

全国高等医药教材建设研究会 卫生部规划教材
全国高等学校教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

核医学

第 6 版

主 编 李少林
副主编 张永学

 人民卫生出版社

全国高等学校教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

核 医 学

第 6 版

主 编 李少林

副主编 张永学

编者（以姓氏拼音为序）

安 锐（华中科技大学）	陈绍亮（复旦大学）
蒋宁一（中山大学）	匡安仁（四川大学）
李少林（重庆医科大学）	李亚明（中国医科大学）
李思进（山西医科大学）	罗 加（重庆医科大学）
王荣福（北京大学）	王 铁（首都医科大学）
张永学（华中科技大学）	

学术秘书 刘方欣 张玉诺 彭志平

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

核医学/李少林主编. —6 版. —北京:
人民卫生出版社, 2004. 8

ISBN 7-117-06301-7

I. 核… II. 李… III. 原子医学-医学
院校-教材 IV. R81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 058684 号

核 医 学 第 6 版

主 编: 李 少 林

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

印 刷: 潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 19 插页: 5

字 数: 447 千字

版 次: 1979 年 5 月第 1 版 2004 年 8 月第 6 版第 28 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-06301-7/R·6302

定 价: 26.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

全国高等学校五年制临床医学专业

第六轮规划教材修订说明

为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,经全国高等医药教材建设研究会和卫生部临床医学专业教材评审委员会审议,决定从2002年9月开始进行五年制临床医学专业规划教材第六轮的修订。第六轮的修订工作要以《中国医学教育改革和发展纲要》和《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》为指导,及时反映新世纪教学内容和课程改革的成果,在选择教材内容和编写体系时,应注意素质教育和创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。第六轮的修订要继承和发扬第五轮教材编写的优点,在坚持“三基”、“五性”、“三特定”的同时,提倡创新,可同时编写配套教材(含光盘);增加英文的词汇量;加强人文科学的内容;并强调增强学生的法律意识等,力争编出精品教材。

随着教材品种的不断增加和完善,第六轮教材将不再与七年制共用;并为适应各院校的具体情况,不再划分必修教材和选修教材,由各院校自行选择使用。

全套教材共50种,于2004年秋季全部出齐,其中24种同时为教育部确定的普通高等教育“十五”国家级规划教材。另根据学科发展的需要,本轮教材将原《耳鼻咽喉科学》更名为《耳鼻咽喉-头颈外科学》;将原《计算机应用基础》更名为《医学计算机应用基础》。

第六轮教材目录

1. 《医用高等数学》第4版	主编 张选群	14. 《病理学》第6版	主编 李玉林
△2. 《医学物理学》第6版	主编 胡新珉		副主编 唐建武
3. 《基础化学》第6版	主编 魏祖期	△15. 《病理生理学》第6版	主编 金惠铭
4. 《有机化学》第6版	主编 吕以仙		王建枝
	副主编 陆阳	16. 《药理学》第6版	主编 杨宝峰
5. 《医学生物学》第6版	主编 傅松滨		副主编 苏定冯
△6. 《系统解剖学》第6版	主编 柏树令	17. 《医学心理学》第4版	主编 姜乾金
△7. 《局部解剖学》第6版	主编 彭裕文	18. 《法医学》第4版	主编 王保捷
△8. 《组织学与胚胎学》第6版	主编 邹仲之	△19. 《诊断学》第6版	主编 陈文彬
△9. 《生物化学》第6版	主编 周爱儒		潘祥林
	副主编 查锡良		副主编 康熙雄
△10. 《生理学》第6版	主编 姚泰		王笑云
	副主编 吴博威	△20. 《医学影像学》第5版	主编 吴恩惠
11. 《医学微生物学》第6版	主编 周正任		副主编 冯敦生
	副主编 李凡	△21. 《内科学》第6版	主编 叶任高
12. 《人体寄生虫学》第6版	主编 李雍龙		陆再英
13. 《医学免疫学》第4版	主编 陈慰峰		副主编 谢毅
	副主编 金伯泉		王辰

- | | | | |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| △22.《外科学》第6版 | 主编 吴在德
吴肇汉 | △35.《预防医学》第4版 | 副主编 刘移民
主编 傅 华 |
| | 副主编 郑 树
安 洪 | 36.《中医学》第6版 | 副主编 段广才
主编 李家邦 |
| △23.《妇产科学》第6版 | 主编 乐 杰 | 37.《医学计算机应用基础》第3版 | 副主编 高鹏翔
主编 邹赛德 |
| | 副主编 谢 幸
丰有吉 | 38.《体育》第3版 | 副主编 杨长兴
主编 裴海泓 |
| 24.《儿科学》第6版 | 主编 杨锡强 | 39.《医学细胞生物学》第3版 | 主编 宋今丹 |
| | 易著文 | 40.《医学分子生物学》第2版 | 主编 药立波 |
| | 副主编 沈晓明
常立文 | | 副主编 冯作化
周春燕 |
| △25.《神经病学》第5版 | 主编 王维治 | 41.《医学遗传学》第4版 | 主编 左 伋 |
| | 副主编 罗祖明 | △42.《临床药理学》第3版 | 主编 徐叔云 |
| △26.《精神病学》第5版 | 主编 郝 伟 | | 副主编 魏 伟 |
| △27.《传染病学》第6版 | 主编 彭文伟 | 43.《医学统计学》第4版 | 主编 马斌荣 |
| | 副主编 李兰娟
乔光彦 | △44.《医学伦理学》第2版 | 主编 丘祥兴 |
| △28.《眼科学》第6版 | 主编 惠延年 | | 副主编 王明旭 |
| 29.《耳鼻咽喉-头颈外科学》第6版 | 主编 田勇泉 | △45.《临床流行病学》第2版 | 主编 王家良 |
| | 副主编 孙爱华 | 46.《康复医学》第3版 | 主编 南登崑 |
| △30.《口腔科学》第6版 | 主编 张志愿 | 47.《医学文献检索》第2版 | 主编 郭继军 |
| △31.《皮肤性病学》第6版 | 主编 张学军 | 48.《卫生法》第2版 | 主编 赵同刚 |
| 32.《核医学》第6版 | 主编 李少林 | | 副主编 达庆东
汪建荣 |
| | 副主编 张永学 | 49.《医学导论》第2版 | 主编 文历阳 |
| △33.《流行病学》第6版 | 主编 王建华 | △50.《全科医学概论》第2版 | 主编 杨秉辉 |
| 34.《卫生学》第6版 | 主编 仲来福 | | |

注：画△者为普通高等教育“十五”国家级规划教材

全国高等学校临床医学专业 第五届教材评审委员会

名誉主任委员 裘法祖
主任委员 陈灏珠 副主任委员 龚非力

委员（以姓氏笔画为序）

于修平 王卫平 王鸿利 文继舫 朱明德 刘国良
李焕章 杨世杰 张肇达 沈 悌 吴一龙 郑树森
原 林 曾因明 廖秦平 樊小力

秘书 孙利军

前言

《核医学》(第6版)的出版面临着极好的机遇和极大的挑战。我们高兴地看到核医学工作者的队伍在不断壮大,学术水平快速更新,代谢显像实现了肿瘤、心、脑血管等疾病的早期诊断,分子核医学标志着核医学的发展进入了新的里程,体外分析更深入揭示生命现象的本质,PET、PET/CT对国人已不再陌生。

同时也注意到,国内各地区,部分院校近年也编写出版了不少核医学教材,丰富了核医学知识宝库,给我们编写本书提供了更多的借鉴和学习的机会,学习使我们扬他人之长,克己之不足,“竞争”促使全体编著者更认真去思考,去写作,我们反复讨论,认真推敲,怎样才能使本书适合五年制本科教学,怎样才能反映核医学的最新进展,怎样编写才能更有利于学生在有限的教学时数内学好核医学这门功课。

本书既要阐明学科的发展、前沿,又要突出核医学的特色,优势之处,要写成一本临床简明、实用的书,深入浅出,易懂易学。希望能使学习的人学了就能懂,学了就能用。使学生初步了解核医学是怎样的一门学科,可以解决哪些问题,哪些核医学项目是临床医生在疾病诊断、治疗中应该首选的。虽然国内各院校五年制本科核医学教学时数普遍都不多,但我们不认为核医学教科书越简单越好,内容越少越好。如果把教材内容写得支离破碎,就不能使学生真正认识本学科的重要性,就不能学好核医学知识。我们也参考了国外出版的“textbook of nuclear medicine”,内容及篇幅甚至比国内的七年制教科书还要多得多。

在内容的安排上也做了一些改进。章节的编排上,考虑由简及繁,有的章的内容是以显像项目编排,有的是以疾病安排,主要是根据临床实用和需要来考虑,使之有利于临床应用,更有利于学生学习,更便于与其他临床学科衔接。在各章节中增加了PET, PET/CT的显像技术及临床应用,首次在教科书中引入了PET/CT融合的显像图或PET显像图与CT、MRI成像并列对比的图像。

在放射防护一章中,既阐明防护的重要性和基本理论基本原则,也说明核医学检查对医生和患者的安全性,克服畏惧心理。还列举了核医学检查所受的辐射剂量与广泛存在于自然界的天然本底辐射比较以及与其他临床检查项目的比较。

本书编写过程中得到了全国高等医药教材建设研究会、卫生部教材办公室和人民卫生出版社以及参编院校领导的大力支持和帮助,很多同行也寄以极大的关怀并提出了不少建议,使本书能顺利完成和更完善,在此谨致以最衷心的感谢。

李少林

2003. 5

绪 论

一、学科分类和内容

核医学(nuclear medicine)是将核技术应用于医学领域的学科,是用放射性核素诊断、治疗疾病和进行医学研究的医学学科。一级学科属临床医学。在我国将核医学分为实验核医学和临床核医学两大部分,实际上这两部分内容是不能截然分开的。

根据我国医学专业学位点的设置,核医学属于“影像医学与核医学”学位点。目前,影像医学包括 X 线诊断学、超声影像诊断学、磁共振影像诊断学。这三种显像诊断方法主要是根据人体器官的组织密度或其他物理特性的差异成像,反映人体器官组织的解剖结构,而核医学显像是显示放射性核素标记的放射性药物在体内的分布图。放射性药物根据自己的代谢和生物学特性,能特异地分布于体内特定的器官或病变组织,并参与体内的代谢,标记在放射性药物分子上的放射性核素由于放出射线能在体外被探测。因而核医学显像主要显示器官及病变组织代谢、功能,由于放射性药物也能选择性地分布于某一脏器、组织,因而核医学显像也能反应脏器、组织的解剖结构,但图像不如 CT 清晰。科学总是不断发展,新的技术将上述反映人体器官组织解剖结构的 X 线穿透性 CT 与主要显示器官及病变组织代谢、功能的核医学显像相结合,创建了 PET/CT、SPECT/CT 图像融合新技术和图像融合联机,这样有机的结合使影像学的发展步入了新的里程。

核医学的内容除了显像外,还有器官功能测定、放射性核素治疗和体外分析法。核医学器官功能测定利用放射性药物在体内能被某一器官特异摄取、在某一特定的器官组织中被代谢或通过某一器官排出等特性。在体外测定这些放射性药物在相应的器官中摄取的速度,存留的时间,排出的速度等,就可反映器官功能状态。

放射性核素治疗也是核医学的重要组成部分,利用在机体内能高度选择性地靶向分布在病变组织内的放射性药物,在体内杀伤病变细胞,达到治疗疾病的目的。治疗用放射性药物一般选用放出射线射程短,对生物组织的局部损伤作用强的放射性核素进行标记,目前常用的射线是 β^- 射线、俄歇电子,处于研究中、有潜在优势的还有 α 射线等。放射性核素治疗由于能在体内得到高的靶/非靶比值,对病变组织有强的杀伤作用而全身正常组织受的辐射损伤小,有较高的实用价值。

核医学体外测定方法是利用放射性核素标记的示踪剂在体外测定从人体内采取的血、尿、组织液等样品内微量生物活性物质含量的方法。代表性的基本方法是放射免疫分析法(Radioimmunoassay, RIA)。RIA 利用放射性核素示踪技术的高灵敏度,不直接探测待测物,而探测待测物上的标记信号,利用标记物的放大作用,更提高方法的灵敏性,还结合免疫学反应的高特异性,以抗体为结合剂。20 世纪 60 年代初 Yalow 和 Berson 创立了前所未有的高灵敏度的 RIA 法,可以准确定量人体内含量极微的激素、酶、神经介质、配体、受体、药物以及核酸、蛋白质等生物活性物

质,1977年获诺贝尔医学奖。

四十多年的发展,RIS本身更完善了,但由于新技术的应用,临床工作的发展,需检测的样品量的增大,需要新一代的更加灵敏、稳定、快速,而且全自动化的测量技术。因而非放射性标记的、自动化程度更高的一批分析方法应运而生。非放射性标记主要有酶标记、化学发光标记、荧光标记等。近年来发展的主要优势包括多种技术的互相渗透,自动化程度的提高等。例如将酶免疫分析技术(enzyme immunoassay,EIA)与荧光技术或化学发光技术结合,建立的荧光酶免疫分析(FEIA)及化学发光酶免疫分析(CLEIA),可极大地提高灵敏度。

荧光免疫分析中具突出优势的方法是用具有长荧光寿命的荧光物质镧系元素作荧光标记物。测量时,延长荧光测量时间,就会使短寿命的自然本底荧光完全衰退,所得信号完全为标记的长寿命镧系螯合物的荧光,因而也被称为时间分辨荧光免疫分析(time-resolved fluorescence immunoassay,TR-FIA)。可实现零本底测量,与放射性核素一样,是用镧系元素原子进行标记,可实现多重标记,实现多个待测物同时检测等。目前时间分辨荧光免疫分析系列试剂盒已成商品化,高度自动化荧光测量仪已进入临床应用,仪器及试剂的国产化也已开发成功。

用放射性核素标记的体外分析法主要有RIA和免疫放射分析法(immunoradiometric assay,IRMA)。RIA标记抗原,属竞争性免疫分析,IRMA标记抗体,属非竞争性免疫分析法。其他的非放射性标记免疫分析的标记对象,基本原理,数据处理基本上分别同于RIA或IRMA。

二、核医学的发展

核医学是一门新兴学科,是伴随放射性核素的发现和核技术在医学的应用发展起来的,核医学发展可以追溯到1895年Wilhelm Roentgen发现X射线,第二年Henri Becquerel在铀盐中发现类似X射线的射线,这是人类首次发现和认识放射性核素。1898年Marie Curie和她的丈夫成功地提取了放射性钋(polonium)和镭(radium)。但这些天然的放射性核素由于半衰期较长或质量数较大或射线不适合显像等而不能用于人体内。直到1934年Joliet和Curie研制成功用人工方法生产放射性核素,才真正揭开了放射性核素临床应用的序幕。

能获得人工放射性核素后的10年间是核医学发展的初期阶段。成就主要有:①锝元素和放射性核素 ^{131}I 的发现;1937年找到了43号元素锝(technetium),这就是至今仍广泛用于核医学显像的放射性核素。1938年发现了放射性核素 ^{131}I ;②开始放射性核素治疗,1938年开始用 ^{32}P 治疗白血病,1941年开始用 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进(hyperthyroidism),1946年开始用 ^{131}I 治疗甲状腺癌,沿用至今;③在诊断方法,1938年开始用 ^{128}I (半衰期21.99min, β 衰变)测定甲状腺的吸碘功能。这一阶段的发展奠定了核医学学科发展方向。

在此基础上核医学达到了较快的发展,逐渐形成了现在的规模。从核医学的发展,可以看出核医学自身的特点和优势以及对整个医学发展的贡献。现代核医学从核医学仪器发展,放射性药物的研制开发,技术方法的进步等几方面得到了快速发展。

在仪器方面,1949年发明了第一台闪烁扫描机,揭开了核医学显像诊断的序幕。Hal Angel在1950年研制了井型晶体闪烁计数器,用于体外放射性样品测量,1957年研制了10.16cm碘化钠晶体和针孔准直器的 γ -照相机,可以一次性成像。1964年世上便有了商品 γ -照相机供应,开创了核医学显像的新纪元。国内也于80年代开始了 γ -照相机的生产。

放射性核素发射式计算机断层显像(emission computed tomography,ECT)与X射线透射式计

计算机断层显像(transmission computed tomography, TCT)几乎是同时问世的。1963年 David Kuhl 报道了 TCT 显像,紧接着 Kuhl 和 Edwards 研制了第一台单光子发射式计算机断层显像(single photon emission computed tomography, SPECT)。断层显像可以克服平面显像对器官、组织重叠造成的小病灶的掩盖,提高对深部病灶的分辨率和定位准确性。1975年正电子发射型计算机断层显像(positron emission tomography, PET)研制成功, PET 显像可以获得高对比度高清晰的图像。例如在脑显像中,可分辨出尾状核、苍白球和壳核等基底神经核团,这更有利于对大脑病变进行准确定位。PET 显像还可同时提供脏器和病变的血流、功能和代谢等方面的信息。例如心脏的 PET 显像可进行心肌血流灌注显像,心肌葡萄糖、脂肪酸或氨基酸代谢显像和心脏神经受体显像等。

在放射性药物的发展方面,1931年发明了回旋加速器,1946年核反应堆投产,使医用放射性核素的供给得到保证。1965年市售的钼-锝放射性核素发生器问世,可以就地分离出长半衰期放射性核素衰变产生的短半衰期放射性核素,使在偏远地区医院也能得到适合核医学显像的 ^{99m}Tc (半衰期 6.02h, 能量 141keV)。同时标记技术也相继得到发展,1970年开始用亚锡离子(Sn^{2+})还原锝制备 ^{99m}Tc 标记化合物,用 Sn^{2+} 还原法制得的 ^{99m}Tc -DTPA 开始用于临床,1966年用于肝、脾显像的 ^{99m}Tc -硫胶体(^{99m}Tc -sulfur colloid)药盒试制成功。商品形式供应的放射性核素显像药盒的成功开发,大大地促进了放射性药物的发展和临床应用,各种放射性药物在工厂里先做成商品药盒,在医院里使用时,加入放射性核素后只需简单操作就可应用于病人,有人称这为核医学的革命。在 20 世纪 70 年代初期以药盒形式提供的 ^{99m}Tc 白蛋白(albumin)标记成功、 ^{99m}Tc -红细胞用于血池显像, ^{99m}Tc 多磷酸盐(polyphosphate)用于全身骨显像, ^{99m}Tc -焦磷酸盐(phosphosphate, PYP)用于心肌缺血诊断或骨显像剂,几乎全身所有的脏器都能提供合适的放射性药物进行显像或功能测定。除了 ^{99m}Tc 的应用外, ^{67}Ga 用于肿瘤显像,1975年 ^{201}Tl 开始用于心脏显像。20 世纪 80 年代开始正电子衰变放射性核素 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 等机体天然存在的元素标记的放射性药物用于以代谢显像为主的 PET 显像。实现了脑、心脏疾病的早期诊断和肿瘤的良好、恶性判断。近年来单克隆抗体、癌基因反义寡核苷酸、受体放射性核素显像和放射性核素治疗的相继开发研究,进入了分子核医学(molecular nuclear medicine)的新的发展时期。

核医学显像,器官功能测定、放射性核素治疗和体外分析法都属于广义的示踪技术。同位素示踪技术是核技术最突出的优势之一。国际原子能机构指出:“从对技术影响的广度而论,可能只有现代电子学和数据处理才能与同位素相比”。

示踪技术的发展可以追溯到 Hevesy 在 20 世纪 30 年代初期开始用示踪法研究铅(lead)和铋盐(bismuth salt)的化学性质,他首先用天然放射性铅研究铅盐在植物内的分布,并用磷的放射性同位素作为示踪剂观测了磷在人体内的分布和转移。接着 Hevesy 用重水(heavy water)研究了金鱼与外界水交换的机制,还用同样的方法观测了人体的水代谢。由于 Hevesy 对放射性核素示踪方法的杰出贡献,获得了 1943 年诺贝尔化学奖,有示踪法之父之称。

示踪技术在各行各业中也得到广泛应用。我国近年来利用 ^{137}Cs 示踪技术研究河流流域产沙的估算及流域泥沙来源。用 ^3H 作为示踪剂检测水库,河流渗水来源、渗漏路径及渗漏量等。

核医学在飞速发展的同时,也遇到了严峻的挑战。X 线、CT、磁共振、超声诊断等影像的发展,使原来只有核医学显像才能完成的诊断,也多了更多的选择。甚至有的疾病不再用核医学方法也能得出较好的诊断结果。新的挑战更促使核医学向能发挥自身优势的方向发展,核医学显

像的优势在于显示组织代谢变化和器官功能与解剖结构相结合的影像,可以鉴别恶性肿瘤和良性病变,核医学显像和功能测定可以推测出心脏、大脑、肝、肾、肺等脏器早期功能变化,血液供给和代谢改变,在恶性肿瘤还没有形成包块,甚至仅有癌基因的扩增和过度表达就可以测之其存在。正电子发射型计算机断层显像(positron emission tomography, PET)无论在医学研究和临床应用中都显示出更大的优势。特别是在肿瘤的良恶性判断,心、脑血管疾病的早期诊断中都由极大的优越性。近年还有人报道还可用 PET 显像方法可以显示人在听音乐,唱歌时脑细胞代谢的差异,利用核医学检测方法还可以在手术前或术中确定肿瘤转移的前哨淋巴结,使外科医生能准确地确定手术切除组织的范围。

近年来发展起来的图像融合技术和图像融合联机,就是将 PET 与 CT, SPECT 与 CT 两幅不同图像融合成一张图像。这样利用了 TCT(X-CT)图像解剖结构清晰,ECT 图像反映器官的代谢和功能,两者的融合将有机的把定性和定位作用结合起来,得到更好的诊断效果,是影像学发展的又一新起点。

从核医学的发展中可以看到,新技术、新方法在不断研究、开发、应用,原有的方法也在更新、发展,核医学显像有优于其他显像方法之处,在疾病的诊断和治疗中发挥着越来越重要的作用,是不能用其他显像方法所代替的。

三、怎样学习核医学

学好核医学课程,首先要有扎实的基础医学和临床医学各科基本知识。核医学与物理学、化学等学科联系紧密,核医学显像要探测器官组织解剖结构,功能、代谢改变,必须要学好解剖学、生理学、生化学、病理学、免疫学等基础医学。要熟悉临床各科疾病的特点,诊断、治疗方法,才能正确选择显像方法,分析显像结果。

现代医学的发展给医生提出了更高的要求,疾病的诊断不再仅仅依靠于症状的发现,而影像学和高灵敏度的体外分析可以更早期发现疾病。曾记否,多少教科书,科普读物中强调癌症的信号:不明原因的包块,经久不愈的溃疡,不明原因的出血等等。而核医学诊断可以更早期地显示出代谢的改变、亲肿瘤药物的浓聚、血液中肿瘤标志物的增加乃至癌基因的扩增、受体数量和特性的变化等等。一个优秀的临床医生必须熟知各种影像学知识,正确掌握各种常见疾病的影像学改变,还能了解各种影像方法的优势、特点,才能合理选用,及时准确地诊断疾病。多一种方法,就多一些确诊疾病的证据,多一分治愈疾病的希望。

随着图像融合技术的发展应用越来越广泛,要学好核医学必须掌握 CT、磁共振等影像基本原理,读片技能,至少也应该熟练阅读常见疾病 CT、磁共振影像片,掌握常见疾病的影像特点。

21 世纪是令人振奋和向上的世纪,多少书籍、多少事物、实体均被冠以 21 世纪的称号。21 世纪也是我国经济和建设发展的新时期,是充满机遇和挑战,既能充分的发展,又面临严峻竞争的新时期,我们的学生必须认识到肩上的担子和时代赋予的重任,刻苦学习,努力钻研,勤于实践,把自己打造成为优秀的新时代的医生。

(李少林)

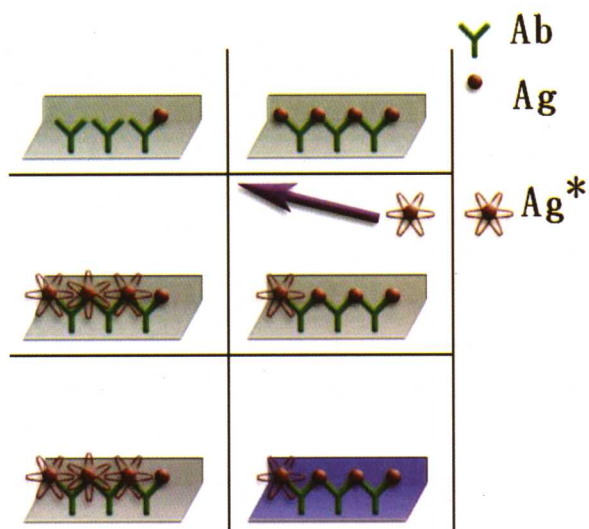


图 5-1 放射免疫分析法的基本原理

(上排示右侧为高浓度样品，左侧为低浓度样品，
下排为已洗去未结合抗原)

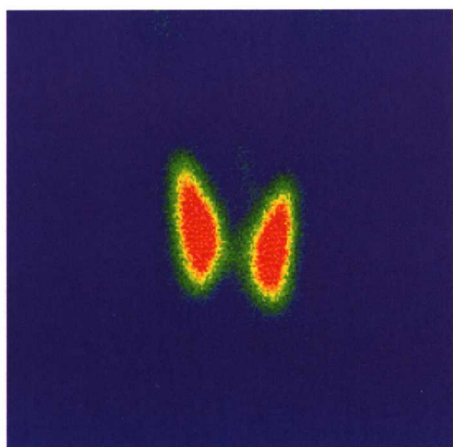


图 7-4 正常甲状腺影像 (静态)

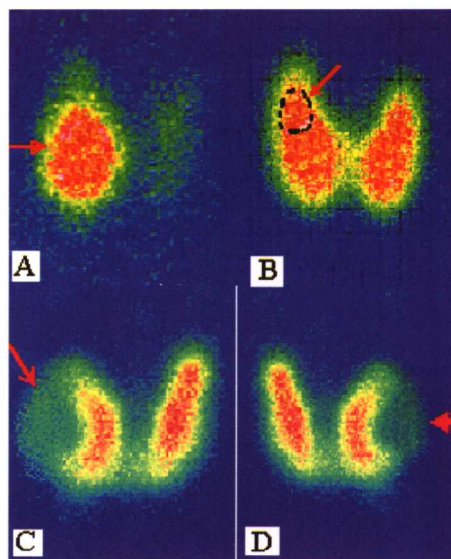


图 7-5 四类甲状腺结节影像

A. 热结节 B. 温结节 C. 凉结节 D. 冷结节

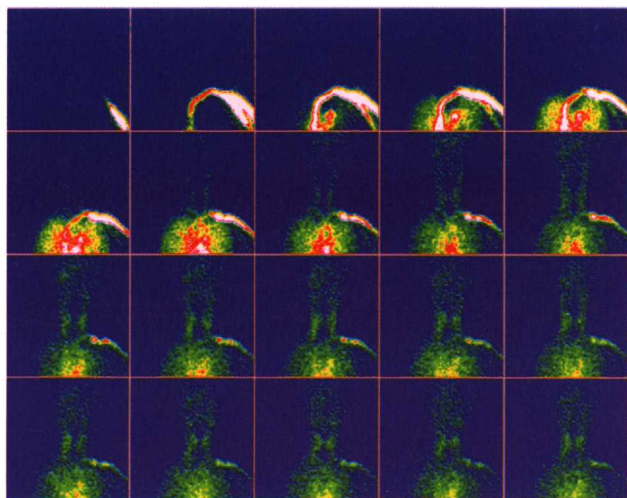


图 7-8 正常甲状腺动态显像

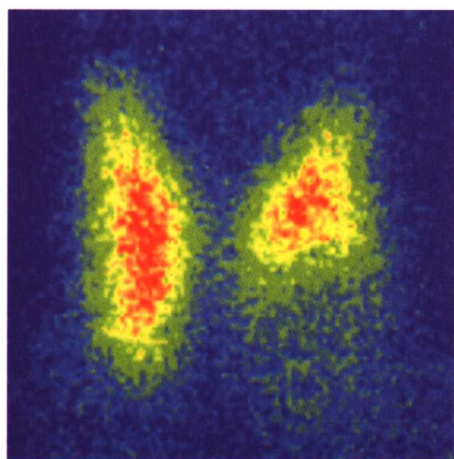


图 7-9 甲状腺静态显像示左叶冷结节

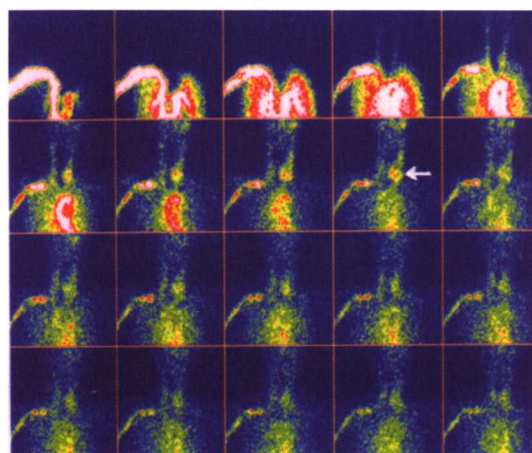


图 7-10 甲状腺动态显像示冷结节处血流灌注增加

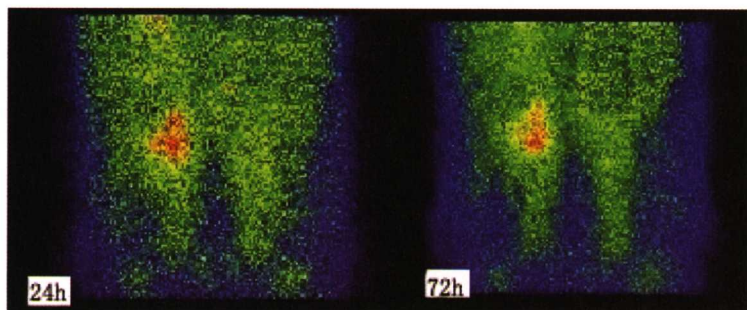


图 7-17 ^{131}I -MIBG 嗜铬细胞瘤影像（后位）

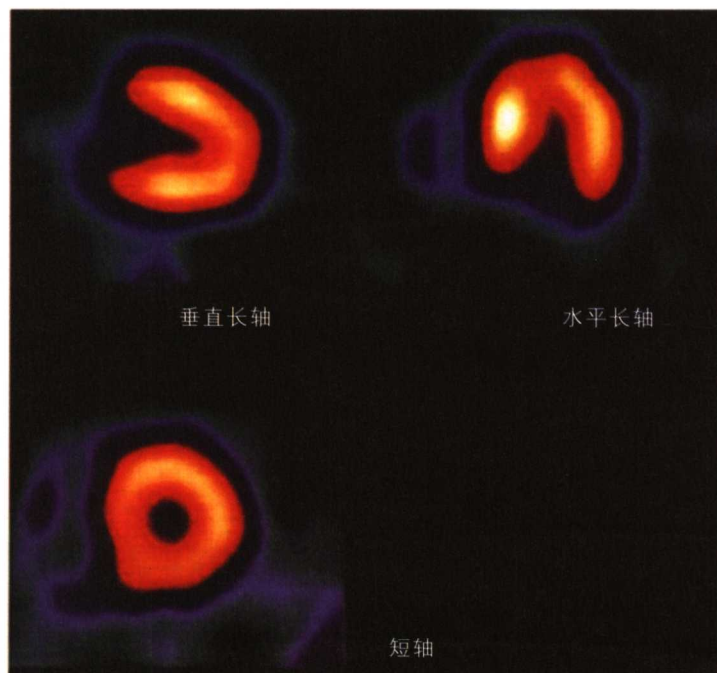


图 8-1 正常心肌断层影像

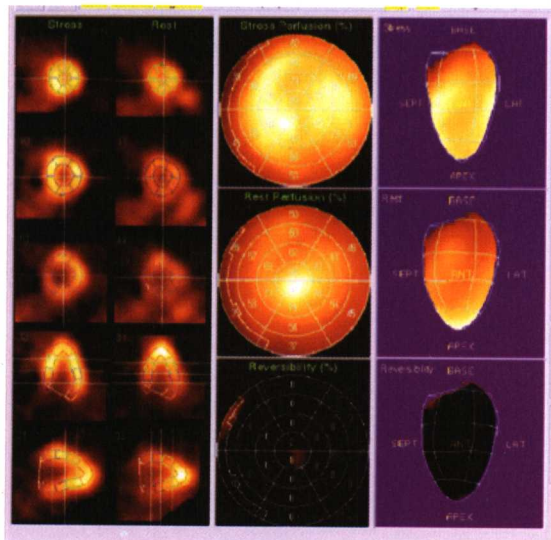


图 8-2a 正常心肌断层影像与靶心图

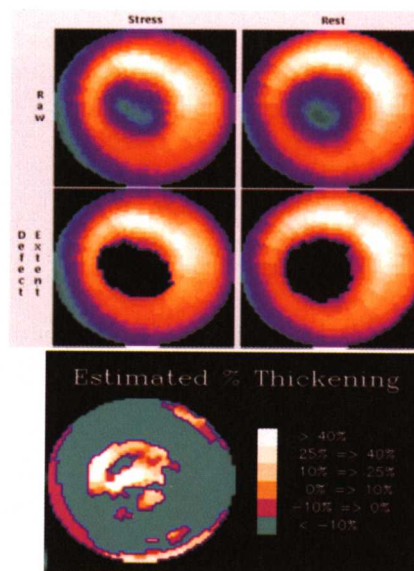


图 8-2b 缺血心肌靶心图

上图：原始靶心图 中图：变黑靶心图

下图：标准差靶心图

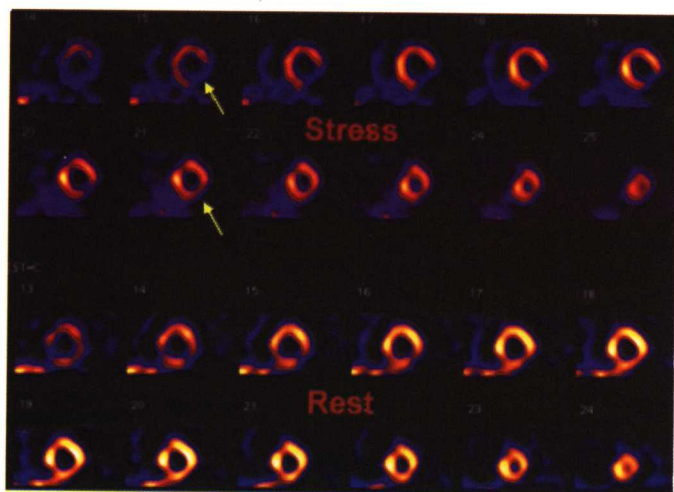


图 8-3 心肌缺血 (箭头所指)

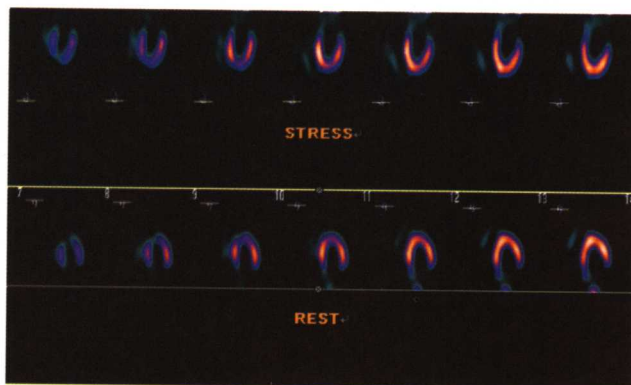


图 8-4 左室下壁心梗

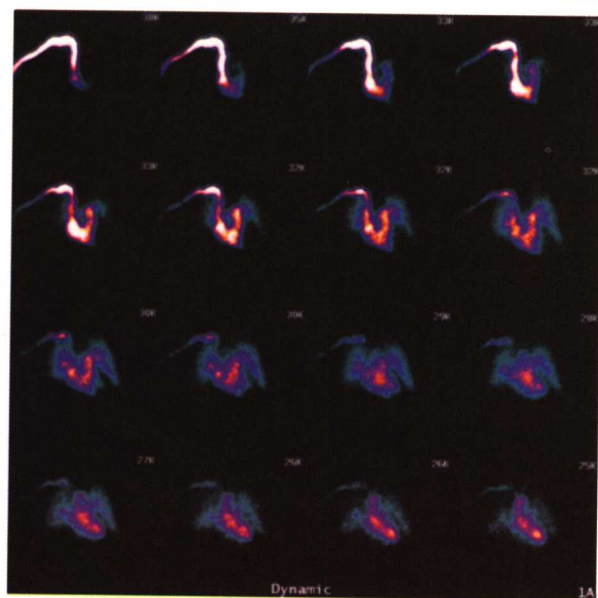


图 8-5 首次通过法心血管造影

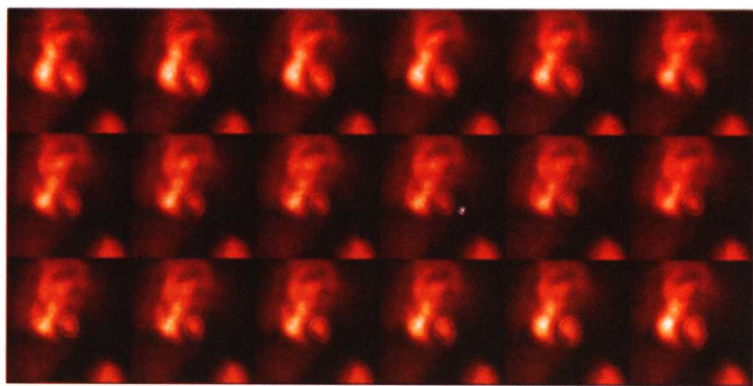


图 8-7 心动周期左、右心室系列影像 (LA045°)
左起第 1 帧为 ED 影像, 第 10 帧为 ES 影像

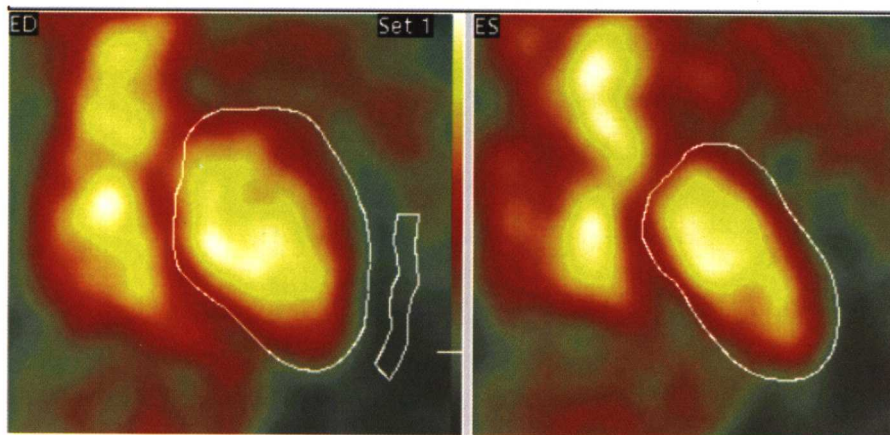


图 8-8 心尖反向运动 (左: ED 影像, 右: ES 影像)

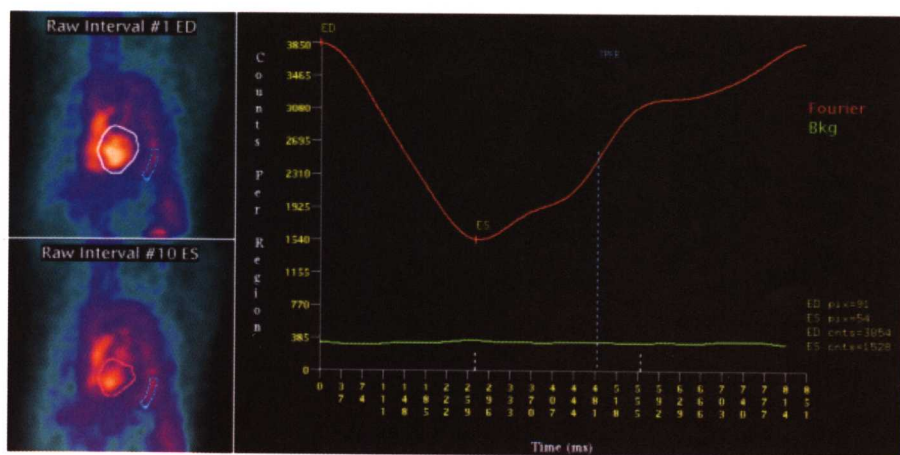


图 8-9 左心室容积曲线

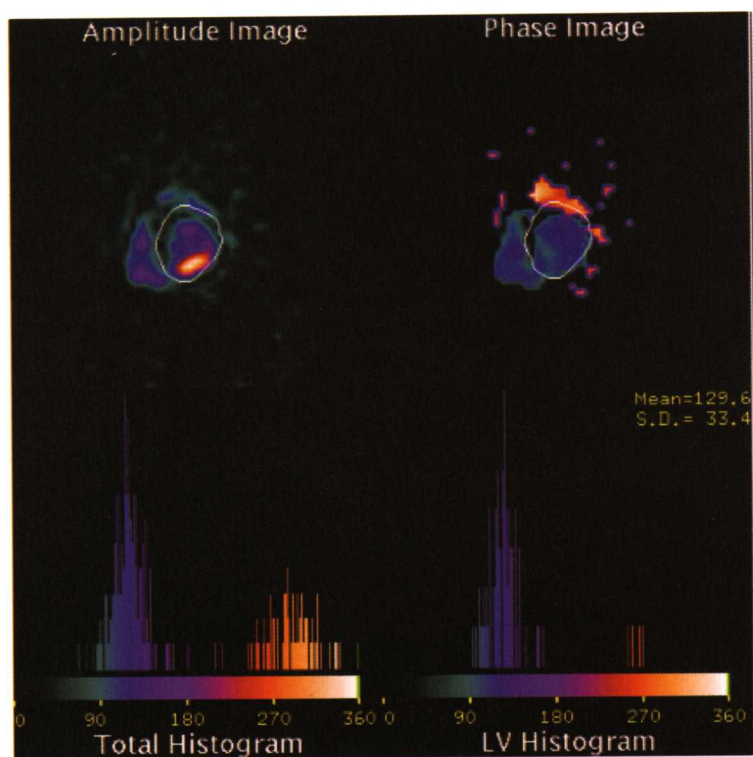


图 8-10a 左上: 振幅图 右上: 时相图
下: 时相直方图

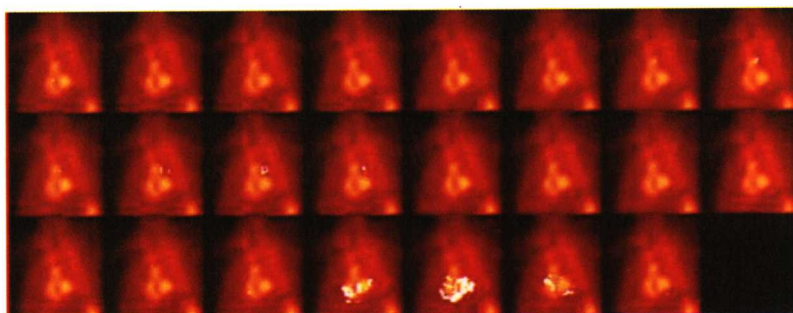


图 8-10b 时相电影

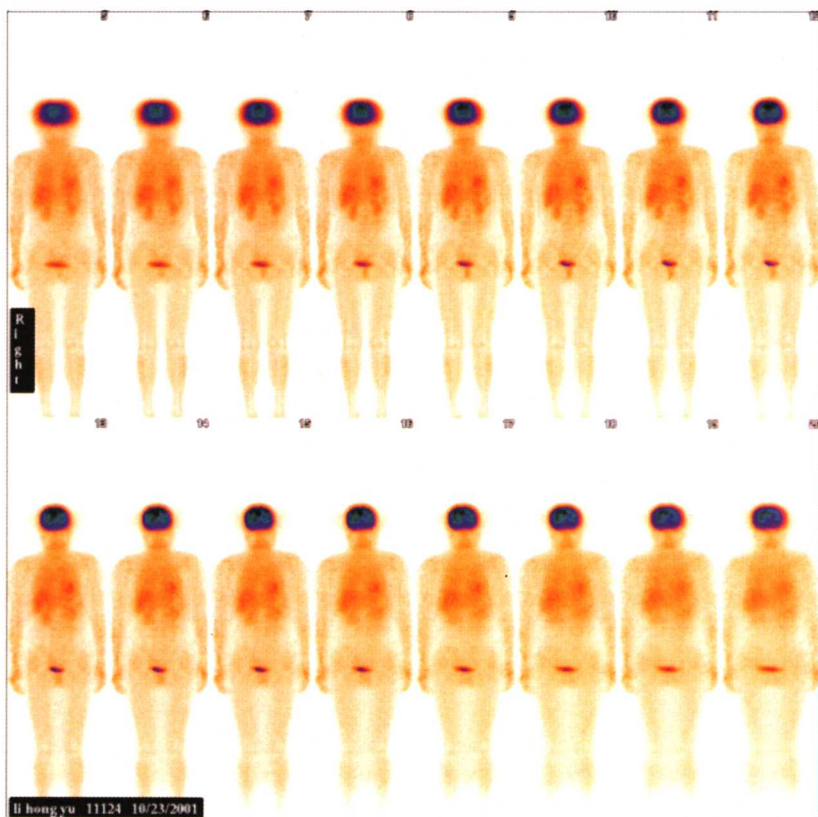


图 13-9 ^{18}F -FDG 的人体正常分布