

假定铀矿中监测氡时所采用的工作水平单位(WL)在数值上等于100微微居里/升,那么每12个工作水平月(WLM)(即约2000工作小时)支气管分叉部位受到的剂量即为10~20拉德。Lundin等的报告指出,受照120~359WLM引起呼吸道肺癌的死亡数约为对照组的4倍,他们同时还得出结论认为低于120WLM不会引起肺癌发生率的明显增加。肺癌的潜伏期与照射有关,通常随着剂量的增加而缩短。儿童可能更易诱发肺癌。因此,为慎重起见假定能引起肺癌发生率增加一倍的支气管“终身加倍剂量”大约为100WLM或85~170拉德。大家要问,什么样的氡浓度对于从出生到50岁的人所产生的照射剂量将低于“终身加倍剂量”因而不会引起肺癌发生率加倍的危险呢?假定50年(等于600个月内)平均每天在室内的受照射时间为15小时,则与每周工作40小时的矿工相比,这样的50年就相等于矿工的1575个照射月(M)。为了把照射限制在100个工作水平月以内,工作水平的最大值应为100WLM/1575M或0.06WL。假设氡与其子体处于平衡,则与0.06WL对应的空气

中氡浓度即为6微微居里/升。由于通风,氡与其子体的平衡通常受到破坏,因而子体在支气管内引起的剂量很少会达到与氡处于平衡时的子体所引起的那样高的剂量。在目前尚不能确定附加在支气管上的其它剂量(如来自建筑材料的 γ 外照射、X线诊断剂量等)的情况下,为慎重起见,特别考虑到对幼儿的照射,住宅内的平均氡水平应低于6微微居里/升。如果住宅内的平均氡浓度为1微微居里/升,这就相当于到50岁时将受到的剂量为5~10拉德,或相当于支气管上皮基底细胞受到的剂量率为100~200毫拉德/年。

由此可见,居住在用含铀材料建造的房屋内的人员,在整个50年期间每天平均受照15小时,支气管受照的总剂量接近于铀矿工中引起肺癌发病数加倍的剂量并不是不可能的。采用通风或用环氧涂料等密封剂以防止氡的散发,可以减少支气管上皮基底细胞的受照剂量。基于氡矿工中对肺癌发病率的研究,在“典型”的住房通风情况下,提出以1~5微微居里/升的氡浓度作为室内“终身”照射的限制浓度看来是合理的。

(Auxier J A等: Health Phys 31(2): 119, 1976(英文)李仲侯节译)

人四氧化镱的事故性吸入

由Iwashima和Yamagata在1961年至1965年间进行的广泛调查证明:由于放射性落下灰和反应堆核燃料加工厂产生的废物,镱的放射性同位素既存在于环境中,也出现在人体组织内。国际辐射防护委员会提出关于四氧化镱对人体的放射性危害是以动物实验的资料为依据的。而仅有的对人体测量的资料是由Yamagata等在1969年报导的。他们测定了当 ^{103}Ru 以各种化合物形式引入人体后的摄取和滞留。在此,我们报告一例44岁女性在进行一次从中子照射过的 ^{235}U 标本中蒸馏 ^{103}Ru 的操作中因事故吸入四氧化镱气体后, ^{103}Ru 在体内滞

留和分布的测量结果。

仪器和方法

在事故发生后的8~36天期间,用Mc Master大学的全身测量装置进行了八次连续性测量。该装置是影象屏蔽型的,使用的计数器装有直径11英寸、厚4英寸NaI(Tl)晶体。每次测量时,患者先取仰卧位,然后是俯卧位。当患者在工作性能稳定的晶体下以8.5厘米/分的速度推进时,可连续地将一分钟间隔计数累积起来。这个计数器预先用均匀分布于人体模型的已知放射性的 ^{103}Ru 溶液作过校准。对 ^{103}Ru 在甲状腺中蓄积的

可能性采用下列两种方法作了探查：一种是在第18天时，使用一个2×2英寸NaI晶体计数器按照国际原子能委员会推荐的标准作校准后，测量了甲状腺和大腿部的20分钟累积计数。另一种是，在第20天，在使用和不使用2英寸厚铅砖屏蔽甲状腺的条件下测量了躯体前部的放射性计数。在第33天时测量了15毫升唾液标本中 ^{103}Ru 的放射性活性。

结果

在第8天时获得的两种射线能谱如图1所示。可以鉴别出 ^{103}Ru 的497 Kev和610 Kev两种射线以及 ^{40}K 1461 Kev的两种

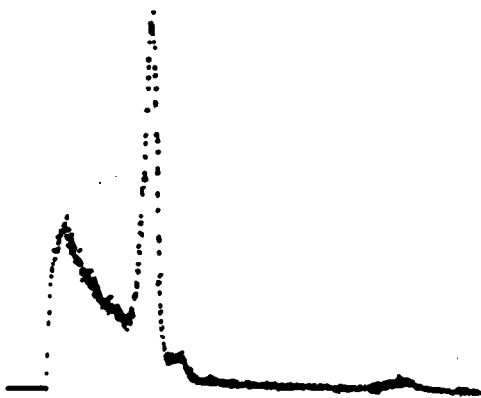


图1. 在患者吸入 ^{103}Ru 后第8天获得的能谱

图2 躯体前部 (•.....•) 和躯体后部 (o.....o) 放射性曲线

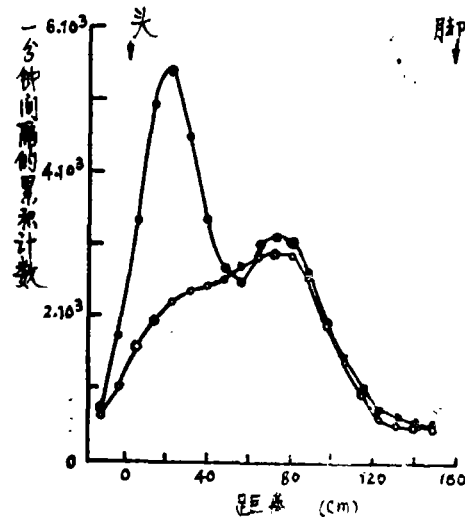
患者全身放射活性的时相变化如图3所示。假如这些数据能用一个简单的指数公式来表示的话，则其有效半减期为11.3天(由不加权最小二乘方配合线得出)。图3亦表示了相应的躯体前部放射性图形面部峰值的活性改变。该峰值是从相应的躯体前部图形计数减去躯体后部图形计数后得来的。同样这些数据若用一个简单的指数公式来表示的话，那么它的有效半减期为10.1天。在观察期间，图形上唯一可觉察到的改变是下腹部峰值与颌面前部峰值的比例间呈现一些细小变化。

在使用2×2英寸NaI(Tl)晶体时，对于甲状腺、大腿以及本底来说在计数率上未能发现差异。当标准的甲状腺模型用0.05微居 ^{106}Ru 充满时，计数器的计数率增加了一

射线的峰值。在患者测得的能谱上 ^{103}Ru 的两个峰值高度之比是与模型能谱上观察到的情形是一致的。

对第11天时躯体前部和后部的放射性计数曲线图形见图2。躯体前部图形在颌面处见有一个峰值，而这种现象在躯体后部图形上却没有观察到。两个曲线在下腹部处又出现一个峰值。颌面处最高峰值出现于患者头顶距计数器晶体中心19厘米处。

当计数器用模型校准以后，患者全身放射活性在11天时测得为0.34微居。



倍。因此，当全身放射活性为0.22微居时，患者甲状腺所含的放射活性少于0.005微居。在患者甲状腺与计数器之间使用和不用铅砖屏蔽时的全身放射活性图形见图4上部，而用 ^{22}Na (511keV)充满甲状腺模型时所得到的相应图形表示在图4下部。唾液标本中所含的放射活性不到全身总放射量的0.1%。

讨论

镱在动物机体的吸收 Stara等人已作过广泛的研究。当口服难溶性镱化合物时，其吸收率低于5%，而可溶性镱化合物则可达13%。

Furchner 及其同工者观察到一次口服 $^{106}\text{RuCl}_3$ 后在10~30天期间镱在不同种类

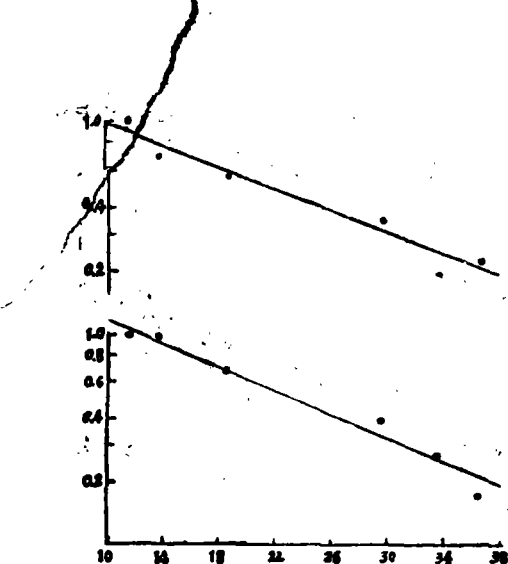


图3 全身 (•) 和颜面部 (○) 放射性时相改变

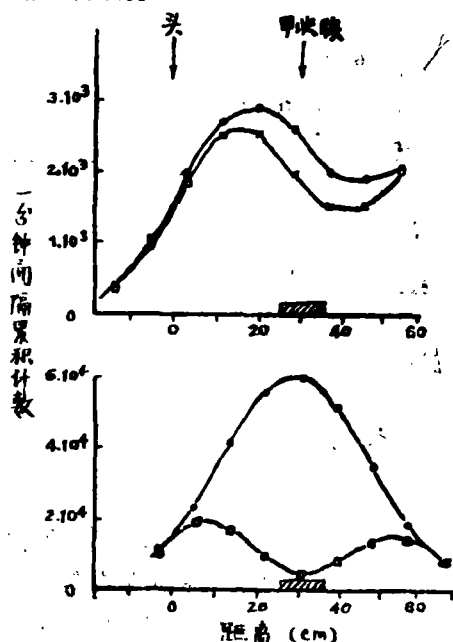


图4 上部: 在使用铅砖屏蔽甲状腺时体躯前部放射性曲线 (□.....□) 未使用铅砖屏蔽甲状腺时体躯前部放射性曲线 (•.....•)
下部: 在使用铅砖屏蔽时甲状腺模型放射性曲线 (□.....□) 在未使用铅砖屏蔽时甲状腺模型放射性曲线 (•.....•)
铅砖位置以影线部分(//)表示

的动体内的滞留可用一个指数函数来表示, 它们的半减期按动物种类不同依次在15~50天之间。而当小猎狗吸入 $^{106}\text{RuO}_2$ 气溶胶时, 在吸入后的第16天发现全身剂量的97%存于肺中。(Newon和Latven) Yamagata 及其同工研究了一名吞咽了在含有 ^{103}Ru 的亚硝酰镍氯复合物的人工海水中培养的鲑类的人体中 ^{103}Ru 的吸收和滞留。2

天以后大部分剂量发现于粪便之中, 只有不到5%的量蓄积于机体内。以后的排除速度可用两个其有效半减期分别为2.2天和17.2天的相应指数函数来表示。当上述同一患者给予口服 ^{103}Ru (无论是以氯化物或是亚硝酰镍的氯复合物形式), 在3天内就有超过96%的量出现在大便之中。Sill等人也报道过因事故吸入 ^{103}Ru 后可见到大便中的快速排除, 但是他们没有提供有关镍的滞留和廓清资料。该研究开始于吸入后的第8天, 测得 ^{103}Ru 由体内排除的有效半减期为11天。

在我们所观察的患者的躯体前部和后部放射性图形上的差异表明, ^{103}Ru 在颜面前下方有一个蓄积区。因为像过锡化物和过氯化物这类化合物已知能蓄积在机体的甲状腺中, 所以必须把甲状腺摄取过镍化物的可能性加以排除。如果 ^{103}Ru 在甲状腺的含量超过全身剂量的25%的话, 那么就可利用校准的探头来测知。但是在测定甲状腺和大腿处的计数率表明并没有差异存在。另外, 在使用和不使用铅砖屏蔽的情况下全身放射性图形清晰地表明位于甲状腺上方的口和鼻区域内有一个放射性浓集灶。

Kim 曾经测得在500Kev时骨和脑组织的质量衰减系数是 $0.09\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ 。因此上述躯体前后部放射性图形之间差异的获得一定是由于 ^{103}Ru 定位于身体表面所致。这种情况曾考虑有可能是由于皮肤受放射性污染而引起。但是在两种不同的情况下, 对患者作了蒸馏 ^{103}Ru 的质谱分析后, 放射性分布图象呈变换类型, 当机体皮肤去污染后, 上述类型在每一种情况都能获得。因此, 颜面部放射活性完全不可能由于皮肤污染所致。

从裂变产物中分离镍的萃取技术可提出一种具有强挥发性的气体—四氧化镍。当它引入水中时, 即分解成镍化物和过镍化物形式。在有弱还原剂存在的情况下, 这些化合物进一步还原成金属镍或者镍加四价镍, 后者又很快水解成不溶性的二氧化镍 (Wyatt

和Rickard)。因此,吸入的四氧化镭在遇到上呼吸道分泌物时很快就会变成镭的不溶性形式,即金属镭,二氧化镭或者是两者的混合物。在我们所研究的病例中不溶性镭则蓄积在口、鼻处。

上述研究表明,在吸入 RuO_4 形式的气态镭后它的体内排出速度受控于不溶性镭化合物自口和鼻移去的速度。因为在鼻咽部粘膜的纤毛运动能很快移去沉积下来的不溶性

物质。滞留的 ^{103}Ru 很可能被吸附到很少受冲洗的副鼻窦表面粘膜。没有任何证据表明 ^{103}Ru 可在任何其他器官部位浓集。由此可见鼻咽部是 ^{103}Ru 的要害器官。国际辐射防护委员会推荐肺和胃肠是吸入 ^{103}Ru 微粒的要害器官,而本工作指明国际辐射防护委员会的推荐对于在机体吸入 $^{103}\text{RuO}_4$ 时可能是不合适的。

(Webber CE等: Health Phys 30 (4): 352~355
1976 (英文 王荣道译) 朱寿彭 钱位成校)

电子显微镜的辐射泄漏

1968年美国公布的“保障卫生和安全的辐射管制法令”(下称“法令”),授予卫生、教育和社会福利部秘书以全权制订和执行电子产品辐射管制计划,包括电子产品操作标准条件的颁布,执行该法令的主要责任委托给了放射卫生局。

电子显微镜是“法令”条款管辖的一种装置,然而,它未被列入“电子产品表”中,因而制造者既不需要保证设置辐射防护层和排除泄漏辐射,也不需要装置上附加证明为辐射安全的警告信号。

在大多数情况下,电子显微镜操作者及其同事不作为放射性工作者,所以人员的剂量测定和正规的定期体检是不需要的。因此,当他们受到意外辐射照射时往往不注意就过去了。

一些研究者叙述过有关电子显微镜辐射危害的问题,并且对电子显微镜操作者及其同事的安全表示关注。

1971年初,Parsons在美国电子显微镜协会里提出了一个计划用以确定加速电压为40~200千电子伏的非扫描型电子显微镜的辐射危害程度。此计划采用了一种调查式的咨询意见表,分发给美国电子显微镜协会的成员(当时有2093名),这个意见表的目的是要弄清楚在测量电子显微镜的X线泄漏时进行的次数和技术有关的资料,以及被测

量出的X线泄漏的严重程度。Parsons收到了589份“有用的回音”(约28%),其中51%声称发现有某种程度的X线泄漏辐射。

放射卫生局认为这样做是为了电子显微镜使用者的最大利益,即对这些装置进行一次调查以确定操作者是否是不必要地受到辐射环境的影响。在国立卫生研究所和华盛顿退伍军人局医院保健物理工作者的合作下,我们对一些电子显微镜进行了X线泄漏的调查。

调 查

总共调查了45台操作电压为50~125千电子伏的透射型非扫描电子显微镜。在多数情况下,是将电子显微镜的高压和电流调节到常规操作条件与最大设计操作条件对比,虽然在设计操作条件上进行研究比较容易创造更坏情况的条件,但许多电子显微镜学家和电子显微镜操作者担心这样的条件下会损坏电子枪和灯丝。

在调查每台电子显微镜的过程中使用了一种大面积观测仪,来探测X线泄漏辐射的存在。这种探测器是专为测量家庭用电视机接受器表面放射出的低能量X线低照射量率(0.1~10毫伦/小时)而设计的。探头由六个盖革计数管构成,每管有一个大约13平方厘米的敏感面。电子学线路是为直接积分和