

核医学 分册

张永学 主编

高再荣 副主编
安 锐

裴著果 主审

医学影像技术丛书

丛书主编

曾祥阶 燕树林

李治安 张永学



HEYIXUEFENCE
湖北科学技术出版社

《医学影像技术丛书》

主编：曾祥阶 燕树林
李治安 张永学

主审：王新房 冯敢生

《核医学分册》

主编：张永学

主审：裴著果

副主编：高再荣 安 锐

编写人员：(以姓氏笔画为序)

王德平	安 锐	张永学	张凯军
何 勇	杨 军	赵 军	胡 佳
徐文代	高再荣	袁 斌	曹国祥
曾腊玲	詹 浩	熊 苏	熊 洁

内 容 提 要

本书分为十一章，其中第一章为核医学技术总论，主要介绍了核医学诊疗技术的基本原理、特点和主要方法，并对核医学的仪器、放射性药物、放射防护及体外放射分析等作了简要阐述。第二章至第十章为各系统核医学，全面地介绍了各系统核医学诊断方法的基本原理、适应证、技术方法、结果判断、临床意义及注意事项，可作为核医学医技人员的实践指南，也是各科临床医师正确应用核医学诊疗技术的参考依据。第十一章对核素治疗的原理、方法及疗效评价等方面的内容作了较详尽介绍。本书每章结束后均附有思考题和简答，为广大读者阅读和理解提供了方便。

本书内容丰富而新颖，简明实用，是核医学医技人员及广大各科临床医师理想的工具书和参考读物。

总 序

影像医学与核医学专业范围较广，主要由以下三大部分组成：1. 放射医学，包括传统 X 线诊断学、CT、磁共振、介入放射学；2. 超声医学，包括 B 型超声、超声心动图、超声多普勒、介入超声；3. 核医学，包括 γ 照相、单光子放射计算机断层扫描 (SPECT)、正电子发射计算机断层扫描技术 (PET) 和介入核医学等。

随着计算机技术的飞速发展，近年来影像医学与核医学仪器的性能有很大改进，成像清晰，分辨率高，不仅能显示正常与异常结构的轮廓和形态，而且可以观察器官的血供、代谢及其机能。这些技术已经广泛用于多个系统各种疾患的检查，使诊断水平有很大提高，在临床上发挥重要作用。介入影像医学也有长足的进步，使许多疾病能得到微创治疗，特别是在某些肿瘤的治疗效果方面可与内科治疗或外科治疗相媲美，成临床上首选的治疗方法之一。经过影像医学和核医学工作者多年努力，我国影像医学技术在临床应用领域内许多方面具有国际先进水平，有些研究项目已步入世界先进行列。

为了便于广大影像医学工作者能全面了解与掌握所从事专业的基础理论、操作方法，熟练进行检查，正确判断图像的变化及其在疾病诊断上的意义，受湖北科学技术出版社的委托，由曾祥阶主任和燕树林主任等一些学术造诣很深的专家担任主编和编委，编写了这套《医学影像技术丛书》。丛书有 5 个分册，即《X 线摄影分册》、《CT 扫描分册》、《MR 成像分册》、《超声显像分册》与《核医学分册》。作者们将自己积累的丰富经验和宝贵资料加以总结提炼，注意理论与实践密切结合，并吸取国内外的先进技术和最新成果，精心编写本书，使之成为一套内容丰富、资料翔实、编排有序、层次分明、文笔简练、重点突出、论证深刻、图像精美的影像医学专著。相信本丛书的出版，一定会受到广大临床医师、影像医学和核医学工作者的热烈欢迎，为促进我国影像医学的发展和提高做出贡献。有感于此，兴奋不已，特作序言，向国内同仁推荐。

同济医科大学附属协和医院教授 王新房 冯敦生

1999 年 9 月

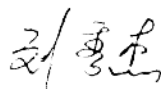
序

核医学作为一门边缘学科,在近20年来已取得了快速发展,在临床和研究中起着不可替代的作用。国务院学位委员会已将核医学归类为医学影像学及核医学的学科,从中可以看出核医学已成为医学影像学中的一个重要组成部分,但又有别于传统影像学的特点。核医学包括实验核医学和临床核医学,既有影像学的内容又有非影像学的内容,核医学影像能反映脏器或组织的血流、代谢和功能状态,这是与其他影像学的主要区别所在。目前,核医学技术已广泛应用于临床和研究中,成为临床医学和基础医学的重要手段。

为了适应核医学的发展,近年来国内有关核医学诊断和治疗等方面的专著不断问世,但对核医学各类方法操作技术进行系统地、全面地论述的专著尚很少。这本由同济医科大学附属协和医院张永学教授主编的《医学影像技术丛书——核医学分册》一书,对核医学各类方法的基本原理、技术方法、结果判断、临床意义和注意事项等内容进行了既简明扼要,又通俗易懂,全面而系统的论述,尤其是侧重于对核医学显像方法学及其影响因素的论述成为本书的突出特点,它能更有效地解决广大读者在工作中的实际问题,是一部集实用性、新颖性于一体的核医学实践指南。虽然本书是一部医学影像技术丛书,但考虑到我国目前的实际情况,大多数核医学科室仍然没有显像设备,因此,作者也将有关体外放射分析及核素治疗的内容收入书中,以保持作为一部核医学技术专著的完整性。本书的作者有成熟的实际经验和扎实的理论基础,在临床、教学和科研中成绩显著,他们对每一种方法都是在总结了国内外的新技术新经验的基础上,提出了一个科学、合理、可行的技术途径。同时,在本书的每一章后面都附有思考题及答案要点,对一些容易混淆的问题也在思考题中进行了讨论,这对读者正确理解和掌握各章节的内容很有帮助,从某种意义上说,本书填补了国内在这方面的空白。

本书具有科学性、新颖性、先进性、实用性等特点,是值得向广大读者推荐的。本书可作为广大核医学工作者(包括实验核医学和临床核医学工作者)的一部常用参考书,对规范各类技术方法具有重要指导意义,同时也对其他专业的医学人员正确选用核医学方法具有重要的参考价值。

当今核医学发展迅速,因此不能要求本书把这一新兴的学科的每一种技术方法都介绍得那么周全、细致,如果说本书在某些方面还存有不足之处,这正是我们在今后的工作中需要完善和提高的内容。我相信,这本书的出版必将对我国核医学的发展起到良好的促进作用。



1999年4月于北京

前 言

核医学是医学中一门年轻的综合性边缘学科,也是一门临床医学学科。核医学将生命科学与核物理学及电子学等相关学科紧密地联系在一起,因而能够准确地了解物质世界的微观分布,是目前在生理状态下,能够动态地观察脏器或组织功能、血流、代谢及人体细胞活动信息的唯一方法。特别是PET的应用,使人们有可能无创伤性地、动态地、定量地从分子水平研究代谢物质或药物进入人体内的生理、生化变化,从而提供疾病的分子水平的信息,并将人类的思维与行为活动生动而真实地用仪器显示出来,使得人们对机体的认识再也不感到神秘莫测,为使基础学科迅速地应用于临床医学领域架起了一座最好的桥梁。核医学是一门内容极其丰富而广泛的学科,不仅有诊断而且有治疗,核医学显像技术是当今医学影像技术的重要组成部分,它以其显示脏器或组织的功能影像而独树一帜;体外放射分析技术是核医学的重要组成部分,以其结果准确、灵敏度高、特异性强而闻名于世,尤其是放射免疫分析的问世,使得人体各种激素的定量分析成为现实,从而改写了医学的历史;而核素治疗则以简便、无创伤、疗效肯定成为治疗疾病的有效手段,也为核医学成为一门真正的临床学科打下了坚实的基础。

核医学是一门发展十分迅速的学科,新技术、新方法、新用途不断涌现。核医学显像不同于超声、CT或MRI等显像,不同脏器的显像需应用不同显像剂,同一脏器不同目的的显像,也需使用不同显像剂,且影像的清晰程度与脏器的功能状态密切相关,因此,核医学显像又是医学影像学中,操作技术最复杂、结果分析最为困难的技术。为了帮助广大核医学工作者及有关科室的临床医师全面掌握和了解核医学的基本技术与操作,正确评价核医学的检查结果及诊疗方法,我们邀请了部分有经验且长期从事核医学工作的医技人员编写此书,系统地对核医学的理论、技术和方法以及临床应用价值作了全面阐述,并力求使该书概念简明清晰,方法具体易懂,内容新颖全面,具有较强的实用性和可操作性。希望此书能为提高临床诊疗水平和核医学事业的发展贡献微薄之力,并成为各科临床医师特别是核医学医技人员的益友!

在本书编写过程中,承蒙核医学界的前辈、我的恩师中国医学科学院阜外心血管医院刘秀杰教授和中国医科大学裴著果教授在百忙中给予了热情指导与关怀,并为本书作序和担任本书的主审,在此谨致以衷心地感谢!

张永学

1998年12月于同济医科大学

目 录

总序	
序	
前言	
第一章 总论	1
第一节 核医学诊疗技术的基本概念	1
一、核医学的定义及内容	1
二、核医学诊疗技术的原理及特点	1
三、核素显像类型及技术要点	2
第二节 核医学工作的放射防护与管理	4
一、核医学科室的布局及防护要求	4
二、核医学工作人员的放射防护	4
三、核医学科室的安全管理	5
四、核医学工作人员的剂量监测	5
第三节 核医学常用检测仪器	6
一、脏器功能测定仪	7
二、脏器显像仪器	7
三、显像仪器的质量控制	8
四、体外放射测量用仪器	10
五、放射防护用仪器	11
第四节 放射性药物	11
一、放射性核素及来源	11
二、放射性药物的质量控制	12
三、临床常用体内诊断放射性药物制备方法	13
第五节 体外放射分析技术	15
一、基本原理	15
二、体外放射分析基本技术	16
三、体外放射分析的基本步骤	19
四、待测生物样品的制备及要求	20
五、体外放射分析的质量控制	20
思考题和题解	26
第二章 内分泌系统	28
第一节 甲状腺功能试验	28
一、甲状腺吸 ^{131}I 功能试验	28
二、甲状腺 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 摄取试验	29

三、甲状腺激素抑制试验	30
四、甲状腺兴奋试验	32
五、过氯酸钾释放试验	33
六、TRH 兴奋试验	33
第二节 甲状腺与甲状旁腺显像	35
一、甲状腺静态显像	35
二、甲状腺血流显像	37
三、甲状腺阳性显像	49
四、甲状腺激素抑制显像	40
五、甲状旁腺显像	40
第三节 甲状腺及甲状旁腺疾病体外放射分析	42
一、血清甲状腺素浓度测定	42
二、血清三碘甲状腺原氨酸浓度测定	43
三、血清反 T ₃ 浓度测定	44
四、血清促甲状腺激素浓度测定	44
五、血清 Tg 抗原测定	45
六、血清 TgAb 和 TmAb 测定	46
七、血清甲状腺刺激性抗体测定	46
八、血清降钙素浓度测定	47
九、甲状旁腺素浓度测定	48
第四节 肾上腺	48
一、肾上腺皮质显像	48
二、肾上腺髓质显像	50
三、血浆皮质醇浓度测定	52
四、血浆醛固酮浓度测定	53
第五节 垂体及生殖激素	54
一、血清 LH 和 FSH 浓度测定	54
二、血清 PRL 浓度测定	55
三、血清雌二醇浓度测定	56
四、血清睾酮浓度测定	56
五、血清孕酮浓度测定	57
六、血清 HCG 浓度测定	58
七、人胎盘催乳素浓度测定	58
八、血清生长激素测定	59
第六节 骨密度测定	60
思考题和题解	63
第三章 神经系统	67
第一节 脑显像	67
一、局部脑血流显像	67
二、脑血管动态显像	70

三、脑静态显像	71
四、脑代谢显像	73
第二节 脊髓蛛网膜腔及脑池显像	74
思考题和题解	76
第四章 心血管系统	78
第一节 心血池显像与心功能测定	78
一、心血管动态照相	78
二、门控心血池显像	80
三、首次通过法心血管显像	82
四、 γ 心功能仪法测定心室功能	83
第二节 心肌显像	85
一、心肌灌注显像	85
二、心肌阳性显像	88
三、心肌细胞活性的估计	90
四、心肌葡萄糖代谢显像	91
五、心肌脂肪酸代谢显像	92
第三节 心脏负荷(介入)试验	93
一、运动负荷试验	94
二、药物介入试验	95
第四节 下肢静脉显像	96
第五节 体外放射分析	97
一、血浆肾素-血管紧张素测定	97
二、血浆前列腺素测定	99
三、血浆血栓素测定	100
四、血浆心钠素测定	100
五、血清肌红蛋白测定	101
六、血清肌凝蛋白轻链测定	102
七、血浆内皮素测定	103
八、血清地高辛及类洋地黄物质测定	104
思考题和题解	105
第五章 呼吸系统	108
第一节 肺灌注显像	108
第二节 肺通气显像	110
第三节 肺癌阳性显像	112
思考题和题解	114
第六章 消化系统	115
第一节 肝胆及胰腺显像	115
一、肝脏胶体显像	115
二、肝血流灌注及血池显像	117
三、肝脏阳性显像	118

四、肝胆动态显像·····	120
五、胰腺显像·····	122
第二节 胃肠道显像·····	124
一、胃肠道出血显像·····	124
二、唾液腺显像·····	125
三、食管通过时间测定·····	127
四、胃食管反流显像·····	128
五、十二指肠胃反流显像·····	129
六、胃排空显像·····	130
七、异位胃粘膜显像·····	133
八、胃肠肿瘤放射免疫显像·····	134
第三节 体外放射分析·····	136
一、血清胃泌素浓度测定·····	136
二、血浆胃动素测定·····	137
三、血管活性肠肽测定·····	138
四、胆囊收缩素测定·····	139
五、血清甘胆酸测定·····	139
六、血清P物质测定·····	140
七、血清胰岛素浓度测定·····	140
八、血清胰岛素抗体测定·····	141
九、血浆胰高血糖素浓度测定·····	141
十、血清C肽浓度测定·····	142
十一、血清甲胎蛋白浓度测定·····	143
十二、血清乙型肝炎标志物的测定·····	144
十三、血清透明质酸浓度测定·····	148
思考题和题解·····	148
第七章 泌尿系统·····	152
第一节 肾脏显像与功能测定·····	152
一、肾静态显像·····	152
二、肾动态显像·····	153
三、膀胱输尿管反流显像·····	156
四、巯甲丙脯酸试验·····	157
五、利尿试验·····	158
六、肾图检查·····	159
七、有效肾血浆流量的测定·····	161
八、肾小球滤过率的测定·····	163
九、阴囊显像·····	165
第二节 体外放射分析·····	166
一、 β_2 -微球蛋白测定·····	166
二、尿白蛋白测定·····	167

三、尿 TH 糖蛋白测定	168
四、尿分泌型免疫球蛋白 A 测定	169
五、人上皮细胞生长因子测定	170
思考题和题解	170
第八章 骨、关节系统	172
第一节 骨骼静态显像	172
第二节 骨骼动态显像	174
第三节 骨骼断层显像	175
第四节 关节显像	176
思考题和题解	177
第九章 血液与淋巴系统	179
第一节 骨髓显像	179
第二节 淋巴显像	181
第三节 淋巴瘤显像	182
第四节 脾脏显像	183
第五节 红细胞寿命测定	185
第六节 红细胞破坏部位测定	186
第七节 体外放射分析	187
一、血清铁蛋白测定	187
二、乳铁蛋白测定	188
三、红细胞生成素测定	188
思考题和题解	189
第十章 肿瘤与炎症	191
第一节 肿瘤显像	191
一、肿瘤放射免疫显像	191
二、肿瘤非特异性阳性显像	193
三、肿瘤疾病的 PET 显像	198
第二节 炎症灶显像	200
第三节 血清中肿瘤标志检测	202
一、血清 CA-125 浓度测定	202
二、血清 CA-50 浓度测定	203
三、血清 CA-199 浓度测定	204
四、血清 CA-153 浓度测定	204
五、血清 CEA 浓度测定	205
六、前列腺酸性磷酸酶测定	205
七、前列腺特异抗原测定	206
八、肿瘤坏死因子测定	206
思考题和题解	207
第十一章 放射性核素治疗技术	209
第一节 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症	209

第二节	^{131}I 治疗甲状腺癌转移灶	210
第三节	^{131}I 治疗功能自主性甲状腺腺瘤	211
第四节	^{131}I 治疗脊髓空洞症	212
第五节	^{131}I -MIBG 治疗恶性嗜铬细胞瘤	213
第六节	^{32}P 治疗真性红细胞增多症和原发性血小板增多症	214
第七节	骨转移肿瘤的核素治疗	215
第八节	放射性胶体的胸腹腔内注射治疗	217
第九节	^{32}P 敷贴治疗皮肤病	218
第十节	^{90}Sr 敷贴器治疗皮肤病	219
	思考题和题解	220
	参考文献	222

第一章 总 论

第一节 核医学诊疗技术的基本概念

一、核医学的定义及内容

核医学 (nuclear medicine) 是研究核技术在医学中的应用及其理论的学科, 它是随着核科学技术、医学及电子学等相关技术的发展而形成的一门新兴学科。核医学有其自身的理论和方法, 有诊断、治疗, 因此, 也是一门独立的临床学科。

核医学的内容主要包括实验核医学和临床核医学两部分。实验核医学技术主要包括核测量技术、标记技术、示踪技术、体外放射分析、活化分析技术和放射自显影技术等, 其任务是利用实验核技术来研究生命现象的本质和物质变化的规律, 创立和发展新的诊疗方法。临床核医学是利用核素或核射线诊断、治疗疾病和进行疾病研究的学科。临床核医学又分为诊断核医学和治疗核医学两部分, 诊断核医学主要包括体外诊断如: 放射免疫分析、免疫放射分析、放射受体分析、受体放射分析等和体内诊断如脏器显像、脏器功能测定等。核素脏器显像诊断也是医学影像技术的重要组成部分, 并以其显示脏器或组织功能、代谢以及血流的变化独具特色。治疗核医学主要包括放射性核素内照射治疗和敷贴治疗。

二、核医学诊疗技术的原理及特点

由于放射性核素在自发地衰变中能发射出射线, 如 γ 、 β 和 α 射线, 因此, 利用核探测仪器能够准确获得核素及其核素标记物在脏器、组织的分布和量变规律及其在生物样品中的含量, 从而达到诊断疾病或获得生物样品中微量物质浓度的目的。此外, 由于较大剂量的射线 (特别是 β 射线) 能损伤或破坏组织细胞, 因此利用病变细胞能选择性浓聚或摄取某些核素或标记化合物的作用, 破坏病变细胞达到治疗某些疾病的目的, 而正常组织因摄取较少故损害较小或没有明显破坏作用。

核素显像诊断与其他影像学诊断具有本质的区别, 其成像取决于脏器或组织的血流、细胞功能、细胞数量、代谢活性和排泄引流情况等因素, 而不是组织的密度变化, 因此, 是一种功能影像, 影像的清晰度主要由脏器或组织的功能状态决定, 而 CT、MRI 及超声显像主要是显示脏器或组织的解剖学形态变化, 有时也显示其功能变化, 但仍然是建立在形态学基础之上。核素显像与其他显像技术另一不同之处是不同脏器显像需应用不同的放射性药物, 同一器官不同目的的显像需不同的显像剂, 而 CT 和 MRI 只有平扫和增强之分。因此, 核

素显像从技术条件等方面比其他显像技术更为复杂。体外放射分析具有灵敏度高、特异性强、结果准确和应用范围广等优点，是一种简便、实用的超微量分析技术。

(张永学)

三、核素显像类型及技术要点

(一) 显像的条件及其选择

1. 核素显像的基本条件

- (1) 具有能够选择性聚集在特定脏器或病变的放射性显像剂。
- (2) 具有能够探测脏器和病变中聚集的放射性示踪剂并将之显示成像的核医学仪器。如 γ 相机、SPECT 和 PET。

2. 显像条件的选择

(1) 显像剂的选择 根据显像的目的和要求选择较理想的显像剂。具体包括：

1) 可靠的显像性能：一般要求标记方便、从血流清除快、进入靶器官的时间早、靶器官与非靶器官的放射性比值高以及由全身清除迅速、稳定性好。如超短半衰期核素对病人的辐射剂量小、检测时间短、能较灵敏地反映异常及其程度，且显像清晰。

2) 对于 γ 相机和 SPECT 来说，需选用适宜的 γ 射线能量，能量太高会使空间分辨率降低，能量太低则灵敏度下降，也不易保证稳定的分辨率，且容易被组织或骨骼所吸收，对深部病变的显像发生困难；用 100keV 以下的低能 γ 或 X 射线时都不能处于最佳工作条件。另外， γ 射线能量的选择与使用的仪器也有关系， γ 相机和 SPECT 因探头的晶体薄，只能采用放射中、低能量的 γ 射线，显像最适宜的 γ 射线能量为 100~250keV，如 ^{99m}Tc 发射的 γ 射线能量为 140keV，最适合显像使用。而对于 PET 则必须使用能量为 511keV 的一对 γ 光子。

3) 适度的放射性活度和放射性浓度，放射化学纯度要高。放射性活度大可减少测量误差，但小病灶易被掩盖，并加大了患者不必要的辐射负担。然而，在受检脏器功能不良时，显像剂的浓聚下降，需适当加大显像剂的用量以提高图像的清晰度和分辨率。放射性浓度和比活度越高，则进入体内显像剂的化学量和体积就越小，可减少机体的不良反应和提高弹丸注射的成功率。显像剂的放射化学纯度越高，图像的质量就越高，显像的效果就越好。

(2) 准直器的选择 准直器的种类主要有低能通用型、低能高分辨型、低能高灵敏型、中能通用型、高能通用型、低能扩散型、中能扩散型以及低能针孔型。其选择主要考虑以下五个方面的因素：①显像剂发射的主要 γ 射线能量，如 ^{99m}Tc 和 ^{123}I 常选用低能型准直器， ^{131}I 则选用高能型准直器；②所用放射性活度；③显像目的；④显像器官大小及厚度；⑤对灵敏度及分辨率的要求。

(3) 显像时间 根据显像剂在体内转归的特点选择最佳显像时间，特别是动态功能显像时更为重要，否则会失去许多重要的信息影响临床分析判断。

(4) 显像体位 选择正确的体位以保证受检的脏器和组织尽可能地暴露在检测的视野内，并能使病人在检查期间保持不动。尤其在心脑血管的检查时正确的体位有助于提高阳性率及病灶的定位。

(5) 仪器的最佳条件选择 仪器是否处于最佳工作状态对于获得清晰、分辨率高、失真

小的图像非常重要,显像检查前必须确定采集的矩阵,每帧采集的时间及计数等。一般情况下,在放射性活度足够时,对于静态采集来说,宜选用较大矩阵如 128×128 或 256×256 ,在动态采集时,为提高检测的灵敏度,宜选用较小矩阵如 64×64 的矩阵。

(二) 显像类型

(1) 静态显像 (static imaging) 显像剂在脏器组织和病变内达到分布平衡时所进行的显像称为静态显像。

(2) 动态显像 (dynamic imaging) 显像剂引入人体后以一定速度连续或间断地多幅成像,用以显示显像剂随血流经或灌注脏器、或被器官不断摄取与排泄、或在器官内反复充盈和射出等过程所造成的脏器内放射性在数量上或位置上随时间而发生的变化,这种显像就称为动态显像。

(3) 局部显像 指显影范围仅限于身体某一部位或某一脏器的显像。

(4) 全身显像 (whole body imaging) 显像装置沿体表从头至脚作匀速移动,将采集全身各部位的放射性显示成为一帧影像称为全身显像。

(5) 平面显像 (planar imaging) 放射性探测器置于体表的一定位置显示某脏器的影像为平面显像。

(6) 断层显像 (tomography) 显像装置围绕体表作 180° 或 360° 自动旋转连续或间断采集多体位平面信息,或利用环状排列的探测器获取脏器各个方位的信息,再由计算机特殊软件和快速阵列处理机重建各种断层影像,获得横断、冠状和矢状位或三维立体影像。

(7) 早期显像 一般认为显像剂引入体内后 2h 内所进行的显像称为早期显像。

(8) 延迟显像 显像剂注入体内 2h 以后所进行的显像称为延迟显像。

(9) 阴性显像 正常脏器和组织细胞可选择性摄取某种放射性药物,能显示出该脏器和组织的形态和大小。而病灶区失去正常组织细胞的功能故常常不能摄取显像剂,呈现放射性分布稀疏或缺损(即“冷区”),此种显像又称为冷区显像 (cold spot imaging)。

(10) 阳性显像 (positive imaging) 病灶部位的放射性活度高于正常脏器组织的显像称为阳性显像,又称“热区”显像 (hot spot imaging)。

(11) 介入显像 (interventional imaging) 在常规显像的条件下,通过药物或生理刺激等方法,增加对某个脏器的功能刺激或负荷,观察脏器或组织对刺激的反应能力,以判断病变组织的血流灌注、储备功能情况,并增加正常组织与病变组织之间的放射性分布差别,提高显像诊断灵敏度的一类显像称为介入显像。

(三) 图像分析方法及要点

1. 静态图像分析要点

(1) 位置(平面) 注意被检器官与解剖标志和邻近器官之间的关系,确定器官有无移位和反位。

(2) 形态大小 受检器官的外形和大小是否正常,轮廓是否清晰完整,边界是否清楚。

(3) 放射性分布 一般以受检器官的正常组织放射性分布为基准,比较判断病变组织的放射性分布是否增高或降低(稀疏)、正常或缺如。

2. 动态显像分析要点

在静态显像的分析基础上,确定显像的顺序和时相的变化。

(1) 显像顺序 是否符合正常的血运和功能状态,如心血管的动态显像应按正常的血液流向,即上腔静脉、右心房、右心室、肺、左心房、左心室及主动脉等途径依次显示影像。

(2) 时相变化 时相变化主要用于判断受检器官的功能状态,影像的出现或消失时间超出正常规律时,则提示被检器官或系统的功能异常。

3. 断层显像分析要点

正确掌握不同脏器和组织的断层方位以及各层面的正常所见,对各断层面的影像分别进行形态、大小和放射性分布及浓聚程度的分析。对于一般器官,横断面是自下而上获取横断层面;矢状面是自右向左依次获取矢状断层影像;冠状面是自前向后依次获取冠状断层影像。对于心脏断层,由于心脏的长、短轴与躯干的长、短轴不一致,故心脏断层显像时常分别采用短轴、水平长轴和垂直长轴来表示,以示区别。

总之,在进行核医学影像分析时,不仅要密切联系生理、解剖学知识,还要结合临床所见才能正确的分析和评价图像。

(曹国祥)

第二节 核医学工作的放射防护与管理

一、核医学科室的布局及防护要求

核医学的工作性质属于开放型放射性工作场所。因此,开展核医学工作,首先必须建立符合防护要求的核医学实验室,并配备必要的防护设施,以减少对放射性工作人员的照射,最大限度地降低周围环境的放射性污染,其实验室的建筑设计和设备有如下要求:

(1) 核医学实验室选址 核医学实验室应避免人口密集的居民区,最好单独建筑或位于建筑物的一层或一端,应与非放射性工作区分开,并有单独的出入口,其周围应有一定的防护监测区。

(2) 工作场所的合理布局及防护设施 放射性活性区与非活性区应分开,采取“三区制”,即清洁区、中间区、活性区,并按照放射性水平的高低依秩序排列,高活性区应设在平面的末端。其中清洁区应位于常年的上风向,无放射性物质污染,包括办公室、会议室、资料室等;中间区一般不直接操作放射性物质,但有可能受到放射性污染或辐射,包括测量室、功能室、显像室等;活性区通常根据辐射水平的高低分为低、中、高活性室,高活性室是进行放射性核素分装、淋洗与标记的场所,因此,应设置通风柜,其通风柜的抽风管道口须高出建筑物3米左右,通风柜内应具备铅砖和铅玻璃等防护屏蔽材料,地面及操作台面应采用表面光滑的塑料为材料,便于去污处理;活性区须有专用的下水管道,其放射性污水应集中储存于专用衰变池内,经衰变符合排放标准后,方能排入下水道。中间区与活性区之间应设卫生通过间,离开活性室要监测皮肤及衣服有无放射性污染。

二、核医学工作人员的放射防护

在进行放射性操作过程中,核医学工作人员可受到不同程度的外照射,如不注意个人的放射性防护,放射性核素可经过呼吸道、消化道以及皮肤等途径进入体内,而引起内照射危害,因此,加强个人的放射防护是非常必要的。进行放射性操作时,根据需要应穿戴工作服、帽、手套、铅裙及防护眼镜等个人防护用品;从事核素标记、淋洗及分装等工作时,操

作者与放射源之间应根据射线种类选择适当厚度的铅、有机玻璃(β 射线)等材料进行屏蔽防护。在满足工作需要的前提下,尽可能增加与放射源之间的距离、缩短接触时间和减少放射源的用量,也是减低个人辐射剂量的有效防护方法。严禁在活性区内吸烟、饮水及进食,严格执行安全操作规程,做好个人剂量监测,每年应对放射性工作人员进行健康检查。

三、核医学科室的安全管理

核医学科(室)不同于一般临床或诊断科室,而是开放型放射性工作场所,科室除了一般的行政管理之外,还必须具备贮藏和使用放射性物质的条件及其安全管理措施,否则将有可能导致放射性事故的危險。

(1) 根据国家有关法律规定,建立放射性工作场所或单位必须向有关主管部门提出申请,经审查获得许可证,方可订购或使用放射性物质,开展与放射有关的诊疗或研究工作;从事开放型放射性工作的人员,必须通过专业和防护知识培训,经考核合格取得放射性工作人员许可证后才能上岗工作;

(2) 放射源必须存贮在指定的位置,并具有放射防护设备及防盗措施;

(3) 放射源必须有专人保管,做到收货及使用有登记,严防放射源丢失;

(4) 科室内需备有放射监测仪器,防止和监测放射性泄露或污染;

(5) 放射性工作场所禁止非本室工作人员停留;

(6) 一旦发生放射性污染事故,应按放射防护规则妥善处理,并立即上报有关主管部门;

(7) 所订购的放射性药物必须是具有放射性药品生产许可证的厂家生产的合格产品。

(张永学)

四、核医学工作人员的剂量监测

个人剂量监测是指为估算和控制放射性工作人员的辐射剂量而直接对人进行的一种测量。核医学工作人员的剂量监测属于个人剂量监测中的一种。这种监测的目的在于测定工作人员的人体组织或器官所受的平均剂量当量或有效剂量当量,并与规定的最大剂量当量相比较,以保障工作人员的工作环境和条件的安全。实际上,在日常的个人剂量测量之中,由于直接测量剂量当量仍有一定的困难,通常仍以照射量或吸收剂量为单位进行测量,然后通过一定的模式转换为有效剂量当量或平均剂量当量单位。按受照的方式不同,核医学工作人员的剂量监测可分为外照射和内照射个人剂量监测两个方面。

1. 外照射个人剂量的监测

外照射剂量监测实施的基本手段是个人剂量计,它能测定一段时间内或一次操作过程中所受的外照射的累积辐射剂量。常用的剂量计有胶片个人剂量计、核乳胶个人剂量计、电离室个人剂量笔、辐射光致荧光玻璃剂量计、热释个人剂量计(TLD)等。其中胶片剂量计只能一次性使用,可保持随时可查的永久性记录;玻璃剂量计、热释光剂量计及个人剂量笔则可经一定的方法处理后反复多次使用;核乳胶个人剂量计多用于快中子的辐射监测,在核医学日常的剂量监测中意义不大。在个人剂量监测中,由于射线的照射是不均匀的,入射的方向与佩戴者的方位在整个测量过程中也会不断地发生改变,所以对于剂量计的佩戴部位有一定的要求。一般来说,个人剂量计应当佩戴在躯干表面受照剂量最强的部位,四肢特别是手部所受的剂量较大时,应佩戴附加的剂量计。带有铅围裙的工作情况,应使用两个剂量计,