

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材配套教材
卫生部“十二五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材配套教材

全国高等学校配套教材

供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

核医学

——临床和教学参考书

第2版

主 编 王荣福 李少林

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材配套教材

卫生部“十二五”规划教材配套教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材配套教材

全国高等学校配套教材

供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

核医学

——临床和教学参考书

..... 第2版

主 编 王荣福 李少林

副主编 闫平 庞华 张建华

编 者 (以姓氏笔画为序)

马庆杰 吉林大学中日联谊医院
王 铁 首都医科大学附属北京朝阳医院
王荣福 北京大学第一医院
匡安仁 四川大学华西医院
闫 平 北京大学第一医院
关晏星 南昌大学第一附属医院
安 锐 华中科技大学同济医学院附属协和医院
李小东 天津医科大学第二医院
李少林 重庆医科大学
李亚明 中国医科大学附属第一医院
李思进 山西医科大学第一医院
李前伟 第三军医大学西南医院
李路平 清华大学第一附属医院
杨志杰 哈尔滨医科大学附属第一医院

吴 华 厦门大学附属第一医院
何作祥 中国医学科学院阜外心血管病医院
张 宏 浙江大学医学院附属第二医院
张永学 华中科技大学同济医学院附属协和医院
张建华 北京大学第一医院
陈 跃 泸州医学院附属医院
金 刚 哈尔滨医科大学附属第二医院
庞 华 重庆医科大学附属第一医院
赵长久 哈尔滨医科大学附属第四医院
段 东 重庆医科大学附属第一医院
俸家富 绵阳市中心医院
黄 钢 上海交通大学医学院附属仁济医院
蒋宁一 中山大学附属第二医院
韩建奎 山东大学齐鲁医院
谢建平 川北医学院附属医院
缪蔚冰 福建医科大学附属第一医院

主编助理 闫平 段东

 人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

核医学/王荣福,李少林主编.—2版.—北京:人民卫生出版社,2014

临床和教学参考书

ISBN 978-7-117-19871-4

I. ①核… II. ①王…②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(2014)第242989号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询,在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导,医学数据库服务,医学教育资源,大众健康资讯

版权所有,侵权必究!

核医学——临床和教学参考书

第2版

主 编:王荣福 李少林

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

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:787×1092 1/16 印张:33 插页:20

字 数:887千字

版 次:2008年11月第1版 2015年1月第2版

2015年1月第2版第1次印刷(总第2次印刷)

标准书号:ISBN 978-7-117-19871-4/R·19872

定 价:79.00元

打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: 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)

▶ 前 言

为贯彻教育部关于进一步深化教学改革和加强教材建设精神,全国高等医药教材建设研究会研究决定启动第八轮“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材、卫生部“十二五”规划教材和全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材——《核医学》主干教材(学生用书)的编写,并且已由人民卫生出版社出版发行。该书是在各医药院校的大力支持下,由人民卫生出版社精心策划并组织全国高等医药院校长年从事核医学医疗、教学和科研的一线教师联合编写,被誉为中国医学教育的“干细胞”《核医学》教材,充分体现了权威性、实用性和科学性。

为了广大师生能更深入地“教好”和“学好”本教材,遵循五年制临床医学专业培养目标,体现以“5+3”(5年本科教育、3年临床规范化培训实践)为主体的临床医学教育综合改革精神,坚持三基(基础理论、基本知识、基本技能)和五性(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性),注重强化创新能力与实践能力的培养,加强培养医学生灵活运用核医学知识解决临床实际问题能力,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件,我们在《核医学》主干教材基础上编写了配套教材《核医学——临床和教学参考书》《核医学实习指导》《核医学学习指导与习题集》及系列网络增值服务。

为了给任课教师的教学提供方便,使学生能更好理解和全面掌握核医学大课传授的理论知识,理论紧密结合临床实践,《核医学——临床和教学参考书》教材再版,克服和改变传统的灌输式的教育方法,遵循“以学生为中心,以问题为切入点”,充分调动教师教学的能动性和学生求学的积极性,营造教与学互动的氛围。该教材内容全面而精炼,概念准确,层次清晰,重点突出,注重实用。它不完全是《核医学》主干教材学生用书的翻版与扩增,而是来自全国高等医学院校奋战在教学一线的老教师们多年来从事临床医学教育的集体智慧结晶,书中字字句句都凝练了老师们宝贵的临床教学经验和体会。本书是一本难得的核医学临床与教学参考书。

《核医学——临床和教学参考书》全书分为绪论、核医学基础和临床诊断与治疗核医学,共24章,其章次顺序、内容与《核医学》主干教材相匹配。根据临床与教学参考书特点,参考了国内外各类教科书以及近期研究成果,除了每一个章节内容上更加完整、系统以外,还将全新的教学方法和理念贯穿在每一个章节。第1至第7章为核医学基础知识,这部分内容主要涉及核物理、仪器、药物、体外分析技术、辐射防护和核医学核素示踪技术基本理论,同时与时俱进,在上一版基础上增加了近年来核医学示踪技术和分子生物学技术相互交融而异军崛起的核医学分子影像技术新概念、新观点及其在分子医学的应用前景;第8章至第18章主要内容为临床诊断核医学,包括功能测定、放射性核素显像在各系统疾病诊断临床应用;第19章至第24章为临床治疗核医学,突出核素示踪技术在疾病靶向治疗的临床应用价值,并阐述了各学科之间的交叉融合与各种治疗手段的综合运用是核医学放射性核素治疗的主要发展趋势。与主干教材比较,在相关章节增加了解剖及病理生理、分子影像技术的发展与核医学分子影像、PET/CT在肿瘤诊断、治疗的应用和放射性核素靶向治疗内容,详细描述了相关原理与方法,拓展了其应用,填补了最新

进展与前景,尤其增加了与相关医学影像学检查、体外非放射性分析技术和其他治疗方法的客观比较等。鉴于放射性核素显像为功能代谢显像特色,书中精选图两百余幅,表格五十余张,图文并茂。本教材力图通过学习核医学内容并结合相关专业基础知识,使学科交叉相互渗透,提高学生今后在临床实践中对疾病进行诊断、鉴别诊断及治疗的分析和解决问题的能力,同时为了教与学的相互配合和相互促进,进一步调动学生学习兴趣与再提高,书中还编入了国内外主要参考文献和网络查询。

将《核医学》主干教材、《核医学——临床和教学参考书》《核医学实习指导》《核医学学习指导与习题集》和系列网络增值服务功能有机集为一体的系统和规范教材的问世,将极大地方便教师教学,有利于学生复习与巩固,同时为核医学专业资格、核医学技术专业资格晋升考试提供了很好的复习素材。

编写过程中得到有关高等医学院校领导的鼎力支持和各位编写者的通力合作,本书主编助理闫平副教授在统稿过程中做了大量工作,人民卫生出版社编辑老师从教材编写启动、编写和定稿中给予指导,在此一并致谢。

编写本书要求高、时间短,内容丰富精练、简明扼要。教材新编,难免存在错误和不妥之处,真诚地希望广大读者批评指正。

王荣福 李少林

2014年5月

目 录

绪论	1
第一节 核医学的定义和内容	1
第二节 核医学的特点	2
第三节 核医学的发展历史和现状	3
一、核医学的发展历史	3
二、核医学的发展现状	4
第四节 核医学教学问题探讨	7
第一章 核物理知识	9
第一节 核素、同位素、同质异能素	9
一、原子组成	9
二、核素、同位素、同质异能素	10
三、放射性核素与稳定性	10
第二节 放射性衰变	10
一、核衰变类型	10
二、核衰变规律	13
第三节 射线与物质的相互作用	14
一、带电粒子与物质的相互作用	14
二、光子与物质的相互作用	15
第二章 核医学仪器	17
第一节 放射性探测仪器的基本原理	17
一、放射性探测的基本原理	17
二、放射性探测仪器的基本构成和工作原理	18
三、 γ 照相机的基本结构	21
第二节 SPECT、SPECT/CT 和符合线路 SPECT	22
一、SPECT 基本结构	22
二、SPECT 工作原理	22
三、SPECT 成像特点	23
四、SPECT 数据采集和断层图像重建	23
五、SPECT/CT 图像融合技术	24

六、符合线路 SPECT	24
第三节 PET、PET/CT、PET/MR 及小动物 PET	24
一、PET 基本结构及原理	24
二、PET/CT	25
三、PET/MR	26
四、小动物 PET	26
第四节 脏器功能测定仪器	26
一、甲状腺功能测定仪	26
二、肾功能测定仪	27
三、多功能仪	27
第五节 体外样本测量仪器及辐射防护仪器	27
一、 γ 闪烁计数器	27
二、手持式 γ 射线探测器	27
三、活度计	28
四、液体闪烁计数器	28
五、表面污染和工作场所剂量监测仪	28
六、个人剂量监测仪	28
第三章 示踪技术与核医学显像	30
第一节 概述	30
第二节 放射性核素示踪技术	32
一、定义	32
二、示踪原理	32
三、方法学特点	33
四、主要类型及其特点	34
五、主要技术环节	43
第三节 放射性核素显像技术	46
一、方法学原理	46
二、显像类型与特点	49
三、图像分析要点	52
四、核医学影像与其他影像的比较	55
第四章 放射性药物	58
第一节 放射性药物的概念、分类及特点	58
第二节 诊断用放射性药物	59
第三节 治疗用放射性药物	60
第四节 放射性药物中的核素来源	61
第五节 放射性药物的质量控制	62
一、物理检定	62

二、化学检定	63
三、生物学检定	63
第六节 放射性药物的正确使用原则	63
一、正当化和最优化	63
二、小儿应用原则	64
三、哺育期妇女应用原则	64
第五章 分子影像技术的发展与核医学分子影像	65
第一节 概述	65
一、分子影像概念	65
二、分子影像特点	65
第二节 核医学分子影像	66
一、分子核医学的基本概念	67
二、核医学分子影像的特点	67
三、核医学分子影像的主要内容	68
四、核医学分子影像学技术在疾病诊断、治疗及研究方面应用的优势	74
第六章 体外分析技术	77
第一节 放射免疫分析	77
一、基本原理	77
二、基本试剂	78
三、质量控制	80
第二节 免疫放射分析	83
一、基本原理	84
二、免疫放射分析与放射免疫分析的异同	84
第三节 非放射免疫分析	85
一、酶标记免疫分析	85
二、化学发光免疫分析技术	86
三、时间分辨荧光免疫分析	87
四、胶体金标记分析技术	87
第四节 体外分析技术的发展和现状	88
一、体外分析技术的发展和现状	88
二、放射免疫技术的前景	88
三、免疫分析标记技术进展	89
第七章 放射防护	91
第一节 辐射剂量单位	91
一、照射量	91
二、吸收剂量	91

三、当量剂量	92
第二节 作用于人体的放射源	92
一、天然本底辐射	92
二、人工辐射	96
第三节 放射性对人体的影响	98
一、确定性效应与随机效应	98
二、影响辐射生物效应的因素	98
三、辐射损伤的化学基础	100
第四节 辐射防护的原则和措施	101
一、放射防护的基本原则	101
二、外照射防护的措施	102
三、内照射防护	102
第五节 核医学辐射防护	102
一、核医学防护的重要性和防护原则	102
二、非密封源工作单位的分级	103
三、临床核医学工作场所的放射防护要求	104
四、放射性药物操作的一般放射防护要求	104
五、临床核医学治疗的放射防护要求	105
六、核医学诊断中的活度指导水平	105
七、放射性废物处理	108
八、个人健康监测	109
九、临床核医学放射卫生防护新标准	109
第六节 工厂、矿山放射职业卫生特点	110
第八章 内分泌系统	112
第一节 甲状腺	112
一、甲状腺功能的体外分析技术	112
二、甲状腺功能的体内试验	115
三、甲状腺显像	120
第二节 甲状旁腺显像	129
一、显像原理	129
二、显像剂	129
三、显像方法	129
四、适应证与禁忌证	130
五、图像分析	130
六、临床应用	130
第三节 肾上腺显像	131
一、肾上腺髓质显像	131
二、肾上腺皮质显像	133

第九章 心血管系统	136
第一节 心脏的解剖、血供与神经支配	136
一、解剖与结构	136
二、血供	136
三、神经支配	137
四、心脏的病理生理	137
第二节 心肌显像	138
一、心肌血流灌注显像	138
二、心肌代谢显像	149
三、心脏神经受体显像	151
四、心肌阳性显像	153
五、临床应用	155
六、心肌显像与相关诊断技术的比较	161
第三节 心血池与心脏功能显像	162
一、原理与方法	162
二、图像分析	164
三、临床应用	166
四、核素心脏功能显像与相关影像技术的比较	170
第四节 心血管核医学进展	170
一、PET/CT 心肌显像	170
二、心肌凋亡显像	172
三、动脉粥样硬化斑块显像的实验研究	172
四、心脏报告基因显像	174
第十章 PET/CT 在肿瘤诊断、治疗中的应用	177
第一节 PET/CT 断层显像的发展与优势	177
第二节 PET 常用于肿瘤显像的方法和显像剂	177
一、葡萄糖代谢显像	178
二、其他代谢显像剂	181
第三节 PET/CT 在肿瘤诊治中的临床应用	182
一、在肿瘤诊断中的应用	182
二、在肿瘤分期与再分期中的应用	184
三、肿瘤治疗过程中的疗效监测和治疗后的疗效评价	187
四、在肿瘤预后评价中的应用	188
五、PET/CT 的成本效益分析	189
第四节 肿瘤放射治疗中功能靶区应用	189
一、 ^{18}F -FDG PET/CT 在确定肿瘤治疗靶区中的优势	189
二、PET 与放射治疗计划	190
第五节 核医学肿瘤显像与其他影像的比较	191

一、与传统影像检查的比较	191
二、与其他分子影像学技术的比较	192
第十一章 其他亲肿瘤显像	195
第一节 ^{67}Ga 、 ^{201}Tl 肿瘤显像	195
一、 ^{67}Ga 肿瘤显像	195
二、 ^{201}Tl 肿瘤显像	199
第二节 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 标记放射性药物肿瘤显像	201
一、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 肿瘤显像	202
二、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin 肿瘤显像	205
三、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (V) -DMSA 肿瘤显像	206
第三节 肿瘤受体显像	207
一、显像原理与方法	207
二、生长抑素受体显像	207
三、血管活性肠肽受体显像	208
四、雌激素和雄激素受体显像	208
五、RGD 肽类肿瘤受体显像	208
六、肿瘤受体显像的发展趋势	209
七、相关进展	209
第四节 肿瘤放射免疫显像	209
一、显像原理	209
二、显像剂与方法	210
三、临床价值	210
四、RII 的应用前景	210
第五节 肿瘤乏氧显像	211
第六节 前哨淋巴结显像	211
一、前哨淋巴结显像	212
二、前哨淋巴结显像或探测的临床应用	212
第七节 进展与展望	212
第十二章 骨、关节系统	216
第一节 骨、关节系统解剖与生理	216
一、骨的形态	216
二、骨的结构	217
三、骨髓、软骨和关节	217
四、骨的化学成分和生理	217
第二节 骨显像的原理、方法和图像分析	219
一、显像原理	219
二、骨显像剂	220

三、骨显像的方法	221
四、骨显像图像分析	224
第三节 关节显像	229
一、显像剂与显像原理	229
二、显像方法	229
三、图像分析	230
第四节 骨、关节显像的临床应用	230
一、适应证	230
二、临床应用	231
第五节 骨密度的测量	250
一、常用的骨密度测量原理与方法	250
二、影响因素和诊断标准	251
三、临床应用	253
第六节 ^{18}F -FDG PET 骨骼恶性肿瘤显像	254
一、原理	254
二、显像剂	254
三、方法	254
四、结果判断	254
五、临床应用	254
第七节 骨显像与相关影像学检查比较	255
第十三章 神经系统	258
第一节 概述	258
一、神经系统解剖与生理	258
二、脑的血液供应	259
三、脑的结构和功能定位	260
第二节 常用显像方法和原理	261
一、脑血流灌注显像	261
二、脑代谢显像	265
三、脑受体显像	266
四、脑脊液间隙显像	270
五、脑血管和血脑屏障功能显像	271
第三节 临床应用	272
一、脑血管疾病	273
二、癫痫	274
三、阿尔茨海默病	275
四、帕金森病和亨廷顿病	276
五、脑积水、脑脊液漏、脑脊液分流术后疗效观察	278
六、脑肿瘤	279

七、其他	280
第四节 与相关影像学检查比较	284
第五节 神经核医学新进展	285
第十四章 呼吸系统	289
第一节 解剖与生理概述	289
一、解剖	289
二、生理	290
第二节 肺灌注与通气功能显像	291
一、肺灌注显像	291
二、肺通气显像	293
第三节 其他肺功能显像	296
一、呼吸道黏膜纤毛清除功能显像	296
二、肺上皮细胞通透性及其功能测定	297
第四节 临床应用	298
一、肺血栓栓塞症	298
二、肺减容手术前后功能评价与预测	299
三、COPD 评价	302
四、肺上皮细胞通透性及其功能测定的临床应用	302
第五节 双下肢深静脉显像	304
一、原理	304
二、显像剂	304
三、显像方法	304
四、影像分析	304
五、临床应用与评价	304
第六节 与其他相关影像学比较	306
一、超声心动图	306
二、CT 肺血管造影	306
三、磁共振肺血管造影	307
四、导管肺血管造影	307
第七节 进展与展望	308
一、肺灌注断层显像	308
二、呼吸门控显像	308
三、肺血栓阳性显像	309
第十五章 泌尿系统	313
第一节 解剖生理简介	313
第二节 肾动态显像	315
一、原理与方法	315

二、适应证和禁忌证	319
三、图像分析	319
四、临床应用	321
五、与相关学科的比较	334
第三节 肾功能测定	334
一、肾图	334
二、肾小球滤过率测定	339
三、肾有效血浆流量测定	341
第四节 肾静态显像	342
一、原理与方法	342
二、适应证和禁忌证	344
三、正常影像	344
四、临床应用	344
第五节 膀胱显像	346
一、原理与方法	347
二、图像分析	347
三、临床应用	348
第六节 与其他相关检查技术的比较	348
第七节 进展	349
第十六章 造血系统和淋巴系统	352
第一节 解剖和生理功能	352
一、血液系统	352
二、淋巴系统	353
第二节 骨髓显像	354
一、骨髓解剖和生理功能	354
二、显像原理和显像剂	354
三、显像方法	357
四、图像分析	357
五、临床应用	359
第三节 脾显像	361
一、显像原理	361
二、显像剂	361
三、显像方法	362
四、正常图像	362
五、临床应用	362
第四节 淋巴显像	364
一、显像原理	364
二、显像剂	364

三、显像方法	365
四、图像分析	366
五、临床应用	367
第五节 血容量和红细胞寿命测定	368
一、概述	368
二、基本概念	369
三、血液成分	369
四、放射性核素标记血液细胞成分	370
五、红细胞容量测定	370
六、血浆容量测定	371
七、全血容量测定	372
八、红细胞寿命测定	372
九、临床作用	373
十、注意事项	373
第六节 新进展和比较影像	373
一、骨髓显像新进展和比较影像	374
二、脾显像进展和比较影像	374
三、淋巴显像进展和比较影像	375
第十七章 消化系统	377
第一节 解剖与生理基础	377
一、消化管	377
二、消化腺	377
三、肝脏	378
四、胆囊和胆道	378
第二节 消化道出血显像	379
一、 ^{99m}Tc 标记硫胶体消化道出血显像	379
二、 ^{99m}Tc -RBC 消化道出血显像	380
三、 ^{99m}Tc -RBC 和 ^{99m}Tc 胶体作消化道出血显像的比较	381
第三节 异位胃黏膜显像	381
一、原理	382
二、方法	382
三、正常影像	382
四、异常影像	382
五、临床价值	383
第四节 消化道动力学研究	383
一、食管通过显像	383
二、胃食管反流显像	385
三、胃排空试验	387

四、十二指肠-胃反流显像	392
五、肠道转运时间测定	392
六、肠道蛋白丢失	393
第五节 唾液腺显像	393
一、原理	393
二、方法	393
三、正常影像	393
四、临床意义	394
第六节 放射性核素肝胆动态显像	394
一、原理	394
二、显像剂	395
三、显像方法	396
四、适应证	398
五、正常影像	399
六、临床应用	399
七、临床评价	403
第七节 肝血流灌注和肝血池显像	403
一、原理和显像剂	403
二、显像方法	403
三、适应证	404
四、正常影像	404
五、异常影像和临床意义	405
六、临床评价	405
第八节 肝胶体显像	406
一、原理	406
二、显像剂	406
三、显像方法	406
四、适应证	407
五、正常影像	407
六、异常影像及临床意义	407
七、临床应用和评价	409
第九节 消化系统核医学中的非影像学方法	409
一、 ^{14}C -尿素呼吸试验诊断幽门螺杆菌感染	409
二、 ^{14}C -氨基比林呼气试验评价肝功能	410
三、标记乳糖试验测定肠道转运时间	410
四、脂肪和碳水化合物肠道吸收障碍	410
五、其他呼吸试验	410
第十八章 炎症	412

第一节 ^{18}F -FDG 炎症显像	413
一、原理	413
二、临床应用	413
第二节 其他炎症显像	415
一、 ^{67}Ga 显像	415
二、放射性核素标记白细胞显像	416
三、标记人非特异性免疫球蛋白 (IgG) 显像	419
四、标记抗人粒细胞抗体显像	419
五、标记抗生素显像	419
第十九章 放射性核素治疗概论	421
第一节 放射性核素治疗的原理	421
一、放射性核素靶向治疗的原理	421
二、近距离放射治疗原理	421
三、放射性核素内照射治疗的特点	422
第二节 治疗常用的放射性核素	422
一、选择或评价治疗用放射性核素的主要指标	422
二、治疗常用的放射性核素	423
第三节 放射性核素治疗存在的问题及可能的解决方法	424
一、放射性核素治疗存在的问题	424
二、可能的解决办法	424
第二十章 内分泌疾病的放射性核素靶向治疗	426
第一节 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症	426
一、原理	426
二、适应证和禁忌证	427
三、治疗方法	427
四、疗效评价	430
五、3 种治疗方法的比较与选择	431
六、进展	431
第二节 ^{131}I 治疗分化型甲状腺癌	433
一、原理	433
二、适应证与禁忌证	434
三、治疗方法及疗效评价	434
四、进展	437
五、分化型甲状腺癌三步治疗方案	440
第三节 ^{131}I 治疗自主功能性甲状腺结节	441
一、原理	441
二、适应证和禁忌证	441