

们很重视对人员的培养训练,根据不同的对象和要求,培训工作分为三类:(1)普及教育。凡是新参加原子能委员会所属单位的所有人员,不管是否直接从事放射工作,都必须参加5天以内的短训班,由各研究中心的辐射防护部门组织实施。(2)技术教育。对直接从事辐射防护的技术人员,按培养目标分别设洗消员训练班(2周),技术员训练班(14周)和技师训练班(25周),由原子能委员会下属的国家核科学技术学院举办。(3)高等教育和进修教育。大学生和研究生的专业教育,由

国家核科学技术学院和巴黎大学协作进行,毕业时颁发文凭和学位。专业进修教育的对象是在核设施中工作的工程师和医师等,由国家核科学技术学院和核安全与防护研究所协作进行。他们认为,以上培训工作实施20多年来,对作好放射防护工作收到很大成效,并使法国公众在心理上对核电的安全性产生良好的影响。

此次考察由于时间很短,考察的内容多,有些问题还未能作深入的了解,仅将所得到的粗浅印象作简要介绍,供我们工作的参考。

对曼哈顿计划钚工作者的37年随访

Voelz G L等; Health Phys 48(3):249~259, 1985年 (英文)

第二次世界大战曼哈顿计划研制了第一颗原子弹,促进了使用钚的化学和冶金方面的研究,最后制成了钚元件。这项工作是在1944~1945年在Los Alamos完成的,当时在极其简陋条件下从事钚的工作。许多工人有钚的照射可能,战后不久就离开了Los Alamos,重新开始了学习或就业。

1952年,Langham和Hempelmann开始实施一个计划,对1944~1945年在Los Alamos受到钚照射最多的一批人员进行评价。根据工作历史、工作条件和Los Alamos尿钚监测结果挑选了26例,他们皆因尿钚增高于1945年脱离了钚作业。其中有3例在1945年底至1951年及1958、1965年又从事钚的工作,但他们钚的污染主要在1944~1945年。

早期资料曾报告D建筑的工作条件,在开放的房间里手工转移钚,使房间严重的钚污染。每天工作后或事故性泄漏后对所有人员取鼻拭作放射性监测。多数人员吸入钚粒子是受照射的主要途径。这个结论已被1975年因事故死亡的病例16的组织钚测定所证实。体内钚沉积量70%以上在肺和支气管淋巴结内。

有几例伤口沾染是照射的主要形式。8例

(1、4、5、6、15、20、22、24)有伤口沾染的历史,3例(11、12、16)有钚溶液沾染化学烧伤的历史。有的作了伤口切除以降低钚的吸收。病例20切下的组织含2 nCi钚。病例1估算仍有5 nCi在其手指原伤口的部位。

1952年选择26例医学检查,每5年一次,最后3次检查是1972、1977、1981~1982年在Los Alamos做的,本文包括了1981~1982年的检查结果。

方 法

本文目的在于提供这些工作人员两方面的新资料:1.估算各例钚的沉积量,2.他们的最近健康状况。所有受检病例都回到Los Alamos,根据每个人的情况在1981.9~1982.10做了检查。

回到Los Alamos后的全部时间内收集了所有的尿样,用标准方法分析²³⁹Pu。未作类钚、血钚监测,因不能用来估算内污染的沉积量。每例均做了身体八个部位的活体监测。医学检查内容有病史、物理检查、心电图、肺通气功能、视敏试验、听力测定、全部血细胞计数、尿分析、痰细胞学、X线拍片(正侧位胸

片、正位骨盆片、右股骨和膝关节、右上第一磨牙牙片)、血生化检查(钙、磷、糖、尿素氮、尿酸、胆固醇、总蛋白、白蛋白、球蛋白、总胆红质、碱性磷酸酶、LDH、SGOT、SGPT、肌酐、铁、三酸甘油酯、钠、钾、氯、总碱、T₄放免分析、 γ -GTP、二氧化碳、高密度胆固醇、直接胆红质)。

放射性活度测量结果

对23例作了放射性活度的直接测量,有2例体内的放射性活度高于本底。一例为例1,右手指测量有 $7 \pm 1.5 \text{ nCi } ^{239}\text{Pu}$,与早期陈旧沾染伤口部位测量一致,肉眼观察无异常。另一例是例27,胸部测量有 $0.4 \pm 0.2 \text{ nCi } ^{241}\text{Am}$,他在1957年有吸入钚的历史,而此污染源中确实含有一些Am,这可以说明胸部有少量 ^{241}Am 存在的原因。

用尿排泄资料估算这些病例的全身钚沉积量系用1983年Los Alamos PUQFUA 3的计算机程序。经过比较表明,早期用PUQFUA 2估算的体负荷高于尸检组织测量值的2~8倍。PUQFUA 3用修正的Langham公式加一个100年半减期的指数项,这种计算与尸检结果均值之比为 1.01 ± 0.67 ,与尸检体负荷(全身减去肺负荷)均值之比为 1.59 ± 0.84 。比较表明,PUQFUA 3计算的体负荷均值低至POQFUA 2计算值的 0.65 ± 0.29 。1977年钚体负荷是用PUQFUA 2估算的,早期估算偏高。

1974~1982年尿钚监测结果可见尿钚的排泄有明显的变化。如例3、例4,尿钚排泄降低,例7、例20,1981~1982年比1974~1977年排泄显著增加。

本组估算体负荷见表1。1982年采用PUQFUA 3程序估算体负荷结果较1972年低1/1.3~1/7.1,平均下降1/3.6。多为估算参数改变,而非生物排出所致。

1982年估算表明,本组病例钚体负荷平均为26nCi,中值为12.5nCi。11例受照者最高体负荷33~95nCi,其他15例为18~2nCi。

表1 体 负 荷 估 算

病例编号	钚体负荷 (nCi)			nCi×暴射年 (nCi·年)	
	1972 ^a	1977 ^b	1982 ^c	1977	1982
3	420	230	95	6280	4570
4	260	180	63	5030	2990
7	150	89	62	2360	1960
5	130	140	55	3880	2930
1	206	120	51	3810	1910
6	140	84	42	2650	1740
9	110	100	40	3140	2580
20	50	34	39	900	780
17	130	71	34	2120	1780
8	110	57	34	1470	860
19	100	62	33	1690	1500
12	120	26	18	660	810
10	100	45	14	1380	800
11	50	38	11	1130	700
14	30	20	11	480	380
15 ^d	30	23	10	310	180
19	20	21	10	530	500
23	40	32	8	1000	440
21	40	28	8	810	400
22	50	23	8	710	160
2	30	11	8	320	290
27	50	27	7	790	320
16	30	18	7 ^e	420	110
26	6	7	4	190	110
25	10	14	3	450	140
13	5	7	2	220	50

a.用PUQFUA 1

b.用PUQFUA 2

c.用PUQFUA 3

d.死亡——死亡资料估算钚体负荷

e.死后组织测量外推全身为19 nCi

健康检查结果

存活24例中除1人外均于1981.9.~1982.10.在Los Alamos做了完整的医学检查。例8在国外,通信得知他很健康。存活24例,年龄从55~73岁,平均61岁。自上次检查以来无死亡。1977~1982年医学检查主要发现见表2。

2例死亡,例15因心肌梗塞死于1959年,时年36岁,钚体负荷为10nCi。例16因事故性创伤死于1975年,时年52岁,钚体负荷7 nCi死后组织测定外推全身负荷为19nCi。

表2 医学检查主要发现

病例	负荷 (μCi)	年 龄 (至1981年)	吸烟史 1977~1982年	1977年以来医学大事及检查	医 学 诊 断
1	51	63	8~10支/天, 1965年停吸	无	复发性左肩滑囊炎, 轻度骨关节炎(髌), 健康良好
2	8	60	6~8支/天, 1972年停吸	无	右肺槽结构瘤, 1971年切除, 早期慢性阻塞性肺病。
3	95	59	2—3包/天	Hb 19.7克, 胆固醇 295mg, GPT 40单位, γ -GT 101	早期慢性阻塞性肺病, 可疑高血压
4	63	60	1包/天	视网膜出血(1981年), 视力无影响	发作性睡眠病、轻度高血压病
5	55	63	不 吸	治疗高血压, 血钙轻度升高, T ₄ 13.6, 胆固醇 255mg	轻度高血压
6	42	62	1971年停吸, 1977年停吸	1977年左腕骨折已愈合, 直肠息肉 1979年摘除	正 常
7	62	73	不 吸	1979年前列腺切除	良性前列腺肥大
8	34	59	不 吸	病史无异常, 未检查	轻度高血压
9	40	66	1包/天	1979年头颈部损伤已愈, 胆固醇 279mg, 碱磷酸 364	无症状的骨盆 Paget 氏病, 右髌骨关节炎, 轻度高血压。
10	14	68	半包/天	Hb 20.1克, 血球压积 68%, T ₄ 13.7, EKG 右束枝传导阻滞, 心电图偏左。	慢性阻塞性肺病, 继发性红细胞增多症, 1969年作胃次全切除术。
11	11	59	半包/天	空腹血糖 172mg	糖尿病, 慢性阻塞性肺病
12	18	69	不 吸	胆固醇 298, 三酸甘油酯 172, 空腹血糖 131	右手、右颊部皮肤癌切除, 良性前列腺肥大, 有疝及十二指肠溃疡历史,
13	2	64	1972年不吸	胆固醇 277, 1976年左髌骨有一骨岛, 密度轻度增加。	1971年切除胸前皮肤恶性黑色素瘤, 良性前列腺肥大。
17	34	59	1976年不吸	无	正 常
18	33	58	吸烟斗	EKG异常, 左室劳损	高血压治疗中
19	10	57	不 吸	胆固醇 261	正 常
20	39	58	不 吸	无	1968年双侧青光眼失明, 良性前列腺肥大
21	8	56	1—2支/天 1958年停吸	EKG异常, I度房室传导阻滞	良性前列腺肥大, 肥胖, 颊部粘膜白斑
22	8	57	1956年停吸 1958年停吸烟斗	无	高频失听, 用助听器
23	8	55	不 吸	无	正 常
24	11	57	不 吸	1982年自己事故, 多发性肋骨骨折	慢性前列腺炎
25	3	63	1包/天至1980年	79~80年心肌梗塞, 1980年作冠状动脉搭桥术, 面部皮肤癌切除术	冠 心 病
26	4	58	1967年停吸	胆固醇 369	高血压治疗中
27	7	61	不 吸	LDH 230	冠状动脉硬化, 1968年1976年心肌梗塞

本组病例的职业史自1977年报告以来无重大变化, 他们从事于危害少或无危害的工作或退休。在1977~1982年期间未再受职业性照射。

有5例现仍吸烟, 4例吸雪茄或烟斗, 9例从不吸烟, 6例以前吸烟。例25 1970年停吸, 后又吸烟每天一包至1980年。疾病的种类

及数目见表2, 1977~1982年无变化。6例有高血压病, 2例有心肌梗塞历史, 5例有良性前列腺肥大, 3例有早期慢性阻塞性肺疾病, 3例有皮肤癌史, 2例负重的关节有骨关节炎, 例9为轻度进行性骨盆Paget's病, 持续无何症状。骨的X线片未见新的重要疾病。例3胸片有一个5毫米直径密度增加的结节状阴影,

后来复查无变化。例10曾报告有肺肉芽肿，X线片未见变化。右上颌第一磨牙牙片未见有意义的改变。收集了18例痰标本可作细胞学诊断，16例正常。2例（例3、例4）有轻度不典型变化，此二例是吸烟者。轻度不典型变化预期会在此年龄组出现，尤其是吸烟者此变化无临床意义。本组病例痰细胞学检查是正常的。

讨 论

本文随访了1944~1945年间受到铀照射的26例的全部资料。从1945年至现在已37年了。本组有2例死亡，与校正年龄后的美国白人用Monson计算机计算的死亡预期值进行比较，本组死亡率低于美国的预期值。这种比较的解释较为困难，因为病例数少，这种小样本与美国人口死亡率之间的差异是未知数，差异常常为工业人口研究中“健康工作者效应”所掩盖。这种效应表现为两个被比较的群体存在着差异，而其中的工作者群体预期比总人口更健康。这种样本选择上的偏差在对一个群体进行35年以上的追踪之后，是否还继续有意义尚属疑问。据信健康工作者效应随时间而减小。到目前为止可以得出结论，即铀受照者的死亡率并不比美国人口中相应年龄的男性高。

其他铀受照者死亡率的研究也未表明死亡率升高。最近报告了224例接触铀的白人男性中全部原因引起的死亡43例，而美国调整死亡率为77，所有恶性肿瘤死亡共计为8，预期值为15。

Wilkison等对Rocky Flat核工厂铀工作者及其他工人的死亡率进行研究。白人所有原因的死亡中观察到322例死亡，与美国调整死亡率预期值相比为522。恶性肿瘤死亡79例，预期值为105。作者的结论是从1957~1977年至少有2年受到雇佣的白人的标准化死亡比在所有原因的死亡中，所有癌症均明显低于预期值。曾注

意到脑瘤超过了预期值，这与铀照射、外照射或其它职业因素无关。

铀照射后主要关心的危险是诱发癌症。本文除了例12、13、25有皮肤癌病史外，未确诊其它癌症。例13在儿童时胸前就有一色素痣，后成为局部黑色素瘤。其它皮肤癌发生在面部和手部的好发部位。

特殊检查骨片、牙片、痰细胞学检查皆未见到与放射效应有关的变化。

本组病例放射剂量的估算变化很大，原因是铀的体负荷估算向低修正了。修正的结果不是由于尿排泄资料改变，而是由于受照人员照后长期观察获得较好的分布与数量的资料。原始的Langham尿排泄公式系根据3例受照者尿铀资料延伸138天以至1750天导出的。由于获得多数人的资料，所以对照后37年（13500天）的体内量有理由予以修正。近十年来，死后组织分析和很多病例长期尿排泄资料更可利用。铀体负荷估算的结果降低，证明保守的方法估算偏高。随着资料的不断改善，某些保守观点已减少，现在已经能够计算出更接近于尸检组织铀含量的估算值了。

总之，本文随访了第二次世界大战期间在简陋条件下的铀工作者，他们在37年中健康状况正如其年龄所预期的那样，我们认为这些病例的医学检查没有发现与铀内污染有关的阳性发现。

附 录

例27于1982年12月死于充血性心力衰竭，多发性肺栓塞，多发性局灶性出血性肺梗塞，他有全身性动脉粥样硬化伴有明显的冠状动脉左旋枝及左前降枝闭塞，左室纤维化符合曾有心肌梗塞的历史。死后组织标本作铀的测定，据McInroy报告的初步结果，体内沉积 ^{239}Pu 约为9 nCi。

〔孙金锴节译 赵兴成 朱寿彭审校〕