

临床

主 编 杨秀军 陈峰 韩萍

主 审 彭仁罗

仿真影像学

Virtual Endoscopy
and Related 3D Imaging
in Clinical Medicine



人民卫生出版社

临床仿真影像学

Virtual Endoscopy and Related 3D
Imaging in Clinical Medicine

主 编 杨秀军 陈 峰 韩 萍

副主编 缪竞陶 郑凯尔 赵喜平

主 审 彭仁罗

编者名单(按章节先后顺序排列)

彭仁罗	杨秀军	陈 峰	韩 萍
罗立民	方来发	张 惠	梁长虹
孙 军	赵喜平	刘 健	潘翠珍
居胜红	肖文波	刘万花	储成凤
缪竞陶	郑凯尔	徐秋贞	
谭长连	杨秀勇	张 镭	
李 龙			

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

临床仿真影像学/杨秀军等主编. —北京: 人民
卫生出版社, 2002

ISBN 7-117-04752-6

I. 临… II. 杨… III. 计算机仿真—应
用—影像诊断 IV. R814.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 008914 号

临床仿真影像学

主 编: 杨秀军 等

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67516688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 44

字 数: 1297 千字

版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117 04752-6/R · 4753

定 价: 115.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

现代微电子技术和计算机技术向医学影像学的渗透和应用,先后发展了计算机体层摄影(computed tomography,CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging,MRI)、单光子发射计算机体层摄影(single photon emission computed tomography,SPECT)等新一代成像技术。这些成像技术均实现了数字化图像处理,并且由此产生了多种医学图像三维重建和后处理技术,例如表面遮盖显示(shaded surface display,SSD)、最大强度投影(maximum intensity projection,MIP)、仿真内镜(virtual endoscopy,VE)等技术,形成了一种全新的医学图像和诊断模式,诞生了仿真影像学。

仿真影像学是以仿真内镜为核心,包括各种数字化图像三维重建和后处理技术的三维医学影像学。其利用螺旋CT、MRI的薄层无间断扫描或者旋转DSA容积采集等技术所获取的容积数据,通过工作站操作平台,重建人体器官的三维图像,并获得管腔内表面类似内镜成像的立体影像。

其中,仿真内镜与纤维/电子内镜比较,主要优点为:①为非侵袭性检查方法,无需插入任何器械,安全、舒适,重复性强,适应证范围广,无损伤、出血之虞;②能从梗阻点(段)两端以任意角度和方向观察腔内解剖和病变;③一次扫描,获得多种后处理影像,如MIP、SSD、VE和外视镜等图像;④真实内镜无法达到的部位,可实现模拟内镜成像与显示;⑤模拟纤维内镜和外科手术过程,指导纤维内镜和外科手术的操作与教学。

仿真内镜也有某些缺陷与不足:①无法显示腔内黏膜、病变的真实颜色和观察黏膜下血管变化;②难以显示腔内扁平病变;③黏膜和病变表面细节的显示,不如真实内镜有效;④不能进行腔内活检与手术操作。

自1994年Vining等首先报道CT仿真内镜以来,迄今VE的临床应用已涉及几乎全身各系统的所有管腔器官,国外并开始有了这方面的专著出版。在国内,1998年开始有VE的临床应用报道,短短三、四年间,全国各地共发表了有关VE实验研究和临床应用的论文达数十篇。《临床仿真影像学》的作者大都是国内最早从事仿真影像学研究与临床实践的年轻学者,本书是他(她)们近几年科研和临床实践经验的总结与结晶。

本书除了全面介绍了临床仿真影像学的技术原理、临床应用现状及其发展趋势外,还详细介绍了包括医学影像学、解剖学、计算机图形学等相关学科的基础知识,以及CT、MRI、DSA和B超的前沿、热门和最具发展潜力的新技术。对优化扫描技术和提高常规CT、MRI图像质量,本书也有借鉴与参考作用。医学与工程技术学结合,影像学与内镜学结合,各学科相互渗透、优势互补,是本书的另一个特点。本书为医学影像学、计算机图像处理和临床相关学科从事临床、科研、教学人员提供了一部良好的学习与参考工具书。

本书的出版与发行,让我们高兴地看到我国年轻一代影像学家的茁壮成长。而且,我们坚信本书的出版,将对我国医学影像学事业的发展,图像处理软件的国产化,起到推波助澜的作用。

仿真影像学的问世,是医学影像学发展史上的又一次突破,预示着放射学开始涉足于内镜诊断领域。既给医学影像学的发展带来了机遇,同时也面

序

临着新的挑战。为此，我们需要及时地调整自己的知识结构，尽快地掌握人体正常解剖与疾病的内镜影像特点，掌握断面解剖学、断面影像学、仿真影像学及其相互关系，建立一套全新的读片和诊断模式，才能使仿真影像学在短时间内得以全面开发、普及和应用，造福于人类社会。

由于本书涉及一个全新的概念、许多技术尚未完全成熟和有待于进一步研究与开发，加之作者们工作繁忙，时间紧迫，书中难免会出现这样或者那样的缺点和错误，尚希专家和广大读者批评指正，以便于再版时修订完善。

彭仁罗

中南大学湘雅医院

计算机三维图像处理技术应用于医学影像学已有 10 余年历史,但仿真内镜的临床应用仅 6 年时间,其技术开发方兴未艾。计算机三维图像技术极大地丰富、拓宽和发展了医学影像学,并孕育了建立在医学三维图像后处理技术基础上的临床仿真影像学的诞生。

仿真技术(virtual reality)是一种可以创建和体验虚拟世界(virtual world)的计算机技术,将这种技术移植并应用于医学,称之为仿真医学(virtual medicine)。仿真影像学是应用计算机图形、图像技术,如体绘制、面绘制技术等,进行医学数字三维成像的应用科学。为此,仿真影像学是一门医学影像学与计算机图像技术相结合的边缘学科。先进的源影像容积采集技术是仿真影像学的前提,强大的计算机图像处理技术则是仿真影像学图像赖以实现的技术关键。仿真影像学的计算机图像处理技术,几乎完全无创地、直观地展示了人体组织器官尤其空腔脏器的表面及内腔的三维解剖和病理信息,达到了快速或实时成像的效果。仿真内镜是仿真影像学的一个重要的研究课题,“手术模拟”、“虚拟活检”作为仿真影像学的应用与发展趋势也将不断体现出它的强劲优势来。随着计算机软硬件技术的进步、高精尖影像设备(如从单排螺旋 CT 到多排 CT、再到平板探测器 CT)的不断更新、低剂量 CT 扫描技术的实现及效/价比(effect/cost)的进一步优化,预计在 3~5 年内仿真影像学将有一个质的飞跃。以仿真结肠镜(virtual colonoscopy)为例,国外正致力于将其作为结肠癌筛查方法的研究,并有望在不远的将来全面实用于临床。

仿真影像学的基础广泛,涉及医学影像学(包括 CT、MRI、DSA 和 B 超等)、生物工程技术学、计算机图像图形学、解剖学和内镜学等学科。近几年,我们在从事仿真影像学的临床与科研工作中,深感基础知识的匮乏,常为一些似懂非懂的计算机成像原理所困扰,并苦于找不到一本系统介绍仿真影像学的专著,因而不同程度地影响了研究工作的深入开展。另外,目前国内已经引进了大量的先进医学成像设备及三维图像处理系统(工作站),许多医疗单位和科研机构也投入了相应的人力、物力,进行了卓有成效的医学三维图像开发、应用研究工作,国内知名的影像学专业期刊如《中华放射学杂志》、《中国医学影像技术》、《临床放射学杂志》等也先后开辟了专栏,及时报道和展示了国内同仁们在仿真影像学方面的研究成果。但不可否认,不少单位高档的医学成像设备和图像处理工作站还尚待进一步地开发与充分利用,以免造成国人有限医疗资源的浪费。

1999 岁末,人民卫生出版社的雷亨朗编审敏锐地观察到仿真影像学的发展前景,我等并有幸被他约请组织编写仿真影像学的专著。随后于 2000 年 3 月初,我们拟就了一个详细的书稿目录与写作计划;同年 7 月,选题获得人民卫生出版社批准通过,编辑工作就这样全面展开了。

仿真影像学可谓一个全新的概念,现有的参考资料不多,我们自己的研究范围也只是其中的某一或某些方面,经验颇为有限;加之其基础广泛,涉及的学科多,故而在近一年的编写过程中,深感力不从心。所幸的是,有国内多位资深的专家、教授和同事们的支持,献计献策,携手合作,才有今天《临床仿真影像学》的顺利问世。

前

言

前

言

对于放射科医生来说,最困难的莫过于计算机三维图像技术,特别是仿真内镜的成像原理了。因此,我们特别请教了多位国内从事计算机图像处理、仿真内镜软件研制和开发的专家,并由南京东南大学生物科学与医学工程系、国家“长江计划”特聘教授、留法博士罗立民主任和张惠博士、方来发硕士等共同完成仿真影像学成像原理的编写任务。相信读者和我们一样,一定会从他们深入浅出的论述和流畅的文笔中豁然开朗起来,然后大步流星地走向仿真影像学的殿堂。

本书是国内多家医疗单位包括上海复旦大学市一临床医学院(上海市第一人民医院)、南京东南大学附属中大医院、武汉华中科技大学同济医学院附属协和医院、首都医科大学北京红十字朝阳医院、广州武警总医院、长沙中南大学湘雅医学院附二院、复旦大学医学院附属中山医院等和个人近年来在医学三维影像学领域所做工作的阶段性总结。其中,杨秀军主持的“仿真输尿管膀胱镜成像研究”课题,获卫生部科学研究基金的资助;陈峰主持的“CT 仿真胃镜诊断胃癌的影像比较学研究”课题,获欧洲放射学会研究与教育基金(European Congress of Radiology, Research & Education Fund Fellowship Grant)及江苏省卫生厅的重点资助;韩萍的“鼻腔和鼻窦的影像后处理:三维重建及仿真内镜”研究宣读于第82届北美放射学大会(RSNA),其“颞骨岩部螺旋 CT 三维重建的临床应用研究”获国家教委科研基金资助等。本书的许多内容和研究结果尚属首次正式报道。

本书编写过程中,得到了许多单位领导和同仁的大力支持。上海第二医科大学附属仁济医院放射科主任许建荣教授特许我们首先使用他们先进的三维 DSA 和工作站,并借用他们的病例制作了一些精彩的 3D DSA 图片。复旦大学市一临床医学院摄影室柳子欣技师和东南大学附属中大医院放射科李国昭技师为本书部分图片摄影制作、复旦大学市一临床医学院工会顾志福先生为本书的解剖线图绘制做了大量工作。复旦大学市一临床医学院 MRI/CT 室的同仁们在源影像采集中做了大量工作。在此,我们一并深表感谢。

我们还要特别感谢中南大学湘雅医学院放射学教授彭仁罗老师,从本书酝酿、草拟提纲、联系编写人员,到全部书稿的审定,台前幕后均有老教授孜孜不倦的身影。他还亲自为本书作序,功不可灭。为了鼓励、鞭策和培养我们年轻学子,他老心甘情愿退居二线,体现了老一辈放射学家甘为人梯的崇高风貌。本书出版之时,正值彭老七十寿辰之日,权将本书作为庆祝彭老七十大寿的献礼!

最后,值得指出的是,由于本书涉及一些前沿和边缘学科,有关的概念、技术、原理及临床意义尚未完全达成共识,仍在不断探索和完善之中;另一方面由于工作繁忙,时间紧迫,书中难免会出现这样或那样的缺陷甚至错误,敬望专家和广大读者批评指正。

编 者

第1篇 基础篇

第1章 临床仿真影像学的原理和技术	3
仿真影像学概述	3
仿真影像学成像原理	5
1 仿真技术	5
2 仿真影像学	6
3 虚拟活检	6
4 三维影像的成像原理	7
4.1 三维成像过程	8
4.2 体积重建	9
4.3 表面重建	11
4.4 多平面重建和曲面重建	12
4.5 最大和最小强度投影技术	12
4.6 三维成像方式之间的关系	13
5 仿真内镜成像	15
5.1 仿真内镜的基本原理与技术	15
5.2 仿真内镜系统框架	16
5.3 仿真内镜成像过程	17
6 成像原理小结	21
工作站技术与仿真影像学图像重建方法	24
1 仿真内镜	25
2 仿真外视镜	28
3 多层面容积重建	28
4 透明显示	30
5 表面阴影显示	30
6 多平面重建和曲面重建	31
仿真影像学的质量控制	31
仿真影像学的影像评价	36
第2章 仿真影像学源影像技术	43
CT技术	43
1 CT成像	44
1.1 CT发展简史	44
1.2 CT装置分类	45
1.3 CT机的基本结构	45
1.4 CT成像基本知识	46
1.5 CT伪影	50
2 螺旋CT	51
3 电子束CT	53
4 多层螺旋CT	53

目

录

目

录

5 CT 血管造影	55
5.1 CTA 扫描技术	56
5.2 CTA 后处理技术	58
5.3 CTA 的临床应用	58
5.4 造影剂反应及其防治策略	61
5.4.1 造影剂反应机制与分类	61
5.4.2 造影剂反应的预防	62
5.4.3 造影剂反应的治疗	62
MRI 技术	63
1 磁共振成像	64
1.1 磁共振的物理原理	64
1.1.1 原子核的自旋与磁矩	64
1.1.2 静磁场中的自旋核	66
1.1.3 磁共振现象和共振条件	70
1.1.4 磁共振的宏观描述	73
1.1.5 弛豫和弛豫时间	76
1.2 脉冲序列的基本概念	77
1.2.1 脉冲序列的构成和分类	78
1.2.2 脉冲序列参数的定义	79
1.2.3 图像的加权	80
1.3 常规脉冲序列	81
1.3.1 部分饱和脉冲序列	81
1.3.2 反转恢复脉冲序列	81
1.3.3 自旋回波脉冲序列	81
1.3.4 梯度回波脉冲序列	84
1.4 快速成像序列	86
1.4.1 快速自旋回波序列	86
1.4.2 快速梯度回波序列	89
1.4.3 回波平面成像序列	94
1.4.4 其他快速成像序列	96
2 磁共振血管成像技术	97
2.1 血液的流体力学性质	97
2.2 流动效应	99
2.3 磁共振血管成像方法	106
2.3.1 TOF MRA	106
2.3.2 PC MRA	110
2.3.3 MC MRA	114
2.3.4 CE MRA	115
2.3.5 增加 MRA 血流对比度的常用技术	116
2.4 MRA 的图像后处理	118
3 磁共振水成像技术	120
3.1 人体中的水及其弛豫特性	120

3.2 MRH 的原理	121
3.3 MRH 的扫描序列	121
3.4 MRH 的相关技术	122
3.5 MRH 的图像后处理及特点	123
三维 DSA 技术	125
1 三维血管造影发展概述	125
2 DSA 工作原理	126
3 旋转 DSA 采集技术	126
4 三维 DSA 后处理技术	127
5 三维 DSA 临床应用	127
三维超声成像技术	128
1 三维超声成像方法	129
2 体元模型三维重建方法的原理	129
3 体元模型三维重建的基本步骤	129
4 三维超声成像技术的评价	131
4.1 三维超声成像的诊断价值	131
4.2 三维超声成像技术的限度	132

第 2 篇 临床应用篇

第 3 章 呼吸系统仿真影像学	135
鼻腔、鼻窦仿真影像学	135
1 源影像技术	136
1.1 扫描前准备	136
1.2 扫描技术	136
2 图像后处理技术	136
3 临床应用与展望	137
咽喉部仿真影像学	143
1 源影像技术	145
1.1 扫描前准备	145
1.2 扫描技术	145
2 图像后处理技术	146
3 临床应用与展望	147
3.1 正常解剖结构的 CTVL	147
3.2 CTVL 在咽喉部疾病诊断中的应用	148
气管、支气管仿真影像学	157
1 源影像技术	158
1.1 扫描前准备	158
1.2 扫描技术	158
2 图像后处理技术	160
2.1 原始数据预处理	160
2.2 三维仿真影像重建	160

3 临床应用与展望	161
3.1 仿真气管镜	161
3.2 仿真支气管镜	163
3.3 CTVB 的应用限度	168
3.4 支气管仿真内镜的前景展望	168
第4章 心血管仿真影像学	171
相关解剖学基础	171
1 心脏	171
2 血管	172
3 心血管生理与功能	174
心血管 CT 仿真影像学	175
1 源影像技术	175
1.1 静脉法注射造影剂后扫描	175
1.2 导管法注射造影剂后扫描	175
2 三维图像后处理技术	176
心血管 MR 仿真影像学	176
1 源影像技术	176
1.1 TOF 和 PC 技术	177
1.2 Fastcard 技术	177
1.3 CE-MRA 技术	177
2 三维图像后处理技术	178
心血管三维超声成像	180
1 三维超声心动图技术与方法	180
2 静态三维超声心动图	180
3 动态三维超声心动图	180
临床应用与展望	185
1 心血管 CTVE 的临床应用	186
1.1 血管 CTVE 的正常表现	186
1.2 血管病变的 CTVE 表现	186
1.3 冠状动脉的 CTVE 表现	190
1.4 血管 CTVE 的诊断价值、限度及展望	190
2 心血管 MR 仿真影像学的初步临床应用	191
2.1 心腔的 MRA	191
2.2 主动脉病变的 MRA	192
2.3 肺血管病变的 MRA	201
2.4 先天性心脏病的 MRA	202
2.5 冠状动脉 MRA	203
2.6 腹部血管的 MRA	205
第5章 食管仿真影像学	209
相关解剖学基础	209
食管 CT 仿真影像学	210

1 源影像技术	210
1.1 扫描前准备	210
1.2 扫描技术	210
2 三维图像后处理技术	210
食管 MR 仿真影像学	210
1 源影像技术	210
1.1 扫描前准备	210
1.2 扫描技术	210
2 三维图像后处理技术	211
临床应用与展望	211
第6章 胃部仿真影像学	213
相关解剖学基础	213
胃部 CT 仿真影像学	215
1 源影像技术	215
1.1 扫描前准备	215
1.2 扫描技术	216
2 三维图像后处理技术	216
胃部 MR 仿真影像学	217
1 源影像技术	217
1.1 扫描前准备	217
1.2 扫描技术	217
2 三维图像后处理技术	218
临床应用与展望	218
1 正常胃仿真影像学表现	219
2 胃部疾病的仿真影像学诊断	221
2.1 胃底静脉曲张	221
2.2 胃平滑肌类肿瘤	222
2.3 胃炎	224
2.4 胃溃疡	225
2.5 胃癌	228
2.6 胃其他病变	248
3 胃仿真影像学的优势、限度及发展前景	251
第7章 小肠仿真影像学	255
小肠 CT 仿真影像学	255
1 源影像技术	255
1.1 扫描前准备	255
1.2 扫描技术	256
2 三维图像后处理技术	256
小肠 MR 仿真影像学	256
1 源影像技术	257
1.1 扫描前准备	257

1.2 扫描技术	257
2 三维图像后处理技术	257
临床应用与展望	257
1 正常小肠的仿真影像学表现	258
2 小肠疾病的仿真影像学诊断	259

第8章 大肠仿真影像学..... 266

相关解剖学基础	266
大肠 CT 仿真影像学	268
1 源影像技术	268
1.1 扫描前准备	268
1.2 扫描技术	268
2 三维图像后处理技术	268
大肠 MR 仿真影像学	269
1 源影像技术	269
1.1 扫描前准备	269
1.2 扫描技术	269
2 三维图像后处理技术	269
临床应用与展望	269
1 临床应用价值	270
2 大肠各种三维影像技术的比较	275
3 大肠仿真影像学表现	275
3.1 正常表现	275
3.2 大肠息肉	275
3.3 大肠癌	280
3.4 结肠淋巴瘤	289
3.5 结肠憩室	289
3.6 其他病变	290
4 限度与展望	291

第9章 胆胰管系统仿真影像学..... 294

相关解剖学基础	294
1 肝与肝的四种管道系统	294
2 胰与胰管系统	298
源影像技术	298
1 CT 胆胰管成像	298
2 MR 胆胰管成像	299
3 上腹部血管成像	299
三维图像后处理技术和方法	302
临床应用与展望	302
1 胆胰管仿真影像学的正常表现	303
2 胆胰管系统疾病的仿真影像学诊断	303
2.1 梗阻性黄疸	303

2.2 胆石症	310
2.3 胆道肿瘤	326
2.4 壶腹周围癌	336
2.5 胰腺肿瘤	338
2.6 胆道炎症与胰腺炎	342
2.7 胆道先天性畸形	344
2.8 胆-肠吻合	349
3 肝胰脉管系统疾病的仿真影像学表现	350
3.1 门静脉高压症	350
3.2 肝脏肿瘤	352
3.3 胰腺癌	353
4 肝移植仿真影像学	353
第10章 泌尿系仿真影像学	360
相关解剖学基础	360
1 肾脏	360
2 输尿管	361
3 膀胱	362
4 尿道	363
尿路 CT 仿真影像学	363
1 源影像技术	363
1.1 扫描前准备	363
1.2 扫描技术	364
1.2.1 CT-IVU	364
1.2.2 CTRU	364
1.2.3 CTU	364
2 三维图像后处理技术	364
尿路 MR 仿真影像学	365
1 源影像技术	365
1.1 扫描前准备	365
1.2 扫描技术	365
1.2.1 MRU	366
1.2.2 MR-IVU	366
2 三维图像后处理技术	367
临床应用与展望	367
1 正常尿路的仿真影像学表现	368
2 尿路梗阻	373
3 尿石症	384
4 膀胱肿瘤	425
5 肾肿瘤	435
6 输尿管肿瘤	448
7 输尿管炎性狭窄与输尿管息肉	462
8 泌尿系先天畸形	472

9 前列腺疾病	491
10 泌尿系损伤与尿外渗	496
11 肾移植	498
12 其他病变	501
第11章 中枢神经系统仿真影像学	512
神经血管仿真影像学	512
1 相关解剖学基础	512
2 源影像技术	515
2.1 MRA	515
2.2 CTA	516
2.3 DSA	517
2.4 MRH	517
3 三维图像后处理技术	517
脑室、脑池仿真影像学	518
1 相关解剖学基础	518
2 源影像技术	523
2.1 脑室、脑池 MRH	523
2.2 CT 脑室、脑池造影	523
3 三维图像后处理技术	523
椎管、脊髓仿真影像学	524
1 相关解剖学基础	524
2 源影像技术	526
2.1 椎管、脊髓 MRH	526
2.2 CT 椎管造影	526
3 三维图像后处理技术	526
临床应用与展望	526
1 神经血管仿真影像学	527
1.1 颅内动脉瘤	528
1.2 脑血管畸形	537
1.3 闭塞性脑血管病	546
1.4 颈动脉海绵窦瘘	554
1.5 脑肿瘤	559
1.6 脊髓血管病变	569
1.7 神经血管正常解剖与变异	569
2 脑室、脑池仿真影像学	572
3 椎管、脊髓仿真影像学	582
第12章 骨关节仿真影像学	602
相关解剖学基础	602
1 骨关节的解剖学概述	602
2 几个较大关节的解剖学概述	603
骨关节 CT 仿真影像学	605

1 源影像技术	606
1.1 螺旋 CT 平扫	606
1.2 CT 关节造影	606
1.3 骨关节 CT 血管造影	607
2 三维图像后处理技术	607
骨关节 MR 仿真影像学	607
1 源影像技术	608
1.1 关节直接扫描法	608
1.2 关节造影剂引入扫描法	609
1.3 关节外视镜扫描法	609
1.4 扫描平面设计	609
1.5 源扫描数据的预处理	610
2 三维图像后处理技术	610
2.1 内镜的分辨率	610
2.2 内镜的视野	610
2.3 阈值控制	610
2.4 其他三维图像重建	610
临床应用与展望	611
1 膝关节仿真内镜的正常表现	611
2 膝关节半月板病变	613
2.1 膝半月板病变 MR 序列的应用原则	613
2.2 膝半月板病变的分类	613
2.3 盘状半月板	613
2.4 半月板水平裂伤	614
2.5 半月板斜行裂伤和鹦鹉嘴裂伤	615
2.6 半月板翻转裂伤	615
2.7 半月板垂直纵向裂伤和桶柄样撕裂	615
2.8 半月板外周性裂伤	618
2.9 半月板游离缘波浪延长	619
2.10 半月板与关节囊分离	619
2.11 半月板术后状态和再发裂伤	619
3 髌骨及膝关节面软骨病变	620
4 膝交叉韧带病变	620
5 肩关节盂病变	621
6 髋关节病变	622
7 脊柱病变	624
8 临床展望	626
第 13 章 位听器仿真影像学	632
相关解剖学基础	632
位听器 CT 仿真影像学	634
1 源影像技术	634
2 三维图像后处理技术	639

位听器 MR 仿真影像学	648
1 源影像技术	648
2 三维图像后处理技术	649
临床应用与展望	651
1 CTVE 的听道应用价值与限度	652
1.1 CTVE 对中耳解剖结构的显示能力	652
1.2 CTVE 对听骨链大小的显示能力	655
1.3 CTVE 对先天性听骨链畸形的评价	656
1.4 CTVE 对胆脂瘤型中耳炎听骨链病变的评价	658
2 3D SSD 对内耳骨迷路解剖结构的显示	660
3 CT 三维透明影像重建对内耳解剖结构的观察	662
4 CTVE 对内耳膜迷路解剖结构的观察	667
5 MR 仿真影像学对位听器的显示与评价	668
第 14 章 其他系统仿真影像学	672
涎腺仿真影像学	672
1 相关解剖学基础	672
2 源影像技术	672
3 图像后处理技术	673
4 临床应用与展望	673
生殖系统仿真影像学	673
1 相关解剖学基础	673
2 源影像技术	674
3 图像后处理技术	674
4 临床应用与展望	674
胸、腹膜腔仿真影像学	677
1 相关解剖学基础	677
1.1 胸腔、胸膜与胸膜腔	677
1.2 腹腔、腹膜与腹膜腔	677
2 源影像技术	679
2.1 CT 胸膜腔造影	679
2.2 CT 腹膜腔造影	679
2.3 胸、腹水 MRH	680
3 图像后处理技术	680
4 临床应用与展望	680
索引	683