



全国高等医学院校本科规划教材

供临床医学、预防医学、全科医学及相关专业使用

核医学

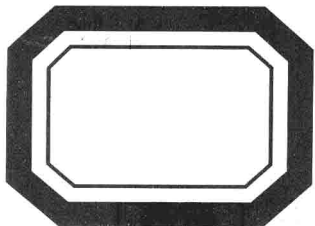
HEYIXUE

■ 主 编 / 李 龙



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS



TEXTBOOK
人民军医出版社

全国高等医学院校本科规划教材
供临床医学、预防医学、全科医学及相关专业使用

核 医 学

HEYIXUE

主 编 李 龙
副主编 李广宙 王振光 袁卫红
编 者 (以姓氏笔画为序)
于明明 扬州大学医学院附属医院
王振光 青岛大学医学院
刘 影 广州医学院第二附属医院
刘举珍 内蒙古医科大学自治区人民医院
孙俊杰 蚌埠医学院
李 龙 江苏大学临床医学院
李广宙 潍坊医学院
李芳巍 牡丹江医学院附属红旗医院
李智勇 徐州医学院
段 炼 长治医学院附属和平医院
袁卫红 昆明医科大学第二临床学院
高健青 江苏大学临床医学院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

图书在版编目(CIP)数据

核医学/李 龙主编. —北京:人民军医出版社,2013.1

全国高等医学院校本科规划教材

ISBN 978-7-5091-6093-0

I. ①核… II. ①李… III. ①核医学—医学院校—教材 IV. ①R81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 001499 号

策划编辑:徐卓立 文字编辑:高 磊 责任审读:王三荣

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8743

网址:www.pmmp.com.cn

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:20·彩页 11 面 字数:477 千字

版、印次:2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—5000

定价:39.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)

编审委员会

主任委员 王庸晋 刘学政 陶仪声

副主任委员 张树峰 王学春 关利新 李朝品 李建华
周立社 姚 磊

委 员 (以姓氏笔画为序)

马凤杰	王 雪	王亚平	王庆宝	王振杰
王福彦	王震寰	井西学	牛春雨	龙 霖
史宏灿	冯玉芝	朱大诚	刘丕峰	刘林祥
闫新明	许礼发	孙 新	孙宏伟	严 华
杜友爱	李 龙	李 松	李 娜	李幼辉
杨金香	杨保胜	杨康娟	肖建英	沙翔垠
宋国杰	张 敏	张晓林	张晓杰	张晓薇
陈 琳	陈永平	陈志伟	陈思东	陈振文
武 英	卓 朗	金 昱	金哲虎	周增桓
赵中夫	赵玉玲	赵富玺	贵亚琍	咎加禄
姜贵云	袁兆康	徐名颂	翁开源	高允生
黄 涛	睦 建	崔香淑	麻健丰	章文春
梁 勇	董 蓓	韩新荣	魏 武	

编辑办公室 郝文娜 徐卓立 曾小珍 池 静

全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)

书 目

- | | | | |
|-------------|--------|---------------|--------|
| 1. 基础化学 | 杨金香主编 | 23. 医学细胞生物学 | 杨康娟等主编 |
| 2. 有机化学 | 陈琳等主编 | 24. 循证医学 | 赵中夫等主编 |
| 3. 医用物理学 | 王亚平主编 | 25. 医学导论 | 徐名颂主编 |
| 4. 医学心理学 | 孙宏伟等主编 | 26. 诊断学 | 魏武等主编 |
| 5. 医学伦理学 | 张树峰等主编 | 27. 医学影像学 | 刘林祥等主编 |
| 6. 卫生法学 | 冯玉芝主编 | 28. 核医学 | 李龙主编 |
| 7. 医学人际沟通学 | 翁开源主编 | 29. 内科学 | 王庸晋等主编 |
| 8. 系统解剖学 | 王震寰等主编 | 30. 外科学 | 王庆宝等主编 |
| 9. 局部解剖学 | 金昱主编 | 31. 妇产科学 | 张晓薇等主编 |
| 10. 组织学与胚胎学 | 陈志伟等主编 | 32. 儿科学 | 王雪等主编 |
| 11. 生理学 | 朱大诚等主编 | 33. 传染病学 | 陈永平主编 |
| 12. 生物化学 | 周立社等主编 | 34. 耳鼻咽喉头颈外科学 | 李娜等主编 |
| 13. 分子生物学 | 肖建英主编 | 35. 眼科学 | 沙翔垠等主编 |
| 14. 病理学 | 陶仪声等主编 | 36. 神经病学 | 马风杰等主编 |
| 15. 病理生理学 | 牛春雨等主编 | 37. 精神病学 | 李幼辉主编 |
| 16. 医学微生物学 | 严华等主编 | 38. 康复医学 | 姜贵云等主编 |
| 17. 人体寄生虫学 | 孙新等主编 | 39. 中医学 | 章文春等主编 |
| 18. 医学免疫学 | 赵富玺等主编 | 40. 急诊医学 | 王振杰等主编 |
| 19. 药理学 | 高允生等主编 | 41. 全科医学概论 | 刘学政等主编 |
| 20. 预防医学 | 王福彦等主编 | 42. 口腔科学 | 麻健丰主编 |
| 21. 医学统计学 | 袁兆康等主编 | 43. 皮肤病性病学 | 金哲虎等主编 |
| 22. 医学遗传学 | 杨保胜主编 | 44. 临床技能学 | 睦建等主编 |

全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)

出版说明

医学教育是医药卫生事业发展的重要组成部分,是人民群众医疗健康保障的基础。当前我国开设临床医学专业教育的高等本科院校已有 160 余所,其中培养基层医疗卫生人才的地方医学本科院校占有较高比例,所培养的大批医学人才已经成为各级基层医疗卫生单位卫生服务及健康保障的主力。然而,我国各高校医学教育所普遍采用的专业教材,在反映不同办学层次、不同培养目标、不同人才定位等方面区分度不足,尚不能很好适应地方医学院校培养基层医疗服务人才的要求。在教育部、卫生部所大力倡导的培养具有不同内涵定位的“卓越医生”的医学教育改革背景下,紧随地方高等医药院校的医学教育改革步伐,广纳现代医学教育改革成果,建设特色鲜明、质量上乘、受众明确的医学专业教材成为当前各医学专业出版社必须完成的重要任务。

根据教育部在“十二五”期间对高校教材建设“高质量、多样化”的要求,针对地方高等医学院校临床医学专业综合改革所涉及教材建设需要,人民军医出版社组织多所本科高等医学院校,在深入调研的基础上,结合当前的教育改革形势和各院校的教学成果,启动了适用于地方医学院校的《全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)》编写的工作。

本套教材由 50 余所本科医学院校领导、教授组成编审委员会,讨论确定编写宗旨和思路,逐层分阶段召开主编、副主编联席会议及各分册教材的编写、定稿会议,保证编写出版工作顺利完成。

本套教材具有以下特色。

1. 以地方高等医学院校为主体,围绕培养具有较高医学职业精神和较强的临床实践能力,具备一定公共卫生知识体系,适合基层需要的医学人才这一目标决定教材构建和内容取舍。

2. 除遵循“三基”“五性”“三特定”的编写原则外,特别突出“三个注重”:注重素质培养,强化专业素质和人文素质的融合教育;注重解决临床实际问题的能力和主动学习能力的培养;注重教材的实用性,内容与教学过程紧密结合,编写体例灵活,易学好学。

3. 针对目前医学本科教育内容多、发展快、知识交融、层次需求多样等特点,秉承人民军医出版社教材“宜教宜学、科学严谨”的特点,遵循“从实践中来”的原则,努力使教材满足教学

实际需要,真正体现各院校鲜活的教学成果,教材内容完整、涵盖执业医师考试要求。

本套教材共 44 分册,涵盖基础、医学基础、临床医学、人文学科等不同领域,包括近阶段刚建立或发展快的学科,如“循证医学”“医学导论”“医学人际关系学”“分子生物学”“医学细胞生物学”“全科医学概论”等科目。本套教材专门设计了“学习目标”“重点提示”“问题讨论”以及“复习指导”“参考案例”等有助于教学的栏目,同时注意为师生的教与学留下发挥空间。

欢迎相关院校使用本套教材后及时反馈宝贵意见。

人民军医出版社

前 言

PREFACE

2012年5月,人民军医出版社在北京召开了由我国50余所高等医学院校的领导、医学专家参加的《全国高等医学院校本科规划教材(临床医学专业)》的编写会议,成立了由院校领导和专家代表组成的编委会。对本套教材的基本宗旨与要求,教材编写的思路、原则和目标,教材的特色定位等进行了民主、科学、认真的讨论,就一系列重要问题达成了共识,并针对参编院校和我国现阶段临床医学专业教学的现状和基层临床医学的需求,确定了本套教材的编写宗旨:“以教学型、应用型高等医学院校为编写主体,立足于培养素质高、能力强,适合基层需要的实用型医学人才,努力打造老师爱用、学生欢迎、有影响力的品牌教材。真正体现参编院校教学改革的鲜活成果。”同时确定了本套教材的编写书目,合计44个课程。

《核医学》作为本套教材的临床专业课程之一,遵照编委会确定的编写宗旨,以满足和符合高等医学院校临床医学专业5年制本科教学的基本要求,为5+3教学模式打好基础作为编写的指导方针。在坚持教材编写“三基”(理论、知识、技能);“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性);“三特定”(对象、要求和限制)的原则基础上,特别注重学生解决实际问题能力的培养,重视学生主动学习和分析思考问题能力的启发。为此目的,我们在介绍相关知识中,插入一定数量临床实践中常见问题或疑难病例,供师生在教学中展开讨论,期望促进教学过程的师生互动,提高学生的学习兴趣和主动性,加深对所学知识的理解,最终提高学生理论联系实际的应用能力。此外,本教材重视学科内容的系统性、科学性与实践性的统一,采用相对精简易懂的语言,大量典型的病例图片,对教学内容进行了图文并茂的生动描述,努力展示出教材应有的“宜教宜学、科学严谨”特点。

本教材由核医学总论和15章各论组成,其主要内容可归纳为:核医学基础知识和临床核医学两大部分。总论部分对核医学的定义、学科性质及其形成发展过程,核医学的学科分类及其主要内容,核医学在现代医学中的地位 and 我国核医学的现状,核医学在未来医学科学发展中的作用与价值等做了简要介绍和科学客观的评价。各论中第1~4章,主要介绍了与核医学密切相关的核物理、核医学仪器、放射性药品等的基础知识,阐明了核医学的重要诊断方法放射性核素显像的基本原理、类型及其方法学概况;简要介绍了检验核医学的学科特点,重点描述

了体外标记免疫分析技术的基本原理及其临床意义。第5~14章主要叙述了核医学在临床各系统疾病诊断中的应用,简要介绍了在人体各系统核医学显像与功能测定等技术的基本原理和方法,重点阐述了各项检查在临床学科相关疾病中诊断与鉴别诊断的作用和价值;第15章叙述了核医学在临床疾病治疗中的应用,简要介绍了治疗核医学的基本方法和原理,重点阐述了放射性核素在多种临床疾病治疗中的应用及其临床价值。

我们相信,通过本教材的学习,可使学生对核医学的性质、基础知识、基本原理、基本技术和临床应用等知识有深刻的理解,并能在今后的临床实践中熟练应用核医学相关技术。

本教材是全体编委和参编人员共同努力、精诚合作、悉心耕耘的成果。在本教材的编写过程中,全体编写成员遵循“实事求是、承上启下、开拓进取、科学严谨”的原则,通过集体讨论和多方交流(包括核医学专业人员、临床医生和临床专业本科学学生等),在参照历年来出版的各种《核医学》教材和相关著作的基础上,精心编排,反复修改,使本教材在章节设置、题材选择、内容表达、图文解读、学习要求、要点提示、问题讨论、复习指导等方面,基本做到了系统性、完整性、先进性和科学性的统一,可满足现阶段临床医学专业的本科教学和临床医师常规工作的基本要求。

限于作者的编写水平等因素,本教材难免存在不足或错误,恳请有关医学院校的老师、同学、临床医师和本书读者予以批评指正,在此给予感谢。

编 者

2012年12月14日

总论	(1)	二、核辐射生物效应	(22)
一、核医学的定义和学科性质	(1)	三、核辐射卫生防护	(24)
二、核医学的形成和发展	(1)	第2章 核医学仪器与放射性药物	
三、核医学的分类和主要内容	(4)	(27)
四、我国核医学的发展现状和展望	(6)	第一节 核医学仪器	(27)
第1章 核物理基础知识	(10)	一、核医学仪器的发展与分类	(27)
第一节 原子与原子核的基本特性	(10)	二、核医学仪器的基本结构与探 测原理	(28)
一、原子与原子核的组成	(10)	三、核医学显像仪器	(28)
二、原子核的分类	(11)	四、核医学功能测定仪器	(34)
第二节 原子核的衰变和活度单位	(12)	五、核医学体外分析仪器	(36)
一、核衰变	(12)	六、核医学治疗设备	(37)
二、半衰期	(14)	七、剂量测定与辐射监测仪器	(39)
三、放射性活度及其单位	(16)	第二节 放射性药物	(40)
第三节 核射线与物质的相互作用	(16)	一、放射性药物的一般概念	(40)
一、带电粒子与物质的相互作用	(16)	二、医用放射性核素的来源	(40)
二、 γ 光子与物质的相互作用	(17)	三、放射性药物的种类	(42)
三、中子与物质的相互作用	(18)	四、放射性药物的制备	(44)
第四节 核辐射探测技术	(18)	五、放射性药物的质量控制	(45)
一、核辐射探测的基本原理	(18)	六、放射性药品的使用原则	(46)
二、核辐射探测仪器的类型与工 作原理	(19)	第3章 核医学显像	(48)
第五节 辐射剂量与卫生防护	(20)	第一节 核医学显像的定义、原理 和方法	(48)
一、常用辐射量及其单位	(20)	一、核医学显像的定义	(48)
		二、核医学显像原理	(48)
		三、核素显像的基本方法	(51)
		四、核医学图像分析基本方法	(51)
		第二节 核医学显像的类型和特点	

.....	(52)	三、代谢性疾病相关检测指标的 临床应用.....	(75)
一、核医学显像的类型.....	(52)	四、心血管疾病相关检测指标的 临床应用.....	(75)
二、核医学显像信息采集方法 分类.....	(55)	五、生殖系统激素检测的临床 应用.....	(75)
三、核医学显像的特点.....	(57)	第5章 神经系统	(77)
第三节 核医学显像诊断效能评价	(58)	第一节 脑血流灌注显像.....	(77)
一、核医学显像诊断效能评价的 概念.....	(59)	一、原理和方法.....	(77)
二、评价核医学显像诊断效能的 常用统计学方法.....	(59)	二、图像分析.....	(79)
三、核医学显像诊断结果可靠性 评价.....	(62)	三、图像分析影响因素.....	(81)
第四节 核医学显像的安全性评估	(62)	四、临床应用.....	(82)
一、评估核医学显像是否安全的 必要性.....	(62)	第二节 脑代谢显像.....	(85)
二、核医学显像与 X 线显像辐射 剂量比较.....	(63)	一、原理和方法.....	(85)
三、核医学显像的安全性.....	(64)	二、图像分析.....	(87)
第4章 检验核医学	(66)	三、临床应用.....	(87)
第一节 概述.....	(66)	第三节 中枢神经递质与受体显像	(90)
第二节 体外标记免疫分析基本 原理.....	(67)	一、放射性配体类型与相关疾病	(91)
一、竞争性结合分析的基本原理	(67)	二、原理和方法.....	(91)
二、非竞争性结合分析的基本 原理.....	(68)	三、临床研究与应用.....	(92)
第三节 体外标记免疫分析技术的 类型和特点.....	(68)	第四节 脑脊液间隙显像.....	(93)
一、放射标记免疫分析的类型和 特点.....	(68)	一、原理与方法.....	(93)
二、非放射标记免疫分析的类型 和特点.....	(70)	二、正常影像.....	(94)
第四节 体外标记免疫分析的临床 应用.....	(72)	三、临床应用.....	(94)
一、甲状腺相关检测指标的临床 应用.....	(72)	第五节 比较影像学.....	(95)
二、肿瘤标志物的临床应用.....	(74)	第6章 内分泌系统	(98)
		第一节 甲状腺显像与功能测定	(98)
		一、甲状腺静态显像.....	(98)
		二、甲状腺动态显像.....	(103)
		三、甲状腺功能测定.....	(104)
		第二节 甲状旁腺显像.....	(109)
		一、原理和方法.....	(109)
		二、正常影像.....	(110)
		三、临床应用.....	(110)
		第三节 肾上腺显像.....	(111)
		一、肾上腺皮质显像.....	(111)

二、肾上腺髓质显像	(113)	四、唾液腺显像	(170)
第四节 比较影像学	(114)	第二节 核素消化道显像	(173)
一、甲状腺影像学检查	(114)	一、消化道出血显像	(173)
二、甲状旁腺影像学检查	(115)	二、异位胃黏膜显像	(174)
三、肾上腺影像学检查	(115)	三、胃食管反流显像与功能测定	(177)
第7章 心血管系统	(117)	第三节 核素示踪呼气试验	(178)
第一节 放射性核素心功能显像	(117)	一、呼气试验的种类	(178)
一、首次通过法心血池显像	(117)	二、 ¹³ C-尿素呼气试验	(178)
二、平衡法门控心血池显像	(118)	第四节 比较影像学	(179)
三、图像分析	(119)	第10章 泌尿生殖系统	(182)
四、临床应用	(122)	第一节 泌尿系统显像与功能测定	(182)
第二节 心肌显像	(124)	一、放射性核素肾图	(182)
一、心肌血流灌注显像	(124)	二、肾动态显像和 GFR、ERPF 测定	(185)
二、心肌代谢显像	(132)	三、肾静态显像	(191)
三、亲梗死心肌显像	(135)	四、膀胱输尿管反流显像	(193)
四、心脏神经受体与心肌乏氧显像	(136)	第二节 生殖系统显像与功能测定	(194)
五、心肌显像的临床应用	(137)	一、性激素测定	(195)
第三节 比较影像学	(141)	二、阴囊血流及血池显像	(195)
第8章 呼吸系统	(143)	第三节 比较影像学	(196)
第一节 放射性核素肺显像	(143)	第11章 骨骼系统	(198)
一、肺血流灌注显像	(143)	第一节 放射性核素骨显像	(198)
二、肺通气显像	(147)	一、核素骨显像的原理和方法	(198)
三、肺通气/灌注显像	(148)	二、骨关节显像原理和方法	(200)
四、临床应用	(151)	三、图像分析	(200)
第二节 下肢深静脉显像	(157)	四、临床应用	(205)
一、原理与方法	(157)	第二节 骨密度测定	(215)
二、图像分析	(157)	一、概述	(215)
三、临床应用	(158)	二、骨密度测量的方法	(215)
第三节 比较影像学	(158)	三、正常人骨量演变概况	(216)
一、相关血管影像诊断技术特点	(158)	四、影响骨量的因素	(216)
二、核素肺显像的特点	(159)	五、骨密度测量的临床指征	(216)
第9章 消化系统	(162)	六、临床应用	(217)
第一节 核素消化腺显像	(162)	第三节 比较影像学	(218)
一、肝静态显像	(162)	一、X线显像	(218)
二、肝血流灌注和肝血池显像	(165)	二、MR显像	(218)
三、肝胆动态显像	(167)		

三、SPECT 骨显像·····	(218)	四、核酸代谢显像·····	(258)
四、SPECT/CT 骨显像·····	(218)	五、乏氧代谢显像·····	(259)
五、PET(PET/CT)显像·····	(219)	六、乙酸盐代谢显像·····	(260)
第 12 章 血液与淋巴系统·····	(221)	第三节 肿瘤非特异性显像·····	(260)
第一节 放射性核素骨髓显像·····	(221)	一、 ⁶⁷ Ga 肿瘤显像·····	(260)
一、原理与方法·····	(221)	二、 ²⁰¹ Tl 肿瘤显像·····	(262)
二、图像分析·····	(222)	三、 ^{99m} Tc-MIBI 肿瘤显像·····	(263)
三、临床应用·····	(223)	四、 ^{99m} Tc-吡哆醛-甲基色氨酸	
第二节 放射性核素脾显像·····	(226)	显像·····	(263)
一、原理和方法·····	(226)	五、 ^{99m} Tc(V)-DMSA 显像·····	(264)
二、图像分析·····	(226)	第四节 肿瘤特异性显像·····	(265)
三、临床应用·····	(227)	一、肿瘤放射免疫显像·····	(265)
第三节 淋巴显像与前哨淋巴结		二、肿瘤受体显像·····	(266)
显像·····	(228)	三、肿瘤基因显像·····	(268)
一、原理和方法·····	(228)	四、肿瘤多耐药显像·····	(268)
二、图像分析·····	(229)	第五节 比较影像学·····	(268)
三、临床应用·····	(230)	第 15 章 治疗核医学·····	(271)
第四节 比较影像学·····	(231)	第一节 治疗核医学的基础知识	
第 13 章 炎症显像·····	(233)	·····	(271)
第一节 炎症显像的类型与原理		一、放射性核素治疗的原理·····	(271)
方法·····	(233)	二、放射性核素治疗的特点·····	(272)
一、 ⁶⁷ Ga 炎症显像·····	(233)	三、影响放射性核素治疗的因素	
二、标记白细胞显像·····	(234)	·····	(272)
三、标记人非特异性 IgG 显像·····	(235)	第二节 甲状腺疾病的核素治疗	
四、标记抗人粒细胞性单克隆抗		·····	(273)
体显像·····	(236)	一、 ¹³¹ I 治疗 Graves 病·····	(273)
五、标记抗生素显像·····	(236)	二、 ¹³¹ I 治疗功能自主性甲状腺	
六、标记活化内皮细胞显像·····	(237)	腺瘤·····	(276)
七、 ¹⁸ F-FDG 代谢显像·····	(237)	三、 ¹³¹ I 治疗非毒性甲状腺肿·····	(276)
第二节 炎症显像的临床应用·····	(237)	四、 ¹³¹ I 清除分化型甲状腺癌术	
一、感染性炎症·····	(237)	后残留组织·····	(277)
二、非感染性炎症·····	(239)	五、 ¹³¹ I 治疗分化型甲状腺癌转	
第三节 比较影像学·····	(241)	移灶·····	(279)
第 14 章 肿瘤核医学·····	(242)	六、 ³² P 胶体治疗甲状腺囊肿·····	(280)
第一节 概述·····	(242)	第三节 骨转移瘤治疗·····	(280)
第二节 肿瘤代谢显像·····	(243)	一、骨转移瘤治疗基础知识·····	(280)
一、葡萄糖代谢显像·····	(243)	二、 ⁸⁹ SrCl ₂ 治疗骨转移瘤·····	(282)
二、氨基酸代谢显像·····	(257)	三、 ¹⁵³ Sm-EDTMP 治疗骨转	
三、磷脂代谢显像·····	(258)	移瘤·····	(283)

四、 $^{186}\text{Re}/^{188}\text{Re}$ -HEDP 治疗骨转移瘤	(283)	二、核素敷贴治疗皮肤疾病	(290)
第四节 血液疾病治疗	(284)	三、核素敷贴治疗眼、耳、鼻、咽疾病	(292)
一、核素治疗血液系统疾病的基础知识	(284)	第七节 锝 ^{99}Tc]亚甲基二膦酸盐的临床应用	(293)
二、 ^{32}P 治疗真性红细胞增多症	(285)	一、 ^{99}Tc -MDP 治疗的基础知识	(293)
三、 ^{32}P 治疗原发性血小板增多症	(286)	二、类风湿关节炎治疗	(295)
第五节 放射性粒子植入治疗	(286)	三、股骨头无菌性坏死治疗	(296)
一、放射性粒子植入治疗的基础知识	(286)	四、骨质疏松治疗	(296)
二、粒子植入治疗前列腺癌	(287)	五、骨转移瘤疼痛治疗	(297)
三、粒子植入治疗肝癌	(288)	六、Graves 眼病治疗	(297)
四、粒子植入治疗脑肿瘤	(289)	第八节 放射性核素导向治疗	(298)
五、外科手术中粒子植入治疗	(289)	一、放射受体导向治疗	(298)
第六节 放射性核素敷贴治疗	(289)	二、放射性核素介入治疗	(299)
一、核素敷贴治疗的基础知识	(290)	三、放射免疫导向治疗	(301)
		参考文献	(304)
		彩图	(305)

丽·居里和皮埃尔·居里(Pierre Curie)成功提取了放射性镭和钋,揭开了人类探索和研究放射性现象及放射性物质的序幕。不久,这些天然放射性物质和放射线作用引起了医学家的兴趣并被试用于某些疾病的治疗,如:在1901—1905年,就有多位学者开始研究天然镭在皮肤结核病、肿瘤、突眼性甲状腺肿等疾病中的治疗作用。这些放射性物质的早期医学研究和应用被认为是核医学的开端。由于这些天然的放射性核素半衰期较长、质量数较大或射线类型不适合,限制了它们在医学中的应用。

(二)发展阶段

1932年,欧内斯特·奥兰多·劳伦斯(Ernest Orlando Lawrence)等创建了第一台回旋加速器用来研制人造放射性核素;1934年,居里夫人第一次成功制备了人工放射性核素 ^{32}P ;而恩里科·费米(Enrico Fermi)等利用中子轰击产生放射性核素的核物理研究成果,开启了人工制造放射性核素的里程碑。上述科学家的伟大成就,为此后许多学者应用人工放射性核素对疾病进行诊疗和研究提供了物质和理论基础,促进了放射性核素及其相关技术在基础医学和临床医学中的应用。如用氘水(deuterium water,分子式 D_2O 或 $^2\text{H}_2\text{O}$)测定全身水含量,首次在人体应用稳定性核素分析技术;利用 ^{32}P -磷酸盐观察骨矿物质成分再补充的研究;利用 ^{32}P 治疗白血病的研究;利用 ^{24}Na 进行人体钠转运动态生理学研究;利用 ^{128}I 进行甲状腺碘代谢的生理学研究;利用 ^{89}Sr 观察其在骨转移病灶中摄取情形的研究;利用 ^{14}C 作为示踪剂进行医学和药物学的研究;利用 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症(简称甲亢)等的研究均为医学科学的发展做出了巨大贡献。

进入20世纪40年代,核科学技术迎来了大发展时期,人类社会开始步入原子能时代。在这一时期里,人类历史上第一座原子核反应堆问世,开启了又一座人工制造放射性核素的里程碑,使人工放射性核素的大量生产成为可能;与此同时,核物理、核化学、粒子探测技术、放射性核素分析技术、核电子学和计算技术等科学技术的发展,加快了原子能科学技术的发展步伐,使该项技术在各个领域得到了广泛应用。在医学领域的基础研究和临床应用方面更是硕果累累,如应用放射性 ^{131}I 治疗甲亢的研究成果,揭开了临床医学大量使用 ^{131}I 治疗甲亢的历史;甲状腺恶性肿瘤放射性碘浓聚的分析研究,为 ^{131}I 治疗甲状腺癌奠定了理论基础; ^{131}I -二碘荧光素(diiodofluorescein)、 ^{32}P 示踪技术和伽马探头(GM detector)技术的应用,在协助外科医师进行脑瘤病灶的探测中发挥了重要作用;利用 ^{131}I -人血清白蛋白进行人体心脏血池造影,为放射性核素在心血管疾病诊断中的应用和研究提供了方法学基础;利用放射性碘化标记抗原技术进行免疫学中的抗原-抗体结合反应的研究,为标记免疫分析技术的发展奠定了理论和方法学基础;本尼迪克特·卡森(Benedict Cassen)应用闪烁探测仪进行甲状腺核素检查,发明了同位素闪烁扫描仪,通过逐点打印获得器官的图像,这就是最早的功能代谢图像,开创了放射性核素显像(radionuclide imaging)的先河;在放射性药物方面, ^{131}I 被美国FDA批准列入甲状腺病人的使用药物,成为第一个被核准的放射性药品。至此,核技术在基础医学研究和临床医学诊疗中已得到广泛应用,其研究成果和方法技术在促进医学科学的发展中发挥着极其重要的作用,使核技术在医学领域的研究和应用中表现出鲜明的专业学科特色,为核医学的形成和快速发展奠定了扎实的基础。故在1953年,美国科学家罗伯特·纽威尔(Robert Newell)首先提出了“Nuclear medicine”的概念,初步确立了医学领域一门新兴学科——核医学的雏形,从而揭开了现代核医学的发展序幕。

(三) 现代核医学

从 20 世纪 50 年代开始,随着核技术和医学科学等现代科学技术的飞速发展,核医学诊疗技术得到了空前的发展,其主要表现体现在以下三个方面。

1. 核医学影像诊断 从早期的放射性核素闪烁扫描开始,随着伽马闪烁照相(γ Camera)、计算机断层成像(computed tomography, CT)等技术和许多放射性药物的研制成功,单光子发射型计算机断层显像(single photon emission computed tomography, SPECT)和正电子发射型计算机断层显像(positron emission computed tomography, PET)等核医学影像技术和设备相继诞生,极大地提高了核医学影像技术的诊断水平,使核医学影像在临床诊疗中发挥了极其重要的作用。进入 21 世纪,医学影像融合技术的发展,使核医学影像技术与电子计算机 X 射线断层扫描(electronic computer X-ray tomography technique, X-CT)和磁共振成像(nuclear magnetic resonance imaging, MR)等技术相融,诞生了 SPECT/CT、PET/CT 和 PET/MR 等全新的核医学影像设备,实现了功能代谢影像与解剖结构影像的统一,成功获得了高清晰的脑、心脏等组织器官的血流灌注、氧耗量、葡萄糖代谢、蛋白质代谢、脂肪代谢和神经受体等影像,开创了无创性活体人脑功能、心肌活力、受体分布、基因表达和药动学等方面的分子影像研究工作。

2. 核医学检验分析 1959 年,美国学者罗莎琳·萨斯曼·耶洛(Rosalyn Sussman Yalow)博士与所罗门·艾伦·伯森(Solomon Aaron Berson)医生合作,运用放射性核素示踪技术结合免疫学方法,创建了放射免疫分析法(radioimmunoassay, RIA),开创了多肽类激素测定技术的新纪元。RIA 在临床内分泌代谢疾病的诊断中得到了迅速推广和应用,极大地推动了内分泌学等生命科学的发展,不仅引起生物活性物质分析技术的一场革命,也为以后崛起的标记免疫分析技术和核医学的分支学科——检验核医学的发展奠定了基础。目前,检验核医学相关技术,在物质的体内分布、代谢、转化规律揭示,功能酶活性测定,核酸序列分析,受体分布和药理特性等研究方面,以其超微量分析的高灵敏度、高特异性和简便快速等特点而优于其他定量分析方法,被广泛应用于医学领域的各个学科。

3. 核医学治疗 放射性核素治疗是核技术在医学领域最早的应用成果。早年的核素治疗主要集中在甲状腺疾病和浅表性皮肤疾病等的治疗。随着放射性核素标记技术、单克隆抗体技术、新的放射性核素制备技术和分子影像技术的发展,以及放射 α 粒子核素的应用等,都给放射性核素治疗的发展提供了丰富的物质和理论基础。由此而诞生了一系列新的核素治疗方法和技术,如: ^{131}I -MIBG 治疗恶性嗜铬细胞瘤、神经母细胞瘤和甲状腺髓样癌; ^{89}Sr 和 ^{153}Sm -EDTMP 治疗转移性骨肿瘤;组织间粒子(^{125}I 或 ^{103}Pb)植入治疗;带源支架(stents)和 ^{188}Re 等对冠状动脉狭窄和预防术后再狭窄的治疗;放射免疫治疗;转基因治疗和发射 α 粒子或俄歇电子的核素靶向治疗等。此外,短半衰期核素 ^{211}At 、 ^{212}Bi 和兼 β 、 γ 射线的 ^{153}Sm 、 ^{186}Re 以及 ^{188}W - ^{188}Re 发生器等的应用,都给核素治疗开辟了新的途径。

目前,现代核医学相关技术及其诊疗方法的临床应用和科学研究已涵盖人体各大系统,其学科建设、医学教育和医学科研等方面都取得了长足的进步,发生了巨大的变化。尤其是近 20 年来,核医学诊疗技术在疾病的生物治疗和疗效评估,基因治疗及其监测,干细胞生长、繁殖、迁移监测,以及新的基因分子药物的开发和筛选等生命科学研究领域有了越来越广泛的应用,使现代核医学跨入了分子核医学(molecular nuclear medicine)的崭新时代,成为新世纪最具发展前景和最有生命力的医学学科。正如诺贝尔化学奖得主、多种放射性核素和超铀元素

的发现者、美国核化学家格伦·西博格(Glenn Theodore Seaborg)教授所说:“在当今被称作核医学领域的早期研究者,未曾想到他们的工作,会在疾病和创伤的诊断与治疗上引起了一场革命。”

三、核医学的分类和主要内容

(一)核医学的学科分类

根据核医学在医学领域的应用范围、研究重点和主要任务的不同,可将核医学分为:实验核医学(experimental nuclear medicine)和临床核医学(clinical nuclear medicine)两大学科。

随着相关学科技术的发展,核医学在医学领域的诊疗项目和研究方法日益增多,又派生出多个分支学科,如按核医学在临床医学诊疗中的应用,分类为诊断核医学和治疗核医学;而诊断核医学依据其采用的方法和技术手段的不同又分为影像核医学(imaging nuclear medicine)和检验核医学(laboratory nuclear medicine)。此外,还可按核医学在人体不同系统和不同疾病中的应用派生出内分泌核医学、心血管核医学或核心脏病学、神经核医学、肿瘤核医学等。进入 21 世纪,随着分子医学的快速发展,核医学与分子生物学技术相互融合,形成了新的核医学分支学科——分子核医学,为未来核医学的发展指明了方向。

链接

目前,影像核医学和检验核医学作为应用最普及的核医学分支学科,已有专业教材出版,用于五年制影像医学和检验医学的本科教学,其他种类的核医学分支学科也有很多专著问世。

(二)核医学各分支学科的主要内容

1. 实验核医学 实验核医学是利用核技术进行医学和生命科学研究,以揭示正常生理、生化及病理过程,探索生命现象的本质和物质代谢基础为主要目标的一门基础性边缘学科。其主要任务是创立新的诊疗技术和方法,为基础医学研究和临床医学各学科开展诊疗工作和科学研究提供相应的核技术指导。主要技术包括:放射性核素分析、核素稀释法、放射性核素示踪、体外放射分析、放射自显影、稳定核素分析、加速器质谱分析(accelerator mass spectrometric analysis, AMS)和生物芯片等技术。以上技术在机体物质代谢、细胞动力学、药动学、分子生物学、分子影像学等领域的基础研究和临床应用中发挥了其他学科和实验技术不可替代的重要作用。

2. 临床核医学 临床核医学是利用核技术来诊断、治疗和研究疾病的学科。其主要任务是对临床相关疾病进行诊断和治疗,这一点与其他临床学科一样。其不同点是临床核医学对疾病的诊断和治疗是跨系统的,尤其是诊断项目几乎涵盖人体各大系统,其诊疗技术和方法更是名目繁多。故临床核医学又有影像、检验和治疗核医学等分支学科。

(1)影像核医学:又称为放射性核素显像或核素影像学,它是研究利用放射性核素示踪技术进行医学成像诊断疾病,并探索其机制与相关技术理论的核医学分支学科,也是现代医学影像、分子影像和分子医学研究领域极其重要的支柱性学科。

影像核医学的传统显像方法是将放射性核素显像剂引入受检者体内,通过 γ 闪烁照相、SPECT、PET等显像设备,在体外对靶器官或病变组织集聚的放射性核素发射的 γ 射线进行采集和处理,从而获得能反映其血流灌注、功能代谢、形态位置和大小等状况的影像。随着医