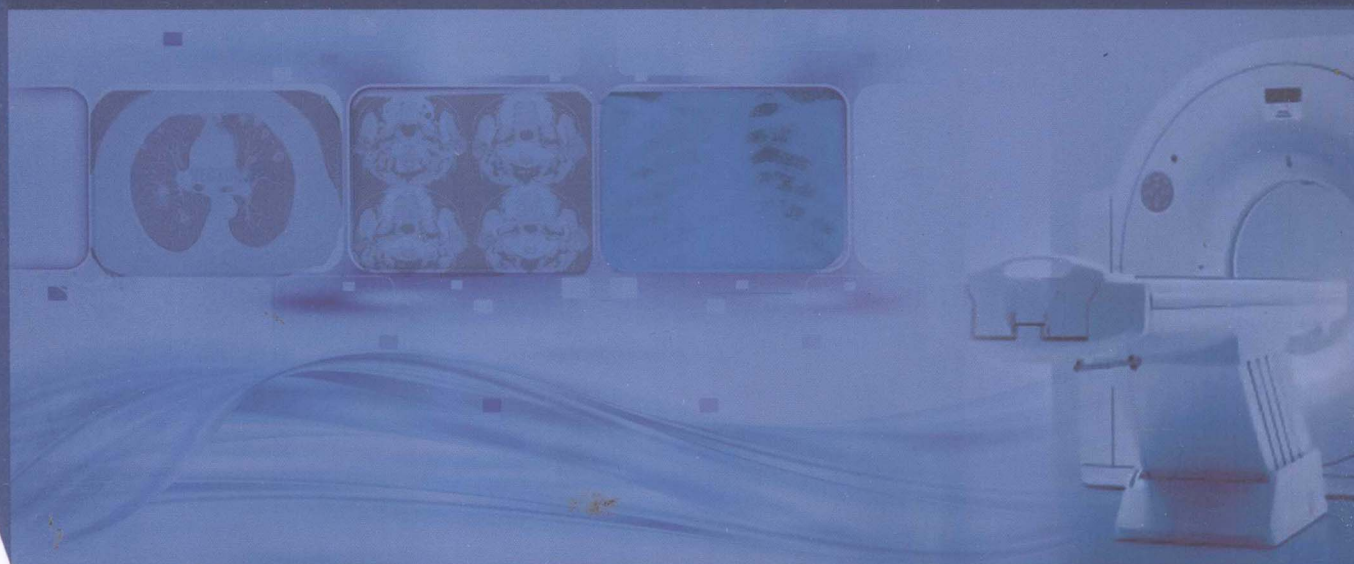




国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材  
全 国 高 等 学 校 教 材



→ 供医学影像技术专业用

# 医学影像成像理论

## Theory of Medical Imaging

→ 主 编 李真林 雷子乔  
→ 副主编 仇 惠 邱建峰 汪红志



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





国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材  
全 国 高 等 学 校 教 材



供医学影像技术专业用

# 医学影像成像理论

## Theory of Medical Imaging

主 编 李真林 雷子乔

副主编 仇 惠 邱建峰

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁晓东 (大连医科)

仇 惠 (牡丹江医学院)

甘 平 (重庆医科大学)

石 磊 (第四军医大学)

冯发文 (遵义医学院)

刘启榆 (西南科技大学)

孙 静 (西安医学院)

孙文阁 (中国医科大学附属第一医院)

李素平 (川北医学院附属医院)

李真林 (四川大学华西医院)

林 (滨州医学院)

邱建峰 (泰山医学院)

何卫红 (南华大学附属第二医院)

汪红志 (上海健康医学院)

岳松伟 (郑州大学第一附属医院)

高云飞 (包头医学院)

唐鹤菡 (四川大学华西医院)

彭友霖 (赣南医学院)

雷子乔 (华中科技大学同济医学院附属协和医院)

编写秘书 唐鹤菡 (兼)



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

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

医学影像成像理论 / 李真林, 雷子乔主编. —北京: 人民卫生出版社, 2016

全国高等学校医学影像技术专业第一轮规划教材

ISBN 978-7-117-22876-3

I. ①医… II. ①李… ②雷… 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 (2016) 第 148335 号

**人卫智网** [www.ipmph.com](http://www.ipmph.com) 医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台

**人卫官网** [www.pmph.com](http://www.pmph.com) 人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

## 医学影像成像理论

主 编: 李真林 雷子乔

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: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 21 插页: 4

字 数: 592 千字

版 次: 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-22876-3/R · 22877

定 价: 59.00 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市场营销中心联系退换)

为了推动我国医学影像技术专业的发展和学科建设,规范医学影像技术专业的教学模式,适应新时期医学影像技术专业人才的培养和医学影像技术专业高等教育的需要,根据2012年教育部最新专业目录设置,中华医学会影像技术分会、中国高等教育学会医学教育专业委员会医学影像学教育学组、人民卫生出版社共同研究决定,组织编写全国高等学校医学影像技术专业第一轮规划教材,并作为国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材的重要组成部分。2015年年初,人民卫生出版社对全国80多所开设了四年制本科医学影像技术专业的高等医学院校进行了充分的调研工作,在广泛听取本专业课程设计和教材编写意见的基础上,成立了全国高等学校医学影像技术专业第一届教材评审委员会,确定了医学影像技术专业第一轮规划教材品种。在本次教材的编写过程中,涌现出一大批优秀的中青年专家、学者、教授,他们以严谨治学的科学态度和无私奉献的敬业精神,积极参与本套教材的编写工作,并紧密结合专业培养目标、高等医学教育教学改革的需要,借鉴国内外医学教育的经验和成果,努力实现将每一部教材打造成精品的追求,以达到为专业人才的培养贡献力量的目的。

本轮教材的编写特点如下:

**1. 明确培养目标,实现整体优化** 以本专业的培养目标为基础,实现本套教材的顶层设计,科学整合课程,实现整体优化。

**2. 坚持编写原则,确保教材质量** 坚持教材编写三基(基本理论,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(特定对象,特定目标,特定限制)的原则。

**3. 精练教材文字,减轻学生负担** 内容的深度和广度严格控制在教学大纲要求的范畴,精练文字,压缩字数,力求更适合广大学校的教学要求,减轻学生的负担。

**4. 完善配套教材,实现纸数互动** 为了适应数字化和立体化教学的实际需求,本套规划教材除全部配有网络增值服务外,还同步启动编写了具有大量多媒体素材的规划数字教材,以及与理论教材配套的《学习指导与习题集》《实验教程》,形成共8部27种教材及配套教材的完整体系,以更多样化的表现形式,帮助教师和学生更好地学习医学影像技术专业相关知识。

本套规划教材将于2016年7月陆续出版发行,规划数字教材将于2016年11月陆续出版发行。希望全国广大院校在使用过程中,能够多提宝贵意见,反馈使用信息,为下一轮教材的修订工作建言献策。

## 全国高等学校医学影像技术专业规划数字教材出版说明

为适应高等医学教育事业信息化、数字化步伐,进一步满足院校教育改革需求和新时期医学影像技术专业人才的培养以及医学影像技术专业高等教育的需要,全国高等学校医学影像技术专业第一届教材评审委员会和人民卫生出版社在充分调研论证的基础上,在全国高等学校医学影像技术专业第一轮规划教材建设同时启动首套医学影像技术专业规划数字教材建设。全套教材共8种,以第一轮规划教材为蓝本,借助互联网技术,依托人卫数字平台,整合富媒体资源和教学应用,打造医学影像技术专业数字教材,构建我国医学影像技术专业立体化教材体系。

本套数字教材于2015年9月8日召开了主编人会,会议确定在充分发挥纸质教材的优势基础上,利用新媒体手段高质量打造首套医学影像技术专业数字教材。本套数字教材秉承严谨、创新的精神,全部纸质教材编写专家均参与数字教材编写,并适当补充懂技术、热衷富媒体资源建设的专家,组成数字教材编写团队。2015年年底,全套教材均召开了编写会,确定了数字教材的编写重点与方向,各教材主编认真把握教材规划,全体编委高度重视数字教材建设,确保数字教材编写的质量。

本套数字教材具有以下特点:

**1. 坚持“三基、五性、三特定”** 在坚持本科教材编写原则的基础上,发挥数字教材优势,服务于教育部培养目标和国家卫生计生委用人需求,并紧密结合医学影像技术专业教学需要与特点,借鉴国内外医学教育的经验特点,创新编写思路及表达形式,力求为学生掌握基础知识与培养临床操作能力创造条件。

**2. 创新教材媒体形式** 以纸质教材为基础,采用创新媒体形式,融合图片、视频、动画、音频等多种富媒体形式,使教材完成从纸质向全媒体转变。全新的数字教材支持个人电脑、平板电脑、手机等多种终端,在满足一般的阅读学习需求外,还可实现检索、测评、云笔记、班级管理等功能。

**3. 内容不断优化更新** 数字教材具有数字产品的优势,支持内容的更新发布和平台功能的优化升级。我们期望紧跟时代的发展,为广大读者提供更加优质的服务及用户体验。

全国高等学校医学影像技术专业规划数字教材在编写出版的过程中得到了广大医学院校专家及教师的鼎力支持,在此表示由衷的感谢!希望全国广大院校和读者在使用过程中及时反馈宝贵的使用体验及建议,并分享教学或学习中的应用情况,以便我们进一步更新完善教材内容和服务模式。

国家级医学数字教材  
国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划数字教材  
全国高等学校医学影像技术专业规划数字教材

# 医学影像成像理论

## Theory of Medical Imaging

主 编 李真林 雷子乔

副主编 孙文阁 高云飞 彭友霖

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁晓东 (大连医科大学)

王秋霞 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)

仇 惠 (牡丹江医学院)

孔祥闯 (华中科技大学同济医学院附属协和医院)

甘 平 (重庆医科大学)

石 磊 (第四军医大学)

冯发文 (遵义医学院)

刘 杰 (郑州大学第一附属医院)

刘启榆 (西南科技大学)

孙 静 (西安医学院)

孙文阁 (中国医科大学附属第一医院)

李素平 (川北医学院附属医院)

李真林 (四川大学华西医院)

李祥林 (滨州医学院)

杨 阳 (赣南医学院)

邱建峰 (泰山医学院)

何卫红 (南华大学附属第二医院)

何宗喜 (川北医学院附属医院)

汪红志 (上海健康医学院)

张竹强 (包头医学院)

张顺源 (西南医科大学)

范 锟 (南华大学附属第二医院)

岳松伟 (郑州大学第一附属医院)

周敏雄 (上海健康医学院)

夏春潮 (四川大学华西医院)

高云飞 (包头医学院)

唐鹤菡 (四川大学华西医院)

戚喜勋 (中国医科大学附属第一医院)

彭友霖 (赣南医学院)

雷子乔 (华中科技大学同济医学院附属协和医院)

潘雪琳 (四川大学华西医院)

编写秘书 唐鹤菡 (兼)

# 第一届全国高等学校医学影像技术专业教材评审委员会

主任委员 余建明（华中科技大学同济医学院）

副主任委员 石明国（第四军医大学）  
付海鸿（北京协和医学院）  
李真林（四川大学华西临床医学院）  
张雪君（天津医科大学）  
王鹏程（泰山医学院）

委员 丁莹莹（昆明医科大学）  
(以姓氏笔画为序) 王 滨（滨州医学院）  
王红光（河北医科大学）  
王绍武（大连医科大学）  
李文美（广西医科大学）  
何培忠（上海健康医学院）  
夏 军（哈尔滨医科大学）  
高剑波（郑州大学）  
曾勇明（重庆医科大学）

主任秘书 雷子乔 于 群

# 全国高等学校医学影像技术专业第一轮规划教材目录

## 规划教材目录

序号	书名	主编	副主编
1	人体影像解剖学	徐海波 张雪君	任伯绪 纪长伟
2	放射物理与辐射防护	王鹏程	牛延涛 刘东华 黄浩 何培忠
3	医学影像设备学	石明国 韩丰谈	赵雁鸣 朱险峰 王红光
4	医学影像信息学	付海鸿 胡军武	康晓东 杨晓鹏
5	医学影像诊断学	高剑波 王滨	余永强 张雪宁 王绍武 丁莹莹
6	医学影像成像理论	李真林 雷子乔	仇惠 邱建峰 汪红志
7	医学影像检查技术学	余建明 曾勇明	李文美 罗来树 刘广月 李鸿鹏
8	放射治疗技术学	林承光 翟福山	张涛 孙丽 郭跃信

## 规划数字教材目录

序号	书名	主编	副主编
1	人体影像解剖学	张雪君 徐海波	任伯绪 纪长伟
2	放射物理与辐射防护	王鹏程	牛延涛 刘东华 黄浩 何培忠
3	医学影像设备学	石明国 韩丰谈	赵雁鸣 朱险峰 王红光 国志义
4	医学影像信息学	付海鸿 胡军武	康晓东 杨晓鹏 周学军 侯庆锋
5	医学影像诊断学	王滨 高剑波 余永强	张雪宁 王绍武 丁莹莹
6	医学影像成像理论	李真林 雷子乔	孙文阁 高云飞 彭友霖
7	医学影像检查技术学	曾勇明 余建明	李文美 罗来树 刘广月 胡鹏志
8	放射治疗技术学	林承光 翟福山	张涛 孙丽 郭跃信 钟仁明

## 学习指导与习题集目录

序号	书名	主编	副主编
1	人体影像解剖学学习指导与习题集	任伯绪 徐海波	张雪君 纪长伟
2	放射物理与辐射防护学习指导与习题集	王鹏程	牛延涛 刘东华 黄浩 何培忠
3	医学影像设备学学习指导与习题集	韩丰谈 石明国	赵雁鸣 朱险峰 王红光
4	医学影像信息学学习指导与习题集	付海鸿 胡军武	康晓东 杨晓鹏 周学军 侯庆锋
5	医学影像诊断学学习指导与习题集	高剑波 王滨	余永强 张雪宁 王绍武 丁莹莹
6	医学影像成像理论学习指导与习题集	李真林 雷子乔	仇惠 邱建峰 汪红志
7	医学影像检查技术学学习指导与习题集	余建明 曾勇明	李文美 罗来树 黄小华 于群
8	放射治疗技术学学习指导与习题集	林承光 翟福山	张涛 孙丽 郭跃信

## 实验教程

序号	书名	主编	副主编
1	医学影像设备学实验教程	石明国 韩丰谈	赵雁鸣 朱险峰 王红光 赵海涛
2	医学影像成像理论实验教程	李真林 彭友霖	汪红志 仇惠 邱建峰
3	医学影像检查技术学实验教程	曾勇明 余建明	黄小华 徐惠 郝崴 周高峰





### 李真林

男, 1966年10月生于四川邛崃。现任四川大学华西医院放射科副主任, 硕士生导师。中华医学会影像技术分会第七届委员会副主任委员, 四川省医学会影像技术专委会主任委员。四川省放射医学质控中心副主任; 四川省有突出贡献的优秀专家; 四川省卫计委学术技术带头人。《实用放射学》《临床放射学》等杂志编委; 《中华放射医学与防护》通讯编委; 《中华放射学》《华西医学》等杂志审稿专家。

从事教学工作至今30年。目前主要研究方向为CT、MRI成像技术及分子影像学。研究成果在 *European Radiology* (IF: 4.338)、*Journal of Nuclear Medicine* (IF: 7.022)、*PLoS One* (IF: 3.534)、*Radiology* (IF: 6.069)、*Clinical Radiology* (IF: 1.663)、*J Vasc Access* (IF: 1.017) 等期刊发表SCI论文多篇; 其中第一作者与共同第一作者论文8篇, 平均每篇影响因子在3.5以上。研究结果在全球分子影像高峰论坛(3rd Multimodality Cardiovascular Molecular Imaging Symposium, NIH, USA, 2012)、欧洲放射学会(ECR 2008)及中华医学会影像技术年会(17th~22th CSIT)上作了大会发言交流或展板交流。主编教材2部, 参编十余部。主持省部级科研项目4项, 已结题3项。科研团队研究成果“心血管疾病影像学的分子基础及临床应用”于2013年荣获四川省科技进步一等奖。CT低剂量技术研究于2013年获全国CT低剂量图像大赛一等奖。



### 雷子乔

男, 1974年8月生于湖北孝感。现任华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科主任技师, 硕士生导师。中华医学会影像技术分会第七届委员会委员兼副秘书长, 第七届国家卫生标准委员会放射卫生标准专业委员会委员, 国家卫生计生委人才中心全国卫生人才评价领域专家, 中国医学装备协会CT工程技术专业委员会委员, 湖北省医学会放射技术分会第七届委员会常委兼秘书, 湖北省放射医学质量控制中心秘书, 武汉市医学会第七届放射技术专业委员会副主任委员, 湖北省招标中心(中国国际招标网)专家数据库专家, 《中华放射学杂志》审稿专家, 《中华放射医学与防护杂志》第九届编辑委员会通讯编委, 《中国组织工程研究与临床康复》执行编委。

从事教学工作至今20余年。在国内外权威期刊及核心期刊发表论文十余篇, 其中SCI收录论文三篇, 参与编写高校统编教材及专著十余部, 主持两项湖北省自然科学基金面上项目及两项校级课题, 参与多项国家级、省部级课题的研究, 先后获得湖北省科技进步二等奖和武汉市科技进步奖两项。主要从事医学影像技术工作, 对CT成像技术及影像后处理技术有丰富的临床经验, 特别对心血管CT造影技术、CT低剂量成像、CT能谱成像、CT成像原理及CT图像质量控制有较深的研究。

医学精准、影像精确，技术先行已成共识。医改深入、资源下沉，大型影像设备普及至基层。“互联网+医疗”的不断推进，影像会诊中心的逐步建立，远程网络报告和疑难病例会诊将成常态。分子影像、功能成像、定量分析，影像医学的春天已来临。健康体检、疾病诊断与鉴别诊断，治疗方式选择，以及疗效评价等均需要影像的支撑。影像引导临床的观念逐渐被认可，临床对影像的需求更加精细。现代医学的发展，亟需理论与实践相结合的高素质影像技术人才。

国内众多低学历和低职称的影像技术从业者，未接受过高等教育和规范的继续教育培训。部分操作大型影像设备的技师是以“师带徒”的模式培养，缺乏理论基础和创新精神。常常出现影像设备的部分高级功能闲置，高端设备主要用于普通检查；不同技师操作同一台设备获得迥异的图像质量，各级医院的影像质量不能互认，重复检查导致医疗资源的严重浪费。我国医学影像技术本科教育起步较晚，始于1996年，学制有4年制和5年制。2011年医学技术进入国家一级学科目录，学制统一为4年制，授理学学位。目前在教育部备案登记开设影像技术专业的国内高等院校已有76所，却无统一规划教材。

2015年，全国高等医药教材研究会和人民卫生出版社联合中华医学会影像技术分会对全国医学影像技术本科教材进行调研。经过反复讨论，最终确定把《医学影像成像理论》等八本教材列入“十三五”规划教材暨第一轮医学影像成像技术系列教材的出版计划。

理论是实践的先导、行动的指南。任何事情知其然，须求其所以然。模仿只能出“匠人”，永远培养不出“大师”。追根溯源，不断求索；授人以鱼，不如授人以渔。培养理论基础扎实，融会贯通，精益求精的医学影像技术人才是编写《医学影像成像理论》一书的目的。

本书的编委来自全国已经开设影像技术本科专业的高校和附属医院，要求副高以上职称，具有丰富的临床经验和教学能力。每个编委在区域内均具有较高的影响力，能将理论与实践有机结合。本书的编写严格按照人民卫生出版社的原则，遵循“三基、五性、三特定”。全书十二章，内容涵盖普通X线、CT、MRI和核医学的成像理论。

本书特点是重基础，宽覆盖，有启发性。内容有X线与物质的相互作用、普通X线成像与数字X线成像的基础理论；从X线穿过人体后衰减系数的差异到CT成像的理论，以及低剂量、能量/能谱、灌注功能成像等新理论；磁共振部分从氢质子的自旋，人体在静磁场和射频脉冲作用下的MRI成像，各序列的基础成像理论，以及磁共振灌注、波谱、弥散、BOLD等功能成像和前沿知识；核医学部分从放射性核素吸收状况的不同，到一站式功能代谢和解剖形态融合的成像理论。“引领、规范、创新”是本书追求的目标。通过编者编写，交叉互审，全体编委集体审阅，逐字逐句反复推敲成稿。为了避免理论书籍的简单说教，本书删除了数学公式演变与推导过程，只保留经典公式。淘汰了过时的普通X线透视成像理论、胶片暗室冲洗显定影成像原理等。略写了CR成像，详细编写了CT新技术、新进展，MRI特殊成像的基础理论。

本书分纸质版、电子版和配套教材。纸质版是医学影像成像原理的浓缩与精华，电子版是纸质版的延伸与扩展，配套教材是纸质版知识的巩固与提高。本书适用于医学影像技术和生物医学工程本科在校生使用，也适用于具有一定工作经验的影像技师提升理论水平作参考。

《医学影像成像理论》是第一版规划教材, 缺乏足够的参考书籍。理论知识点的详略分布未必如意, 删繁就简不一定适合于所有读者。虽然我们字斟句酌, 多人多次反复修改, 但是由于时间仓促和能力所限, 差错在所难免, 望各位老师和同学批评指正。

李真林

2016年3月于米兰

# 目 录

<b>第一章 绪论</b>	1
第一节 医学影像成像理论概述 .....	1
一、普通 X 线成像基础 .....	1
二、CT 成像理论概述 .....	3
三、MRI 成像理论概述 .....	3
四、放射性核素成像理论概述 .....	4
第二节 医学影像成像评价 .....	5
一、各类成像方式的特点 .....	5
二、医学影像成像理论新进展 .....	8
<b>第二章 X 线成像基本理论</b>	14
第一节 X 线成像基础 .....	14
一、X 线与物质的相互作用 .....	14
二、在诊断放射学中各种作用发生的概率 .....	20
第二节 X 线成像特点 .....	20
一、X 线在物质中的衰减 .....	20
二、X 线在人体内的衰减 .....	23
三、影响 X 线衰减的因素 .....	24
<b>第三章 模拟 X 线成像</b>	26
第一节 模拟 X 线成像概述 .....	26
一、普通 X 线成像 .....	26
二、X 线透视 .....	29
三、特殊 X 线成像 .....	29
第二节 X 线影像成像过程 .....	30
一、X 线影像信息的形成 .....	30
二、X 线影像信息的转换与显示 .....	30
第三节 X 线摄影图像质量 .....	31
一、X 线影像质量评价参数 .....	31
二、影响 X 线摄影图像质量的因素 .....	33

<b>第四章</b>	<b>数字X线成像</b>	36
第一节	数字X线成像概述 .....	36
一、	数字成像特点 .....	36
二、	数字X线成像原理 .....	38
第二节	计算机X线摄影 .....	41
一、	CR成像基本原理 .....	41
二、	成像板(IP板) .....	43
三、	CR图像处理 .....	46
四、	影响CR图像质量的因素 .....	51
第三节	数字X线摄影 .....	52
一、	DR直接成像原理 .....	52
二、	DR间接成像原理 .....	55
三、	DR图像特点 .....	57
第四节	数字减影血管造影 .....	58
一、	DSA成像原理 .....	58
二、	DSA图像处理 .....	65
三、	影响DSA图像质量的因素 .....	67
第五节	特殊数字X线成像 .....	69
一、	数字体层摄影 .....	69
二、	双能减影成像 .....	72
<b>第五章</b>	<b>医学影像相关成像基础</b>	74
第一节	医学成像胶片 .....	74
一、	胶片分类 .....	74
二、	各类胶片的结构与成像原理 .....	75
第二节	成像介质的显示与打印 .....	83
一、	影像显示器 .....	83
二、	影像显示器的成像原理 .....	84
三、	图像打印设备的成像原理 .....	85
第三节	影像增强对比剂 .....	86
一、	影像增强对比剂的分类 .....	86
二、	对比剂的作用机理及应用 .....	89
三、	对比剂不良反应机理 .....	94
第四节	高压注射器 .....	98
一、	高压注射器工作原理 .....	98
二、	高压注射器与图像质量 .....	101
<b>第六章</b>	<b>CT成像基本原理</b>	106
第一节	概述 .....	106

一、CT 成像基础知识 .....	106
二、CT 成像基本过程 .....	108
第二节 CT 成像方式与数据采集 .....	109
一、非螺旋 CT 成像 .....	110
二、单层螺旋 CT 成像 .....	111
三、多层螺旋 CT 成像 .....	112
第三节 CT 图像重建 .....	119
一、CT 图像重建的数学基础 .....	119
二、图像重建算法 .....	122
第四节 图像后处理 .....	131
一、显示处理 .....	132
二、兴趣区域测量 .....	133
三、二维重组 .....	134
四、三维重组 .....	136
五、表面阴影显示 .....	138
六、最大密度投影及最小密度投影 .....	141
七、容积再现 .....	144
八、仿真内镜 .....	146
<b>第七章 CT 特殊成像原理</b> .....	<b>148</b>
第一节 CT 低剂量成像 .....	148
一、CT 剂量概述 .....	148
二、CT 扫描参数与辐射剂量的关系 .....	149
三、综合降低 CT 辐射剂量的方法 .....	149
第二节 CT 能量与能谱成像 .....	151
一、双能量成像 .....	151
二、能谱成像 .....	156
第三节 CT 灌注成像 .....	163
一、CT 灌注成像基本原理 .....	163
二、CT 灌注成像分类 .....	163
<b>第八章 CT 图像质量</b> .....	<b>165</b>
第一节 图像质量及其评价 .....	165
一、空间分辨力与影响因素 .....	166
二、密度分辨力与影响因素 .....	167
三、信噪比与影响因素 .....	168
第二节 图像伪影 .....	170
一、伪影的概念 .....	170
二、伪影的产生 .....	170

目 录	<b>第九章 磁共振成像原理</b>	176
	第一节 概述 .....	176
	一、磁共振成像发展史 .....	176
	二、磁共振成像的特点及局限性 .....	177
	第二节 磁共振成像物理学基础 .....	177
	一、原子核与核磁矩 .....	177
	二、静磁场中的自旋核 .....	180
	三、宏观磁化 .....	183
	四、射频场激励 .....	185
	五、磁共振现象 .....	186
	第三节 弛豫与弛豫时间 .....	190
	一、弛豫与弛豫时间 .....	190
	二、 $T_1$ 弛豫 .....	191
	三、 $T_2$ 弛豫 .....	193
	四、 $T_2^*$ 弛豫 .....	194
	五、宏观磁化矢量的综合弛豫轨迹 .....	194
	第四节 磁共振信号检测与处理 .....	195
	一、自由感应衰减信号 .....	195
	二、FID 信号的傅里叶变换 .....	196
	第五节 磁共振成像的空间定位 .....	198
	一、梯度场与磁共振成像的空间定位 .....	198
	二、选层与选层梯度 .....	200
	三、相位编码与相位编码梯度 .....	202
	四、频率编码与频率编码梯度 .....	204
	五、二维磁共振数据采集 .....	205
	第六节 图像重建与 K 空间 .....	206
	一、图像重建 .....	206
	二、K 空间 .....	208
	<b>第十章 磁共振成像序列</b>	212
	第一节 脉冲序列概述 .....	212
	一、基本概念 .....	212
	二、脉冲序列构成 .....	214
	三、脉冲序列分类 .....	215
	第二节 自旋回波序列 .....	216
	一、自旋回波序列的基本形式 .....	216
	二、加权成像 .....	217
	三、自旋回波序列的特点 .....	220
	第三节 快速自旋回波序列 .....	220
	一、快速自旋回波序列的基本形式 .....	220

二、快速自旋回波序列的特点 .....	221
三、快速自旋回波序列的衍生序列 .....	222
第四节 反转恢复序列 .....	226
一、反转恢复序列的基本形式 .....	226
二、反转恢复序列的特点 .....	227
三、反转恢复序列的衍生序列 .....	227
第五节 梯度回波序列 .....	231
一、梯度回波序列的基本形式 .....	231
二、梯度回波序列的特点 .....	232
三、梯度回波序列的衍生序列 .....	234
第六节 平面回波成像序列 .....	239
一、EPI技术和特点 .....	239
二、平面回波序列的分类 .....	240
<b>第十一章 磁共振特殊成像原理</b> .....	<b>243</b>
第一节 组织抑制成像技术 .....	243
一、脂肪抑制成像技术 .....	243
二、水抑制成像技术 .....	246
三、磁化传递技术 .....	246
第二节 磁共振血管成像技术 .....	248
一、血流的基本类型 .....	248
二、流动效应及影响因素 .....	249
三、时间飞跃法磁共振血管成像 .....	251
四、相位对比法血管成像 .....	251
五、三维(3D)对比剂动态增强血管成像 .....	252
六、其他血管成像技术 .....	253
第三节 磁共振功能成像原理 .....	254
一、弥散加权成像和弥散张量成像 .....	254
二、磁共振灌注成像 .....	257
三、磁共振波谱成像 .....	259
四、磁共振功能成像 .....	262
五、磁敏感加权成像 .....	264
<b>第十二章 磁共振图像质量</b> .....	<b>267</b>
第一节 图像质量及其评价 .....	267
一、信噪比及其决定因素 .....	267
二、对比度及其决定因素 .....	269
三、空间分辨力及其决定因素 .....	270
四、均匀性及其决定因素 .....	270
五、几何畸变率及其决定因素 .....	271
第二节 磁共振图像伪影 .....	272



一、伪影概述 .....	272
二、与原理相关伪影 .....	272
三、与病人相关伪影 .....	276
四、与设备相关伪影 .....	279
五、其他伪影 .....	282
<b>第十三章 核医学成像理论</b> .....	<b>284</b>
第一节 核医学成像基础 .....	284
一、核物理基础 .....	284
二、核医学成像原理 .....	289
三、核医学成像特点 .....	292
第二节 $\gamma$ 照相机 .....	292
一、 $\gamma$ 照相机的基本结构 .....	293
二、 $\gamma$ 照相机的成像原理 .....	295
三、 $\gamma$ 照相机的图像采集与处理 .....	295
四、 $\gamma$ 照相机的性能指标 .....	297
第三节 发射型计算机断层(ECT) .....	299
一、单光子发射计算机断层(SPECT)成像原理 .....	299
二、正电子发射计算机断层(PET)成像原理 .....	300
三、影响 SPECT/PET 图像的因素 .....	303
四、发射型计算机断层成像(ECT)与透射型计算机断层成像(TCT)的区别 .....	305
第四节 核医学新技术 .....	306
一、图像融合 .....	306
二、SPECT/CT 成像原理 .....	308
三、PET/CT 成像原理 .....	308
四、PET/MRI 成像原理 .....	309
<b>推荐阅读</b> .....	<b>311</b>
<b>中英文名词对照索引</b> .....	<b>312</b>