

4例死亡/10万人·年，如按平均为30mSv/年，则辐射危害相当于英国建筑工人或采煤工人的事故，即20例死亡/10万人年。

为了使各种情况下危险度相同，职业性剂量极限是否应考虑工作人员年龄和性别尚有争论。但是，对确定剂量极限所需的准确度来说，对男女性别和所有年龄人员给出个均匀全身照射的剂量极限就达到足够的防护，而且使防护控制更可靠，执行和掌握也较简便。但在怀孕期仍需采用不同的限制，儿童代谢和器官质量的差别要求在摄入放射性的限量要与公众中的成年人的限量有所不同。

摄入不同放射性核素的一套限制制度决定于对相

应于均匀全身照射时个别器官照射危险度的认识，才能保证放射性以年限定量摄入人体时个别受照射器官辐射危险度不会大于相应于全身均匀辐照年剂量极限时的危险度。ICRP对可能被选择性受辐照的各器官所采用的加权因子是根据各个器官受照射时所估算出的遗传或致癌危险度。

虽然危险度估算（特别在低剂量时）中有不准确性和误差，但辐射防护用它作基础，肯定比用其他大多数工作环境或一般环境的物理或化学污染作基础更合理和更能定量。重要的是，为了维持合适的工作和环境安全水平，所有这些估算基础还有待于不断地加深理解和完善。（诸洪达节译 高凤鸣审校）

欧洲核医学：现状与展望

Pretschner DP, Europ J Nucl Med 5(2), 175~184, 1980(英文)

一、绪言

核医学是医学的一个专业，它应用放射性核素在体内外作诊断、治疗和科学研究。其生产或科研单位在政府主管部门制定的严格的放射性防护条例管理下进行工作。其专业人员需要得到批准才能从事服务或作研究工作。各国放射性核素的生产、运输、贮存、使用及废物处理均按照标准国际法参照每个国家加以修订的专门法令执行。

由于核医学是一门相当新的医学专业，它的范围尚待明确。欧洲核医学的教育和机构有很大的不同，虽然多数国家有核医学专业，但尚未达到全面独立的程度，若不是独立的，通常属放射科。在瑞典和丹麦临床生理科也做核医学检查。核医学简单的发射显象方法与装有电子计算机断层和超声波方法竞争，还要与热图记录法和核磁共振竞争。核医学的基础和唯一特色是用特殊的放射性药物作各种器官的功能检查。

整个西欧估计约有1400台γ照相机和750台电子计算机系统装置，到1984年出售量将可能增长一倍，总值达2亿3千万美元。估计此资金主要分布在西欧一些较大的国家，大概是：英国11%、法国8%、西德65%、意大利7%、西班牙6%、瑞典3%。

欧洲核医学的维持和发展与能否得到相当贵重的显象和分析设备有关，因此它在很大程度上依赖于本国的财政情况。

二、核医学方法

表1a、b中列出了在诊断和治疗中核医学方法的

检查项目。大学的研究所提供全部或大部分检查项目；较小的科室所提供的服务项目取决于地方的需要、能得到的设备、专业化和核医学医生的资格；开业诊所往往只做甲状腺或体外测定方法。

表1a 放射性核素用于诊断方面

心血管： 心功能研究(灌注和运动型) 血池显象 心肌显象 肌血流 测定静脉血栓 静脉造影术 肺，通气和灌注研究 骨和关节，静态显象 中枢神经系统， 脑显象 脑血流研究 脑脊液研究 肾，肾功能研究	眼的局部肿瘤； 特殊小型探针，P-32 泪囊造影术，流速研究 铈-67显象，瘤、脓肿 内分泌腺和外分泌腺 肾上腺显象 甲状旁腺显象 唾液腺显象 胰腺显象 甲状腺显象十全身， 甲状腺癌转移灶显象 甲状腺摄取试验(包括抑制和刺激) 血液学，血液凝固动力学研究 铁的动力学研究 红血球的动力学研究 骨髓腔显象 Schilling 试验 体外方法，放射免疫分析
静态显象 肾移植 残留尿的测定 脾，静态显象 肝，肝功能研究(肝胆剂) 静态显象	

表 1 b 放射性核素用于治疗方面

甲状腺(碘-131)	关节(钇-90、磷-32、金-198)同位素骨膜切除术
良性甲状腺疾病,	血液病(磷-32)
突眼性甲状腺肿	真性红细胞增多症
毒性结节性甲状腺肿	血小板增多症
弥漫性甲状腺肿	内淋巴的放射性核素
恶性甲状腺疾病	疗法
甲状腺癌	腔内治疗(磷-32, 金-198)
甲状腺癌转移	恶性腹水
骨(磷-32)	恶性胸膜渗出
在骨骼转移疾病中严重疼痛的减轻	

三、放射性药物

无论现在或将来,在核医学领域里,适当的放射性药物是作为诊断和治疗中的更为重要的关键。一个核医学单位的费用中,约25%用于放射性药物。1979年西德进口的放射性总量约3万居里(包括金-198种子在内),16.5%用于诊断、61%用于治疗、0.5%用于科学研究,其余22%衰变损失。

在西德,使用体内放射性药物的约有500家医院和375家诊所,放射性核素(包括金-198种子在内)年使用总量中有99%为医院所用,1%为诊所使用(无治疗)。图1所示为从1975年推算到1985年体内和体外放射性药物的总销售量。体外放射免疫分析比非同位素分析增长速度快,后者在现有全部分析中只占较小的百分数(图2)。估计1979~1985年普遍使用的放射性核素的变化如图3所示。

供应西德放射性核素的欧洲回旋加速器在英国、瑞士、荷兰、法国和东德等地。西德有12台回旋加速器,其中4台能生产常规使用的放射性核素,其余8台

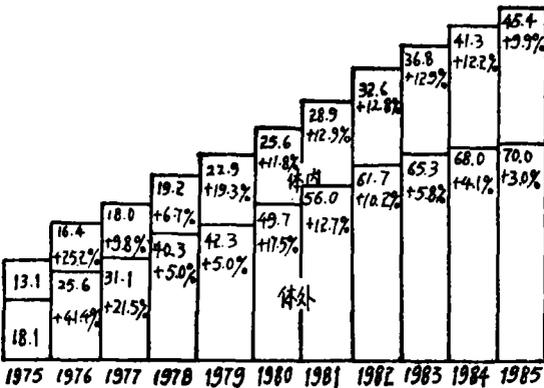


图1 体内和体外放射性药物的总销售量(在西德的价格)单位: 百万美元(1美元=1.90马克,以1979年没有通货膨胀的价格计算)

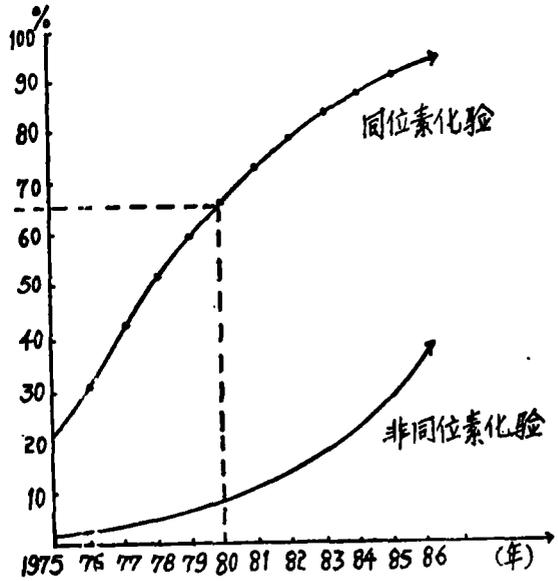


图2 从1975年推测到1985年同位素分析和非同位素分析的发展情况

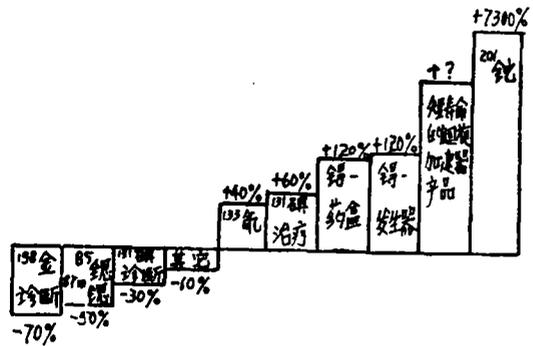


图3 估计到1985年西德使用普通放射性核素的相对变化(与1979年比较)。注: 图中47300%应为+ >300%。

仅作研究用,不用或很少用于医学。

废物处理,短寿命放射性核素废物的短期贮存由各单位自己负责,长寿命核素的废物由生产单位运走、焚烧、排除或在特殊的废物库中贮存。废物的处理由政府主管部门解决,这是当前一个比较麻烦的问题。

四、核医学设备

现代标准核医学影像装置是Anger闪烁照相机,估计欧洲各地闪烁照相机分布如下表(表2)。高计数率的多晶体照相机特别适用于首次通过法放射性核素心血管造影。电子数据处理系统可连接在各种照相机上。

核医学电子计算机分布情况均与γ照相机设备平行,其售出数约为γ照相机的60%。特别是回旋加

表2 1978年欧洲γ照相机的估计装备数

国名	人口 (百万 单位)	1978年 γ照相 机装备 数	与1977年 比较装 备的增 长率 (%)	每一台γ 照相机的 居民数(单 位1000人)
奥地利	7.51	34	26	220
比利时	9.84	63	5	160
保加利亚	8.81	3	50	2940
捷克斯洛伐克	15.14	28	4	540
丹麦	5.1	37	6	140
英格兰/爱尔兰	59.06	206	26	290
芬兰	4.75	28	17	170
法国	53.28	134	7	400
西德	61.32	498	44	120
东德	16.76	8	14	2100
希腊	9.36	13	44	720
荷兰	13.94	104	22	130
匈牙利	10.69	3	50	3560
意大利	56.7	86	32	660
挪威	4.06	22	10	180
波兰	35.01	11	10	3180
葡萄牙	9.8	4	0	2450
罗马尼亚	21.85	7	0	3120
西班牙	37.11	35	25	1060
瑞典	8.28	69	8	120
瑞士	6.34	45	10	140
苏联	261.57	73	20	3580
南斯拉夫	21.91	23	64	950
斯堪的那维亚小计	22.19	156	9	140
西欧小计	324.3	1222	28	270
东欧小计	391.74	156	20	2510

速器和正电子照相机销售量似有增长,正电子照相机有4台在西欧,几年内西德可望再装置10台。广泛为临床认可的医用回旋加速器和正电子发射型断层装置预计不会象X线断层那样迅速发展,约有400台X线断层装置在西欧。除了正电子湮没断层符合探查外,对单光子发射型断层更有兴趣。

单光子发射型断层,不需要正电子发射的特殊放射性药物,虽然正电子发射核素 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 的标记物和代谢物作显象很受注意,但这些短半衰期的同位素需要在当地建立医用回旋加速器进行生产。

现代化的核医学设备种类不少,大学应拥有其中的大部分,以保证科研和教学能连续的进行并提高为病人服务的质量。昂贵的设备,如回旋加速器、反应堆和正电子照相机仅设在少数几个中心作研究和发展

之用。

五、质量保证

核医学设备售出后的维修和保养问题,在核医学部门的管理中是重要的项目。售出后维修价格估计是设备价格的10%,维修费随仪器的使用年限而缓慢上升,并视专门的维修技术而定。今后的发展方向可能是出租或订五年维修合同,仪器价格内包括继续更新的费用。

对于使用放射性药品的质量保证,主要包括无菌、无热原和纯度。由标准剂量器控制剂量的精密度和准确度。

六、计算机系统:硬件、软件

核医学室用计算机完成下述三项任务:数据收集和存贮、数据处理和显示,以及科室行政管理工作。

在核医学方面,计算机系统目前主要和γ照相机联用,进行数据收集、处理以及图象和曲线显示。此外,计算机系统用以支持医院和科室信息系统的也可望日益增多。这将加快日常的文书和行政管理工作。

在核医学用计算机的制造和销售方面有两种观点,即:(1)固线或按钮系统,通常配有微型计算机;(2)通用或软件可编程序系统,通常配有小型计算机。

上述计算机系统的费用因中央处理部件、磁心存储器、外围设备和软件不同,大约在3~15万美元之间。

【按钮系统】固线系统的费用较低,但人们必须按购进时的形式加以使用。如欲改进以适应其他作业,则费用昂贵。通过改进其硬件和软件以提高其质量的可能性很小。新的临床方案在不断发展的核医学领域迅速出现,要想改进这类系统以适应新方案则几乎是不可能的。小医院和诊所因缺乏技师、物理学者或感兴趣的医生,因此宁愿要此类设备。

【通用系统】尽管按钮系统已广泛使用,由于硬件费用下降,目前似有转向通用系统的趋势。其主要原因如下:

1. 目前新的临床方案(特别是用于心血管方面)日趋深奥复杂,在固线系统难以运行。

2. 由于采用高级语言(如FORTRAN IV或BASIC)、良好的操作系统、强有力的交互式指令语言,有助于应用新的临床程序。安装不断发展的新的临床应用软件而无需计算机专家成为可能而且是必需的。

3. 由各厂商组织的用户小组会议和用户年会,讨论并分享程序(主要用FORTRAN编写)和临床

方案，结果较为成功。而这在固件系统则几乎是不可能的。

4. 产品由于型号的改变而与老型号不相匹配，就通用系统来说这种危险就小，从而有可能以较低的费用改进现有的硬件和软件。

【科室信息系统】目前需要在小型计算机运行的行政管理工作与数据库管理程序，用以处理病人预约、病例工作量报告、病历管理、统计报告、记账。这将大大提高核医学室的操作与管理工作的效率。此外，计算机还保存有关投药的放射性强度、放射性药物和临床方案类型的病案报告。

专用计算机系统虽能支持行政管理与文书工作，而通用系统则更适合于应用MUMPS（麻省综合医院多程序用途系统）一类的专用程序包。现已有一种核医学室信息系统在西柏林鲁道夫·维尔荷医院成功的运行。

将近半数的 γ 照相机均配有数据处理系统，有的是按钮式，有的是通用系统。今后随着专门的、复杂的检查（特别是核心脏病学方面）的增加和为人们所接受，计算机的使用也将增多。目前有一种趋势是，用中型通用计算机装备医院，主要用以支持行政管理工作，即实施中央医院信息系统。而在各科室，如加强监护病房、化验室，核医学室、病案室、药房、缩微胶片室等则计划建立子系统和上述中央计算机相联。 γ 照相机因数据信息流率非常高，需要有自己的分散式计算机和存贮媒体以收集数据。目前还不能决定核医学室究竟是作为中央计算机的卫星单位，还是应独立使用自己的计算机，向两方面发展的趋势都有。严格的分散式应该更好一些，尤其是由于硬件费用急速下降，带有外周设备的微处理机越来越容易得到，而似乎更重要的是，考虑到核医学室的独立性。在医院内建立中央计算机网络虽已大为宣传达十多年，但证明其有效与实际可行的例子仍很少。

【软件发展】有无临床软件是决定是否购买某一数据处理系统的主要因素。在卖主和临床中心之间交换程序已有相当大的市场。最有意的工作是在有临床人员、计算机专家和核医学医生之间密切合作的单位作出来的。复杂的程序虽易于传播，但其确切的应用仍不显著。在检查不同的器官方面，现已有约10种临床核医学程序，均系采用普遍接受的方法和算法。革新和增长的速度很快。程序易于而且经常被误用，从而由于取得错误的结果而败坏了良好方法的名声。

各厂商核医学软件发展小组的人数从3人到20人不等，其中有物理学者、计算机专家、工程师和程序

设计人员。他们经常与临床中心密切合作。

发展软件的费用估计每年为100万美元。用高级语言编写中等规模的临床软件（如肾清除率、脑血流、特殊的心脏学研究）的费用在1~2万美元之间。如一套通用数据处理和图象显示系统编写软件，估计需用10年以上，费用达400万美元。由于核医学的未来取决于功能分析，临床软件的标准化和培训工作成为迫切的需要。今后许多 γ 照相机有可能在销售时机内即装有强有力的微处理机、大容量存贮器和供数据处理用的数字图象显示装置。

七、西德情况

在西德，核医学有很强的传统。卫生预算主要由地方州议会控制。每个州要为医院制定一个到1985年的最先进计划（Bedarfsplan），这个计划由中央政府（波恩）批准，80%根据州的人口，20%根据特殊需要，如实现此计划，拥有500张以上病床的医院应设置核医学室。

粗略的设备估计是：（1）一般医院（>500张病床）有，二台显象系统、一台器官功能测量仪、一台放射性核素校准仪、二台体外测量装置、一台微型电子计算机。（2）中级医院（约1000张病床）有，五台显象装置、二台器官功能测量仪、五台体外测量装置、三台微型电子计算机、一台放射性核素标准仪、一台胶片信息处理机。放射性防护装置总是需要的。

一般医院和中级医院主要是为病人及有关医生服务。在较大的医院里有可能增加对医学生、技术助理员和医生进行教学和培养的任务。在西德雇用的医学物理学家比英国和瑞典少，在英国和瑞典必须有一个物理学家为核医学服务，这就有了坚实的技术保证，也减少了设备保养维修的费用。

高级医院，西德有33个大学中心，除提供全部标准的核医学方法外，现在对所有病人（包括门诊和住院病人）提供复杂的和非常专门的方法。为了促进核医学的研究，特别大型的设备是必不可少的，因此西德有4台回旋加速器、2台正电子照相机和4个反应堆。

私人开业的核医学诊所，在欧洲以西德最强，主要进行甲状腺显象、体外试验、用一台照相机或单一器官探测器作功能研究。估计在这些诊所和小医院里大约装有250台直线扫描机和100台 γ 照相机。

虽然已不再生产直线单一探测扫描机，但在诊所和高级医院里仍普遍应用。这些设备将逐渐被 γ 照相机取代，已有了全身的断层扫描机。

八、学会、培训、会议、杂志

除爱尔兰、冰岛、葡萄牙、阿尔巴尼亚和卢森

堡外, 22个欧洲国家中有11个国家有核医学会, 另11个国家在放射学会里设有相对独立的核医学专业组。12个国家的大学里核医学是一门专业, 有10个国家核医学属放射学和内科学。仅有9个国家在所有医科大学里设有核医学部。在欧洲的大学中独立的核医学部有149个。

有18个国家核医学医生能取得资格, 5个国家培训期为4年, 7个国家为三年, 6个国家为6个月。

欧洲的核医学杂志有: (1) 欧洲核医学杂志, (2) 核医学(核医学会会刊), (3) 核医学和有关科学杂志(1977年以前名《核生物和核医学杂志》), (4) NUC-简报和(5) 核医学(德文)。此外, 在其他有关杂志上也可发表核医学题目, 尤其是在放射学、医学物理学和计算机科学杂志上。

欧洲核医学团体的主要会议有、国际核医学会年会、欧洲核医学会大会和临床与研究中放射性同位素 Gasteiner 国际座谈会等。已开过两次世界核医学大会(1974年在东京、1978年在华盛顿), 下次大会1982年将在巴黎召开。

由国际原子能机构(IAEA)(维也纳)每四年

组织一次的核医学座谈会所发表的各种出版物, 综合了仪器使用、方法学和临床应用等方面的重要进展, 是核医学现况的有用指南。最后一次座谈会是1976年在洛杉矶召开的。

九、结束语

核医学今后的趋势决定于科学革新、医学界的态度、经济因素和政府部门对卫生和安全的关注程度。目前在核医学方法、放射性药物、仪器设备方面均已具有相当良好的基础, 可以期望今后将有进一步的发展。

放射性药物的发展、电子计算机程序的制定、医用回旋加速器和发射型断层等仪器的研制, 将促进核医学的成长。

核医学能定量而无创伤的反映器官不同时间和空间的功能, 有其独特的优越性。

予期到1984年许多欧洲国家核医学的设备和放射性药物的应用将在现有基础上增加一倍, 而体内放射性药物的购买增长率将保持稳定于12%左右。

(彭立言 何宗秀 摘译 余国膺 唐谨 马奇晓审校)

甲状腺碘的长期清除

Widman JC, Powsner ER等, Int J Appl Radiat Isot
31(6):375~377 1980(英文)

引言

^{131}I 是核裂变的副产物, 因而是核动力发生站、核燃料重处理工厂和核废品贮存库的可能排出物。由于这种核素的物理半衰期长达 1.57×10^7 年, 所以甲状腺从 ^{131}I 所吸收的每单位活性剂量, 极大地取决于甲状腺中碘的长期清除速率。为了估计这种长期清除函数(时间函数), 对那些为了医学诊断目的已经接受这种核素, 并志愿作为以后测量的个人做了甲状腺 ^{131}I 的测量(物理半衰期60.14天)。

许多研究者(由ICRP概括)已研究了甲状腺放射性碘从开始摄入到为期40~60天后的损失。这些足以计算 ^{131}I 吸收剂量的数据, 但是不足以去预测 ^{131}I 的剂量, 因为许多个体大于初始摄入的75%残留60天之久。长期存留研究的报道是少有的。Bordell 和 Wbchsler叙述1971年一起 ^{131}I 辐射事故, 事故发生后对5个人进行了为期123天到137天的存留观

察, 长期清除表现为单组分的指数关系。对这5个人, 生物半衰期范围从104天到180天, 相当于保留在甲状腺内碘摄入的40~62%, 这几个人用丙基硫脲嘧啶治疗, 希望干扰其正常的甲状腺代谢, 特别是循环碘的再聚集。Johnson报道于1976年发生一个人吸入 ^{125}I 蒸汽的事故。事后进行了约300天的连续测量。观察到具有160天生物半衰期的单组分的指数损失。

本报道介绍次要部位的检查结果, 它比主要部位小, 并且转换率比较缓慢。如果这种部位存在, 那么每单位 ^{131}I 的活性吸收剂量将明显大于以前的估计。在Veterans Administration Medical Center, Allen Park, Michijan对27名(主要是男性)进行了测量, 自投药后施行时间达500天。

方法

对27名志愿者大约每月测量一次, 时间全长从65~500天, 当甲状腺活性减少到测定极限时才停止