

放射性同位素检查技术

第三版

〔日〕渡边克司 著

人 民 卫 生 出 版 社

放射性同位素 检查技术

〔日〕 渡边克司 著

汪允干 王文浩 译

张 同 铸 审校

人 民 卫 生 出 版 社

放射性同位元素检查技术

渡辺克司

南山堂株式会社

1978 年

改订第 3 版

放射性同位素检查技术

第 三 版

汪 允 干 王 文 浩 译

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京市崇文区天坛西里10号)

北京通县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本 15印张 4 插页 315千字

1981年11月第 1 版第 1 次印刷

印数：1—5,400

统一书号：14048·4006 定价：1.55元

第三版修订序

本书初版出版于 1971 年，当时正处于医用放射性同位素技术急剧发生变化的时期。所以这类书籍一出版，就注定要含有落后于时代的内容。直至最近才趋于稳定，从跃进式发展变为稳步式发展。这个时期的情况颇似我国经济的发展状况。

关于我国经济在今后能否顺利地稳步前进，人们提出了很多的问题。同样，放射性同位素在医学上的应用方面，也出现某些新的因素，需要加以考虑，例如：(1)电子计算机断层摄影法 (CT) 的出现；(2) 最近超声波诊断方法的发展；(3)酶免疫分析法的开创。当前，放射性同位素在医学上除了作为线源应用外，主要地还是应用于闪烁扫描术和放射免疫分析，但这些方面的应用今后可能会受到某些影响。

使用放射性同位素需要庞大的设备投资和贵重仪器，随着其广泛普及，放射性废物的处理也正在成为重大问题。既要考虑这些社会、经济的因素，还必须经常考虑：若将放射性同位素应用于诊疗方面对医学能做出什么样贡献的问题。

放射性同位素在医学上的应用，实质上是示踪剂的应用，优点是：机体的各种功能及其系统不受影响的情况下，用非损伤法获得评价。这个特点将决定今后同位素在医学上应用的方向。尤其是如果能确立定量的生理功能评价法，必将提高其实用价值。

因此，在这次修订稿里，大篇幅地补加了与动态功能检查法有关的内容，但由于其多数还处于研究阶段，所以对尚

未确立的具体检查方法叙述较少。

在编写本书的时候，参考了许多先辈的著作和论文，并将其部分资料列于卷末。承蒙九州大学放射科、宫崎医科大学放射科诸位在资料及其他方面予以协助，工藤直子、大岩根美代子诸女士整理原稿，谨致谢意。

最后，对给予拙著许多建议的各位先生表示感谢，望今后仍予以帮助。

1978年2月8日

作 者

序

本书是以作者在诊疗放射线技师学校的讲义内容为基础而编写的。

1968年修改了诊疗X射线技师法，并订立了诊疗放射线技师法，对放射线诊断技师提出了关于应用放射性同位素进行临床检查方面的知识要求。

作者虽然担当了《放射性同位素检查技术》的讲授，然而对讲义内容应达到的深度不甚清楚。经参考文教部的诊疗放射线技师学校教授要领和应试资格学习班讲义及放射线技师国家考题，初步确定以标准检查方法、检查技术为主加以叙述。

在某种意义上，似乎与放射线技师无关的一些关于诊断的事项，在本书中亦有所涉及，因为其一、作者认为，放射线技师也有必要知道某种检查的诊断价值；其二、考虑本书在某种程度上也可作为其他医疗工作者的参考；并鉴于放射性同位素应用于临床检查较其他临床检查为时较短，多属近几年产生的方法，因此，尚未被人们所广泛理解。

为了应用放射性同位素进行检查，则需具备放射线物理、放射线测定和放射性物质的安全处理等方面知识。本书仅就检查技术予以叙述，关于基础知识均从略，可参考本丛书中有关作者的著作。

放射性同位素检查技术正广泛地应用于医学领域，日新月异，前景广阔。然而作者学识肤浅，窥其全貌颇感困难，必将有错误之处，望读者批评，如有机会定予以更正。

最后，对一贯给予我教导的入江英雄名誉教授、松浦启一教授和同事稻仓正孝博士谨致谢意，并对为本书提供各种方便的九州大学附属医院中央放射科技师高田卓雄、石田俊治、樱木允雄等各位表示深切的感谢。

1971 年早春

作 者

目 录

第一章 总论	1
第二章 放射性药物	4
(一) 定义	4
(二) 法律规定	6
(三) 特征	9
(四) 放射性药物的稳定性和性质	10
(五) 容器、包装及标志	12
(六) 放射性药物的管理方法	14
(七) 放射性药物的使用和领取	19
第三章 RI 检查装置	23
一、摄取率测定装置	23
1. 圆柱型	24
2. 张角型	25
3. 圆锥型	25
二、动态功能检查装置	26
(一) 计数率计	27
1. 模拟计数率计	27
2. 对数计数率计	30
3. 数字计数率计	31
(二) 多道分析器和 AD 转换器	31
(三) 记录装置	34
(四) 肾图装置	34
(五) 局部脑血流诊断装置	36
(六) 全身测量装置	38
1. 高水平人体计数器	39

2. 中水平人体计数器·····	39
3. 低水平人体计数器·····	39
(七) 臂式计数器·····	41
(八) 导管型半导体探测器·····	41
三、体内分布测定装置·····	43
(一) 线性扫描机·····	43
(二) 探测器移动型检查装置·····	43
1. 标准型闪烁扫描机·····	45
2. 双探头闪烁扫描机·····	45
3. 多探头闪烁扫描机·····	47
4. 断层型闪烁扫描机·····	48
5. 正电子扫描机·····	52
6. 宽立体角型闪烁扫描机·····	57
7. 全身扫描机·····	57
8. 混合扫描机·····	58
9. 利用外部线源的扫描机·····	60
(三) 探测器固定型检查装置·····	62
1. 闪烁照相机·····	63
2. 特殊型闪烁照相机·····	67
3. 自动荧光镜·····	74
4. 显象管型照相机·····	76
5. 火花室·····	79
6. 多丝比例计数管型照相机·····	82
7. 半导体照相机·····	83
四、样品测定装置·····	84
(一) 大样品测定用闪烁计数器·····	85
(二) 井型闪烁计数器·····	86
1. 带计算电路的井型闪烁计数器·····	87
2. 自动井型 γ 计数器·····	88
3. T_2 吸收器·····	88

(三) 井型电离室式计数器·····	89
(四) 井型塑料闪烁体式计数器·····	91
(五) 液体闪烁计数器·····	92
第四章 闪烁扫描机 ·····	94
一、准直器 ·····	95
(一) 等反应曲线·····	95
(二) 分辨率曲线·····	96
(三) 灵敏度·····	98
(四) 准直器的综合评价·····	100
二、闪烁体 ·····	103
三、脉冲高度分析器 ·····	106
四、记录方式 ·····	109
1. 单打点方式·····	109
2. 多打点方式·····	110
3. 放电记录方式·····	110
4. 照相记录方式·····	110
5. 彩色记录方式·····	111
6. 数字记录方式·····	111
五、对比度强化方式 ·····	111
(一) 应用计数率计的方法·····	111
1. 截止电路·····	111
2. 额定电路·····	112
3. 彩色调制电路·····	112
(二) 应用计时型对比仪的方法·····	112
(三) 施行再现扫描的方式·····	113
1. 照相方法·····	113
2. 应用再现扫描机的方法·····	113
3. 应用阴极射线管辉度调节的方法·····	113
4. 应用电子计算机的方法·····	115

六、扫描速度·····	115
七、闪烁扫描机的分辨率和灵敏度·····	117
(一) 分辨率·····	117
1. 两个线源的分辨距离·····	117
2. 半宽度·····	117
3. 调制转移函数 (MTF)·····	118
(二) 灵敏度·····	119
1. 点线源灵敏度·····	121
2. 线线源灵敏度·····	122
3. 面线源灵敏度·····	122
(三) 闪烁扫描机的分辨率和灵敏度·····	122
第五章 闪烁照像机 ·····	124
一、工作原理·····	125
二、准直器·····	128
(一) 针孔准直器·····	129
(二) 多孔准直器·····	131
(三) 张角准直器·····	133
(四) 聚焦准直器·····	134
三、闪烁照相机的固有灵敏度和分辨率·····	135
(一) 灵敏度·····	135
(二) 分辨率·····	137
四、闪烁照相机的性能·····	142
(一) 效率及灵敏度·····	142
(二) 分辨率·····	143
(三) 象的直线性·····	145
(四) 灵敏度的均匀性·····	145
(五) 有效视野·····	147
(六) 象限数·····	147
(七) 能量分辨率·····	148

(八) 时间分辨率·····	148
五、附属装置·····	148
(一) 标准附属装置·····	148
(二) 特别附属装置·····	149
(三) 数据处理用电子计算机及附属装置·····	151
1. 闪烁照相机的接收·····	151
2. 中央处理装置·····	151
3. 辅助储存装置·····	153
4. 周边装置·····	154
六、数据处理·····	155
(一) 闪烁照相机数据的收集·····	155
(二) 图象处理·····	157
(三) 图象显示·····	158
(四) 关心领域的确定·····	159
(五) 局部动态曲线的制作·····	159
(六) 动态曲线分析·····	159
(七) 数据检查·····	160
第六章 闪烁扫描术 ·····	161
一、闪烁扫描术的意义 ·····	161
二、闪烁扫描术用 RI ·····	162
(一) 物理学的条件·····	162
1. 放射线的种类·····	162
2. 能量·····	163
3. 半衰期·····	164
(二) 放射化学的条件·····	164
(三) 生物学的条件·····	166
(四) 医用放射性药物的条件·····	166
三、发生器·····	166
(一) 物理基础·····	168

(二) ^{99m}Tc 发生器	169
(三) ^{113m}In 发生器	172
四、闪烁扫描术的实施	173
(一) 闪烁扫描术条件的确定	173
(二) 闪烁扫描术的注意事项	174
五、体内辐射剂量	176
1. Quimby, Hine 及 Brownell 法	176
2. ICRP 法	177
3. MIRD 法	178
第七章 脏器闪烁扫描术各论	180
一、脑及脑脊髓腔闪烁扫描术	180
(一) 脑闪烁扫描术	180
(二) 脑 RI 血管造影术	187
(三) 脑脊髓腔闪烁扫描术	191
二、甲状腺闪烁扫描术	199
三、肺闪烁扫描术	204
(一) 肺血流闪烁扫描术	204
(二) 肺吸入闪烁扫描术	208
四、血池闪烁扫描术	210
五、心肌闪烁扫描术	213
六、肝闪烁扫描术	217
(一) 肝闪烁扫描术	217
(二) 胆道系闪烁扫描术	223
七、脾闪烁扫描术	229
八、肾闪烁扫描术	235
九、肾上腺闪烁扫描术	239
十、胰腺闪烁扫描术	242
十一、骨闪烁扫描术	248

十二、骨髓闪烁扫描术	252
十三、肿瘤闪烁扫描术	255
十四、其它部位闪烁扫描术	258
(一) 唾液腺闪烁扫描术	258
(二) 甲状旁腺闪烁扫描术	259
(三) 淋巴系统闪烁扫描术	260
(四) 关节闪烁扫描术	260
(五) RI 血管造影术	260
(六) 血栓症闪烁扫描术	261
(七) 胃闪烁扫描术	261
(八) Meckel 憩室闪烁扫描术	262
第八章 功能检查法	263
一、定义	265
二、稀释原理	266
三、Fick 原理	267
四、Stewart-Hamilton 原理	268
五、间隔区域分析	270
(一) 一次系区域分析	270
1. 闭锁一次系区域分析	270
2. 开放一次系区域分析	270
(二) 多区域分析	273
1. 不可逆性 3 区域分析	273
2. 可逆性闭锁 2 区域分析	275
3. 直列开放二次系区域分析	277
4. 开放性分歧 2 区域分析	279
5. 三次系区域分析	282
(三) 实验结果分析	282
六、闪烁照像机动态功能检查	284
(一) 数据收集	284

(二) 数据校正·····	285
1. 死时间·····	285
2. 转储时间·····	286
3. 均一性·····	286
(三) 数据显示·····	286
第九章 样品测定法 ·····	288
一、井型闪烁计数器 ·····	288
二、液体闪烁计数器 ·····	292
(一) 闪烁体溶液·····	293
1. 溶媒·····	293
2. 溶质·····	293
(二) 液体闪烁计数器·····	296
1. 测定原理·····	296
2. 装置·····	296
3. 捷连科夫氏测量法·····	297
4. 测量瓶·····	297
5. 假计数·····	297
(三) 猝灭·····	298
1. 内猝灭·····	298
2. 外猝灭·····	299
(四) 计数效率测定·····	300
1. 内部标准法·····	300
2. 样品道比法·····	301
3. 外部标准法·····	303
三、样品测量误差 ·····	307
四、RI 体外检查法 ·····	309
(一) 不饱和结合能检查·····	309
(二) 竞争性结合放射分析·····	310
五、标本与试剂的操作和管理 ·····	311

(一) 标本材料·····	311
(二) 采血·····	311
(三) 血清的保存·····	311
(四) 试剂的保存和稳定性·····	312
(五) 吸管的操作·····	312
(六) 精确度处理·····	312
1. 标准差·····	313
2. 变异系数·····	313
3. 容许误差·····	313
六、放射化学分析 ·····	314
第十章 功能检查法各论 ·····	317
一、甲状腺功能检查 ·····	317
(一) ^{131}I 甲状腺摄取率检查 ·····	318
(二) ^{131}I 甲状腺摄取率抑制试验 ·····	324
(三) ^{131}I 甲状腺摄取率刺激试验 ·····	325
(四) 过氯酸盐试验·····	325
二、肺功能检查 ·····	326
(一) 局部肺功能检查·····	326
三、循环功能检查 ·····	330
(一) 循环时间、心输出量测定·····	331
(二) 循环血液量 (红细胞量、血浆量)测定·····	334
(三) 冠状动脉血流量测定·····	338
(四) 心内短路测定·····	339
(五) 肝血流量测定·····	340
(六) 局部脑血流量 (rCBF) 测定·····	342
四、体液构成成分的检查·····	349
(一) 水分量的测定·····	349
(二) 细胞外液量测定·····	351
(三) 可交换钠的测定·····	352

(四) 可交换钾的测定	353
(五) 可交换镁的测定	353
五、血液、造血功能检查	353
(一) 铁代谢测定	353
(二) 红细胞寿命测定	358
(三) Schilling 试验(维生素 B ₁₂ 吸收试验)	362
六、肾功能检查	365
(一) 肾图	366
七、肝功能检查	371
(一) 肝图检查	371
(二) 血中放射性测定法	375
(三) 胆管功能检查法	375
八、消化道功能检查法	378
(一) 脂肪吸收试验	379
(二) 蛋白漏出性胃肠症的检查	382
第十一章 RI 体外检查法	384
一、 ¹³¹ I-T ₃ 树脂摄取率试验	384
二、不饱和铁结合能测定法	391
三、血清甲状腺素测定法	392
四、放射免疫分析 (RIA)	404
五、血中胰岛素测定法	411
六、血中人类生长激素 (HGH) 测定法	415
附录	420
附1. 医用放射性同位素的物理性质	420
附2. 医用发生器	424
附3. 极短半衰期核素发生器	425
附4. ^{99m} Tc-标记化合物一览表	426
附5. 放射线技师放射性同位素临床检查技术试题	427
参考书	459