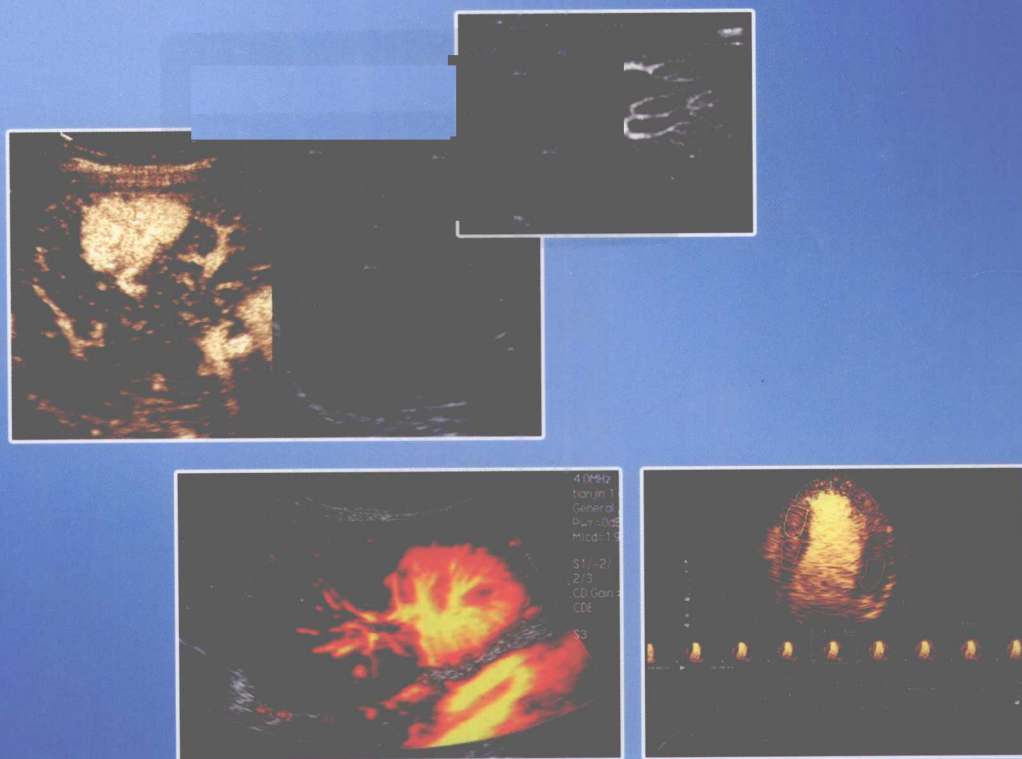


# Contrast-Enhanced Ultrasonography

# 超声造影显像

主编 刘吉斌 王金锐



# 超声造影显像

Contrast-Enhanced Ultrasonography

主编 刘吉斌 王金锐



 科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

超声造影显像 / 刘吉斌, 王金锐主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2010.6  
ISBN 978-7-5023-6625-4

I. ①超… II. ①刘… ②王… III. ①超声波诊断 IV. ① R445.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 039622 号

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号 (中央电视台西侧) / 100038  
图书编务部电话 (010) 58882938, 58882087 (传真)  
图书发行部电话 (010) 58882866 (传真)  
邮 购 部 电 话 (010) 58882873  
网 址 <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
策 划 编 辑 刘新荣  
责 任 编 辑 刘新荣  
责 任 校 对 赵文珍  
责 任 出 版 王杰馨  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
装 帧 设 计 北京博雅思企划有限公司  
印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司  
版 ( 印 ) 次 2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷  
开 本 889×1194 16 开  
字 数 1018 千  
印 张 38  
印 数 1 ~ 3000 册  
定 价 286.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

# 编著者

## *Contrast-Enhanced Ultrasonography*

主 编 刘吉斌 王金锐

作 者 (以姓氏笔画为序)

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| Barry B. Goldberg | 美国托马斯杰斐逊大学医院   |
| 丁 红               | 复旦大学附属中山医院     |
| 王文平               | 复旦大学附属中山医院     |
| 王志刚               | 重庆医科大学附属第二医院   |
| 王金锐               | 北京大学附属第三医院     |
| 王淑敏               | 鄂尔多斯市中心医院      |
| 石 涛               | 飞利浦研发中心        |
| 卢 强               | 四川大学附属华西医院     |
| 冉海涛               | 重庆医科大学附属第二医院   |
| 刘 赫               | 中国医学科学院北京协和医院  |
| 刘吉斌               | 美国托马斯杰斐逊大学医院   |
| 刘伊丽               | 南方医科大学南方医院     |
| 刘真真               | 中国医学科学院北京协和医院  |
| 许尔蛟               | 中山大学附属第三医院     |
| 吕发勤               | 中国人民解放军总医院     |
| 吕明德               | 中山大学附属第一医院     |
| 曲恩泽               | 北京大学附属第三医院     |
| 杜联芳               | 上海交通大学附属第一医院   |
| 杜 晶               | 上海交通大学附属仁济医院   |
| 李风华               | 上海交通大学附属仁济医院   |
| 李安华               | 中山大学附属肿瘤医院     |
| 李 凯               | 中山大学附属第三医院     |
| 何 文               | 首都医科大学附属北京天坛医院 |

## 超声造影显像

### *Contrast-Enhanced Ultrasonography*

- |     |               |
|-----|---------------|
| 陈立达 | 中山大学附属第一医院    |
| 张 萍 | 重庆第三军医大学新桥医院  |
| 张亿倬 | 北京世纪坛医院       |
| 舒先红 | 复旦大学附属中山医院    |
| 杨敬春 | 北京中日友好医院      |
| 郑荣琴 | 中山大学附属第三医院    |
| 武红涛 | 天津第一中心医院      |
| 罗 燕 | 四川大学附属华西医院    |
| 经 翔 | 天津第三中心医院      |
| 周建华 | 中山大学附属肿瘤医院    |
| 周晓东 | 西安第四军医大学西京医院  |
| 姜玉新 | 中国医学科学院北京协和医院 |
| 施 红 | 杭州解放军 117 医院  |
| 查道刚 | 南方医科大学南方医院    |
| 徐辉雄 | 中山大学附属第一医院    |
| 唐 杰 | 中国人民解放军总医院    |
| 唐 纓 | 天津第一中心医院      |
| 高云华 | 重庆第三军医大学新桥医院  |
| 崔立刚 | 北京大学附属第三医院    |
| 黄品同 | 温州医学院附属第二医院   |
| 陆兆龄 | 北京和睦家医院       |
| 谢晓燕 | 中山大学附属第一医院    |
| 戴 晴 | 中国医学科学院北京协和医院 |
| 戴志飞 | 哈尔滨工业大学       |

# 序言 (Foreword)

## *Contrast-Enhanced Ultrasonography*

The importance of utilizing ultrasound contrast agents in many areas of the body has been established throughout the world. The concept of using intravenous injection of gas bubbles to reflect the ultrasound beam was first demonstrated by Dr. Gramiak, a radiologist, and Dr. Nanda a cardiologist in the 1960s. They injected intravenously indocyanine green containing small bubbles of gas and observed a significant enhancement of ultrasound signals when the ultrasound transducer was placed over the heart and great vessels. Since then, researchers as well as pharmaceutical companies around the world have been striving to develop a variety of ultrasound contrast agents. Meanwhile, equipment manufactures over these decades have been working to improve the capabilities of imaging ultrasound contrast agents. At the moment, one can easily state that both the newest commercially available ultrasound contrast agents and those being developed, along with the newest equipment advantages, have made the use of these agents an important addition to our diagnostic and therapeutic armamentarium.

A microbubble-based agent, whose size is no bigger than a red blood cell, can easily pass through the cardiovascular system. The ability to image very fine vascularity as a result of the significant enhancement of the acoustic reflections by these microbubbles within the blood vessels provides information that approaches if not equals the fine details that can be obtained with X-ray angiography. It should also be pointed out that, unlike CT or MRI contrast agents that can leak through the vascular membrane, ultrasound contrast agents remain within the blood vessels.

As a result of the introduction of ultrasound contrast agents over the last several decades, a variety of areas have been thoroughly investigated, yielding useful information. The most established use has been in the evaluation of the cardiovascular system and in the characterization of liver masses, differentiating benign from malignant. These results have been shown to be at least equal to and in some cases even better than CT or MRI contrast-enhanced imaging. With extensive utilization of ultrasound contrast agents it is predicated that we are on the verge of a revolution that will significantly increase the diagnostic capabilities of ultrasound.

Other areas of ultrasound contrast imaging have been found to be useful including the guiding and monitoring of ablation therapy of tumors and the detection of bleeding sites caused by surgery or trauma. In addition, contrast ultrasound imaging has been utilized to display non-vascular structures, such as the gastrointestinal tract using oral ultrasound contrast agents, the

# 超声造影显像

## *Contrast-Enhanced Ultrasonography*

endometrial canal and fallopian tubes as well as the lymphatics and sentinel lymph nodes. Research is on-going in an attempt to develop functional contrast agents for specific tumor diagnosis and therapy.

Research and clinical applications using ultrasound contrast imaging in China have grown rapidly during the last decade. The Chief Editors, Ji-Bin Liu, MD and Jinrui Wang, MD, assembled experts in this field to produce this book *Contrast-Enhanced Ultrasonography*. This comprehensive book has chapters on the basic understanding of contrast agents, techniques and a variety of clinical applications. It covers such major established uses including cardiovascular, gastroenterological, genitourinary, interventional as well as non-vascular ultrasound contrast imaging. This book can be used as both a learning and reference text which encompasses all the areas in which ultrasound contrast agents have proven useful as well as recent research advances.

Contrast-enhanced ultrasound imaging for the detection, characterization and treatment of a variety of abnormalities has shown great promise. More advances are on the way with the development of advanced imaging techniques and new classes of ultrasound contrast agents. The need to provide adequate training for a larger number of physicians as well as the necessity of updating them on the latest technologies served as the motivation for the writing of this book. It is my strong belief that the editors and authors have succeeded in this goal.

Dr. Liu has been working with me since 1987, especially in the field of ultrasound contrast research. I am most pleased to having been asked to write this forward for what I believe is a well-written comprehensive book on contrast ultrasound imaging.

*Barry B. Goldberg, MD*

*Professor and Director*

*Jefferson Ultrasound Research and Education Institute*

*Thomas Jefferson University*

*Co-President*

*International Contrast Ultrasound Society*

# 前言

## *Contrast-Enhanced Ultrasonography*

临床造影增强技术是现代影像医学不可缺少的重要内容和组成部分。几乎所有医学影像方法（如CT、磁共振、核素、PET和超声等）均需要借助造影剂来凸显病变的位置、形态及其生物学特征。与其他放射影像学技术相比，超声显像是最晚使用造影剂的影像技术，究其原因可能与超声成像的方式、造影剂的特殊性，以及研发的难度有关。

自1968年美国Rochester大学Raymond Gramiak教授首先发现声学造影增强的现象至今，有关超声造影剂的研究已有40多年的历史。直至20世纪80年代后期，声振白蛋白和乳糖类微泡造影剂的研制成功，超声造影显像才开始进入临床的试验阶段。而近十年来，以氟碳类气体为代表的第二代超声造影剂的出现，使得相关造影成像技术日趋成熟，临床应用得以快速发展。

作为超声造影剂的微泡，其大小和特性与红细胞相似，是一种理想的血池增强显示剂。它既无生物活性，又不影响血流动力学。经周围静脉注射后，能顺利通过体肺循环抵达全身组织器官。作为强烈的声散射体，造影微泡在微血管水平上增强组织和器官的声学显像，并通过特殊的分析方法，实时获取循环动力学和组织灌注信息，从而呈现不同组织灌注在时间及强度上的差别。目前，超声造影主要用于肿瘤的诊断和了解实质脏器的血流灌注，通过对血流的定性和半定量分析，了解其生理和病理生理改变，从而对病变性质或器官功能进行判断；而其中的多数应用仍然处于探索和经验积累阶段。

超声造影技术克服了常规超声（包括灰阶和彩色多普勒成像）的局限性，显著地提高了超声诊断的敏感性和特异性，扩大了超声显像的应用范围。更令人鼓舞的是，携带生物活性物质或药物的造影剂微泡为靶向成像和治疗提供了可能，为超声医学的研究和应用开辟了更广阔的前景。可以说，超声造影显像技术在超声医学的发展史上具有里程碑和划时代的意义。

为了更好地推动超声造影在中国的发展，我们组织全国在超声造影方面做了较深入研究并积累了丰富经验的部分专家编写了本书。书中内容充分融入了他们的丰富知识和宝贵的临床经验，并收集引用了大量国内外研究资料，从声学造影剂、造影成像原理和方法、仪器设置、临床应用，以及研究现状等方面做了系统的论述，试图覆盖血管性和



# 超声造影显像

## *Contrast-Enhanced Ultrasonography*

非血管性超声造影显像的各个领域，企望对超声工作者、临床医生、生物医学工程人员和药学工作者们有所帮助和借鉴。

在本书编写的过程中，各位参编作者在异常繁忙的工作中加盟撰稿、通力合作，对本书的出版倾注了极大的热情和心血。该书自筹划到制作历时2年有余，今日终于面世。借此机会，向全体作者表示衷心的感谢，并向参与制作的工作人员表示真诚的谢意。谨以此书献给所有参与、支持和帮助过我们的人们。

超声造影技术的临床应用仍处于早期发展阶段，该领域的研究工作方兴未艾，知识和内容将不断地更新。由于时间仓促，编者的水平所限，书中内容难免有疏漏甚至错误之处，祈望学界同仁和读者不吝赐教。

刘吉斌 王金锐

2010年5月10日

# 目 录

## Contrast-Enhanced Ultrasonography

### 第1部分 超声造影基础

第一章 超声造影剂理化基础与概论 .....	戴志飞 王金锐 刘吉斌	3
第一节 超声造影剂的发展背景 .....		3
第二节 超声造影微泡的声学基础 .....		5
第三节 超声造影剂的制备方法 .....		10
第四节 超声造影剂的分类 .....		14
第五节 超声造影剂的要求与设计 .....		17
第六节 靶向超声造影剂 .....		19
第七节 超声造影剂的药代动力学 .....		23
第八节 超声造影剂的安全性和不良反应 .....		23
第九节 超声造影剂的前景展望 .....		24
参考文献 .....		25
第二章 超声造影成像技术 .....	石 涛 刘吉斌 王金锐	30
第一节 超声造影成像基础 .....		30
第二节 超声造影成像方法及模式 .....		33
第三节 超声造影图像伪像 .....		44
第四节 超声造影操作技术 .....		45
第五节 超声造影功能显像的研究 .....		47
参考文献 .....		47

### 第2部分 心血管及颅脑系统

第三章 心腔超声造影显像 .....	舒先红	53
第一节 右心腔超声造影显像 .....		53
第二节 左心腔超声造影显像 .....		60
第三节 心腔超声造影的研究现状及发展前景 .....		65
参考文献 .....		66
第四章 心肌超声造影显像 .....	查道刚 陆兆龄 刘伊丽	68
第一节 心肌超声造影原理与方法 .....		68

# 超声造影显像

## Contrast-Enhanced Ultrasonography

第二节	心肌超声造影在心血管病中的应用	75
第三节	心肌超声造影的安全性	84
第四节	心肌超声造影的研究现状及前景展望	85
参考文献		86
第五章	颈部血管超声造影显像	何文 91
第一节	颈部血管超声造影显像	91
第二节	颈部血管超声造影临床应用	93
第三节	颈动脉超声造影显像的研究现状及发展前景	104
参考文献		105
第六章	颅脑超声造影显像	何文 107
第一节	颅脑肿瘤性疾病术中超声造影显像	107
第二节	颅内血管性疾病的术中超声造影显像	114
第三节	颅内血管性疾病的经颅超声造影显像	118
第四节	颅脑超声造影研究现状及发展前景	124
参考文献		125
第七章	外周血管超声造影显像	王金锐 张亿倬 崔立刚 127
第一节	外周血管超声造影方法	128
第二节	超声造影在外周动脉疾病的应用	128
第三节	超声造影在外周静脉疾病的应用	131
第四节	外周血管超声造影显像的研究现状及展望	134
参考文献		135

### 第3部分 消化系统

第八章	肝脏超声造影显像	丁红 王文平 139
第一节	肝脏超声造影显像技术	139
第二节	肝脏超声造影检查和分析方法	141
第三节	肝脏病变的超声造影诊断依据	145
第四节	肝脏良性肿瘤的超声造影显像	146
第五节	肝脏恶性肿瘤的超声造影显像	159
第六节	肝脏非肿瘤性病变的超声造影显像	176
第七节	超声造影在肝肿瘤诊断和治疗中的临床意义	183
第八节	超声造影在肝移植方面的应用	189
第九节	肝脏超声造影的研究现状及发展前景	193
参考文献		195

## Contrast-Enhanced Ultrasonography

第九章 胆道系统超声造影显像 .....	徐辉雄 谢晓燕 陈立达	199
第一节 胆道系统超声造影检查技术 .....		199
第二节 胆囊疾病的超声造影 .....		201
第三节 肝内胆管疾病的超声造影 .....		212
第四节 肝门部胆管疾病超声造影 .....		225
第五节 肝外胆管疾病超声造影 .....		230
第六节 胆道超声造影研究现状及展望 .....		235
参考文献 .....		236
第十章 胰腺超声造影显像 .....	谢晓燕 徐辉雄 吕明德	238
第一节 胰腺超声造影检查技术 .....		238
第二节 正常胰腺超声造影表现 .....		239
第三节 胰腺炎性病变的超声造影 .....		240
第四节 胰腺囊性病变的超声造影 .....		243
第五节 胰腺实性病变的超声造影 .....		250
第六节 胰腺超声造影的研究现状及展望 .....		256
参考文献 .....		258
<b>第4部分 泌尿生殖系统</b>		
第十一章 肾脏超声造影显像 .....	王金锐 曲恩泽 崔立刚	263
第一节 肾脏超声造影检查技术 .....		263
第二节 超声造影在肾脏疾病诊断中的应用 .....		267
第三节 肾脏超声造影研究现状及展望 .....		294
参考文献 .....		295
第十二章 前列腺超声造影显像 .....	唐 杰 杨敬春	299
第一节 前列腺超声造影显像技术 .....		299
第二节 前列腺超声造影显像临床应用 .....		301
第三节 前列腺超声造影研究现状及发展前景 .....		307
参考文献 .....		308
第十三章 膀胱超声造影显像 .....	杜联芳	309
第一节 膀胱超声造影显像技术 .....		309
第二节 膀胱超声造影适应证 .....		310
第三节 膀胱超声造影临床应用 .....		311
第四节 膀胱超声造影研究现状及发展前景 .....		320
参考文献 .....		322

# 超声造影显像

## Contrast-Enhanced Ultrasonography

第十四章 乳腺超声造影显像 .....	姜玉新 李凤华 刘赫 杜晶	323
第一节 乳腺超声造影成像原理和常用技术 .....		323
第二节 适应证、仪器及检查方法 .....		324
第三节 超声造影乳腺疾病的应用 .....		325
第四节 乳腺超声造影研究现状及发展前景 .....		341
参考文献 .....		342
第十五章 女性盆腔器官超声造影显像 .....	戴晴 刘真真	344
第一节 妇科超声造影检查技术 .....		344
第二节 妇科超声造影的临床应用 .....		346
第三节 妇科超声造影研究现状及发展前景 .....		361
参考文献 .....		362
<b>第5部分 介入超声造影的应用</b>		
第十六章 肝癌介入治疗中超声造影显像 .....	经翔 刘吉斌	367
第一节 介入超声造影显像技术 .....		368
第二节 介入超声造影显像的临床应用 .....		369
第三节 介入超声造影的研究现状及发展前景 .....		391
参考文献 .....		392
第十七章 腹部创伤超声造影显像 .....	唐杰 吕发勤	396
第一节 腹部创伤的病理及临床 .....		397
第二节 超声造影检查及其引导的介入性治疗技术 .....		397
第三节 腹部脏器创伤的超声造影诊断及引导治疗 .....		399
第四节 腹部创伤超声造影研究现状及发展前景 .....		407
参考文献 .....		409
第十八章 术中超声造影显像 .....	郑荣琴 罗燕 卢强 许尔蛟	411
第一节 术中超声造影显像技术 .....		411
第二节 术中超声造影显像的临床应用 .....		412
第三节 术中超声造影的研究现状及发展前景 .....		419
参考文献 .....		420
第十九章 肝脏移植超声造影显像 .....	罗燕 郑荣琴	422
第一节 肝脏移植超声造影显像技术 .....		422
第二节 肝脏移植超声造影显像的临床应用 .....		423

## Contrast-Enhanced Ultrasonography

第三节	肝脏移植超声造影研究现状及发展前景 .....	436
参考文献	.....	438
<b>第二十章</b>	<b>肾脏移植超声造影显像 .....</b>	<b>唐 纓 武红涛 440</b>
第一节	肾脏移植超声造影显像技术 .....	440
第二节	肾脏移植超声造影显像的临床应用 .....	442
第三节	肾移植超声造影的研究现状及发展前景 .....	453
参考文献	.....	454
<b>第 6 部分 非血管性超声造影</b>		
<b>第二十一章</b>	<b>胃肠道超声造影显像 .....</b>	<b>黄品同 施红 刘吉斌 459</b>
第一节	胃肠道超声造影显像技术 .....	459
第二节	正常胃肠道超声造影表现 .....	461
第三节	胃肠道良性疾病的超声造影显像 .....	462
第四节	胃癌超声造影显像 .....	465
第五节	结肠及直肠肿瘤超声造影显像 .....	475
第六节	胃肠道间质瘤超声造影显像 .....	476
第七节	胃肠周围器官病变的超声造影显像 .....	477
第八节	胃肠超声造影研究现状及发展前景 .....	478
参考文献	.....	479
<b>第二十二章</b>	<b>子宫输卵管超声造影显像 .....</b>	<b>刘吉斌 王淑敏 王金锐 481</b>
第一节	超声子宫腔输卵管造影检查技术 .....	481
第二节	超声子宫腔造影的临床应用 .....	485
第三节	超声输卵管造影的临床应用 .....	496
第四节	子宫输卵管超声造影的研究现状及发展趋势 .....	502
参考文献	.....	503
<b>第二十三章</b>	<b>淋巴系统超声造影显像 .....</b>	<b>刘吉斌 王金锐 Barry B. Goldberg 506</b>
第一节	淋巴系统解剖结构及特点 .....	506
第二节	传统淋巴系统造影及应用 .....	508
第三节	淋巴超声造影显像技术 .....	510
第四节	淋巴超声造影的研究现状及发展前景 .....	519
参考文献	.....	521

### 第7部分 超声造影研究及进展

第二十四章	超声微泡在治疗及声像监控中的研究 .....	王志刚	527
第一节	超声造影微泡用于疾病治疗的机制 .....		527
第二节	超声造影微泡在治疗中的应用研究 .....		529
第三节	超声造影在声像监控中的应用研究 .....		531
参考文献	.....		535
第二十五章	靶向超声造影显像的研究现状及进展 .....	冉海涛	537
第一节	靶向超声造影剂概述 .....		537
第二节	靶向超声造影剂体外实验研究 .....		539
第三节	靶向超声造影剂在疾病诊断中的研究与应用 .....		540
第四节	靶向超声造影存在的问题及展望 .....		542
参考文献	.....		543
第二十六章	超声造影剂在药物传递及溶栓中的应用 .....	高云华 张萍	546
第一节	超声造影剂在药物传递中的应用 .....		546
第二节	超声造影剂在溶栓治疗中的应用 .....		551
参考文献	.....		558
第二十七章	超声造影功能性成像的研究 .....	李安华 周建华	561
参考文献	.....		568
第二十八章	超声造影在高强度聚焦超声治疗中的应用 .....	周晓东	570
第一节	微泡型超声造影剂对高强度聚焦超声的增效作用 .....		570
第二节	超声造影在高强度聚焦超声疗效评价中的作用 .....		572
第三节	超声造影在高强度聚焦超声治疗子宫肌瘤疗效的评价 .....		573
参考文献	.....		575
第二十九章	超声造影监控前列腺射频消融的研究 ...	刘吉斌 郑荣琴 李凯	576
第一节	前列腺消融治疗的研究背景 .....		577
第二节	前列腺射频消融技术和方法 .....		578
第三节	前列腺射频消融的实验性研究 .....		579
第四节	前列腺射频消融的临床性研究 .....		582
第五节	超声造影在前列腺癌诊治中的研究现状及前景 .....		585
参考文献	.....		587
索引	.....		590



第 **1** 部分

*Contrast-Enhanced Ultrasonography*

**超声造影基础**



