

临床核医学

《临床核医学》编写组 编著

上海第一医学院

臨床核醫學

中華民國七十七年一月

中華民國七十七年一月

前 言

临床核医学的工作正在我国广泛开展。我院接受中央卫生部的任务,1979年2月份举办临床核医学专业进修班。我院附属中山医院同位素室、华山医院同位素室和上海市工业卫生研究所和一医药学系同位素室,根据多年来的教学和临床实践的经验,并结合国内外有关资料编写出这本教材。

本教材较系统地介绍临床核医学的基础知识、理论和应用知识,使从事核医学的临床医师和其他工作人员,通过学习,能够系统地掌握本专业的知识,并能独立的进行这方面的工作。



由于我们的工作经验及业务水平有限,时间仓促,因此,本教材错误及不妥之处一定不少,我们热诚希望读者提出宝贵的意见。

上海第一医学院临床核医学编写组

1978年12月4日

临床核医学

目 录

结 论	1
第一章 核物理基本知识	8
一、原子结构	8
二、原子核外电子	9
三、原子核	9
四、核素、同位素、同质异能素	9
五、稳定性原子核、放射性原子核、同位素丰度	9
六、核衰变方式	10
七、放射性衰变的规律	12
八、放射性强度的单位	14
九、射线和物质的相互作用	15
第二章 放射线的探测及核电子仪器	17
一、盖革计数器	17
二、固体闪烁计数器	20
三、液体闪烁测量技术	23
四、脉冲计数系统	31
五、脉冲幅度分析系统	32
六、符合测量系统	32
七、脏器功能测定仪	32
八、放射性核素闪烁扫描机	32
九、 γ 照相机	43
1. 闪烁照相机	43
2. 自动荧光镜	60
3. 影像增强照相机	61
4. 火花室照相机	61
5. 多丝正比室 γ 照相机	62
6. 半导体照相机	62
十、放射性核素计算机处理断层摄影术	62
1.  (ACD) 类型	63
2.  (SPC) 类型	65

第三章 放射性测量技术	71
一、绝对测量和相对测量.....	71
1. 绝对测量.....	71
2. 相对测量.....	71
3. 标准源的相对比较法.....	71
二、放射性测量的统计学因素和数据处理.....	72
1. 射线测量的统计误差.....	72
2. 标准误差的物理意义.....	73
三、放射性核素显象系统调制转移函数的计算方法.....	76
1. MTF的定义.....	76
2. MTF的计算方法.....	77
3. 计算结果.....	79
4. MTF(v)计算中余弦函数表格及用法.....	82
第四章 辐射剂量学基础	91
一、辐照量(exposure).....	91
二、吸收剂量.....	91
三、f-因子.....	92
四、相对生物效应(RBE, Relative Biological Effectiveness)及剂量当量(Dose Equivalent).....	94
1. 相对生物效应(RBE).....	94
2. 剂量当量.....	94
五、照射率常数 Γ	95
六、生物半衰期和有效半衰期.....	97
七、 β 射线内照射的剂量计算.....	97
八、 γ 射线内照射的剂量计算.....	100
第五章 放射性药物学基础	111
一、对医用放射性核素的要求及常用医用放射性核素的来源.....	111
1. 对医用放射性核素的要求.....	111
2. 常用的医用放射性核素的来源.....	111
二、标记化合物及放射性药物的制备.....	112
1. 制备标记化合物及放射性药物时需注意的问题.....	112
2. 制备标记化合物的方法.....	113
三、 ^{131}I (或 ^{125}I)放射性药物.....	121
1. ^{131}I -玫瑰红的制备(^{131}I -Rose Bengal).....	122
2. 邻 ^{131}I 碘马尿酸的制备(硅藻土法).....	122
3. ^{131}I -三油酸甘油酯或油酸乳剂的制备.....	123
4. ^{131}I -人血清白蛋白及 ^{131}I 碘大颗粒白蛋白(MAA).....	124
四、 ^{32}P 放射性药物.....	124
1. 原理.....	124

2. 方法	125
五、短半衰期放射性核素	125
六、 $^{90}\text{m}\text{Tc}$ - $^{90\text{m}}\text{Tc}$ 发生器	131
1. 制备及装配	131
2. 装柱容量、洗脱曲线及洗脱效率	131
3. $^{90\text{m}}\text{Tc}$ 放射性强度的测量	132
4. $^{90\text{m}}\text{Tc}$ 放射性药物的制备	133
七、 $^{113}\text{m}\text{Sn}$ - $^{113\text{m}}\text{Sn}$ 发生器	136
1. 制备及装配	136
2. 交换容量、洗脱效率及洗脱曲线	138
3. $^{113\text{m}}\text{Sn}$ 放射性强度的测量	138
4. $^{113\text{m}}\text{Sn}$ 放射性药物的制备	140
八、放射性药物的鉴定	141
(一)物理检定方面	141
(二)化学检定方面	141
(三)生物检定方面	143
第六章 放射生物学基础	145
一、电离辐射时机体的作用	145
1. 作用于人体的电离辐射源	145
2. 电离辐射对人体的作用	147
二、急性放射病	149
1. 病因	150
2. 病理	151
3. 临床表现	152
4. 诊断	154
5. 防治	156
三、慢性放射病	158
1. 慢性外照射放射病	158
2. 慢性内照射放射病	163
3. 几种临床常用的放射性核素可能引起的损伤及其防治	165
第七章 放射卫生学基础	174
一、医用放射性同位素的卫生要求	174
1. 诊断用的放射性同位素	174
2. 治疗用的放射性同位素	174
二、医用放射性同位素开放型操作时的卫生防护	175
1. 医用放射性同位素实验室设计上的卫生要求	175
2. 应用放射性同位素时的个人卫生防护	179
3. 放射性同位素的安全操作	180
4. 放射性同位素的清除	183

三、医用放射性同位素的外照射防护	185
1. 防护原则	185
2. β 射线的防护	186
3. γ 射线的防护	188
四、放射性同位素检查时的病人防护	189
五、放射性废物处理和放射性工作的剂量学调查及医学检查	189
1. 放射性废物处理	189
2. 放射性工作的剂量学调查和医学检查	195
第八章 甲状腺功能测定	198
一、甲状腺的生理功能	198
1. 碘的代谢	198
2. 甲状腺激素的合成和释放	198
3. 甲状腺激素的转换	200
4. 甲状腺激素的分解和排泄	201
5. 甲状腺功能的控制和调节	201
二、甲状腺摄碘率测定	201
1. 原理	201
2. 甲状腺摄碘率测定的标准化问题	202
3. 甲状腺摄 ^{131}I 率测定常用的试验步骤及测定方法	204
4. 甲状腺早期摄取试验	208
5. 用其他放射性核素作甲状腺摄取测定	214
6. 甲状腺摄 ^{131}I 率结果的判断	214
7. 甲状腺功能亢进与甲状腺功能正常疾病(摄 ^{131}I 高)的鉴别诊断(即抑制试验)	218
8. 促甲状腺激素(TSH)刺激试验	218
9. 高氯酸盐释放试验	219
10. 尿中排 ^{131}I 率测定	220
三、血浆中甲状腺激素结合蛋白饱和度的测定	221
1. 原理	222
2. 三 ^{125}I 碘(或 ^{131}I 碘)甲状腺原氨酸红细胞摄取试验	222
3. 树脂摄取试验	224
4. 凝胶法	225
5. 活性炭吸附试验	227
四、竞争性蛋白结合测定法	228
1. T_4 竞争性蛋白结合测定法	228
2. 游离甲状腺素指数(FT_4I)	232
3. 有效甲状腺素比值(ETR)	233
五、其他放射性核素检查法测定甲状腺功能	235
1. 唾液中放射性碘的测定	235
2. “颈-大腿比值”的测定	235

3. 血浆中放射性碘总放射性测定	235
4. 血浆蛋白结合 ¹³¹ I转换率测定	235
5. 血浆蛋白结合 ¹³¹ I测定	236
6. 丁醇提取 ¹³¹ I碘试验	236
7. 甲状腺对血浆 ¹³¹ I碘的清除率	236
六、各种放射性核素检查法诊断甲状腺疾病的临床评价	237
第九章 放射性核素肾图	244
一、定义	244
二、示踪剂	244
三、仪器和方法	244
1. 仪器	244
2. 方法	245
四、正常 ¹³¹ I-邻碘马尿酸钠肾图的形态和解释	246
五、肾图的指标	247
六、异常 ¹³¹ I-邻碘马尿酸钠肾图	248
1. 肾功能异常	248
2. 血供障碍	248
3. 引流障碍	248
七、临床应用	248
1. 诊断尿路梗阻	248
2. 肾血管性高血压的过筛检查	248
3. 肾实质病变的功能估价和鉴别诊断	249
4. 肾移植监护	250
5. 肾脏盆腔手术或放射治疗前后的观察	251
八、肾图的影响因素	251
1. 探头与肾脏的几何位置	251
2. 尿流速度	251
3. 仪器条件	251
4. 示踪剂的游离 ¹³¹ I含量	251
5. 示踪剂注射的部分漏至血管外	151
6. 体型	251
7. 药物因素	251
8. 体位	251
9. 神经紧张或疼痛刺激	251
九、肾图优缺点	252
附录:	252
(一)肾图负荷试验	252
(二)反映肾小球过滤功能的肾图	252
第十章 肝功能测定、¹³¹I碘化脂肪吸收试验、肺功能测定、胃肠钡蛋白丢失	254

一、肝功能测定	254
1. ^{131}I -玫瑰红测定肝功能	254
2. ^{14}C -黄嘌呤氧化酶(Sexo)体外测定法	259
3. 其他测定方法	260
二、 ^{131}I 碘化脂肪吸收试验	260
1. 口服 ^{131}I 碘-三油酸甘油酯法	260
2. 口服 ^{131}I 碘-三油酸甘油酯与 ^{131}I 碘-油酸法	262
3. 静脉注射法	264
4. ^{14}C 标记脂肪研究脂肪代谢	264
三、肺功能测定	264
1. ^{133}Xe	265
2. 其他放射性核素测定肺功能	268
四、胃肠道蛋白丢失	268
1. ^{131}I -P·V·P	268
2. ^{131}I -白蛋白	269
3. ^{51}Cr -标记蛋白	270
第十一章 脏口显影(一)神经系统	274
一、脑显影	274
1. 脑显影的原理和显影剂	274
2. 脑显影方法	275
3. 脑扫描图的表现及解释	281
4. 脑显影的鉴别诊断	294
5. 脑显影的临床应用价值	297
二、脑池显影和脑室显影	299
1. 脑池显影和脑室显影的原理及显影剂	299
2. 脑池显影和脑室显影的方法	300
3. 脑池显影和脑室显影的正常图形	302
4. 脑池显影和脑室显影的临床应用	302
5. 脑池显影、脑室显影与X线诊断的比较	309
三、脊髓蛛网膜下腔显影	308
1. 脊髓蛛网膜下腔显影的原理及显影剂	308
2. 脊髓蛛网膜下腔显影的方法	308
3. 脊髓蛛网膜下腔扫描图的表现及临床应用价值	309
第十二章 脏口显影(二)肝胆、胰腺、脾脏、唾液腺、胃	312
一、肝脏显影	312
1. 肝脏显影的原理及显影剂	312
2. 肝脏显影的检查方法	312
3. 肝脏显影的表现	315
4. 肝脏显影的临床应用价值	321

5. 肝脏显影对肝脏占位性病变诊断和鉴别诊断的评价	321
二、胰腺显影	324
1. 胰腺显影的原理及显影剂	325
2. 胰腺显影的方法	325
3. 胰腺扫描图(或照片)的表现及临床应用价值	326
三、脾脏显影	329
1. 脾脏显影的原理及显影剂	329
2. 脾脏显影的方法	331
3. 脾脏扫描图(或照片)的表现及临床应用价值	332
第十三章 脏口显影(三)甲状腺、肾上腺、甲状旁腺、唾液腺、胃、淋巴系统	336
一、甲状腺显影	336
1. 甲状腺显影的放射性药物	336
2. 甲状腺显影的方法	336
3. 甲状腺显影的指征	337
4. 正常甲状腺显影图	338
5. 甲状腺显影的临床价值	338
6. 荧光甲状腺扫描	345
二、肾上腺显影	345
1. 肾上腺显影剂及方法	345
2. 肾对腺显影的临床应用价值	347
3. 其他方法	348
三、甲状旁腺显影	348
1. 甲状旁腺显影的原理及显影剂	348
2. 甲状旁腺显影的检查方法	349
3. 甲状旁腺的检查结果及临床评价	350
四、唾液腺显影	350
1. 唾液腺显影的方法	350
2. 唾液腺的正常显影图	350
3. 唾液腺显影的临床应用	350
五、胃显影	351
1. 胃显影的原理及方法	351
2. 胃扫描图(或照相)的表现	351
六、淋巴系统显影	352
1. 淋巴系统显影的原理及显影剂	352
2. 淋巴系统的扫描方法	352
3. 正常扫描图	353
4. 扫描结果的判断	353
第十四章 脏口显影(四)肾脏、肺、心脏血库及心肌、胎盘、骨、骨髓、关节	357
一、肾脏显影	357

1. 原理	357
2. 适应症	357
3. 常用的显影剂	357
4. 检查方法	357
5. 正常扫描图或照片	357
6. 异常扫描图或照片	359
7. 注意事项	361
二、肺显影	362
1. 肺灌注显影	362
2. 肺气溶胶吸入显影	364
3. 肺显影的临床价值	365
三、心脏血库显影及心肌显影	365
1. 心脏血库显影	365
2. 心肌显影	366
四、胎盘显影	368
1. 原理	368
2. 方法	368
3. 结果	368
4. 胎盘扫描时母体及胎儿所受剂量	368
五、骨显影	368
1. 骨显影的原理	368
2. 骨显影剂	369
3. 骨显影的方法	370
4. 骨显影的临床价值	371
六、骨髓显影	374
1. 放射性显影剂	374
2. 方法	374
3. 临床表现	374
七、关节显影	375
1. 关节显影的方法	375
2. 显影结果的判断及临床价值	376
第十五章 “亲”肿瘤放射性药物的临床应用	379
一、枸橼酸 ⁸⁷ 镓(⁸⁷ Ca)	379
二、枸橼酸 ¹⁶⁹ 铋(¹⁶⁹ Yb)	385
三、放射性核素标记博莱霉素	389
1. ^{99m} Tc-博莱霉素	389
2. ¹¹¹ In、 ⁶⁷ Co、 ⁸⁷ Ca标记博莱霉素	389
四、亚 ⁷⁵ 硒酸盐	391
五、 ⁷⁵ 硒-蛋氨酸	391

六、 ^{131}I -抗人纤维蛋白原体抗	392
七、氯化 ^{197}Au	392
八、放射性核素标记的癌肿抗体	392
九、 ^{125}I -氯喹类似物	393
十、 ^{32}P	393
1. 乳腺癌、睾丸肿瘤、前列腺癌及妇科肿瘤	394
2. 食管癌及直肠癌	394
3. 胃癌	395
4. 眼部肿瘤	396
十一、其他	396
十二、“亲”癌放射性药物的研究	396
第十六章 脑血流量测定	401
一、原理和方法分类	401
二、测定方法	404
1. 局部脑血流量测定(^{133}Xe 、 ^{85}Kr)	404
2. 脑通过时间	411
3. 应用 γ -照射机测定脑血流	414
4. 测量脑血流量的其他方法	416
三、正常值	417
四、影响脑血流的因素	418
1. 血压	418
2. 脑血流的神经调节	418
3. 体内生化物质对脑血流的影响	419
4. 生理和病理因素对脑血流的影响	419
五、临床应用研究	420
1. 脑血管意外(卒中)	420
2. 颅脑外伤	421
3. 颈动脉狭窄和闭塞	421
4. 颅外-颅内动脉吻合术(搭桥手术)的疗效观察	421
5. 偏头痛	421
6. 脑血流测定在心血管药理学研究中的应用	421
六、结语	422
第十七章 心输出量、心内分流、心肌血流量测定、肝脏血流量测定、肾血流量测定	424
一、心放射图曲线的组成及应用	424
二、心输出量测定	424
1. 心输出量测定的原理	424
2. 心输出量的测定方法	425
3. 心输出量测定的设备	425
4. 心输出量测定的操作步骤	426

5. 正常值	426
6. 临床应用	426
三、心脏分流测定	427
1. 心放射图法	427
2. 放射性惰性气体示踪法	427
四、冠状动脉血流量(或血肌血流量)测定	428
1. 冠状动脉循环指数测定实验设计依据	429
2. 设备与操作步骤	429
3. 临床应用	430
五、肝脏血流量测定	433
1. 肝脏血流量测定	433
2. 肝脏血流量的测定方法	433
(一)连续抽血法	434
(二)头部(或股部)体表测定法	434
(三)肝脏部位体外测量法	435
六、肾血流量测定	436
1. 清除“提取”法测定有效肾血浆流量	436
2. 惰性气体清除法	443
3. 示踪剂稀释法	445
第十八章 周围循环的研究	448
一、局部清除法	448
1. 原理和示踪剂	448
2. 测定肌肉血流量、皮肤血流量、骨血流量	450
3. 测定毛细血管通透性	454
4. 测定淋巴流量	455
二、放射性微球体法	455
1. 测定肢体血流分布	455
2. 测定动静脉分流量	455
三、诊断周围静脉循环疾病的方法	456
1. 测定下肢静脉血流动力学的方法	456
2. 测定下肢静脉血栓形成的方法	458
第十九章 血液系统	461
一、铁代谢	461
1. 铁的吸收	461
2. 血浆铁测定	462
3. 红细胞对铁の利用	463
4. ⁵⁹ 铁体内分布的外测量	464
二、红细胞寿命的测定	464
1. 原理	464

2. 方法	464
3. 数据处理	466
4. 临床意义	467
三、红细胞破坏部位及骨髓活性的测定	467
第二十章 核素稀释法及其应用	469
一、稀释法的原理	469
二、血容量测定	470
1. 血细胞压积	471
2. 血浆容量的测定	471
3. 红细胞容量的测定	474
4. 全血容量的测定	475
5. 血容量的测定仪	477
6. 血容量正常值	477
7. 各种生理及病理情况下的血容量	477
三、细胞外液测定	479
四、可交换钠的测定	479
1. 测定方法	479
2. 正常标准	480
五、可交换钾的测定	480
1. 测定方法	480
2. 正常值	480
六、全身总水量	481
1. 重氢法测定全身总水量	482
2. 氡法测定全身总水量	482
3. 身体组成成分之间的关系	482
七、胃肠道出血量测定	482
1. 检查方法	482
2. 正常值	483
八、膀胱剩余尿量的测定	483
1. 检查方法	483
2. 结果	484
九、倒稀释法的应用	484
第二十一章 放射免疫分析—总论	486
一、概述	486
二、基本原理和方法	487
(一)原理	487
(二)测定方法	488
1. Ag 的制备	488
2. Ag 的标记	491

3. 特异性抗体的制备和选择	495
4. 分离 Ag*-Ab和Ag*	495
(三)国外发展动向	503
1. 免疫放射测定	503
2. 放射性受体测定法	505
3. 酶免疫测定法	506
4. 分析自动化	507
5. 试剂盒(Kit)的生产和供应	507
6. 其他	508
第二十二章 激素的放射免疫分析及其临床应用(一)蛋白质、肽类及甲状腺激素	510
[国内激素RIA应用概况]	510
一、蛋白和肽类激素	510
1. 胰岛素	510
2. 绒毛膜促性腺激素	511
3. 黄体生成素(LH)测定	512
4. 促甲状腺素(TSH)	512
5. 生长激素(GH)	513
6. 血清肾素活性和血管紧张素Ⅱ	513
二、甲状腺激素	513
1. 血清总甲状腺素(TT ₄)	513
2. 血清三碘甲状腺原氨酸(T ₃)	515
三、肾上腺及性类固醇激素	515
1. 血浆皮质醇(血浆总F)和尿游离皮质醇(UFF)	515
2. 尿醛固酮	518
3. 血浆睾丸酮和睾丸酮类似物	518
4. 黄体酮(孕酮)	518
5. 血浆17羟孕酮CPBA	518
四、其他	519
五、存在问题	519
[激素放射免疫测定实例]	519
一、人血浆胰岛素测定	519
二、绒毛膜促性腺激素的放射免疫分析(双抗体法)	521
三、人血清促甲状腺激素放射免疫分析	527
四、人血浆血管紧张素Ⅱ(ATⅡ)放射免疫分析	529
五、人血清生长激素放射免疫分析	531
六、促肾上腺皮质激素(ACTH)放射免疫分析	534
七、人体绒毛膜生长促乳素放射免疫分析	537
八、血清总甲状腺素(简称T ₄)放射免疫分析(双抗体法)	539
九、三碘甲状腺原氨酸(简称T ₃)放射免疫分析	539

十、血清总甲状腺素竞争性蛋白结合分析法(酶水解法).....	544
第二十三章 激素的放射免疫分析及其临床应用(二)肾上腺及性腺类固醇激素.....	550
一、人血浆皮质醇的放射免疫分析.....	550
1. 皮质醇放射免疫分析法的基本原理.....	550
2. 皮质醇放射免疫分析法的基本条件.....	550
3. 操作步骤.....	555
4. 测定结果.....	563
5. 血浆及尿中皮质醇含量测定的意义.....	568
二、血浆睾丸酮及其类似物竞争性蛋白结合分析法.....	569
1. 试剂.....	569
2. 测定方法.....	570
三、孕酮(黄体酮)竞争性蛋白结合分析法.....	570
1. 试剂.....	570
2. 测定方法.....	571
四、血浆雌二醇放射免疫分析.....	573
1. 材料.....	574
2. 方法.....	574
3. 结果.....	575
4. 正常月经周期血浆雌二醇.....	575
5. 妊娠期血浆雌二醇.....	575
五、血浆雌三醇放射免疫分析.....	577
1. 尿中雌三醇含量测定法.....	577
2. 血浆(或血清)雌三醇测定法.....	577
3. 雌三醇放射免疫分析法.....	577
4. 雌三醇测定临床应用的评价.....	581
第二十四章 肿瘤抗原(甲种胎儿蛋白)、药物及其他放射免疫分析.....	586
一、甲胎蛋白放射免疫分析.....	586
1. 甲胎蛋白的放射免疫分析法.....	586
2. 甲胎蛋白放射免疫分析法的类别.....	586
3. 放射对流免疫电泳测定法.....	590
4. 放射火箭电泳自显影法.....	591
5. 甲胎蛋白放射对流电泳法.....	592
6. 各种甲胎蛋白检测方法的比较.....	593
7. 血清甲胎蛋白正常值及诊断标准.....	596
8. 各种病理情况下血清甲胎蛋白浓度的改变.....	596
二、地高辛放射免疫分析.....	598
1. 地高辛(Digoxin)放射免疫分析的临床意义.....	598
2. 地高辛放射免疫分析检测法.....	599
三、前列腺素放射免疫分析法.....	601

1 材料和方法	602
2. 放射免疫分析法, 具体操作步骤	604
3. 结果	606
4. 前列腺素	607
四、3·5-环-磷酸腺苷的测定	608
1. 试剂	608
2. 样品制备	608
3. 测定方法	608
五、血清抗脱氧核糖核酸抗体测定	609
1. 试剂	609
2. 测定方法	609
3. 参考正常值	610
4. 临床意义	610
第二十五章 活化分析法	613
一、活化分析法的基本原理	613
二、快中子反应及单能中子反应	616
1. 快中子反应	616
2. 单能中子的核反应	616
三、浓缩稳定性同位素的活化分析	618
四、活化分析在医学上的应用	519
第二十六章 放射性碘在治疗上的应用	622
一、 ¹³¹ 碘治疗甲状腺功能亢进症	622
1. ¹³¹ 碘治疗甲状腺功能亢进症的基本原理	622
2. 放射性碘治疗的适应症和禁忌症	622
3. 治疗方法	623
4. 治疗效果	625
5. 治疗反应	625
6. ¹³¹ 碘治疗时对甲状腺功能亢进常见合并症的影响	631
7. ¹³¹ 碘治疗后再行手术治疗的问题	633
8. ¹³¹ 碘治疗后合并中草药治疗的问题	633
9. 治疗前的准备及治疗后的处理	634
10. ¹²⁵ 碘治疗甲状腺功能亢进症	634
二、 ¹³¹ 碘治疗甲状腺转移癌	635
1. 甲状腺癌及其转移病灶的定位诊断	635
2. ¹³¹ 碘治疗甲状腺转移病灶	636
三、 ¹³¹ 碘治疗功能自主性甲状腺瘤	639
四、 ¹³¹ 碘治疗脊髓空洞症	641
1. 治疗方法	641
2. 治疗效果	641