

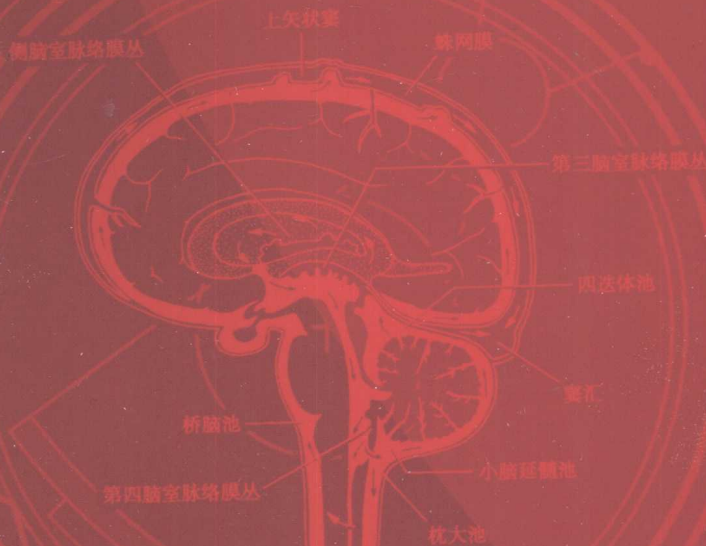
总主编 吴恩惠

SECOND EDITION 第2版

CHINESE MEDICAL IMAGING

中华影像医学

影像核医学卷 · 主编 / 周 前 屈婉莹



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

ISSN 0255-8302

12(12)

CHINESE
MEDICAL IMAGING

中华影像医学

1998年12月 第12卷第12期



1998年12月 第12卷第12期

SECOND EDITION 第2版

CHINESE
MEDICAL IMAGING

中华影像医学

影像核医学卷

主 编 周 前 屈婉莹

编者 (以姓氏笔画为序)

- 马寄晓 上海市第六人民医院
方 纬 中国医学科学院阜外心血管病医院
田嘉禾 中国人民解放军总医院
田月琴 中国医学科学院阜外心血管病医院
史蓉芳 中国医学科学院阜外心血管病医院
冯小妍 山西省太原市中心医院
朱承谟 上海交通大学医学院附属瑞金医院
朱瑞森 上海市第六人民医院
刘秀杰 中国医学科学院阜外心血管病医院
杨敏福 中国医学科学院阜外心血管病医院
张承刚 山西医科大学第一医院
张晓丽 中国医学科学院阜外心血管病医院
张锦明 中国人民解放军总医院
陈黎波 中国医学科学院北京协和医院
林祥通 复旦大学附属华山医院
金永杰 清华大学
周 前 中国医学科学院北京协和医院
屈婉莹 卫生部北京医院
姚稚明 卫生部北京医院
夏振民 中国药品生物制品检定所
徐竞英 中国医学科学院北京协和医院
彭京京 北京积水潭医院
程 欣 中国医学科学院北京协和医院
蒋茂松 复旦大学附属华东医院
管一晖 复旦大学附属华山医院

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

中华影像医学. 影像核医学卷/周前等主编. —2 版.
—北京: 人民卫生出版社, 2010. 6
ISBN 978 - 7 - 117 - 12740 - 0

I. ①中… II. ①周… III. ①影像诊断②原子医学 -
影像诊断 IV. ①R445②R814. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 044029 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医 师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

中华影像医学
影像核医学卷
第 2 版

主 编: 周 前 屈婉莹
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 - 67605754 010 - 65264830
010 - 59787586 010 - 59787592
印 刷: 北京铭成印刷有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 26. 5
字 数: 815 千字
版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 2 版第 3 次印刷
标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 12740 - 0/R · 12741
定 价: 132. 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销售中心联系退换)

编委会名单(以姓氏笔画为序)

- 马寄晓 上海市第六人民医院
田嘉禾 中国人民解放军总医院
史蓉芳 中国医学科学院阜外心血管病医院
朱承谟 上海交通大学医学院附属瑞金医院
刘秀杰 中国医学科学院阜外心血管病医院
张承刚 山西医科大学第一医院
林祥通 复旦大学附属华山医院
金永杰 清华大学
周 前 中国医学科学院北京协和医院
屈婉莹 卫生部北京医院
夏振民 中国药品生物制品检定所
徐竞英 中国医学科学院北京协和医院
蒋茂松 复旦大学附属华东医院

第2版前言

《中华影像医学》(共13卷,含影像核医学卷)自2002年6月出版以来,由于对临床实际工作颇有帮助,受到广大读者的青睐。随着近年来医学影像技术的发展,该书第1版已不能满足临床需要。为了做到知识更新,与时俱进,全面反映当代影像医学的发展水平,人民卫生出版社决定将其再版。回顾十年前,《中华影像医学·影像核医学卷》第1版为庆祝中华人民共和国50年华诞而写;而今也正是为庆祝中华人民共和国60年华诞修订再版。

近10年来,核医学有了长足的进步,作为分子影像学重要组成部分的影像核医学发展十分迅速,特别是与正电子发射计算机断层显像以及图像融合技术密切相关的设备、放射性药物和在肿瘤、心血管系统、神经系统的临床应用等方面,更是突飞猛进。核医学的应用范围正在得到进一步的拓展,影像核医学在临床诊断和治疗中必将作出越来越重要的贡献。

本次修订力求彻底全面,紧密结合临床需要,特别注重补充近十年来在实际工作中行之有效的内容,包括新理论、新技术、新观点和新经验,同时删除了一些陈旧且已经在实践中被淘汰的内容。与第1版相比,全书字数增加31%,图像增加了56%。

我们的愿望仍像第1版那样,为我国核医学工作者提供一部对临床诊断工作确有指导价值的专著,同时也是对影像医学专科医师培训教材的补充,还可作为研究生和临床医师的高级参考书。

参加本次修订的编委都是在核医学界有一定知名度的专家,同时参加编写的还有在核医学某一领域有一定特长的中青年学者,一年来作者们以积极负责的精神和科学严谨的态度,奉献出各自的才智与经验,并几易其稿,按时完成了修订任务。另外,在统稿和定稿过程中,北京医院核医学科赵洪山主管技师花费了大量业余时间,承担了许多文字和制图工作。值此再版之际,对他们在百忙中所给予的支持以及对本书所作的贡献表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,难免有一些缺点和疏漏,敬请读者批评指正。

周前 屈婉莹

2010年3月

第 1 版前言

核医学显像在核医学中占有重要的地位。它在我国的出现虽然只有 40 年的历史,但是发展迅速,从¹³¹I 甲状腺扫描到¹⁸F-FDG PET 显像,无不紧跟国际发展的步伐。

《中华影像医学·影像核医学卷》是在世纪之交编写的,既为庆祝中华人民共和国 50 华诞,又迎接 21 世纪的来临,因此,本书将以我国自己资料为主,总结我国核医学显像各方面的成就,反映当前的最新动态,同时也介绍国际发展趋向。

本书除要求科学性和先进性外,也注重实用性。所有作者都是在核医学界学术水平较高、有一定知名度或在某一领域内有特长的学者,但为了便于联系、交换意见,邀请的作者主要集中在京、沪两地,未能包括各个地区,这是我们深表歉意和不足之处。

本书属影像医学,书中图片所占篇幅不少于全书的三分之一,这些图片反映了编写单位的病例和经验,必将有助于读者的阅读和理解。

我们的愿望是能为我国核医学界提供一部对诊断工作确有价值的高级参考书。由于编者水平有限,也恳切盼望广大读者多提出批评或建议。

周 前

1999 年 11 月

第1篇 绪 论

第1章 概述	3
第1节 定义	3
第2节 发展史	4
第2章 原理和方法	9
第1节 核显像的原理	9
第2节 方法	10
第3节 特点	12
第4节 与其他影像方法的比较	12
第3章 展望	15
第1节 相关科学的发展	15
第2节 核药学和放射化学	15
第3节 核显像仪器和电子学	15
第4节 分子核医学	16

第2篇 显像仪器和放射性药物

第4章 核医学显像仪器	21
第1节 γ 照相机	21
第2节 核医学图像的数字化	25
第3节 计算机断层成像方法	32
第4节 单光子发射计算机断层仪	37
第5节 正电子发射断层仪	43
第5章 放射性药物	54
第1节 基本概念	54
第2节 放射性药物的制备	56
第3节 放射性药物的质量控制与质量检验	58
第4节 临床常用放射性药品(物)简介	60

第3篇 脏器显像

第6章 心血管系统	79
第1节 解剖生理基础	79

第2节	核素心肌灌注显像	80
第3节	核素心室显像	95
第4节	亲心肌梗死显像	101
第5节	心脏神经受体显像	103
第6节	核素显像测定心肌存活	104
第7节	大血管核素显像	113
第8节	无创性影像学在心血管病应用中的综合评价	114
第7章	呼吸系统	120
第1节	解剖生理基础	120
第2节	肺灌注显像	122
第3节	肺通气显像	125
第4节	临床应用	129
第8章	神经系统	142
第1节	解剖生理基础	142
第2节	脑 SPECT 显像	146
第3节	脑脊液显像	156
第4节	脑 PET 显像	158
第9章	消化系统	179
第1节	食管、胃、肠道显像	179
第2节	肝、胆显像	190
第3节	PET 在消化系统肿瘤方面的应用	198
第4节	尿素呼气试验	200
第5节	唾液腺显像	201
第10章	骨骼系统	204
第1节	解剖生理基础	204
第2节	骨显像	205
第3节	骨转移瘤	211
第4节	原发性骨肿瘤	217
第5节	代谢性骨病	221
第6节	骨创伤及随访	225
第7节	骨血管性疾病	228
第8节	骨关节疾病	230
第9节	异常的骨外摄取骨显像剂	231
第10节	SPECT/CT 在骨骼系统中的应用	232
第11节	PET、PET/CT 在骨骼系统中的应用	237

第 11 章	内分泌系统	243
	第 1 节 甲状腺显像	243
	第 2 节 肾上腺显像	259
	第 3 节 甲状旁腺显像	267
	第 4 节 垂体显像	272
第 12 章	泌尿生殖系统	277
	第 1 节 解剖与生理基础	277
	第 2 节 放射性药物	279
	第 3 节 肾动态显像	281
	第 4 节 介入肾动态显像	284
	第 5 节 肾皮质显像	288
	第 6 节 膀胱显像	290
	第 7 节 尿路感染	291
	第 8 节 尿路梗阻	292
	第 9 节 高血压	294
	第 10 节 肾小球肾炎	296
	第 11 节 糖尿病肾病	297
	第 12 节 肾衰竭	297
	第 13 节 移植肾的评估	298
	第 14 节 肾占位性病变与肾外伤	299
	第 15 节 泌尿系统先天畸形	300
	第 16 节 膀胱输尿管反流	302
	第 17 节 PET 与 PET/CT 在泌尿生殖系统的应用	303
第 13 章	血液及淋巴系统	308
	第 1 节 骨髓及造血组织显像	308
	第 2 节 脾显像	315
	第 3 节 淋巴系统显像	317
	第 4 节 淋巴系统恶性肿瘤显像	323
第 14 章	肿瘤	335
	第 1 节 概述	335
	第 2 节 ^{18}F -FDG PET、PET/CT 肿瘤显像	335
	第 3 节 ^{201}Tl 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 肿瘤显像	377
	第 4 节 ^{67}Ga 肿瘤显像	378
第 15 章	炎症	383
	第 1 节 炎症的病理生理	383

目 录

第2节	核素炎症定位显像	384
第3节	发热待查	387
第4节	炎症性肠道病变	389
第5节	骨关节炎炎症性病变	390
第6节	软组织炎症	392
第7节	免疫缺陷者感染	394

索引	397
----	-----

第 1 篇

绪论

第

SECOND EDITION 第2版

CHINESE MEDICAL IMAGING

中华影像医学

影像核医学卷

篇

第 1 章

概 述

核医学又称核子医学或原子医学,也有称为同位素学,在我国属于一门独立医学学科。由于放射学中 CT、MR、超声医学和核医学中的核素显像(nuclear imaging)部分同属影像研究,因此核素显像又是影像医学的一部分。核医学是现代先进技术在医学应用中的体现,也是医学现代化的标志,对临床医学的诊断、治疗和研究产生重要影响。本章就核医学的定义及其发展作概要介绍。

第 1 节 定 义

核医学是研究核技术在医学中应用的专门学科,分为基础医学应用和临床医学应用,分别称为实验核医学和临床核医学,它们的发展又与核药学和核仪器等密切相关。

一、实验核医学

实验核医学(experimental nuclear medicine)是应用核素进行生物医学基础研究以及探索生命本质的一门学科,并进一步认识人体正常的生化和生理过程。

1923 年和 1924 年 Hevesy G. 应用放射性铅和铋,研究代谢物在动植物体内的分布实验提出了示踪原理的概念,可以说是实验核医学中示踪实验的先驱。随后 Schoenheimer R 等用放射性核素替代化合物中的非放射性原子得到所谓标记化合物来研究脂肪酸、氨基酸的体内代谢,1924 年他提出体内成分动态分布,提示了体内物质的动态代谢交换过程,揭示了核素示踪技术在生物医学研究中的重要作用。核技术的方法如示踪原理、物质转换、放射自显影、配基结合和受体分析、稳定性同位素测定等在生物学、生化学、生理学、微生物学、免疫学、药理学、药

理学和病理生理学得到广泛应用并进一步推进了学科的发展和学科间的联系。实验核医学的基础技术已是基础医学研究中的重要手段,同时为临床核医学提供新方法,并促进临床核医学的发展。其中最为突出的例子是核药学、放射化学以及核电子学的发展,为临床提供示踪元素和放射性显像剂以及灵敏的核探测器,推进了临床核医学的发展。由此可见,面向 21 世纪的高科技时代,学科间的渗透以及相互促进使科学研究提高到一个新的水平。实验核医学在核医学领域内仍应发挥其重要作用。

二、临床核医学

临床核医学(clinical nuclear medicine)是研究放射性核素及其有关射线在临床医学中应用及其基础理论的学科。1983 年美国核医学会给核医学的定义是“核医学是应用放射性和稳定性核素的核特性对人体进行解剖学或生理学的诊断估价,也是应用开放性放射源进行治疗的一门医学专业”。由此可见,核医学与医学诊断和疾病治疗之间关系密切,也是临床研究的好方法,由于它的安全、有效、无痛和无创性,在临床上广泛应用。

在方法学上,根据是否将放射性核素引入体内而分为体内(in vivo)和体外(in vitro)检查两大类。体内检查又分功能和显像检查。放射性核素注入体内后,记录脏器内的放射性摄取和清除的变化或放射性-时间曲线的动态变化,即能反映脏器的功能和血流。由于疾病的病理过程以功能变化在前,结构改变在后,因此放射性核素功能试验和血流测定对疾病的早期诊断有重要价值,如摄¹³¹I 率测定、邻¹³¹I 马尿酸肾图试验、^{99m}Tc-DTPA 肾小球滤过率测定和¹³³Xe 脑血流量测定等。用能被某一特定脏器选择性摄取的示踪剂(又称显像剂)注

人体内时能显示该脏器的位置、形态和放射性在脏器内的分布,若放射性分布异常即可诊断疾病的功能和形态改变,为临床诊断提供重要信息。

显像检查是临床核医学的主要内容,又称影像核医学(nuclear medicine imaging),与CT、MR仅发现脏器的结构异常不同,核素显像是以放射性核素在脏器内分布异常为基础揭示疾病的功能和形态变化,故称为功能性显像(functional imaging),并能进行动态和定量观察,对疾病的诊断提供多方面的信息。某一特定的显像剂仅能显示某一特定脏器,不同于CT、MR在某一剖面能显示多种脏器。目前已有心、大血管、脑、甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、肺、肝胆、唾液腺、肾脏、睾丸、骨骼、脾脏、淋巴系统等几十种显像技术。

近年来,由于正电子发射电子计算机断层仪(positron emission computed tomography, PET)和正电子药物的应用和发展,特别是氟 ^{18}F 脱氧葡萄糖(fludeoxyglucose ^{18}F), ^{18}F -FDG)的肿瘤、心肌和脑PET显像已从实验研究进入临床应用,核显像技术已从功能性显像进入代谢或分子水平显像。

将放射性标记抗原或抗体加入置有微量血清的试管内,根据抗原和抗体的免疫学原理和放射性核素高灵敏的测定方法,能在体内高灵敏和特异性地测量血内微量物质的含量,称体外放射免疫测定(radioimmunoassay, RIA)。此法1959年由Solomon A. Berson和Rosalyn S. Yalow创用于测定血清内源性胰岛素,现已扩展为各类激素、肿瘤标志物等不下百余种,1977年获诺贝尔奖。

核素治疗的历史由来已久,从 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症和磷 ^{32}P 治疗血液病开始,不断发展到放射性胶体体腔和间质治疗、敷贴治疗等。对于一些难治性疾病,核素治疗有其独特的治疗效果,如 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症、 ^{131}I 治疗分化型甲状腺癌转移灶、 ^{32}P 治疗真性红细胞增多症,至今仍然是临床上常用的有效方法。近年来,钐 ^{153}Sm 乙二胺四甲撑膦酸(samarium ^{153}Sm) ethylenediaminetetramethylene phosphonic acid, ^{153}Sm -EDTMP)治疗转移性骨痛,核素的“滑膜切除术”治疗骨关节炎和碘 ^{125}I 种子治疗前列腺癌等均为发展中的有效疗法。

核医学虽然受到MR、CT和超声等影像学科的挑战,但发展是主流,现在核医学已向各系统发展,形成心血管核医学、神经核医学、肿瘤核医学、内分泌核医学、呼吸核医学、消化核医学、泌尿生殖核医学、小儿核医学、骨和关节核医学以及血液淋巴核医

学等各个分支,对各个临床医学学科产生重要的影响。

第2节 发展史

一、国外发展史

1895年德国物理学家Röntgen发现X线,树立了放射学的里程碑。同年法国物理学家Henri Becquerel发现铀盐也能使胶片感光,并且确定了放射性(radioactivity)的概念。1898年他的学生Marie Curie、Pierre Curie夫妇对铀、钍、钋和镭的提取和研究,发现了它们能发射比X线更强的另一类射线—— γ 射线。

1901年Becquerel把镭放在上衣口袋讲演后,发现腹部口袋下的皮肤出现红斑,由此产生了生物效应的概念。1903年美国Alexander Graham Bell提出用镭治疗肿瘤。

1911年Rutherford的著名电磁场实验阐明了 α 、 β 、 γ 射线的物理本质。随后许多测量设备的发明诸如闪光镜(spintariscopes)、云雾室、金叶电子镜(gold leaf electroscope)和1928年的盖革计数器(Geiger müller counter)等,为放射性物质的测量和应用奠定了物质基础。

1923年和1924年Hevesy G先后发表了用放射性铅和铋在植物和动物体内的测定,提出了放射性示踪原理,因此Hevesy G被公认为是放射性核素在生物学应用的先驱者。

1920年Blumgart用镭C,铋 ^{214}Bi 进行臂循环试验是首次放射性核素的临床应用。

1931年Ernest O. Lawrence和John Lawrence发明加速器,人工放射性核素大量产生。

1934年Irene Curie和Frederic Joliot发现核轰击轻元素可转化为放射性元素,他们的化学分析发现轰击硼产生放射性氮 ^{13}N 、铝转变为磷 ^{30}P 。

1935年Hevesy G应用 ^{32}P 在动物体内观察骨骼和脏器的摄取和排泄,发现骨骼形成是一个动态过程,骨骼不断摄取磷并排出,整个过程在正常小鼠为2个月。这是首次提出动物体内和人体内组分动态概念。

1936年John Lawrence首先用 ^{32}P 治疗白血病,这是人工放射性核素治疗疾病的开始。

1934年Enrico Fermi发明核反应堆,生产出第一个 ^{131}I 的放射性核素。1937年Herz首先在兔体

内进行碘 [^{128}I] 半衰期 ($T_{1/2}$ 25 分钟) 的甲状腺试验, 以后被 ^{131}I ($T_{1/2}$ 8.04 天) 替代。1942 年 Joseph Hamilton 首先应用 ^{131}I 测定甲状腺功能和治疗甲状腺功能亢进症, 1943 年至 1946 年用 ^{131}I 治疗甲状腺癌转移。

1946 年 7 月 14 日, 美国宣布放射性核素可以进行临床应用, 开创了核医学的新纪元。

1951 年 Benedict Cassen 发明线性扫描机, 在脏器表面逐行扫描得到核素脏器显像, 从此影像核医学有了新的开端。1958 年 Hal O. Anger 发明 Anger 照相机又称 γ 照相机, 以一次和动态照相代替逐点扫描, 灵敏度和分辨率提高, 检查时间明显缩短。1963 年 David Kuhl 提出核素断层显像的设想, 经过多方努力, 于 1979 年研制成功单光子发射型断层显像仪 (single photon emission computed tomography, SPECT), 使病灶周围体层的放射性干扰减少, 深部小病灶的分辨率进一步提高。20 世纪 80 年代随着钼 [^{99}Mo]-锝 [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] 发生器 (^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器) 及各种显像剂的出现, 如锝 [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] 依沙美肟 (technetium [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] exametazine, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO) 和锝 [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] 双半胱乙酯 (technetium [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] bicisate, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD) 脑显像剂以及锝 [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] 甲氧异胍 (technetium [$^{99\text{m}}\text{Tc}$] sestamibi, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI) 心肌显像剂的发明使得心、脑等各种核素 SPECT 显像取得迅速发展。

20 世纪 80 年代初发明了 PET 断层仪, 并应用于神经和心脏研究。直到 20 世纪 90 年代初, 各种 PET 仪器和正电子药物 ^{18}F -FDG 的问世, 使肿瘤核医学取得了前所未有的大发展。 ^{18}F -FDG PET 全身显像已成为临床肿瘤学中重要的诊断和治疗监测方法。与此同时, 在双探头 SPECT 上装上符合电路, 也能在 SPECT 仪上进行 ^{18}F -FDG 显像。SPECT 仪具有探测单光子和正电子的双重功能, 称 γ -PET、h-PET 或 SPECT-PET。虽然价格较低, 但灵敏度和分辨率较传统的 PET (d-PET) 为低, 在国外应用有限。

1999 年美国匹兹堡大学 D. W. Townsend 提出 PET 和 CT 两种影像设备融为一体的 PET/CT 装置, 采用 CT 进行衰减校正和图像融合, 图像清晰度提高, 病灶定位精确以及检查时间缩短, 总之诊断效果明显提升, PET/CT 在美国取得了快速发展, 已达 2 千台以上。随着加速器正电子药物和 PET/CT 仪的发展, 影像核医学已由功能显像、化学显像、代谢显像进入分子显像的新时代, 必将对核医学特别是肿瘤、心和脑等疾病的诊断和治疗产生深远影响。

二、国内发展史

我国核医学走过 50 多年的历程, 放射性核素在医学研究、临床诊断和治疗上得到不断的推广和应用, 核医学在医学卫生事业中正发挥着重要的作用。

(一) 实验核医学

1956 年在军委卫生部领导下, 在西安举办了第一个放射性核素应用训练班, 标志着我国核医学的诞生。学习班由军事医学科学院的丁德洋、北京协和医学院 (原中国协和医科大学) 的王世真等教授主持并邀请上海中科院实验生物所吕家鸿教授参加。学习班讲授了放射性核素的基本原理、辐射防护、放射性核素示踪应用以及辐射效应等内容, 并重视实验技能如 G-M 管和定标器的放射性测量、放射自显影、放射性核素交换和体内分布、蛋白质和脂肪代谢及合成等方法学的内容。学习班为我国培养了一批放射性核素医学应用的年轻技术骨干, 为日后实验核医学在我国的发展打下了基础。1957 年又举办了第二期训练班, 实验核医学的队伍有了进一步的扩大, 有力地促进了我国放射性核素在生物学和医学各个领域中的发展。

1956 年以后, 中国协和医学院生化系和上海实验生物研究所相继建立了全国最早的生物医学放射性核素应用实验室, 进一步开展了放射性核素在生物和基础医学的研究, 并继续培养了实验核医学和核药学的技术人才。到 20 世纪 60 年代, 随着医学教学中放射医学新专业的发展, 我国不少医学和医药院校开设了课程, 讲授有关放射性核素在医学上的应用, 并同时开展放射性核素在医药学的研究工作, 在液体闪烁测量技术、细胞水平的放射自显影技术、标记化合物的制备、生化示踪技术的研究以及放射免疫分析技术等各个方面开展了大量工作, 并取得了显著成果。

20 世纪 70 年代后期, 经历了 1966—1976 年文化大革命短暂的停滞之后, 实验核医学与核药学前所未有的速度重新活跃和发展起来。许多医学院校建立了专供实验研究用的实验核医学基础实验室以及相应的专业队伍。开展放射性核素在基础医学中的应用。放射性核素的应用渗透到生化、药理、免疫、生理、病理生理、分子生物学和生殖生理学等许多学科, 并基本形成了实验核医学的学科领域, 包括液体闪烁测量技术、放射自显影技术、体外分析技术 (放射免疫分析和受体分析)、标记化合物的合成、放射性示踪剂的应用 (物质代谢研究)、药代动力

学、稳定性放射性核素的应用以及放射性核素在中医中药学的应用等内容。核药学也有相应的发展,诸如放射性药物的制备、药代动力学研究、放射性药物的体内分布和药效评估等研究均为核药学的主要内容。

纵观实验核医学的发展可以看到在学科发展的路途中,学科的相互渗透、相互促进极为重要,因此在当前形势下,实验核医学如何继续结合医学需要特别是临床核医学的发展,进一步发展新技术,开辟新道路,迎接新挑战,是十分重要和迫切的课题。

(二) 临床核医学

1957年在卫生部的领导和指示下,各主要医学院成立放射性同位素(现称核素)应用新专业。当时委派复旦大学上海医学院(原上海第一医学院)放射学陈又新教授、内科叶根耀教授以及哈尔滨医科大学邢家骝老师到前苏联参观学习,1958年3月在北京举办了我国第一个放射性同位素临床应用学习班,从此开创了我国放射性同位素临床应用的新起点。当时的授课教师有放射物理学的徐海超教授、放射生物学的陈又新教授、放射卫生的魏履新老师、放射性同位素临床应用的叶根耀老师,带教实验的教师有陈仁堉老师和邢家骝老师。参加学习的有来自北京、上海和广州等地的内科和放射科青年医师共10人。本次学习班的内容包括:通过使用简单的放射性测量仪器如测量 β 射线的钟罩型计数器,测量 γ 射线的盖革计数器,64进位的定标器以及应用前苏联进口的 ^{131}I 和 ^{32}P 等,掌握了放射性测量的基本技能,了解了放射性同位素临床应用的基本原理,内容涉及甲状腺摄 ^{131}I 率测定、 ^{32}P 测定血容量和血管通透性、 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症和 ^{32}P 治疗血液病等。

在北京举办学习班之后,又在天津、上海和广州相继办班,这就是核医学历史上所谓的“京、津、沪、穗”放射性同位素临床应用培训班。1959年由上海科技卫生出版社出版了放射性同位素在临床诊断上应用的首批国内资料。从1958年3月至11月前后共9个月的时间内为我国培养了第一批临床核医学工作者,其中不少人成为放射性同位素学科(后来称核医学)的创始人。1960年经过短暂的准备阶段,各医学院成立放射医学新专业,内容包括放射病、放射防护和放射性同位素在医学中的应用,任务为编写放射医学教材、开设放射医学课程和培养专业人才;同时各临床医院相继成立放射性同位素实验室。但1962年由于放射医学专业人才的需求不

相适应,专业调整为放射性同位素(后称核医学)教研室,放射性同位素从放射医学中独立出来,而放射医学包括放射病和放射卫生。

1972年中国科学院放射医学研究所王世真教授又在四川简阳举办了全国同位素应用学习班,核医学的队伍得到巩固和扩大,专业队伍的建立为核医学的发展奠定了扎实的人才基础。

我国临床核医学的发展可分以下阶段:

1. 初创时期(1958—1966年) 1958年以后,各医学院校附属医院相继建立了放射性同位素室,在放射医学课程中开设了放射性同位素临床应用的课程,开展了 ^{131}I 、 ^{32}P 、金[^{198}Au]、铬[^{51}Cr]和汞[^{203}Hg]等放射性核素的临床应用,建立了甲状腺摄 ^{131}I 试验、放射性肾图、甲状腺和肝脏扫描四大常规。在治疗方面,开展 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症和甲状腺癌转移灶, ^{32}P 治疗真性红细胞增多症、淋巴瘤和白血病等,胶体 ^{198}Au 或 ^{32}P 治疗胸腹腔转移性肿瘤, ^{32}P 敷贴治疗皮肤和眼科疾病等项目,为临床提供有效的无创治疗新方法,取得了显著成效。

2. 缓慢发展阶段(1966—1980年) 文化大革命中,核医学发展受到挫折,但在70年代仍有所发展,特别是1972年举办的放射性同位素应用展览会,向广大群众宣传放射性同位素在医、农、工等的应用以及对国民经济的重要意义,对放射性同位素和平利用的推广应用及其发展起着重要影响。1970年在自力更生的方针指引下,我国自行设计和研制的FTS 101型黑白扫描机投入生产,1975年研制和生产了FTS 203型彩色扫描机,对我国的甲状腺和肝脏等脏器扫描起了重要的推动作用。20世纪70年代后期国内从日本岛津和东芝公司引进一批 γ 照相机并开始研制 γ 照相机,随着国产 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器以及锡[^{113}Sn]-铟[$^{113}\text{In}^{\text{m}}$]发生器相继研制成功,为此阶段的核医学发展提供了重要的条件。对影像核医学而言,从静态的扫描显像进入动态的 γ 照相显像,不但缩短了患者的检查时间,而且提高了诊断效果,脏器显像的范围有了进一步的扩大,从甲状腺、肝脏和肾脏扩展到脑、肺、脾、骨骼、肾上腺和胎盘等。但在治疗方面处于停滞状态,除维持甲状腺功能亢进症、甲状腺癌转移灶、红细胞增多症等治疗外,并无很大的进展。

3. 迅速发展时期(1980—1996年) 1983年从国外引进的第一批SPECT标志着我国影像核医学进入发射计算机断层(emission computed tomography, ECT)时代。在此同时,我国已完成 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 发生器