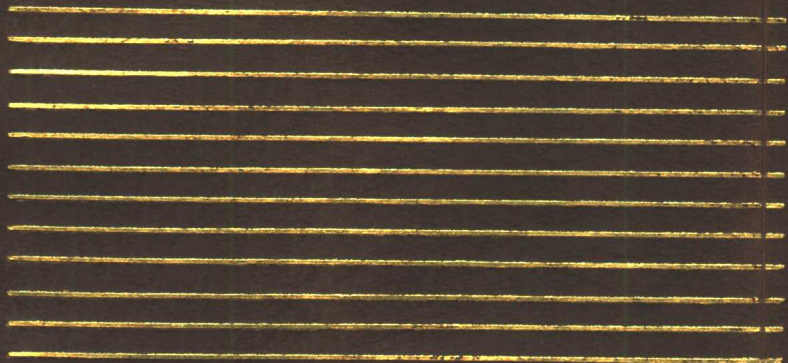


实用核医学显象技术

方瑞英 编著 赵惠扬 主审



上海医科大学出版社



实用核医学显象技术

方瑞英 编著
赵惠扬 主审

上海医科大学出版社

内 容 提 要

本书在兼顾基础理论的前提下,紧密联系实际,重点突出临床核医学中显象技术的相关内容,对于显象实验技术与核医学科的技术管理亦有系统的论述。

全书内容共分八章,依次为:放射性药物;核医学显象计算机基础;核医学显象仪器及其质量控制;核医学辐射防护;脏器显象技术及影象特征;现代暗室技术;显象实验技术和核医学实验室技术管理。书后附有英、汉对经常用核医学词汇等八个附录。

该书内容新颖、充实,表述深入浅出,适合不同层次核医学技术人员的需要,可作为日常工作中的参考,亦可供影象核医学专业学生阅读。

责任编辑 沈彬源

封面设计 朱仰慈

责任校对 王 健

实用核医学显象技术

方瑞英 编著 赵惠扬 主审

上海医科大学出版社出版发行

上海市医学院路 138 号

邮政编码 200032

新华书店上海发行所经销

江苏省句容市排印厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 10 插页 5 字数 268 000

1996 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—3 000

ISBN 7-5627-0314-0/R·295

定价: 21.90 元

(沪)新登字 207 号

序 一

我国核医学,尤其是临床影象核医学,随着 γ 照相机、单光子发射计算机体层摄影术(SPECT)的广泛应用,其诊断地位日益提高,成为医学诊断不可缺少的手段之一。核医学科室在地、市级以上医院已普遍建立,核医学技术队伍不断壮大。为了提高各级核医学技术人员的技术素质及操作水平,必须进行经常性的在职学习或短期进修。因此,一本适于他们阅读的书籍是迫切需要的。

迄今,相继问世的核医学著作不下数十部,但其中绝大多数侧重于核医学诊断和治疗,面向临床医师或研究者;而阐述核医学相关技术及操作方法,面向技术工作者的著作甚少。近10年来,国内外核医学又有了长足的进步,为满足众多临床核医学技术人员更好地掌握不断发展的技术的需要,本书作者汇集了大量资料并结合自己30余年来从事核医学技术工作的经验撰写此书。

本书的特点是在兼顾基本理论的基础上,重点突出临床核医学的技术操作内容。在 γ 照相机、SPECT已广泛应用于临床的今天,计算机基础知识及其在核医学的应用是技术人员必备的知识之一。因而,书中对有关内容作了重点描述并加以举例说明。在核医学仪器结构与性能方面,由于较多著作中均有详尽介绍,故未加赘述,而着重于 γ 照相机和SPECT的质量控制,以期获得准确与清晰的图象。在放射性药物和脏器显象技术方面重点叙述质量控制、技术操作条件及注意事项。有关核医学辐射防护、现代暗室技术与实验技术是作者长期学习和实践的心得体会,并引用吸收相

关材料编入本书,具有较强的实用性。此外,作者还阐述了核医学技术队伍的建立和培养提高等问题。

本书内容新颖充实,重点突出,表述深入浅出,适合不同层次核医学技术人员的需要,可作为日常工作中的参考书,亦可用作影像核医学专业的辅助教材。

我相信,这本书的出版将有助于我国临床核医学技术队伍水平的提高。



1995年10月

序 二

人才、设备和放射性药物常被人们列为发展核医学的三大支柱,但三者均离不开优良的社会、经济发展环境。“工欲善其事,必先利其器”,讲的是条件对于发展事业的重要性;“器欲发其能,必先育其人”,则说明人才对于事业的关键作用。我国核医学已有近40年的历史,经过老一辈核医学工作者的艰苦创业和辛勤耕耘,已具有一定的基础和规模。尤其是单光子发射计算机体层摄影术(SPECT)及 ^{99m}Tc 标记放射性药物的发展,使核医学成为影像医学中不可缺少的组成部分。

据核医学会1991年的统计,我国临床核医学的从业人员已达4000余人,技术人员约占一半。如何提高核医学技术人员的思想素质和技术水平,已成为发展我国核医学事业过程中一个急迫的、富有战略意义的问题。首先,就人才结构的建设而言,一方面我们需要造就和培养一批实践经验丰富的青年核医学专家,另一方面提高广大技术人员掌握、吸收当代高新技术的能力亦是当务之急。只有两者并举,才能充分发掘我国核医学队伍的智力资源,即所谓“根深叶茂,源远流长”。其次,从核医学教育实践来看,我国核医学的医师教育已初步建立了包含研究生教育在内的各级培养体系;相形之下,技术人员的教育体制则尚无长远规划,与欧美及亚太地区某些国家(日本、泰国、澳大利亚等)相比,差距甚远。这些国家的核医学技术人员,大多具有本科以上学历,有较扎实的基础知识和熟练的计算机操作技能,从业后又能得到良好的继续教育。在美国,核医学会中专门设有技术员学会并有自己的杂志。而在我国核医学临床实践中,这方面是有缺陷的,故造成医师需要花费大量精

力用于技术操作及图象重建工作，却忽视了对临床病例的深入观察和随访，此为智力资源使用不当的典型例子。因此，我认为不谈技术人员的教育和培训而去谈整个核医学教育，或把医师教育当作整个核医学教育，这些观点都是不全面的。

在当今的新技术革命年代，医学影像学发展一日千里。据有关记载，本世纪 60 年代的医学影像学知识于 90 年代尚在应用者已不足 40%。放射性药物的开发、使用也常常令人耳目一新。那么，我国核医学技术队伍的知识更新与其等待，不如奋发图强，自学成才，主动追求，争取进步。《实用核医学显象技术》就是在上述客观背景和现实需要的情况下问世的。

我认识该书的作者方瑞英副主任技师是早在 1964 年我在中山医院核医学科进修的时候。长期以来，她从事临床核医学的技术工作，积累了丰富的实践经验并且有扎实的专业基础知识。在赵惠扬教授的领导下，参加核医学研究工作多年，取得了可喜的成绩。所以，当我得知她要编写《实用核医学显象技术》一书时，我的态度一是赞成，二是坚信。前者是因为本书主要面向广大核医学技术人员，正如赵惠扬教授谈到的，弥补现时之空白；后者则是我相信她能够胜任本书的编写工作。现在，这本著作终于和广大读者见面了，尤其令人感到欣慰的是本书在编写、出版过程中得到有关领导和诸多专家、同行的支持，可见本书生命力之所在；我想这些也是作者能顺利完成本书的重要精神、物质力量。

在本书出版之际，我向我国广大的核医学技术队伍的同志们致以真挚的敬意，衷心地感谢你们在创立、发展我国核医学事业中所作出的不可磨灭的贡献，并郑重地向你们推荐本书。

“千淘万漉虽辛苦，吹尽狂沙始到金”。预祝《实用核医学显象技术》一书在提高我国核医学技术队伍知识水平的战略任务中发挥更大作用！



1995 年 10 月

前 言

随着计算机技术的应用,医学影像学已经发展到了一个崭新的阶段。而医学影像学的进展,又使临床诊疗水平有了大幅度的提高。本人从事肿瘤专业,医学影像学的进步,已使许多过去甚至连手术探查亦未必能发现的脏器深部的病灶昭然若揭。手术前的影像学检查避免了许多不必要的手术探查,亦使手术切除的准确性大为提高,实在是病人的福祉。

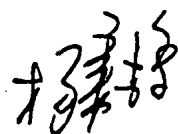
近年,随着我国经济建设的发展,许多医院都投入大量的资金购置各种医学影像设备。但在实际工作中有些设备未能充分发挥其良好的效能。究其原委,常系显象技术掌握不佳所致。

上海医科大学核医学研究所、中山医院核医学科是我国最早开展核医学研究的单位之一。在赵惠扬教授主持下,创造了许多核医学成果,亦培养了许多核医学人才。方瑞英副主任技师在我院核医学科工作 30 余年,工作勤奋,学习努力,并参与许多科研工作,获得不少奖励,亦曾指导许多进修人员与青年医师。专业技术理论与实践均属上乘。

方瑞英副主任技师利用工作余暇,将自己的学识和经验撰写成书,以供同行参考,以供青年学习,我以为是极好的事。故缀数

语，支持其事，并借此机会感谢核医学界诸位专家对方瑞英副主任技师著成此书所给予的支持和帮助。

上海医科大学中山医院院长、教授

A handwritten signature in black ink, appearing to be '方瑞英' (Fang Ruiying), written in a cursive style.

1995 年 11 月.

编 者 的 话

自从1964年由赵惠扬教授编著的我国第一部核医学专著《临床同位素学》问世以来,已相继出版数十部核医学论著,其中绝大多数为核医学临床医师及研究者从事医疗、教学和科研的参考书,而在内容上侧重于培养提高核医学技术人员的专著目前尚属空白。因此,各级技术人员正企盼着一本能够解答日常工作中实际问题的参考书的问世。《实用核医学显象技术》正是从此出发编写而成。

本书在编写过程中,曾向国内著名核医学专家广泛征求意见,得到了热情的支持和鼓励,提出很多宝贵的建议,使本书的内容得以充实提高。

赵惠扬教授参与全书各章节的拟定并对该书内容进行全面审阅。

书中,第二章“核医学显象计算机基础”部分引用本科金钢工程师编写的 γ 照相机、单光子发射计算机体层摄影术(SPECT)参数采集方法的讲义内容。“图象处理举例”由单越芬主任医师执笔;第三章“核医学显象仪器及其质量控制”,部分引用了袁爱娜副研究员撰写的《SPECT 质量控制》及王凤琴工程师翻译的《带计算机的 γ 照相机的质量控制》中的有关内容。

“放射性药物”、“脏器显象技术及影象特征”、“核医学辐射防护”、“核医学显象计算机基础”等四章曾分别请上海医科大学药

学院朱桐教授,上海华东医院蒋茂松教授,上海医科大学放射医学研究所许荣、陈识杰研究员和上海医用电子仪器厂康殿邦高级工程师审阅。

在本书编写出版过程中得到:

中国核工业总公司领导的支持和帮助;

上海医科大学中山医院领导的支持并始终得到杨秉辉院长、人事处张惠琴处长的鼓励;

上海医科大学医学影象中心主任林祥通教授的热情鼓励并提出宝贵的修改意见;

上海医科大学出版社对本书所给予的鼎力支持;

上海医科大学中山医院内科主任诸骏仁教授,外科主任吴肇汉教授的关心和支持;

上海医科大学中山医院核医学科副主任陈绍亮教授对本书的编写给予指导并提供宝贵的资料。黄钢副教授、陈雪芬副主任医师、许开平助理研究员、刘文官、汪芝芬、蔡丽红和顾卫光主管技师给予热情的支持和帮助;

上海医科大学中山医院放射科陈基娟技术组长的支持及提供宝贵资料;

上海医科大学儿科医院核医学科曾纪骅主任、季志英主管技师提供宝贵资料;

上海医科大学辐射防护办公室周往贤主任提供宝贵资料;

上海医科大学华山医院核医学科邓守真副主任技师,上海第二医科大学瑞金医院核医学科张圣国主管技师给予支持和帮助;

上海医科大学病理学教研室硕士研究生康越参加书稿打印和资料整理工作。

对此,一并致以真挚的谢意!

在本书行将付梓之际,还要感谢林克健和蒋长英两位教授。早年他们曾给予我悉心的培养和指导,使我在专业知识和操作技能方面打下良好的基础。远在美国的林克健教授还关心着本书的编写和出版。

综上所述,尽管本书主要由我编写,但它却是所有关心、指导和帮助本书各项工作的领导、专家和同仁们的共同智慧和辛劳的结晶。

最后,希望各位在阅读过程中不吝指正,以利本人水平的提高。

方瑞英

1995年10月

致 谢

《实用核医学显象技术》在编写过程中得到了我国著名核医学专家的指导与鼓励,谨致诚挚的感谢!

(以姓氏笔画为序)

马寄晓	上海市第六人民医院	教 授
石 锐	中山医科大学	教 授
田嘉禾	中国人民解放军 301 医院	教 授
朱 桐	上海医科大学药学院	教 授
刘秀杰	中国医学科学院阜外医院	教 授
朱承谟	上海第二医科大学瑞金医院	教 授
许 荣	上海医科大学放射医学研究所	研究员
沙振沅	中国科学院上海原子核研究所	研究员
张建国	上海医科大学	教 授
张满达	江苏省原子医学研究所	研究员
范光灿	山西医学院	教 授
林祥通	上海医科大学华山医院	教 授
赵罗初	中国人民解放军沈阳军区总医院	教 授
赵惠扬	上海医科大学中山医院	教 授
常国钧	江苏省人民医院	教 授
蒋茂松	上海华东医院	教 授
董惟普	福建省省立医院	教 授
裴著果	中国医科大学	教 授
蔡锡麟	江西医学院	教 授
谭天秩	华西医科大学	教 授



作者简介

方瑞英,上海医科大学附属中山医院核医学科副主任技师。

作者从事核医学技术和研究工作卅余年,具有系统而丰富的实践经验与良好的理论基础。参加我国第一批核医学实验室的创建和各地进修人员的培训工作。作者在国内首次进行了尿激酶和蚯蚓酶的核素标记研究,完成 $99\text{m} - \text{Tc} - \text{尿激酶}$ 血栓显像剂的科研工作并通过鉴定,填补国内空白。在《中华核医学杂志》等期刊上发表有关肾脏、肝胆、脑和血栓显像剂的论文20余篇。其中 $99\text{m} - \text{Tc} - \text{尿激酶}$ 血栓显像工作曾在中华全国第二、三届核医学年会上作学术交流。作者曾于1991年赴美参观学习核医学技术。

目 录

第一章 放射性药物	1
第一节 医用放射性核素	1
一、核反应堆生产的放射性核素	2
二、医用回旋加速器生产的放射性核素	2
三、发生器生产的放射性核素	2
第二节 放射性药物标记技术	3
一、放射性核素标记化合物的制备方法	3
二、放射性碘标记药物	4
三、 ^{99m}Tc 标记的放射性药物	5
四、 ^{113m}In 标记的放射性药物	7
第三节 常用放射性药物	8
一、脑显象剂	8
二、甲状腺显象剂	11
三、心血池显象剂	12
四、心肌显象剂	12
五、肺显象剂	13
六、肝胆显象剂	14
七、肾显象剂	16
八、骨显象剂	16
九、亲肿瘤显象剂	17
十、血栓显象剂	19
第四节 放射性药物的质量控制	21
一、物理和化学鉴定	22
二、生物鉴定	23
三、影响标记化合物质量的因素	25
第五节 几种放射化学纯度的鉴定方法	26
一、色谱法	26
二、电泳法	33

第六节 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器及配套药盒	35
一、放射性核素发生器的原理	35
二、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器种类	35
三、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器使用特性和淋洗曲线	37
四、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器的质量控制	38
五、常用配套药盒的质量控制	40
 第二章 核医学显象计算机基础	56
第一节 计算机的基本知识	56
一、计算机的组成及其特点	56
二、计算机的性能指标	57
三、计算机的硬件组成	58
四、计算机软件	59
五、计算机中的数与编码	61
六、人机对话和文件管理	64
第二节 计算机技术在核医学显象中的应用	65
一、 γ 照相机、SPECT 参数采集的方法	66
二、静态采集参数的选择	69
三、动态采集参数的选择	69
四、同步多门电路采集参数的选择	70
五、全身扫描采集方式参数的选择及体层扫描采集方式参数的 选择	72
第三节 图象重建和图象处理	74
一、图象重建	74
二、图象处理	75
 第三章 核医学显象仪器及其质量控制	80
第一节 γ 照相机	80
一、 γ 照相机的性能	80
二、 γ 照相机的操作程序	80
三、常规质量控制	81
第二节 发射型计算机体层摄影	83
一、单光子发射计算机体层摄影术的特点和工作原理	83
二、正电子发射计算机体层摄影术的特点和工作原理	84

第三节 带计算机的 γ 照相机的质量控制	85
一、均匀性	85
二、线性	86
三、空间分辨率	87
四、计数率响应	87
五、多窗空间	88
六、计算机定时	89
七、动态采集定时	89
第四节 单光子发射计算机体层摄影术的质量控制	90
一、旋转中心测量	90
二、均匀度测量	91
三、灵敏度测量	92
四、空间分辨率测量	93
五、衰减校正	94
六、总体性能评价	94
第五节 质量控制模型及其制备	95
一、面源模型	95
二、铅栅模型	95
三、线源模型	95
四、点源模型	96
五、单光子发射计算机体层摄影模型	96
六、空间分辨率模型	96
七、心脏模型	96
第四章 核医学辐射防护	98
第一节 放射防护技术	98
一、医用放射性核素特点	98
二、外照射防护的基本方法	99
三、内照射防护的基本方法	100
第二节 放射性核素的安全操作	102
一、个人卫生防护	102
二、防护用具的选择	104
三、临床应用中的卫生防护	107
第三节 放射性污染的去除	110