



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
全国高等医药院校规划教材

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医等专业使用

核医学教程

第3版

主编 李亚明

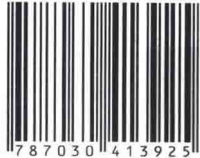


科学出版社



www.sciencep.com

ISBN 978-7-03-041392-5



9 787030 413925 >

科学出版社 高等医学教育出版分社
联系电话：010-64033532 64033746
E-mail: med-edu@mail.sciencep.com

定 价：69.80元



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
全国高等医药院校规划教材

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、
法医等专业使用

核医学教程

第3版

主 编 李亚明

科学出版社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303 (打假办)

内 容 简 介

《核医学教程》(第3版)全书由四篇(总论、诊断、治疗和展望)三十章组成。在“总论篇”中,本书重点介绍和阐述了核医学及其相关知识的基本概念,核医学仪器和放射性药物的质量控制,临床常规诊治的辐射剂量和放射卫生防护监测,核医学学科组建及其规章制度以及临床核医学研究的常用设计方法。在“诊断篇”,本书共分十三章,系统阐述了核医学体内体外检查的原理和方法、临床意义。在“治疗篇”,本书系统介绍了核素体内、体外治疗的原理和临床应用,突出了对于核素治疗后出现的临床表现的医学认识。作为培养二十一世纪医学人才的教材,本书增设了“展望”一篇章,重点介绍和展望了核医学在现代和未来医学疾病研究、诊治中的价值、进展和发展趋势。

图书在版编目(CIP)数据

核医学教程 / 李亚明主编. —3版. —北京: 科学出版社, 2014
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材·全国高等医药院校规划教材
ISBN 978-7-03-041392-5

I. ①核… II. ①李… III. ①核医学-高等学校-教材 IV. ①R81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 154904 号

责任编辑: 周万灏 / 责任校对: 胡小洁
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 范璧合

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 10 月第 三 版 印张: 27 插页: 4

2014 年 10 月第六次印刷

字数: 675 000

定价: 69.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《核医学教程》(第3版)编委名单

主 编 李亚明

副主编 黄 钢 王 铁 匡安仁 张永学 何作祥

编 委 (按姓氏笔画排序)

马云川	首都医科大学宣武医院
王 茜	北京大学人民医院
王 铁	首都医科大学朝阳医院
王 辉	上海交通大学医学院附属新华医院
王全师	南方医科大学南方医院
王荣福	北京大学第一医院
王雪梅	内蒙古医科大学附属医院
石洪成	复旦大学附属中山医院
田 蓉	四川大学华西医院
冯 珏	河北医科大学第二医院
匡安仁	四川大学华西医院
吕中伟	同济大学附属第十人民医院
朱小华	华中科技大学同济医学院附属同济医院
刘建军	上海交通大学医学院附属仁济医院
关晏星	南昌大学第一附属医院
安 锐	华中科技大学同济医学院附属协和医院
杜补林	中国医科大学附属第一医院
杨 志	北京大学肿瘤医院
杨小丰	新疆维吾尔自治区人民医院
杨敏福	首都医科大学朝阳医院
李亚明	中国医科大学附属第一医院
李林法	浙江大学医学院附属第一医院
李思进	山西医科大学第一医院
李雪娜	中国医科大学附属第一医院

吴 华	厦门大学附属第一医院
时景璞	中国医科大学附属第一医院
何作祥	中国医学科学院阜外心血管病医院
张永学	华中科技大学同济医学院附属协和医院
陈 跃	泸州医学院附属医院
陈卫文	昆明医科大学附属曲靖医院
陈雪红	兰州大学第二医院
庞 华	重庆医科大学附属第一医院
袁卫红	昆明医科大学第二附属医院
徐惠琴	安徽医科大学第一附属医院
黄 钢	上海交通大学医学院附属仁济医院
阎 英	沈阳军区总医院
蒋宁一	中山大学附属第二医院
韩建奎	山东大学齐鲁医院
谭 健	天津医科大学总医院

编写秘书 杜补林

前 言

到2014年5月,《核医学教程》第2版已发行快7年了。7年中,这本教材印刷了多次,表明它在我国高等教育核医学教学和人才培养中起到了一定的作用,得到了充分的肯定。

新版《核医学教程》继续全面贯彻教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材编写指导思想。来自全国20个省市自治区24所大学、医科院的我国知名核医学专家参加了编写工作。

在过去的7年中,国内外核医学有了长足的发展,突出表现在分子影像和多模态影像在临床逐步普遍应用,核医学或多学科指南、规范、专家共识覆盖了核医学的诊断和治疗等领域。在本书的编写中,上述发展均有了充分的体现和遵循。

为了保持本书的特点,本次编写中对上一版的篇章没有做大的变化,全书仍分为总论、诊断、治疗和展望4篇。

结合教学、住院医师规范化培养、研究生培养的工作经验和学生的初步临床科研需求,本书增加了“核医学研究的常用方法”一章。编写者是我国著名的流行病学专家时景璞教授。在这一章里,时景璞教授结合核医学临床工作和数据特点,通过深入浅出,一一举例,较全面地介绍了基本的核医学科研方法,对提升学生和初级医师的临床科研能力尤为重要。

随着医学的进步,核医学的一些传统概念可能不一定能准确表达其内在的生物学特点和实际的临床应用价值,例如,甲状腺摄碘试验。该试验通过24小时动态测量碘在甲状腺内的代谢过程,完整地反映了甲状腺滤泡上皮细胞膜上碘的转运、碘在细胞内有机化、甲状腺激素合成的数量和速率、甲状腺激素释放的速率等生物过程和功能,仅以甲状腺摄碘试验表述难免以偏概全,又没有很好的表达试验的意义和价值。本次编写,主编建议将其名称改为甲状腺碘代谢试验。同样,将过氯酸盐释放试验改为碘有机化障碍试验。

核医学教学工作是核医学学科建设重要的一环和基石,它要起到培养学生对核医学的兴趣、立志从事核医学事业的重要作用。教材编写工作可打造优秀的核医学教材编写、授课的师资队伍,使教材成为核医学重要理论和重点技术的宝典。

本教材各位编委均为工作在医教研一线的专家、学者,在编写过程中大家本着高度的责任心,在此表示衷心感谢。中国医科大学附属第一医院核医学科的杜补林、李雪娜等同志及科学出版社的领导和编辑在本书编辑、文稿校对、整理等工作中付出了辛勤努力,在此表示真诚的感谢。

由于水平有限,难免有不当之处,诚恳希望广大读者提出批评和改进意见,以便修订时加以完善和改正。

李亚明

2014年5月

目 录

第一篇 总 论

第一章 核医学概述	1	第三节 放射性药物的质量控制与质量检验	27
第一节 核医学的定义和内容	1	第四节 放射性药物的使用和管理	28
第二节 核医学的特点	2	第五节 体内诊断用放射性药物	30
第三节 核医学的发展历史和现状	3	第六节 体内治疗用放射性药物	32
第二章 核物理基础知识	9	第五章 放射辐射生物学和防护	34
第一节 原子结构	9	第一节 天然和人工放射源	34
第二节 核衰变	10	第二节 辐射生物效应	34
第三节 电离辐射与物质的相互作用	13	第三节 放射防护的基本原则和措施	40
第三章 核医学仪器	16	第六章 核医学科组建及其规章制度	45
第一节 单光子发射型计算机断层显像仪 (SPECT)	16	第一节 组建核医学科的基本要素	45
第二节 正电子发射型计算机断层显像仪 (PET、PET/CT)	18	第二节 核医学科的主要规章制度	48
第三节 其他类型放射性探测仪器	20	第七章 临床核医学研究的常用设计方法	52
第四节 多模态显像	21	第一节 临床研究设计方法的类别	52
第四章 放射性药物	22	第二节 临床试验性研究方法	53
第一节 放射性核素的来源	22	第三节 病例对照研究	58
第二节 放射性药物的制备	24	第四节 队列研究	61

第二篇 诊 断

第八章 核医学诊断概论	65	第三节 甲状旁腺显像	135
第一节 核医学显像的基本原理	65	第四节 肾上腺显像	137
第二节 核医学显像的类型和主要特点	68	第五节 生长抑素受体显像	143
第三节 核医学显像的影像分析	73	第十二章 消化系统显像	147
第四节 放射性核素非显像诊断方法	74	第一节 肝胆动态显像	147
第九章 神经系统	76	第二节 肝胶体显像	150
第一节 脑葡萄糖代谢显像和脑血流灌注显像	76	第三节 肝动脉血流灌注显像和肝血池显像	153
第二节 PET 脑代谢-脑血流联合显像	88	第四节 唾液腺显像	155
第三节 脑脊液循环显像	89	第五节 胃肠道出血显像	158
第四节 神经递质、受体和转运蛋白显像及神经核医学研究	93	第六节 异位胃黏膜显像	159
第十章 心血管系统	97	第七节 胃食管反流显像和胃排空功能测定	162
第一节 心肌灌注显像	97	第八节 ^{13}C 或 ^{14}C -尿素呼气试验	166
第二节 心肌代谢显像	108	第十三章 呼吸系统	168
第三节 心肌神经受体显像	112	第一节 肺灌注显像和肺吸入显像的原理和方法	168
第四节 心肌阳性显像与乏氧显像	113	第二节 临床应用	172
第五节 心室功能显像	114	第十四章 骨骼与关节系统	179
第六节 大血管显像与深静脉显像	121	第一节 骨显像的原理、方法与影像分析	179
第十一章 内分泌系统	125	第二节 骨转移癌	182
第一节 甲状腺功能测定	125	第三节 代谢性骨病	188
第二节 甲状腺显像	128	第四节 原发性骨肿瘤	189
		第五节 其他骨骼良性骨病变	194

第六节 骨密度测定	199	第十八章 炎症显像	261
第十五章 骨髓淋巴显像	205	第一节 ^{18}F -FDG 炎症显像	262
第一节 骨髓显像	205	第二节 其他炎症显像	266
第二节 淋巴显像	208	第十九章 体外标记免疫分析	270
第十六章 泌尿系统	213	第一节 体外标记免疫分析的基本原理	270
第一节 肾图检查	213	第二节 体外标记免疫分析的基本试剂和基本技术	271
第二节 肾动态显像	219	第三节 体外标记免疫分析的类型	272
第三节 肾功能介入试验	224	第四节 体外标记免疫分析的质量控制	276
第四节 肾静态显像	226	第二十章 儿科核医学	279
第五节 膀胱反流显像	229	第一节 儿科核医学特点	279
第十七章 肿瘤显像	232	第二节 儿科核医学临床应用	283
第一节 肿瘤 PET/CT 显像	232		
第二节 肿瘤 SPECT 显像	248		

第三篇 核素治疗

第二十一章 放射性药物治疗概论	285	第一节 放射性药物治疗血液病概论	329
第一节 放射性药物治疗疾病的基本原理	285	第二节 ^{32}P 治疗真性红细胞增多症	330
第二节 治疗用放射性药物的特点	286	第三节 ^{32}P 治疗原发性血小板增多症	333
第二十二章 甲状腺疾病的 ^{131}I 治疗	290	第四节 ^{32}P 治疗慢性白血病	335
第一节 ^{131}I 治疗甲状腺功能亢进症	290	第二十六章 放射性核素介入治疗	340
第二节 ^{131}I 治疗分化型甲状腺癌	298	第一节 放射性粒子植入治疗	340
第二十三章 恶性肿瘤骨转移癌的放射性药物治疗	307	第二节 腔内介入治疗癌性胸、腹水	347
第一节 放射性药物治疗骨转移癌概论	307	第三节 放射性核素动脉介入治疗	349
第二节 用于骨转移癌治疗的放射性药物	309	第四节 放射性支架血管内照射预防血管成形术后再狭窄	351
第三节 ^{153}Sm -EDTMP 治疗骨转移癌	310	第二十七章 放射免疫治疗	359
第四节 $^{89}\text{SrCl}_2$ 治疗骨转移癌	313	第一节 放射免疫治疗的原理和药物	360
第五节 ^{186}Re 及 ^{188}Re 治疗骨转移癌	315	第二节 放射免疫治疗的临床应用和现状	363
第六节 其他治疗骨转移癌的放射性药物	316	第二十八章 其他疾病的放射性核素治疗	367
第二十四章 皮肤病的放射性核素治疗	319	第一节 ^{99}Tc -MDP (云克) 治疗	367
第一节 放射性核素治疗皮肤病概论	319	第二节 ^{131}I -MIBG 治疗恶性富肾上腺素能受体肿瘤	369
第二节 血管瘤的放射性核素治疗	323	第三节 前列腺增生的治疗	371
第三节 其他皮肤病的放射性核素治疗	325	第四节 ^{131}I 治疗脊髓空洞症	374
第二十五章 血液疾病的放射性药物治疗	329		

第四篇 展 望

第二十九章 核医学的研究热点	376	第三十章 核医学分子影像展望	407
第一节 受体显像研究	376	参考文献	415
第二节 基因显像与基因治疗研究	384	附录	417
第三节 凋亡显像研究	390	附录一 常用放射性核素主要物理参数表	417
第四节 动脉粥样硬化斑块显像研究	393	附录二 放射性核素通用衰变计算表	419
第五节 乏氧显像研究	396	附录三 小儿放射性药物投予剂量计算法	420
第六节 放射免疫显像研究	398	附录四 常用放射性药物	421
第七节 多模式分子影像研究	401		

彩 插

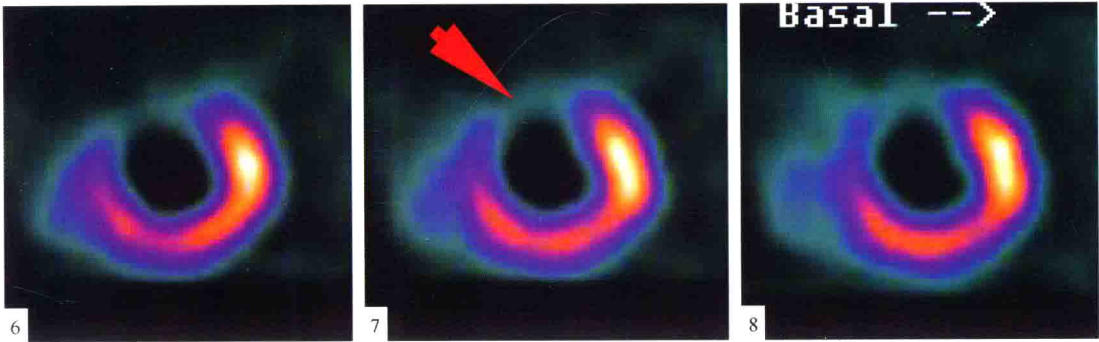


图 8-10 心肌血流灌注断层显像
箭头所指处为左室前间壁心肌梗死处

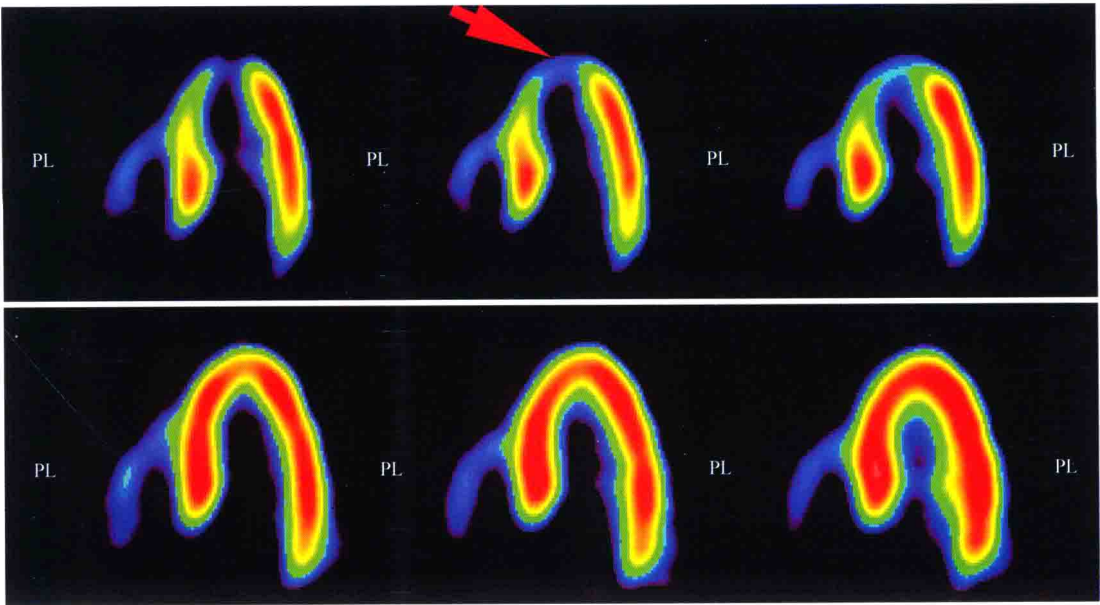


图 8-11 $^{13}\text{N}\text{-NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ PET 心肌血流灌注断层显像（水平长轴）
上排为负荷心肌显像图：前间壁心肌缺血（如箭头所指）；下排为静息心肌显像图：未见明显异常

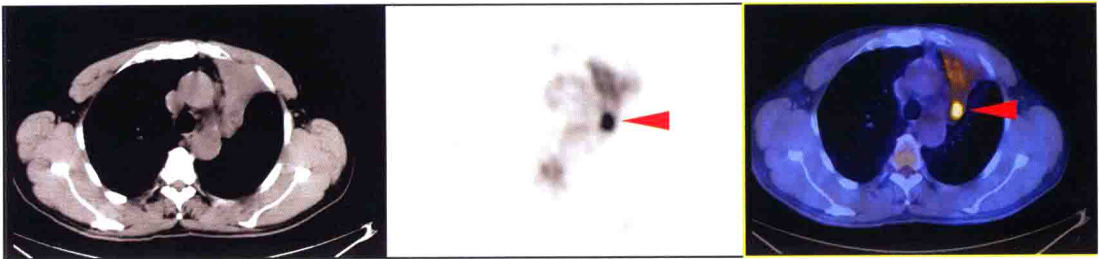


图 8-12 左上肺癌 $^{18}\text{F}\text{-FDG}$ PET/CT 图像
从左向右分别为纵隔窗 CT、同层面 PET 图像和同层面 PET/CT 融合图像。箭头所指处为肺癌病灶，其远端肺不张

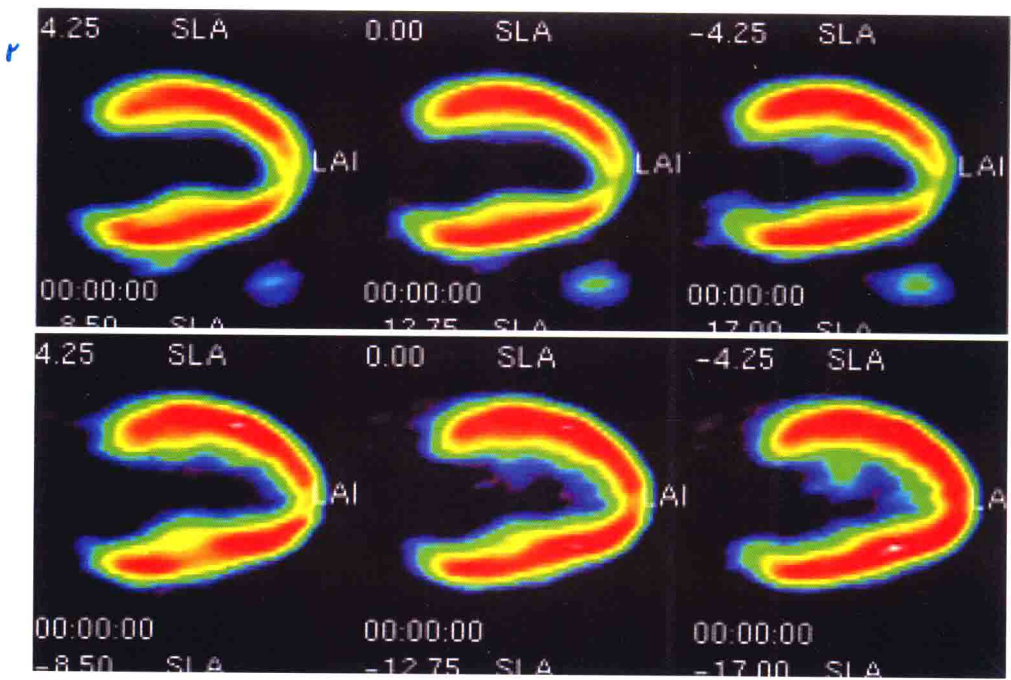


图8-13 上排图: $^{13}\text{N-NH}_3$ PET 心肌血流灌注图像(垂直长轴); 下排图: $^{18}\text{F-FDG}$ PET 心肌代谢图像(垂直长轴)
两者心肌图像相近, 但内涵不同

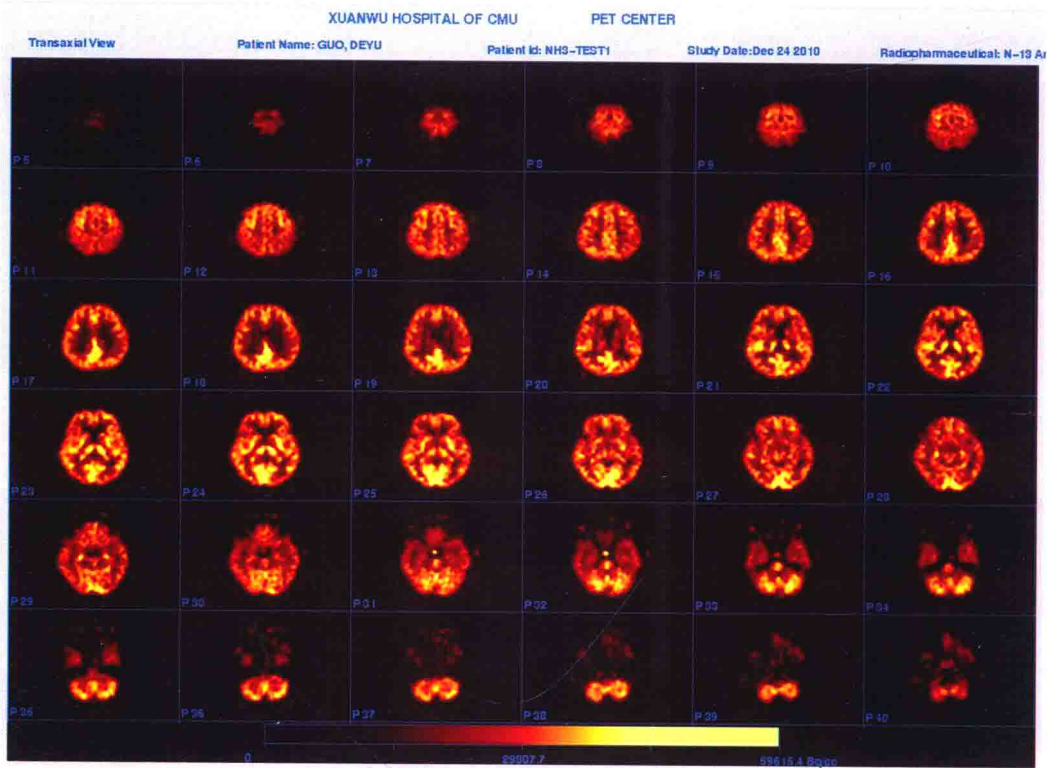


图 9-2 正常脑血流灌注 ^{13}N -Ammonia PET 横断层影像

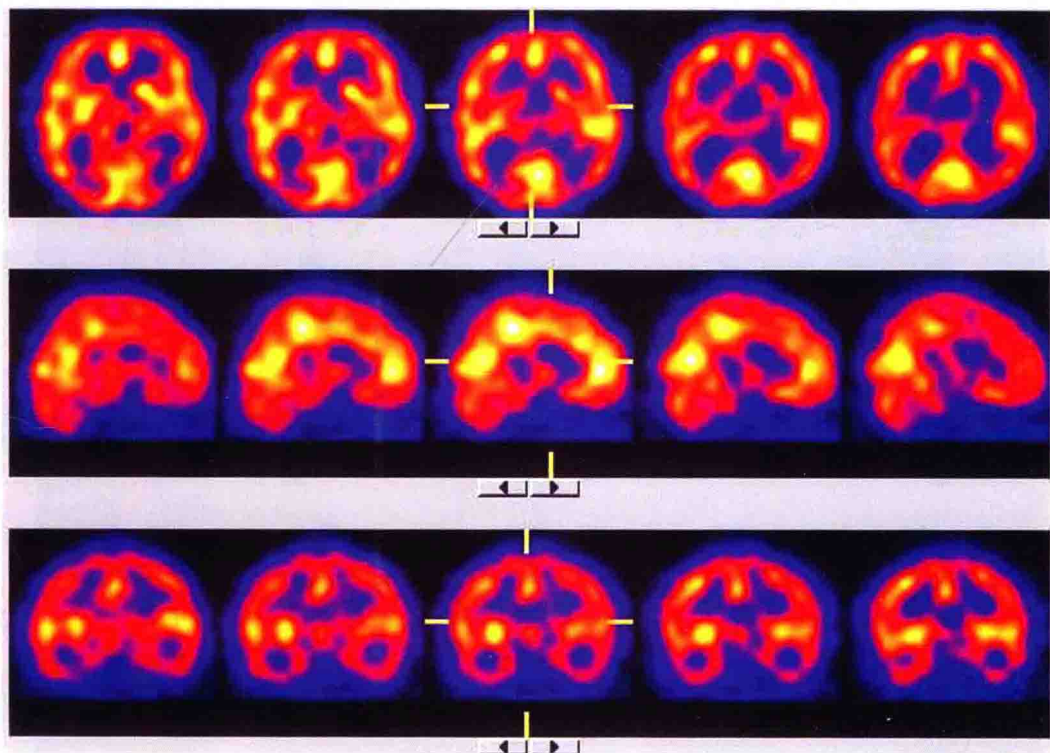


图 9-3 正常脑血流灌注 ^{99}Tc -ECD SPECT 影像
上排：横断层，中排：矢状断层，下排：冠状断层

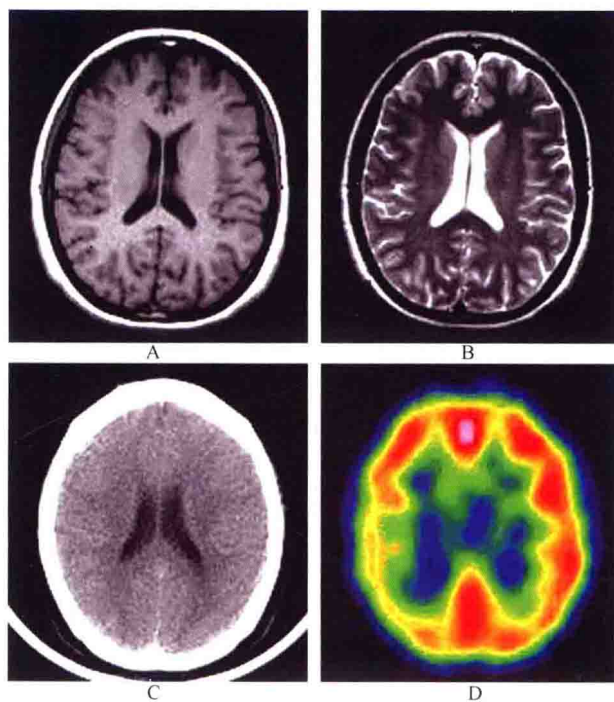


图 9-6 脑缺血 SPECT 影像

患者反复发作眩晕，MRI (A、B)、CT (C) 均阴性， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD SPECT 脑血流灌注显像 (D) 发现右顶叶显像剂摄取减低区，最后诊断为右大脑中动脉狭窄导致脑缺血发作

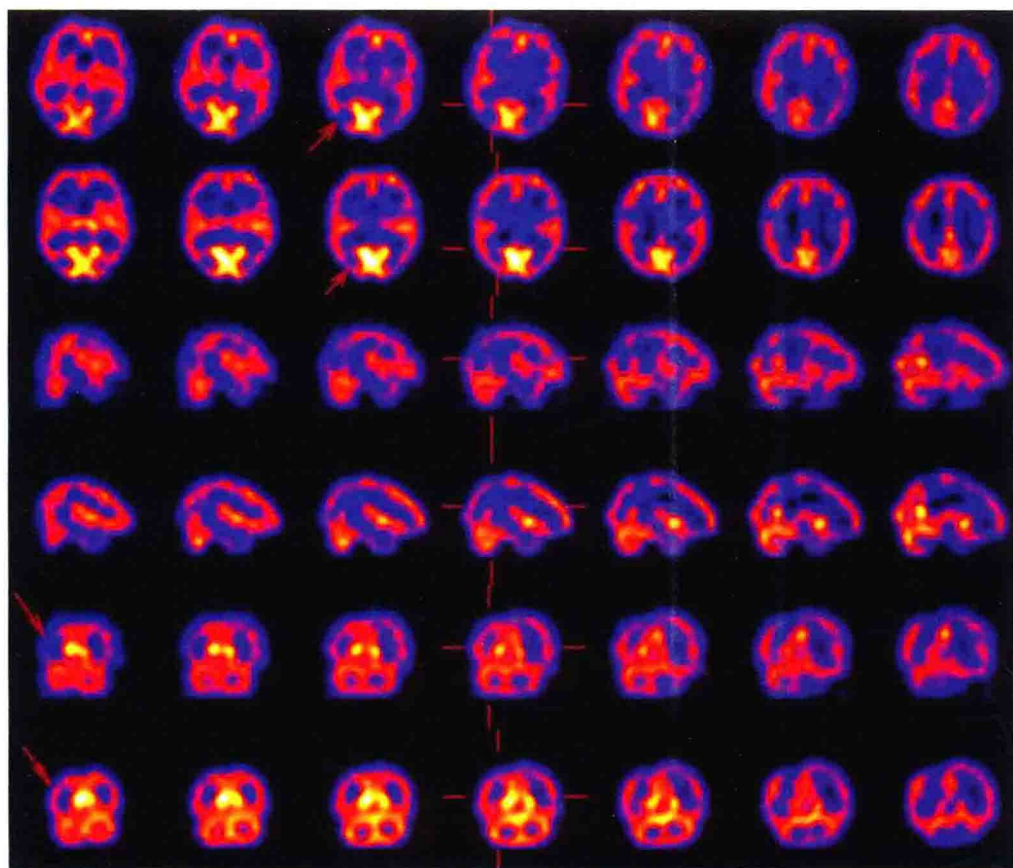
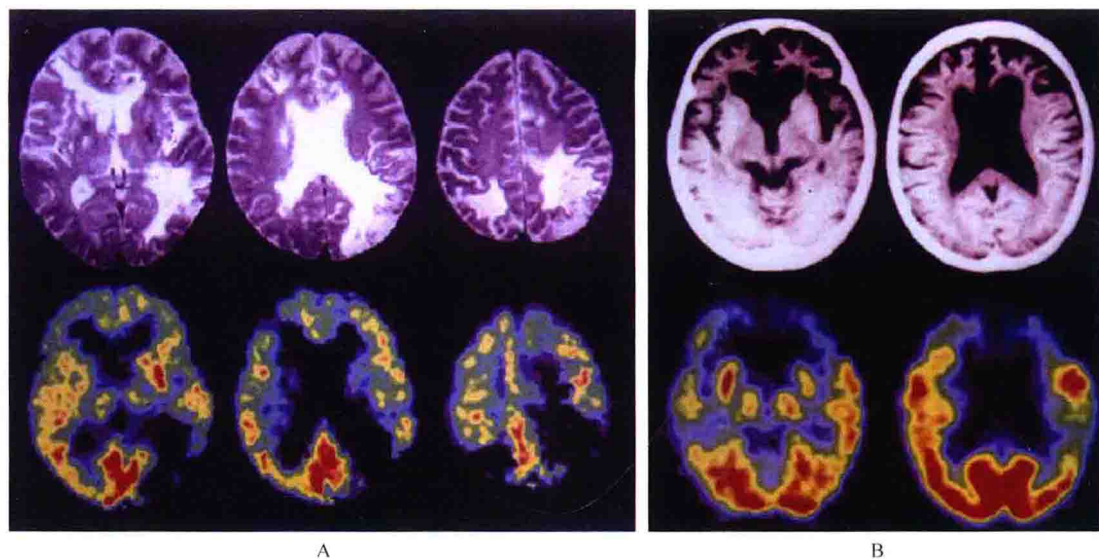


图 9-7 腺苷药物负荷试验 SPECT 脑显像

第一行图：腺苷药物负荷试验后显像，可见右侧枕叶放射性摄取明显减低。第二行图：静息状态显像，右侧枕叶放射性分布未见明显减低



A

B

图 9-10 脑代谢影像与解剖影像相匹配的痴呆

血管性痴呆 PET 与 MRI 影像 (A) 和 Pick 病痴呆 PET 与 CT 影像 (B)

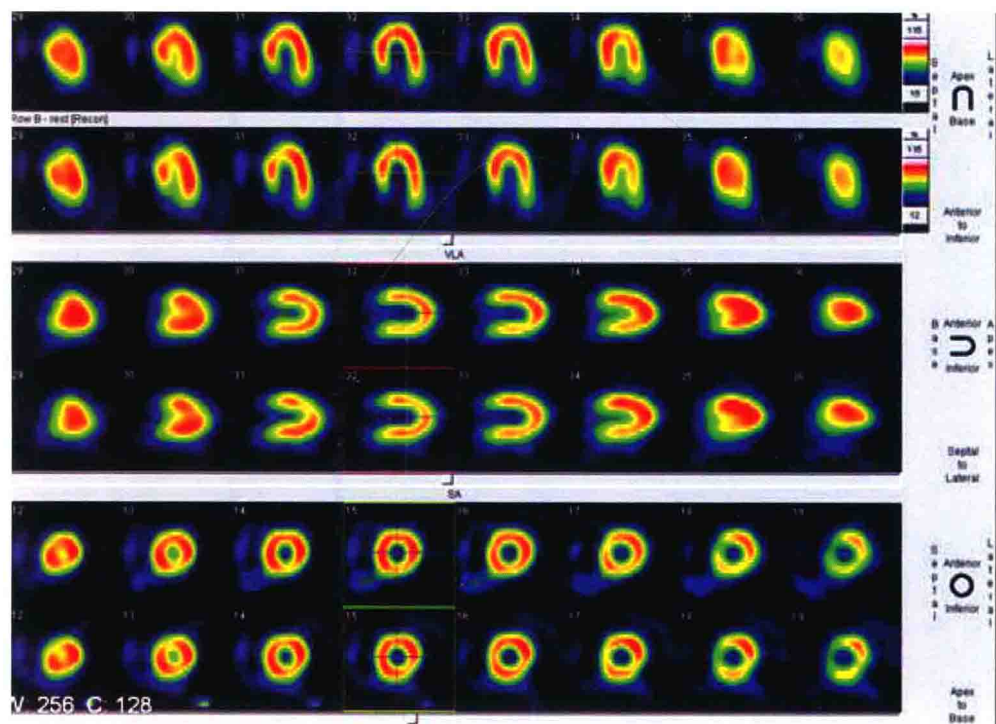


图 10-6 正常心肌灌注显像影像

1、3、5 排为运动负荷显像，2、4、6 排为静息显像依次显示水平长轴、垂直长轴、短轴三个断面。左室各个节段显像剂分布均匀，心尖部和室间壁膜部显像剂分布稍稀疏

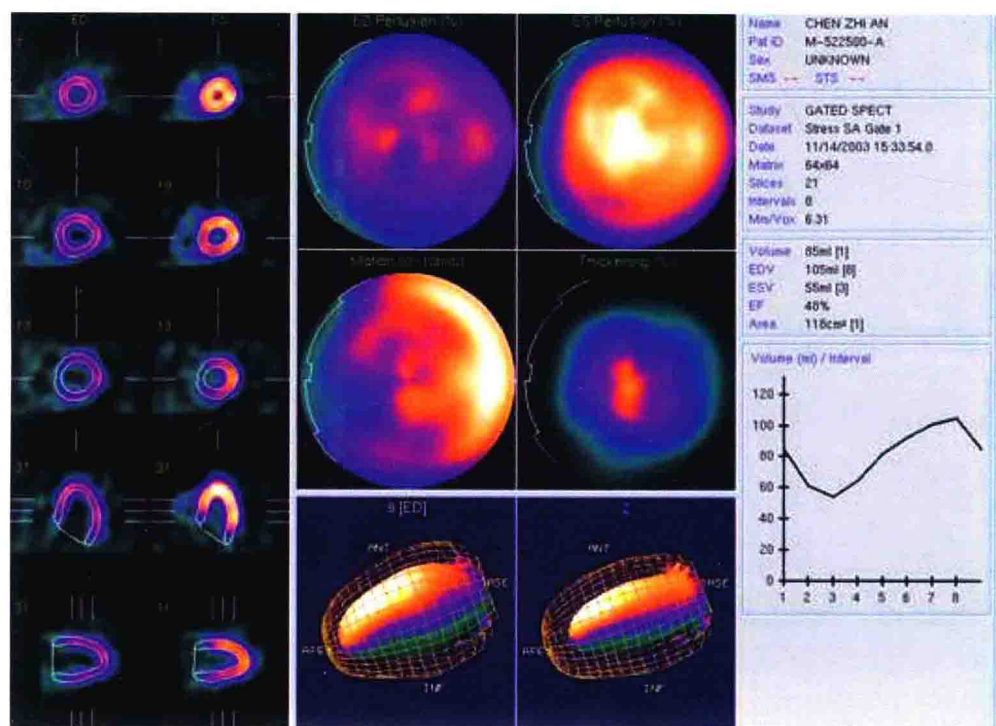


图 10-7 门控心肌断层显像

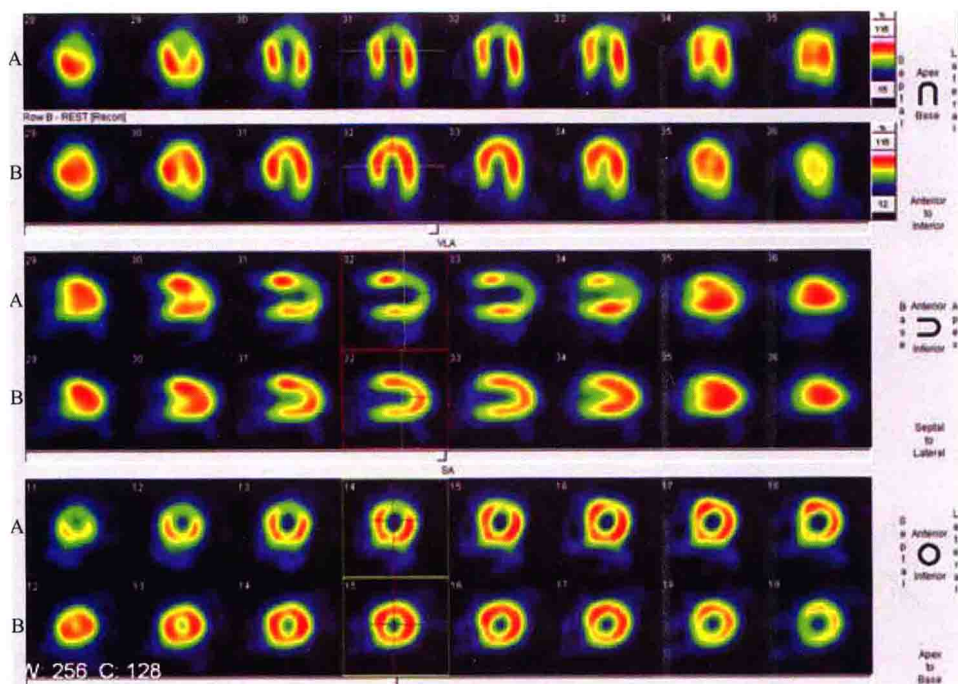


图 10-8 可逆性缺损图像

男性，68 岁，胸痛不适 1 月余，有劳累后发生，心电图正常。SPECT 显示（A 运动显像，B 静息显像）：运动试验心肌显像在心尖部、前壁近心尖部显像剂分布明显稀疏缺损，静息心肌显像在心尖部、前壁近心尖部显像剂充填，为可逆性缺损，提示心尖部、前壁近心尖部心肌缺血改变。冠状动脉造影前降支 90% 狭窄

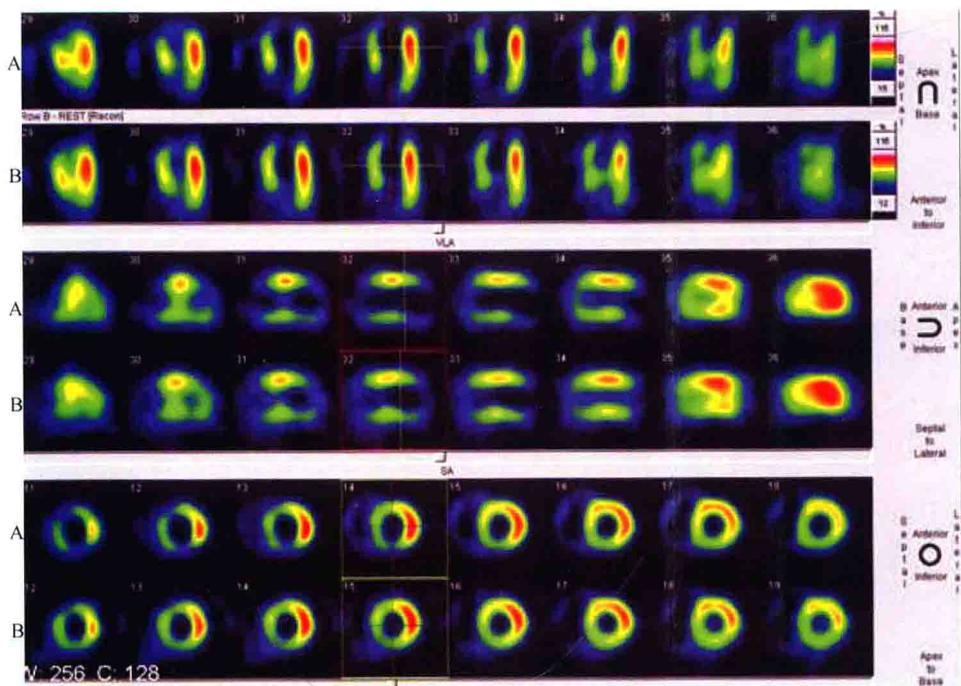


图 10-9 不可逆性缺损图像

男性，54 岁。阵发性胸痛半年，曾诊断为心肌梗死，心电图可见异常 Q 波。SPECT 显示：运动试验心肌显像心尖、前壁显像剂分布缺损，间壁、下后壁分布稀疏，静息显像无变化，为不可逆性缺损，提示心肌梗死改变。冠状动脉造影三支病变：前降支 100%，回旋支 70%，右冠状动脉 80%

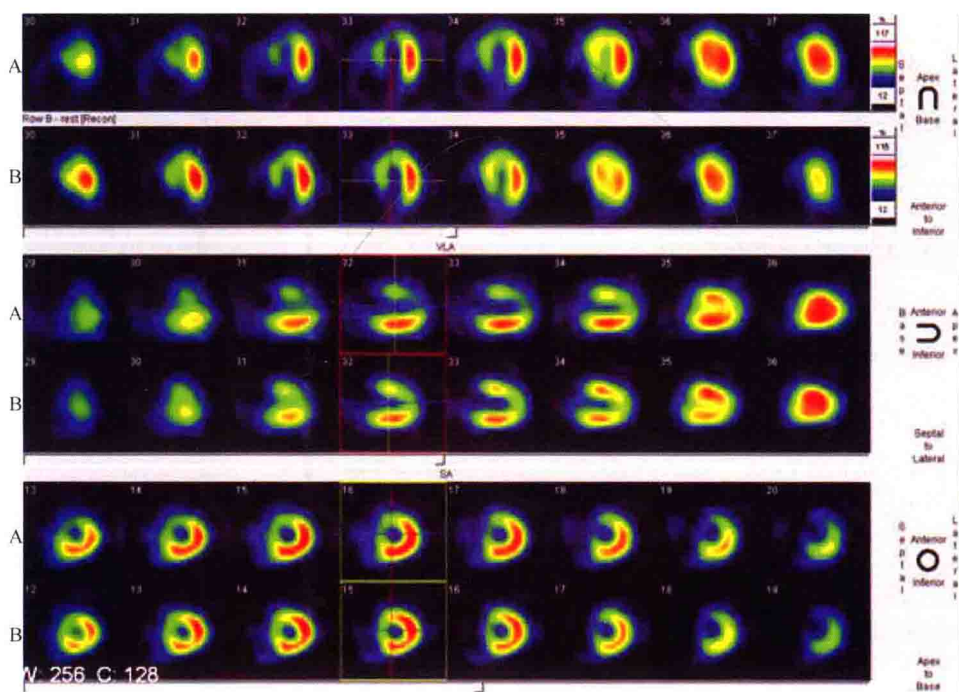


图 10-10 部分可逆性缺损图像

女性，53 岁。胸闷不适 1 年余。心电图：ST-T 改变。SPECT 显示：运动试验心肌显像心尖缺损，前壁、间壁分布稀疏，静息显像心尖缺损无变化，为不可逆性缺损，前壁、间壁少量充填，提示心肌缺血 + 梗死改变。冠状动脉造影：前降支 95% 狭窄

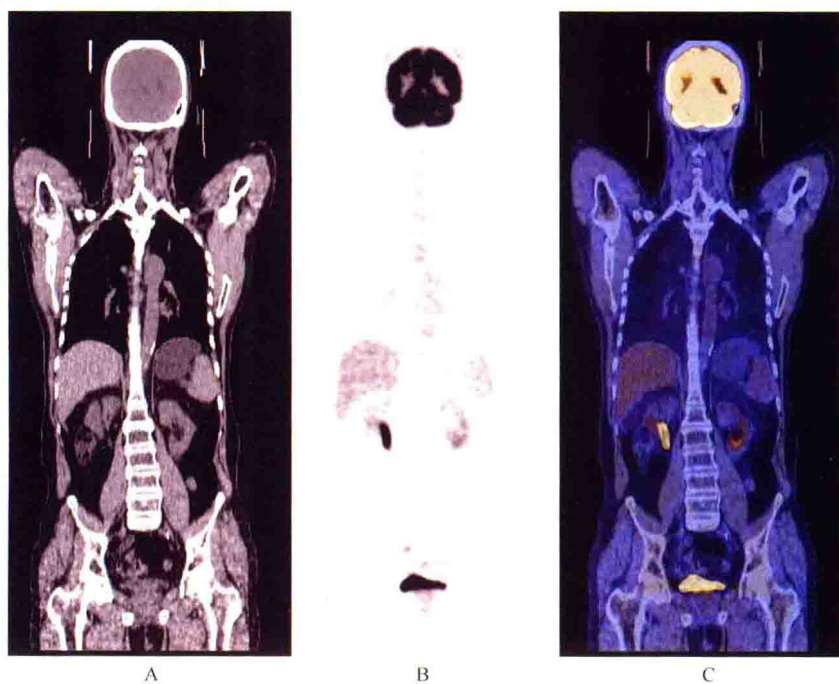


图 17-3 正常人 ^{18}F -FDG 全身显像
A~C. 分别为冠状断层的 CT、PET 和融合图像

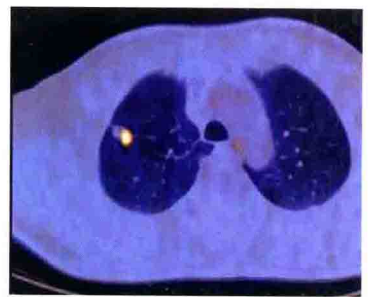
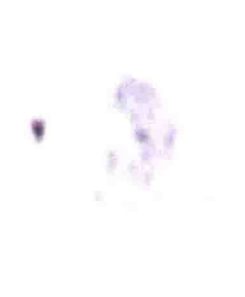


图 17-4 PET 肺部结节显像

左肺孤立性肺结节半年，临床诊断为结核，PET 显像示代谢增高，术后病理为肺泡癌