



高等医学院校教材（供医学检验专业用）



Laboratory Nuclear Medicine 检验核医学

主编 李 龙 杜明华

主审 蒋慧权



东南大学出版社
Southeast University Press

高等医学院校教材(供医学检验专业用)

检验核医学

主 编:李 龙 杜明华
主 审:蒋慧权
副 主 编:陈 萍 王雪梅
 王书奎 李志勇

东南大学出版社

• 南京 •

内容简介

本书为高等医学院校医学检验专业的专业课程《检验核医学》本科教学的基本教材。全书分上、下两篇,共 22 章。

在上篇内容中,简要介绍了与检验核医学密切相关的核物理基础、放射卫生防护、放射性测量、稳定性同位素分析和核素示踪等技术的基本原理和基本方法;着重介绍了体外放射分析和非放射分析等主要技术的原理、方法和质量控制等内容。在分析技术选材上,遵循以核技术在医学中的应用为原则,既收录了传统技术的精华,也本着与时俱进的精神,收录了近些年来在医学研究和临床实践中发展起来的各种新的分析技术。在内容叙述方面,结合医学检验专业的教学要求,兼顾临床医学实践的需求,做到了全面展开与重点介绍相结合。

在下篇内容中,按被检测物质的性质和类型,简洁明了地阐述了多种激素、生物活性物质、肿瘤标志物等的检测方法和原理。本着培养高级检验医学人才的宗旨,结合检验核医学在临床中的应用特点,对各检测项目的临床意义和医学评价给予重点介绍。本篇在介绍传统优势项目的同时,也根据当前检验核医学的发展趋势,对稳定性核素分析项目的临床应用,如为¹³C-呼气试验、微量元素分析等项目,建立了独立章节,进行了较详细的介绍。

图书在版编目(CIP)数据

检验核医学/李龙,杜明华主编. —南京:东南大学出版社,2009. 6

ISBN 978-7-5641-1682-8

I. 检… II. ①李…②杜… III. 原子医学—医学检验
IV. R817.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 085237 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:江 汉

各地新华书店经销 溧阳市晨明印刷有限公司印刷

开本:700mm×1000mm 1/16 印张:26.5 字数:500 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5641-1682-8

印数:1~3000 册 定价:45.00 元

(凡因印装质量问题,可与东大出版社读者服务部联系。电话:025-83792328)

编著委员会

主 编:李 龙 杜明华

主 审:蒋慧权

副 主 编:陈 萍 王雪梅 王书奎 李志勇

编 委:(按姓氏笔画为序)

王雪梅 内蒙古医学院附属医院

卢慧霞 东南大学附属中大医院

刘长江 河北承德医学院附属医院

刘雅洁 南京医科大学附属第二医院

许苏眉 江苏大学附属医院

陈雪红 兰州大学第二医院

李广宙 山东潍坊医学院附属医院

李 娟 宁夏医学院附属医院

李诗运 海南省人民医学院

张 琦 温州医学院核医学教研室

张雪峰 北华大学第一临床医院

高建青 江苏大学附属医院

秦永德 新疆医科大学第一附属医院

徐兆强 南京医科大学附属第一医院

崔建和 南京医科大学附属淮安第一医院

游金辉 川北医学院附院

王书奎 南京医科大学附属南京第一医院

左书耀 青岛大学医学院附属医院

刘霞秋 蚌埠医学院附属医院

刘增礼 苏州大学附属第二医院

陈 萍 广州医学院第一附属医院

杜明华 东南大学附属中大医院

李 龙 江苏大学附属医院

李林法 浙江医科大学附属第一医院

李志勇 徐州医学院附属医院

张铁利 济宁医学院附属医院

周国祥 遵义医学院附属医院

秦朝东 广西医科大学第一附属医院

秦毅强 内蒙古医学院附属医院

袁卫红 昆明医学院第二附属医院

韩建奎 山东大学齐鲁医院

序

检验核医学是将实验核医学的相关核技术应用于医学检验领域的一门重要的交叉学科,是现代医学检验学的重要组成部分。主要涉及检验核医学的基本技术、基本理论及常用的检验核医学检测方法。它广泛应用于内分泌学、生物化学、药理学、肿瘤学、免疫学、生殖生理学、分子生物学及临床医学的各个学科。它的主要任务是应用核素示踪技术和体外分析技术进行机体的代谢、血流、功能、受体、基因等变化的检测与研究,并对体内的微量物质进行超微量分析,以揭示机体在生理或病理状态下的规律性变化,为疾病的早期诊断、治疗方案的拟定、疗效评价、预后判断以及病因研究等提供科学依据。

随着分子诊断学技术的突破性进展,检验核医学又进入了一个更新的领域,为学科发展提供了新的机遇,同时也使检验核医学的管理模式、知识结构和人才需求发生了根本变化,并提出了新的挑战。21世纪检验核医学应至少在三个方面不断凝练发展方向,追求卓越与特色。首先是检测项目的集约化,通过高通量、自动化、标准化、规范化、信息化的现代网络管理与运行体系,提升效率,降低成本,增强临床诊断准确度与关联度。其次,应以循证医学为指南,通过多学科合作,引入更多的、更有效的检测项目,尽可能减少不必要的检测项目,明确检测的临床价值,提高检测的便捷性及高效性;其三,进入国际标准体系,参与国际标准认证,提升检测结果的广泛认可度与共享性。

本书编者长期在核医学体外检测方面做了大量工作,颇有心得与造

诣,在继承蒋慧权教授编写的《检验核医学》的基础上,结合近年核医学与检测技术的发展成果,形成了新的特色。全书分上下两篇,上篇集中介绍了检测技术与方法,不仅荟萃传统技术之精华,同时融入与时俱进的精神,涵盖了近年发展的各种新的分析技术;下篇突出临床应用与探索,重点描述了各检测项目的临床意义和医学评价。全书根据检验核医学教学的需求,将基础与临床应用有机结合,基本理论与前沿进展有机结合,基本技术与机理探讨有机结合,内容系统,整个编写工作凝聚了编者们的智慧结晶,充分体现了我国检验核医学工作者为该学科发展做出的积极贡献。

黄钢

上海交通大学医学院副院长、教授、博士生导师
中华核医学会候任主委,《中华核医学》杂志副主编
《中华生物医学工程》杂志副主编

2009年6月

前 言

《检验核医学》是高等医学院校检验医学专业的必修课之一。自1988年由蒋慧权、王鼎年主编并定名为《检验核医学》的教材出版使用后,又先后于1993年和1999年由闵长庚、蒋慧权、程绍钧、余裕民等主编两次再版了该教材。经过20年的教学和临床实践,充分证明该教材在培养高级医学检验人才和指导临床实践中发挥了重要作用。

为了适应当前现代医学飞速发展的现状和现阶段检验医学本科教学的需要,由李龙、杜明华组织国内几十所高等医学院校中长期从事检验核医学教学和临床实践工作的同行专家再次编写出版本教材。

依据检验医学本科教学的要求,本教材在编写中保留了以往教材中检验医学本科学生必须掌握和了解的检验核医学的基础知识、基本方法和基本技能等内容,同时突出介绍了许多相关的新技术、新项目,如:稳定性核素分析、化学发光免疫分析、时间分辨荧光免疫分析等技术的基本原理和方法的内容。针对检验医学本科教学培养医学检验高级人才,即未来的检验医师的目标,以及现代核技术、医学检验技术在临床应用的现状和进展,本教材对检验核医学诸多检测项目在临床应用和临床评价方面的内容加以重点介绍。因此,本教材不仅可满足高等医学院校检验医学专业本科教学的需求,同时也可作为临床一线从事医学检验、核医学专业的人员和临床医生临床实践中的参考书籍。

参加本教材编写的二十五所高等医学院校是:川北医学院、广西医科大学、广州医学院、山东大学临床医学院、山东潍坊医学院、山东济宁医学院、内蒙古医学院、东南大学临床医学院、兰州大学临床医学院、宁夏医学院、北华大学临床医学院、江苏大学临床医学院、南京医科大学、河北承德医学院、徐州医学院、第三军医大学、苏州大学临床医学院、青岛大学临床医学院、浙江医科大学、蚌埠医学院、昆明医学院、温州医学

院、新疆医科大学、遵义医学院、海南省人民医院。本教材的编写人员均来自上述高等医学院校,均为多年来参加核医学教学和临床一线实践,并具有丰富的专业教学和临床实践经验的核医学工作者。为保证本教材的质量,本教材编委会特聘请从事核医学教学和临床工作已达五十余年,也是《检验核医学》教材的创始人,首任主编蒋慧权教授出任本书主审。

本教材在编写过程中,得到各编委所属院校和附属医院领导的大力支持,并得到许多单位同行和有关专家的悉心指导与热情帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于我们的水平有限,书中不足或不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2009年6月

目 录

绪 论	(1)
第一章 核物理与辐射防护基础知识	(7)
第一节 核素与核衰变	(7)
第二节 射线与物质的相互作用	(16)
第三节 核辐射剂量与生物效应	(21)
第四节 核辐射卫生防护	(26)
第二章 放射性测量技术	(33)
第一节 射线探测仪器	(33)
第二节 放射性测量基本概念和影响因素	(44)
第三节 放射性样品的计数测量	(47)
第四节 放射性测量统计误差及其控制	(56)
第三章 稳定性同位素分析	(60)
第一节 稳定性同位素的基本概念	(60)
第二节 稳定性核素分析技术简介	(63)
第三节 稳定性核素分析在医学中的应用及其进展	(71)
第四章 实验核医学技术	(74)
第一节 同位素示踪技术	(74)
第二节 放射性核素标记化合物	(77)
第三节 其他核技术	(86)
第五章 体外放射分析	(96)
第一节 放射免疫分析	(97)
第二节 放射免疫分析以外的体外放射分析法	(111)
第三节 非放射性标记免疫分析技术	(119)
第六章 化学发光免疫分析	(124)
第一节 化学发光免疫分析技术的原理	(124)
第二节 化学发光免疫分析中的标记物	(126)
第三节 化学发光免疫分析的类型	(130)
第四节 化学发光分析仪及诊断试剂	(137)

第七章 下丘脑-垂体-甲状腺轴激素	(145)
第一节 甲状腺激素与相关蛋白	(146)
第二节 甲状腺相关的垂体、下丘脑激素	(153)
第三节 甲状腺相关抗体	(156)
第八章 下丘脑-垂体-肾上腺轴激素	(162)
第一节 皮质醇	(163)
第二节 醛固酮	(166)
第三节 促肾上腺皮质激素	(169)
第四节 儿茶酚胺类激素	(171)
第九章 下丘脑-垂体-性腺轴激素	(176)
第一节 腺垂体促性腺激素	(178)
第二节 神经垂体激素	(188)
第三节 雄激素	(191)
第四节 雌激素	(193)
第五节 孕激素(孕酮)	(196)
第六节 胎盘激素	(198)
第十章 胰腺激素与糖代谢	(202)
第一节 胰岛素原与胰岛素	(202)
第二节 C-肽	(205)
第三节 胰岛素抗体	(206)
第四节 胰多肽	(207)
第五节 胰高血糖素	(209)
第六节 诊断胰岛素瘤的激发和抑制试验	(210)
第十一章 钙磷代谢相关激素	(212)
第一节 钙磷代谢	(212)
第二节 甲状旁腺素	(214)
第三节 降钙素	(218)
第四节 维生素 D	(220)
第五节 环核苷酸	(222)
第十二章 胃肠激素	(225)
第一节 概述	(225)
第二节 胃泌素	(227)
第三节 胰泌素	(229)
第四节 抑胃肽	(231)

第五节	胆囊收缩素	(232)
第六节	胃动素	(234)
第七节	蛙皮素	(236)
第八节	血管活性肠肽	(237)
第九节	生长抑素	(239)
第十三章	肾脏功能检测	(242)
第一节	概述	(242)
第二节	肾脏排泄功能检测	(243)
第三节	肾脏内分泌功能检测	(247)
第十四章	心血管系统激素及活性物质	(255)
第一节	肾素-血管紧张素-醛固酮系统	(255)
第二节	前列腺素	(257)
第三节	心钠素	(259)
第四节	加压素	(260)
第五节	内皮素	(261)
第六节	脑钠素	(262)
第七节	降钙素基因相关肽	(263)
第八节	血清肌红蛋白	(264)
第九节	肌凝蛋白轻链	(265)
第十节	地高辛	(266)
第十五章	血液系统疾病检测	(267)
第一节	叶酸	(267)
第二节	维生素 B ₁₂	(269)
第三节	血清铁蛋白	(271)
第四节	血清 β_2 -微球蛋白	(273)
第五节	血小板相关 IgG	(274)
第六节	抗凝血酶-III	(275)
第十六章	病毒性肝炎标志物检测	(277)
第一节	甲型肝炎血清标志物	(277)
第二节	乙型肝炎血清标志物	(278)
第三节	丙型肝炎血清标志物	(289)
第四节	丁型肝炎血清标志物	(291)
第五节	戊型肝炎血清标志物	(292)
第六节	甘胆酸	(293)

第七节	肝纤维化的相关指标	(294)
第十七章	肿瘤标志物	(297)
第一节	概述	(297)
第二节	蛋白质类肿瘤标志物	(299)
第三节	糖脂类肿瘤标志物	(304)
第四节	酶及同工酶类肿瘤标志物	(306)
第五节	激素类肿瘤标志物	(308)
第十八章	细胞因子和免疫球蛋白	(309)
第一节	概述	(309)
第二节	干扰素	(311)
第三节	白细胞介素	(313)
第四节	粒细胞巨噬细胞-集落刺激因子	(314)
第五节	肿瘤坏死因子	(315)
第六节	免疫球蛋白	(316)
第十九章	治疗药物浓度监测	(320)
第一节	治疗药物浓度监测的目的与临床应用	(320)
第二节	常用治疗药物浓度监测及其临床意义	(322)
第二十章	¹³ C-呼气试验	(338)
第一节	¹³ C-呼气试验检测幽门螺杆菌感染	(338)
第二节	¹³ C-呼气试验检测肝细胞功能	(341)
第三节	¹³ C-呼气试验检测胃排空功能	(344)
第四节	¹³ C-呼气试验检测胰腺外分泌功能	(345)
第二十一章	微量元素测定的临床应用	(348)
第一节	概述	(348)
第二节	微量元素的测定方法	(350)
第三节	微量元素测定的临床应用	(352)
第二十二章	血液辐照	(367)
第一节	输血相关性移植物抗宿主病	(367)
第二节	血液辐照仪	(368)
第三节	辐照血的生物特性	(371)
第四节	辐照血的临床应用	(373)
参考文献		(375)
中英文对照		(382)
附件		(398)

绪 论

检验核医学(Laboratory nuclear medicine)是现代医学重要标志性学科——核医学的分支学科,也是现代检验医学的重要组成部分。核医学(Nuclear medicine)是研究核技术(Nuclear technology)在医学中的应用及其理论的科学。核医学可包括两大部分,即实验核医学(Experimental nuclear medicine)和临床核医学(Clinical nuclear medicine)。检验核医学则是将实验核医学和检验医学的有关技术相结合应用于临床诊断的一门边缘学科。所以,它既是实验核医学的一个分支,也是现代检验医学的重要组成部分。它的主要任务是应用核素示踪技术和体外放射分析等相关技术进行机体的功能研究和对体内的微量物质实施超微量分析,借以揭示机体在生理或病理状态下的代谢规律,为疾病的诊断、治疗方案的拟定、预后判断以及病因研究等提供科学依据。检验核医学内容丰富,几乎涵盖所有借助核技术发展起来的医学检测技术,因此,核技术是检验核医学的重要支柱之一。

提起核技术,人们会很自然地联想到原子弹、蘑菇云,想起战争与毁灭。其实,今天核技术的和平利用,已经渗透到工业、农业、医学等众多领域。核技术是以原子核科学理论为基础,研究利用原子核反应、核衰变、核射线、核能量等原子核理化特性为人类服务的一门新兴科学技术,是原子核科学技术的简称。

核技术的发展虽只有百余年的历史,但现在已被广泛应用于人类社会发展的各个领域,并形成了相对独立和完整的体系,成为 20 世纪人类科学技术发展史上的一个重要里程碑。核技术通常包括核能技术(Nuclear energy technology)、核动力技术(Nuclear power technology)、同位素技术(Isotope technology)、辐射技术(Radiation technology)、核燃料技术(Nuclear fuel technology)、核辐射防护技术(Nuclear radiation protection technology)等领域,其中同位素技术更是被广泛应用于医学领域的研究和临床应用。

同位素技术是将同位素(示踪原子)或它的标记化合物采用物理的、化学的或生物的等方法掺入到所研究的生物对象中去,再利用特定的检测方法对它们在生物体内演化过程中所经历的踪迹、滞留的位置或含量的变化等进行定性、定量和定位分析测定的技术。这种技术因为一般不需经过复杂的提取、分离、纯化样品等步

骤,而具有快速、灵敏、简便、巧妙、准确、可定位、定量、定性等优点,已经成为研究生物物质代谢、遗传工程、蛋白质合成和分子生物工程等不可缺少的重要技术之一。

回顾核技术在医学中应用的发展历史,自然要追忆到 20 世纪 30 年代第一台回旋加速器的诞生和 40 年代世界上第一座核反应堆的建成,这些伟大的工程使人工放射性核素的生产成为现实,为放射性核素在医学中的广泛应用打下了雄厚的物质基础,其中 ^{32}P 、 ^{131}I 最先投入到临床医学的诊断和治疗的应用中。到 20 世纪 60 年代初,美国学者 S. A. Berson 和 R. A. Yalow 成功地创建了放射免疫分析法,不仅引起了生物活性物质分析技术的一场革命,也为检验核医学的崛起奠定了基础。随着电子计算机技术的发展和普及应用,放射免疫分析技术及其相关仪器设备的品质和性能也更加成熟和进步,使体外放射分析技术的自动化、数据处理能力、质量控制水平等方面均得到显著提高。

诸多科学技术的发展促进了检验核医学的内容不断丰富,为学科的形成和日趋成熟创立了条件。特别有意义的是,随着核技术和相关技术的发展,承继核素标记免疫分析技术基本原理发展起来的化学发光免疫分析技术的普遍应用,稳定性核素分析技术在医学中的应用,使检验核医学的许多检测项目在临床应用中更加快速便捷,促进了学科发展更趋完美。检验核医学的形成和发展,不仅开拓了医学检验的应用领域,还与医学和其他科学的最新成就一起使医学检验技术发生了划时代的变化,成为医学检验技术现代化的重要标志之一。

建立在实验核医学基础上的检验核医学承袭了核医学的灵敏、特异、简便等主要特点,已广泛应用于内分泌学、生物化学、药理学、肿瘤学、免疫学、生殖生理学、分子生物学及临床医学等各个学科。尤其是内分泌学、生殖生理学、肿瘤学等与检验核医学的关系极为密切,由于绝大多数的内分泌激素、生殖激素、肿瘤标志物等的体内正常含量很低,它们在体内的微量变化或存在与否都会导致机体的功能或病理改变。尽早发现它们的变化对于疾病的早期诊断,治疗方案的拟定与疗效观察,疾病的预后评价等均具有重要临床意义。检验核医学以其超微量分析的灵敏度与高强度的特异性,以及简便快速的方法领先于其他定量分析方法。此外,检验核医学的放射性和稳定性核素示踪技术对于物质的体内分布、代谢、转化规律揭示,功能酶活性测定,核酸序列分析,受体的生化、药理特性研究等生物化学、分子生物学问题的阐明都是不可缺少的技术。在极毒药物的药代动力学分析与作用靶点的定位研究中更是唯核素示踪技术不可。检验核医学以其方法的先进性活跃于医学之林,以其方法的灵敏性和特异性独领风骚于医学检验领域的各种方法之中。

自然科学的发展史反复证明,科学发展中各学科之间的交叉渗透,促进了各学科的发展进步。检验核医学也不例外,自奠基之日起,就不断吸收各学科的精华,

在丰富自身的同时,也为医学的进步作出贡献。学习的目的在于应用,作为从事医学检验事业的医务工作者,岗位职责要求其既要掌握专业基本理论和熟练的基本技能,还应了解专业学科的临床应用知识。在校学习期间要为今后在工作岗位上更好地为患者服务打好学业基础。为此,本教材针对培养高层次医学检验人才的目标,在突出与医学检验密切相关的核技术前提下,强化了其临床应用内容,以适应培养高层次医学检验人才的教学要求。

上 篇

检验核医学基础知识与方法学