

临床泌尿生殖核医学

CLINICAL GENITOURINARY NUCLEAR MEDICINE

张承刚 李 沂 主编



原子能出版社

临床泌尿生殖核医学

Clinical Genitourinary Nuclear Medicine

主 编 张承刚 李 沂
副主编 李险峰 朱瑞森 王剑华
张永学 赵德善 牛建英
孟小平
主 审 周 前 王世真

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

临床泌尿生殖核医学/张承刚,李沂主编. —北京:原子能出版社,2006.1

ISBN 7-5022-3559-0

I. 临... II. ①张... ②李... III. 泌尿生殖系统-原子医学 IV. R816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 001384 号

内 容 简 介

本书在介绍泌尿生殖系统的基础和临床进展的同时,重点论述了放射性核素在感染性疾病、梗阻性肾病、高血压、肾衰竭、肾脏移植、肾外伤、泌尿系统先天异常及泌尿生殖系统肿瘤等的临床诊断和研究方面的经验和最新成果,详细介绍了核素诊断的方法和应用价值,还特别介绍了在小儿泌尿系统疾病中的应用。

全书共分八篇 36 章,图文并茂,内容全面、实用、结构严谨,具有较强的科学性和先进性,是一本适合肾脏内科、泌尿外科、妇产科、肿瘤科、小儿科及核医学科医生的专著,也是大专院校在校专科、本科及研究生的有益参考书。

临床泌尿生殖核医学

出版发行	原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号)	邮编:100037)
责任编辑	杨树录 刘 朔	
责任校对	徐淑惠	
责任印制	丁怀兰 刘芳燕	
印 刷	保定市中画美凯印刷有限公司	
经 销	全国新华书店	
开 本	787×1092 mm	1/16
字 数	1026 千字	
印 张	41.375	
版 次	2006 年 12 月第 1 版	2006 年 12 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-5022-3559-0	
印 数	1—1 500	定 价 80.00 元(平装) 100.00 元(精装)

版权所有 侵权必究(如有缺页、倒装,请与出版社联系调换) <http://www.aep.com.cn>

主 编 简 介

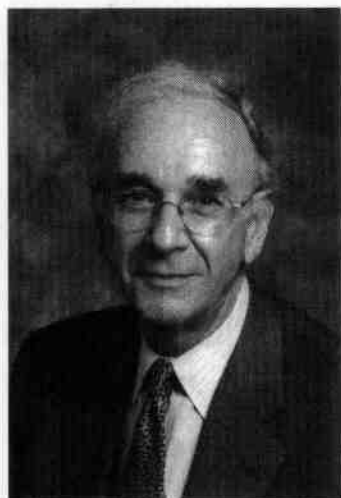
张承刚：男，山西医科大学核医学教授，华中科技大学同济医学院兼职教授，博士生导师（2000—2005年）。入选2006—2007年美国医学卫生名人录（MARQUIS Who's Who in Medicine and Healthcare, 2006—2007, 6th Edition）。1959年毕业于山西医学院医疗系，同年春筹建山西省首个同位素临床应用实验室。1973年参加王世真院士主办的同位素新技术学习班，1974年建立山西省首个放射免疫分析实验室。1986年赴美，先后在美国加州大学及纽约爱因斯坦医学院研修临床核医学，师从国际著名核医学专家 DeNardo 及 Blafox 教授。1997年与 Blafox 教授共同成功举办了《太原国际核医学研讨会》。六次获省部级科技进步奖，三次获优秀论文奖；与赵惠扬教授共同主编《实用核医学》，主编《甲状腺疾病核素治疗学》，参编《临床核医学》等专著；在国内外学术期刊发表论文及摘要150余篇。现兼任中国医学影像研究会理事及其核医学分会副主任委员、山西省核医学会名誉主任委员、美国核医学学会会员等。

李 沂：男，现任哈佛大学医学院附院 Brigham and Women's Hospital 放射科医师。1988年获中山医科大学核医学专业硕士学位，在中山医科大学附属第一医院核医学科进行了肾功能测定、移植肾和克普定肾显像等研究，1992年赴美国阿拉巴马大学伯明翰分校医学中心核医学科，从事移植肾监测、肾功能测定的研究。1993年到纽约爱因斯坦医学院 Montefiore 医学中心核医学科师从 Drs. Blafox 和 Freeman 从事核医学研究，包括肾性高血压、肾功能测定和前列腺癌研究。1998年通过美国医生执照考试（USMLE），取得资格进入美国住院医师培训计划，1999到2001年在爱因斯坦医学院 Jacobi 医学中心和 Montefiore 医学中心完成内科及核医学住院医师、总住院医师临床训练。2001年进入哥伦比亚大学医学院附院 Harlem Hospital Center 放射科住院医师培训计划，2004年毕业后进入哈佛大学医学院附院放射科临床 Fellowship program（高级专科医师培训计划），从事放射性心血管非侵入性显像（CT, MR, PET/CT）和腹部显像临床工作。所从事的研究工作多次发表在国际核医学会议和美国核医学杂志上，并且多次被国际刊物和核医学会议演讲引用。其中，单血样本测定肾小球滤过率研究1996年被国际核医学肾脏清除率委员会作为制定肾小球滤过率测定操作规程依据的引用论文之一。

《临床泌尿生殖核医学》编委会

主 编	张承刚	李 沂				
副 主 编	李险峰	朱瑞森	王剑华	张永学	赵德善	牛建英
	孟小平					
特约审稿	胡国瑛	朱家瑞	Borys Krynyckyi			
委 员	(按姓氏笔画排序)					
	马寄晓	王荣福	王勤奋	冯 珏	田嘉禾	刘建中
	吴靖川	李 方	李小华	李劲松	李佳宁	杨 红
	沈 明	罗全勇	岳殿超	赵 铭	赵晋华	赵瑞芳
	徐白萱	晋建华	袁志斌	贾瑞鹏	崔瑞雪	曹剑鸣
	程 文	程木华	蒋宁一			
学术秘书	段 炼					
技术助理	刘 扬					

Foreword



M. Donald Blafox, MD, PhD.

I am delighted to write a foreword to this monumental new text on Genitourinary Nuclear Medicine edited by Drs. Yi Li and Cheng-Gang Zhang. It is a particular pleasure to note that both Drs. Li and Zhang each worked in my department for a considerable period of time. Dr. Li was at the Department of Nuclear Medicine, Montefiore Medical Center and Albert Einstein College of Medicine from 02/15/93 to 06/30/01 and Dr. Zhang was here from 07/01/88 to 07/30/91. Both were industrious contributors to the work of the department and they both exhibited a very strong interest in renal nuclear medicine during that time. Dr. Zhang continued his interest in renal nuclear medicine after he went back to China with great achievements, particularly in exercise renography. Dr. Li carried his interest in renal nuclear medicine to the nuclear medicine clinical residency training program which he entered for comprehensive training at the Montefiore Medical Center and the Albert Einstein College of Medicine after his nuclear medicine research fellowship. Dr. Li's work in my department included renal clearance techniques and studies of renal vascular hypertension as well as immunoscintigraphy of prostate cancer.

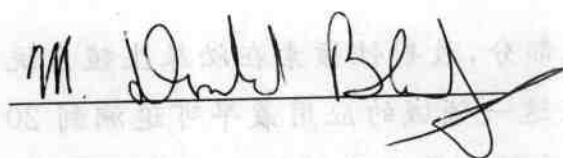
Several years ago, I was very happy and impressed when they expressed to me their enthusiasm for publishing the first Chinese textbook devoted to genitourinary nuclear medicine. I am glad that their long term interest and experience in this field has culminated in this splendid text. On a personal note, I should mention that Dr. Zhang's daughter is now employed as a technologist in my department continuing our long relationship on a personal basis. She is as intelligent and industrious as her father.

This book is more than just a primer on use of nuclear medicine techniques for kidney disease. It is comprehensive with a very wide range of subject matter and the editors recognize the importance of other imaging modalities. A review of this book will not only provide strong background material for understanding the kidney and the genitourinary tract, but also will provide an introduction to the other important imaging modalities that are used everyday in medicine. The volume provides an extensive reference for anyone who encounters an issue that needs to be resolved relating to the genitourinary tract. However, as I have already mentioned, it is likely that many questions relating to nuclear medicine and imaging can be resolved by reference to this volume.

Nuclear Medicine is a vital discipline in China. During my first visit there in 1978, there was already extensive work being done in this area. It is particularly impressive that many of the imaging devices that were used at that time were handmade in the individual Nuclear Medicine departments. Since that time, China has advanced so that at the present time there are about 80 PET and PET/CT machines throughout the country. Many are equipped with cyclotrons.

Once again, I congratulate Drs. Li and Zhang as well as the other authors in China on their remarkable achievement. This is a work to be proud of and I recommend it strongly as a major reference.

言 前
(Preface)



M. Donald Blaufox, MD, PhD.
University Professor and Chairman
Department of Nuclear Medicine
Montefiore Medical Center and the
Albert Einstein College of Medicine

GU NM Book, Foreword

10/30/06

前 言

(Preface)

核医学是现代医学的重要组成部分,放射性核素在泌尿生殖系统的应用是其重要分支之一。核素在这一领域的应用最早可追溯到 20 世纪 20 年代,Christiansen 等应用放射化学方法进行生理学测量,其临床应用是在 50 年代 Taplin 等发明肾图以后开始的。1968 年以来,国际上已举行十二届放射性核素在泌尿系统应用的研讨会,会议不仅交流临床应用的经验,而且制定技术规范,为推动核医学技术在泌尿系统的应用做出了重要贡献。我国从 20 世纪 60 年代开始应用放射性肾图诊断和研究泌尿系统疾病,40 多年来也积累了比较丰富的经验。近 10 多年来,影像医学技术发展突飞猛进,许多泌尿生殖系统的临床问题应用超声、CT 及 MRI 等非核素技术可获得解决。在此背景下,回顾和总结泌尿生殖核医学的贡献及面临的挑战,将使我们更好地应用该技术为临床医学服务,这是编写本书的初衷。

我们两位主编曾先后在国际著名的肾核医学专家 Blaufox 教授领导的美国爱因斯坦医学院核医学系研修或工作多年,李沂主编还曾在阿拉巴马大学医学院核医学科 Dubovsky 和 Russell 教授两位肾脏核医学专家指导下工作过。他们严谨求实的科研态度及科学的规范化的管理方法,给我们留下了深刻的印象,为日后从事泌尿核医学的临床研究打下了基础。这本书的出版得到了 Drs Blaufox, Dubovsky 和 Russell 的鼓励和支持。我们愿意将本书敬献给 Blaufox 教授和他领导的爱因斯坦医学院核医学系以及 Dubovsky 和 Russell 教授领导的阿拉巴马大学医学院核医学科,对他们提供的宝贵学习机会以及给予的热

心指教和支持表示衷心的感谢。

本书包括八篇共 36 章,其中基础篇 5 章,介绍泌尿生殖系统的解剖、生理、病理、临床诊断及影像学的基本知识和近年的新发展。方法学篇 7 章,介绍探测仪器、放射性药物、动静态肾显像、肾清除测定及动态肾显像的定量分析指标。一般应用篇 11 章,介绍肾核医学技术在诊断、研究泌尿系感染、梗阻性肾病、高血压、肾衰竭、测定残留肾功能、肾外伤以及 GFR、ERPF 的临床应用。小儿泌尿核医学篇 3 章,包括先天性肾病、非先天性肾病、小儿梗阻性肾病及尿返流与膀胱显像。肿瘤篇 3 章,介绍泌尿生殖系统肿瘤显像及临床应用,PET 在泌尿生殖系统肿瘤上的应用专列一章。肾上腺篇 2 章,介绍肾上腺显像及临床应用。生殖系统篇 4 章,介绍放射性核素在诊断及研究性功能障碍、睾丸疾病以及不孕不育症上的应用;其他篇 1 章,为微量分析技术在泌尿生殖系统疾病上的应用。

参加本书编写的作者共 51 位,他们来自祖国的四面八方,有长期从事核医学临床及研究工作的著名专家、教授,也有许多青年技术骨干,他们工作繁忙,为了撰写书稿,查阅了大量文献,并总结了自己的宝贵经验,力求旁征博引,为使书稿尽可能完善,少出错,不出错,有的章节修稿达 10 次之多,可见编审人员严肃、认真的科学态度。在此,我们谨向各位作者表示敬意和感谢。尽管如此,由于各章作者不同,为了保证各章的完整性,少数章节仍有重复,不妥及错误之处在所难免,敬请方家和读者不吝赐教(zcg1936@163.com;YL2215@gmail.com)。

我们要特别感谢王世真院士、周前教授应邀担任本书主审,他们从审查编写大纲开始一直关心本书的编写和出版。我们还非常感谢特邀审稿专家,西安交通大学第一医院胡国瑛教授及中国人民解放军海军总医院朱家瑞教授,他们认真审阅各章稿件,为保证本书的质量,协助主审做出了特别的贡献,谨向他们表示诚挚的感谢。我们还感谢参加部分章节审阅的苏州大学第一医院吴翼伟教授,中山大学第三医院程木华教授、中山大学第一医院岳殿超博士、山西医科大学第一医院武明

虎教授、方敬爱教授及王东文教授以及上海交通大学张承菊教授。我们还要特别感谢纽约西奈山医学院 (Mt. Saina Medical School) 医学中心核医学科的 Borys Krynyckyi, MD 副教授为此书出版提出了宝贵的修改意见。

本书编写过程中,得到山西医科大学校长郭政教授的鼓励,原子能出版社给予大力指导和帮助,太原市中心医院集团、长治医学院和平医院、山西医科大学第一医院等热心支持,各院核医学科领导、同仁以及研究生的鼎力协助,在此一并致以诚挚的谢意。

张承刚 李沂

2006 年 10 月

目 录

I 基础篇	(1)
■第一章 泌尿生殖系统解剖与组织胚胎学概论	(3)
第一节 肾脏	(3)
一、肾脏的形态和位置	(3)
二、肾脏的被膜	(4)
三、肾脏的剖面结构	(4)
四、肾脏的微细结构	(4)
五、肾脏的血管、淋巴管 and 神经	(8)
六、肾脏的组织胚胎学	(9)
第二节 上尿路(肾盂、肾盂、输尿管)	(9)
一、肾盂和肾盂	(9)
二、输尿管	(10)
第三节 膀胱	(10)
一、膀胱的形态	(11)
二、膀胱的位置	(11)
三、膀胱壁的构造	(11)
四、膀胱的组织胚胎学	(11)
第四节 尿道	(12)
第五节 男性生殖系统	(12)
一、前列腺	(12)
二、睾丸、附睾、输精管和精囊	(13)
三、阴茎	(14)
四、组织胚胎学	(15)
第六节 女性生殖系统	(16)
一、卵巢	(16)
二、输卵管	(16)
三、子宫	(17)
四、阴道	(18)
五、组织胚胎学	(18)

第七节 肾上腺	(19)
一、皮质	(19)
二、髓质	(20)
三、肾上腺的血管分布	(20)
参考文献	(20)

■第二章 泌尿生殖系统生理学概论

(21)

第一节 肾小球的滤过功能

(21)

 一、滤过膜的构成及其通透性

(21)

 二、有效滤过压、滤过率及滤过分数

(22)

 三、影响肾小球滤过的因素

(22)

第二节 肾小管与集合管的泌尿功能

(23)

 一、肾小管与集合管的重吸收作用

(23)

 二、影响肾小管与集合管重吸收的因素

(26)

第三节 尿液生成的调节与排放

(26)

 一、球-管平衡

(26)

 二、肾小球血流的重新分配

(27)

 三、神经体液调节

(27)

 四、尿的排放

(28)

第四节 生殖

(29)

 一、男性生殖

(29)

 二、女性生殖

(30)

第五节 肾上腺皮质

(32)

 一、皮质激素

(32)

 二、肾上腺皮质激素的生物学作用

(32)

 三、肾上腺皮质激素的分泌调节

(34)

第六节 肾上腺髓质

(35)

 一、髓质激素的合成

(35)

 二、髓质激素的生物学情况

(35)

 三、髓质激素分泌的调节

(36)

参考文献

(36)

■第三章 泌尿生殖系统病理学概论

(37)

第一节 泌尿生殖系统肿瘤

(37)

 一、泌尿系统肿瘤概述

(37)

 二、肾肿瘤

(37)

 三、肾盂、输尿管、膀胱和尿道肿瘤

(47)

 四、男性生殖系统肿瘤及瘤样病变

(52)

第二节 男性泌尿生殖系统感染	(54)
第三节 泌尿系统结石	(55)
一、婴幼儿尿路结石	(55)
二、成人尿路结石	(56)
第四节 泌尿生殖系统先天性畸形	(56)
一、先天性肾积水	(57)
二、输尿管囊肿	(58)
三、膀胱外翻	(58)
四、尿道下裂	(59)
五、隐睾	(59)
第五节 肾上腺疾病	(60)
一、皮质醇增多症	(60)
二、原发性醛固酮增多症	(61)
三、儿茶酚胺症	(62)
四、肾上腺性症综合征	(64)
参考文献	(66)
■第四章 泌尿生殖系统疾病临床诊断学概论	(67)
第一节 病史	(67)
一、主诉及现病史	(67)
二、既往史	(72)
三、家族史	(73)
第二节 体格检查	(74)
一、一般情况	(74)
二、肾脏	(74)
三、膀胱	(75)
四、阴茎	(75)
五、阴囊及其内容物	(75)
六、男性直肠和前列腺检查	(76)
七、女性盆腔检查	(76)
第三节 实验室检查	(76)
一、血液检查	(76)
二、尿液分析	(76)
参考文献	(81)
■第五章 泌尿生殖系统影像诊断学概论(非核医学技术)	(82)
第一节 泌尿生殖系统 X 线诊断	(82)
一、腹部平片	(82)

二、造影检查	(83)
第二节 泌尿生殖系统 CT 技术	(86)
一、基本结构和原理	(86)
二、主要优点	(86)
三、CT 检查新技术	(87)
第三节 泌尿生殖系统 MRI 技术	(87)
一、MRI 的基本原理	(88)
二、MRI 新技术	(88)
第四节 泌尿生殖系统的超声诊断	(91)
一、泌尿系统腔内导管超声	(91)
二、前列腺、精囊经直肠腔内超声	(92)
三、肾脏和输尿管	(94)
四、膀胱	(97)
五、尿道	(98)
六、尿路结石	(99)
七、阴囊	(100)
八、肾上腺	(101)
参考文献	(101)

II 方法篇 (103)

■第六章 放射性核素探测仪器	(105)
第一节 肾图仪	(105)
一、工作原理	(105)
二、组成部分	(106)
三、肾图仪的测试和调试	(106)
第二节 γ 相机	(107)
一、工作原理	(107)
二、组成部分	(108)
三、全数字化 γ 相机	(111)
四、 γ 相机的性能指标	(111)
五、 γ 相机质量控制	(113)
第三节 单光子发射型计算机断层仪	(117)
一、概述	(117)
二、SPECT 原理	(117)
三、影响 SPECT 性能和图像质量的因素	(118)
四、研究进展	(120)
五、SPECT 的质量控制(QC)	(120)

第四节 正电子发射型计算机断层仪	(122)
一、PET 组成	(123)
二、图像采集与重建	(124)
三、研究进展	(124)
四、影响 PET 性能及图像质量的因素	(125)
五、PET 质量控制	(126)
第五节 SPECT/符合线路(PET 照相机系统)	(127)
一、原理及组成	(127)
二、数据采集和重建	(128)
三、影响符合线路成像系统的其他因素	(130)
四、研究进展	(130)
参考文献	(131)
第七章 放射性药物	(132)
第一节 放射性药物的一般知识	(132)
一、放射性药物的基本概念	(132)
二、放射性药物的体内定位机制	(133)
三、放射性药物的质量控制	(135)
四、放射性药物的正确使用	(137)
第二节 肾皮质显像剂	(138)
一、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DMSA 的制备	(139)
二、主要性能	(139)
三、临床应用	(140)
第三节 肾小球滤过型显像剂	(141)
一、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 的制备与质量控制	(141)
二、主要性能	(142)
三、临床应用	(143)
第四节 肾小管分泌型显像剂	(143)
一、邻碘马尿酸(^{131}I -OIH)	(144)
二、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAG ₃	(146)
三、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -EC	(148)
第五节 肾上腺显像剂	(150)
一、肾上腺皮质显像剂(^{131}I -6 β -INC)	(150)
二、肾上腺髓质显像剂(^{131}I -MIBG)	(152)
第六节 泌尿系统新药物	(156)
一、MIBG 衍生物	(156)
二、标记奥曲肽	(158)
三、正电子药物	(162)

参考文献	(164)
第八章 肾静态显像	(166)
第一节 显像原理和药物	(166)
一、显像原理	(166)
二、显像剂	(166)
第二节 显像方法	(167)
一、显像方法	(167)
二、相对肾功能的测定	(168)
三、正常显像表现	(169)
四、异常显像表现	(170)
五、适应证	(170)
第三节 临床应用	(171)
一、肾脏感染	(171)
二、泌尿系统先天畸形	(172)
三、糖尿病肾病	(173)
四、肾移植	(174)
五、其他疾病肾功能监测	(174)
参考文献	(174)
第九章 放射性肾图与肾动态显像	(176)
第一节 放射性肾图	(176)
一、原理	(176)
二、放射性药物	(176)
三、检查方法	(177)
四、肾图分析	(177)
五、临床应用	(179)
第二节 肾动态显像	(179)
一、显像原理	(179)
二、显像剂	(180)
三、显像方法	(180)
四、图像分析	(183)
五、主要临床应用	(184)
参考文献	(185)
第十章 介入肾动态显像	(187)
第一节 概况	(187)
一、利尿肾动态显像	(187)