

1. 白内障

虽然确有晶体混浊的病例，但无人提出与受放射线照射有关的肯定意见。

2. 肝机能障碍

一名血液学症状严重的病例（中性粒细胞数的最低值约 400/毫米³）主要由于肝硬化引起的肝障碍，在照后206天死亡。

根据随访，近十年来，每年在数名病人身上看到 GOT 和 GPT 值有所上升。1974年3月在两名10年内完全没有受诊过的病人身上看到由肝障碍引起的腹水存积。其中1例并发糖尿病和败血症，经住院治疗后恢复了健康。但另1例暂时恢复出了院，1975年4月又发生肝性昏迷死亡。根据尸检，是比较新鲜的肝硬化症，主要脏器的放射化学分析与对照组完全没有差别，在致病核素（例如 ⁹⁰Sr 和 ²³⁹Pu）的数量方面与对照组相比也没有发现有意义的差异。目前尚难以证实照射和肝损伤之间的关系。

3. 淋巴细胞的母细胞转化

检查了8名病例由植物血凝素(PHA)引起的淋巴细胞的母细胞转化，并未发现和正常人有差别。

4. 甲状腺机能

虽然1例数值偏低，但看不出有任何值得一提的异常。

(七) 受内照射的经过情况

关于受内照射的问题，从受照当初对尿的放射化学分析、甲状腺放射性的体外计测以及对死亡例脏器的放射化学分析的结果来看，都证明有放射性物质进入体内。在照后8年和10年时，用人体计数器所进行的放射性体外测定以及对尿中 ⁹⁰Sr 和 ¹³⁷Cs 的测定结果说明，长半衰期的核素在体内存积问题可以不必考虑。

四、总结和结语

本文叙述了受比基尼核爆炸伤害的日本渔民自1954年3月以来20年内进行医学检查的大致情况。皮肤损伤有一部分留下痕迹，但没有恶变的征候。造血机能可以认为大致趋于正常。据认为血细胞的染色体畸变是受照射所引起的，它的生物学意义仍需要观察。关于白内障问题，还不能肯定证明是由于受放射线照射所引起的。

〔熊取敏之：日本血液学会杂志 38(6):11~21, 1975(日文)陈桂章摘译 金为翘、杨家宽校〕

铀矿工肺癌和长期氡子体辐照

在美国和捷克对铀矿工人进行的流行病学调查都得到了肺癌发生率与²²²Rn子体辐照之间的关系的材料。这里简要介绍捷克调查的进一步研究结果，并将它和美国的材料进行比较。

方法学

美国流行病学调查有关方法学的资料

见 Lundin 等人发表的文章。接受流行病学调查的人数在美国经调整后目前为3366名白种铀矿工人，在捷克要稍多些，其中有56%的铀矿工(A组)于1948年元月1日至1952年12月31日期间开始采掘铀矿石，其余(B组)是在1953年元月1日至1957年12月31日期间开始采掘铀矿石。统

计处理划到1973年12月31日。按开始受辐照的年龄将每个大组进一步划分为三个亚组, 29岁以下为青年组, 占矿工的45%, 30~39岁为中年组, 占28%, 40岁以上为老年组, 占27%。A组矿工的年龄组成与B组很相近。在每一年龄组内, 又按累积辐照量的间隔再分成8个剂量组。除了99工作水平月以下的最小剂量组和两个老年组的最高剂量组的矿工人数为其他剂量组的一半外, 每种累积剂量组的矿工人数大致相等。

工作水平月的值是根据氡气测定以及每个矿工整个工作期间历年在各个矿的工作月数估算的。测定氡气的方法是用静电计测定电离室内电离电流的经典方法。1948年以来已经测定了供本调查使用的120,000多个氡浓度的可靠数据。每个矿每年测定的平均数最少为 101 ± 8 个。各矿氡的年平均浓度的变差系数范围是3.5~20%。对各氡气浓度来说, 氡子体的工作水平是依据通风条件和运行情况、不同种类矿石的发射率以及1960年及以后所作的氡子体测定等方面的记录来估算。上述工作水平的保守的变差系数小于27%。为了评定累积辐照量估算值(以工作水平月计)的可靠性, 对个体累积辐照量的相对误差也作了估计(变差系数不超过30%), 各剂量组平均值的变差系数不超过3%。在所有三个年龄组中的平均辐照累积率十分相近。

在按开始辐照时的年龄和工作水平月级别划分的每个矿工组中, 根据捷克男性居民各年龄分组追踪调查的平均死亡率资料, 计算出从开始受辐照到调查统计处理为止这段期间中预期的每年肺癌发生率。然后将由此算出的各年龄组及每一辐照剂量组从开始受辐照起历年的肺癌死亡预期

数相加便得到下列表1、表2中列出的并用于本文分析的预期值。

铀矿工随访组有关肺癌资料是由以下两个不同来源得到的:

1. 由我们自己在保健机构和铀工业卫生服务组织的肺癌登记;
2. 从全国“肿瘤报告卡片”中得来, 每年并将它和各调查组的卡片索引相比较。

鉴别出的肺癌病例由各保健机构再进一步确定。

观察的肺癌发生率和增加的肺癌发生率均标出二项式分布参数95%可信限。对观察值和预期值的差异、不同矿工组之间肺癌发生率的差异分别用 χ 测验和t值测验进行统计学检验。

结 果

表1列出捷克铀矿全部矿工组每1000人中肺癌发生率的预期值、观察值、增加率和观察值/预期值比值。可以看出, 以100~149工作水平月以上(包括本组), 各个累积剂量组中均发现铀矿工肺癌观察值和预期值之间有统计学的显著性差异。

图1说明从1948~1952年开始受照射并经历21~26年辐照的铀矿工组(A组)肺癌增加率与累积辐照量之间的关系。图中还同时标出肺癌增加率的95%可信限和回归线。当用 χ 作拟合优度测验时, 在5%显著性水平上不能否定这种线性的推断。

图2、表2说明按开始辐照的年龄划分的三个年龄组(在追踪观察时间较长的A组中)肺癌增加率与辐照量的关系。老年组在100工作水平月以上和中年组及青年在150工作水平月以上的各剂量组的每个观察值与预期值在5%水平上有显著性

差异。在较低辐照水平级老年亚组肺癌增加率或“绝对危险”（每人每单位辐照的肺癌增加率）比青年亚组明显增高，而在300工作水平月以上时，三个年龄亚组之

表1 按不同累积氡子体辐照水平的捷克铀矿工肺癌
(1973年12月31日止的全体矿工组)

累积氡子体辐照		每1000名矿工的肺癌发生率			
剂量组 (工作水平月)	平均辐照量和 标准差 (工作水平月)	预期值	观察值	增加值 (95%可信限)	观察值/预期值 (95%可信限)
<50	39±1.2	16.6	33.2	(1.8)-16.6 ⁺ -(61.0)	(1.1)-2.0-(4.8)
50-99	80±0.8	13.2	21.2	(2.7)-8.0 ⁺ -(20.0)	(1.2)-1.6-(2.6)
100-149	124±0.8	13.8	34.0	(9.3)-20.2-(31.1)	(1.7)-2.5-(3.9)
150-199	174±1.2	16.2	69.8	(35.1)-54.5-(73.9)	(3.3)-4.5-(6.7)
200-299	242±1.7	16.7	78.3	(42.5)-60.6-(78.7)	(3.8)-4.9-(6.0)
300-399	343±3.2	17.4	102.3	(54.9)-84.9-(114.9)	(4.2)-5.9-(7.6)
400-599	488±4.9	16.5	117.9	(70.2)-101.4-(132.0)	(5.4)-7.2-(9.0)
7600	716±9.0	17.2	138.9	(76.2)-121.7-(167.2)	(5.4)-8.1-(10.6)
合计		15.1	65.6	(43.1)-50.5-(67.9)	(3.8)-4.3-(4.8)

⁺ 在5%水平上没有显著性差异

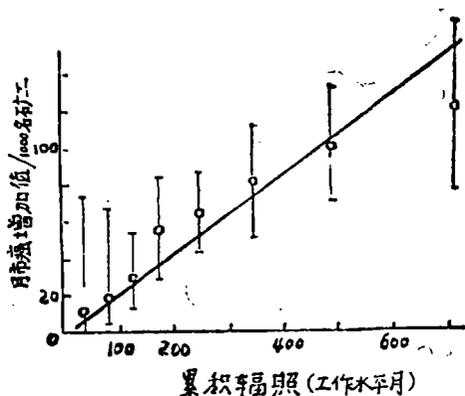


图1 肺癌增加率与累积辐照量之间的回归线关系 (A组)

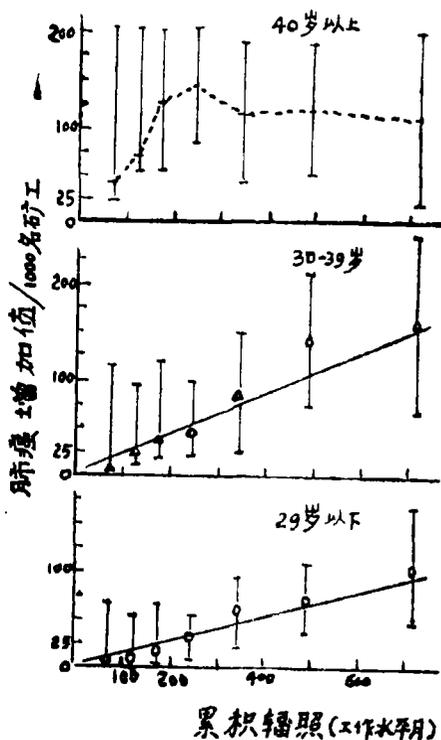


图2 按开始辐照的年龄划分的三个年龄五组(29岁以下、30~39岁和40岁以上)中每1000名矿工的肺癌增加值(组A)

表2 按开始辐照时年龄划分的三个亚组的各剂量组中每1000名矿工的绝对危险(A组) (括弧中是95%可信限)

剂量组 (工作水平月)	每1000名矿工每1工作水平月肺癌增加率		
	<29岁	30—39岁	>40岁
<100	(0.00)—0.12—(0.96)	(0.01)—0.10—(1.94)	(0.34)—0.58—(2.93)
100—149	(0.01)—0.10—(0.43)	(0.08)—0.18—(0.77)	(0.43)—0.54—(1.61)
150—199	(0.03)—0.11—(0.39)	(0.10)—0.22—(0.69)	(0.30)—0.72—(1.14) ⁺
200—299	(0.04)—0.13—(0.22)	(0.08)—0.19—(0.41)	(0.34)—0.59—(0.84) ⁺
300—399	(0.06)—0.17—(0.28)	(0.07)—0.25—(0.43)	(0.13)—0.34—(0.63)
400—599	(0.07)—0.14—(0.21)	(0.15)—0.29—(0.43)	(0.11)—0.25—(0.39)
7600	(0.06)—0.14—(0.22)	(0.09)—0.22—(0.35)	(0.03)—0.16—(0.29)
合计	(0.10)—0.14—(0.18)	(0.16)—0.23—(0.30)	(0.28)—0.37—(0.46) ⁺

⁺ 青年亚组和老年亚组之间的统计学显著性差异 (P<0.05)

间则无显著性差异。仅在青年组和中年组肺癌发生率增高与累积辐照量之间的线性推断与所得结果不相矛盾。

讨 论

1. 我们的结果支持了在铀矿工人中肺癌发生率增高与累积辐照之间的因果* 关系, 主要表现在全矿工组大于100工作水平月和在青年组大于150工作水平月时, 肺癌发生率的观察值对预期值的比值随累积辐照量增加而增加。

在我们的调查中不可能对每个矿工的吸烟量进行逐个估计, 然而, 我们通过对

700名矿工随机组的反复调查, 发现矿工中吸烟者的百分数约为70%, 这和捷克普通男性居民吸烟者百分数很相近。除非将年龄因素考虑在内, 否则没有理由认为吸烟量与辐照量有关系。所以采用年龄标准化的一般生命统计方法就可以排除吸烟作为肺癌发生率增高的主要诱因。然而, 由于吸烟影响氡子体分布和作为一种协同致癌物, 所以不能排除吸烟在肺癌发生中的可能作用。但是这种可能性并不妨碍依据在本研究中发现的辐照量与效应之间的关系而确定的对绝对危险的估算值在辐射防护中的应用, 须知, 在铀开采工业中录用

表3 捷克(A组)和美国铀矿工调查结果比较(1973年)

调查组	累积氡子体辐照量			每100工作水平月的“绝对危险”和95%可信限	每100工作水平的“相对危险”和95%可信限
	辐照量范围 (工作水平月)	平均辐照量 (工作水平月)	有显著肺癌增加的最低照组		
捷克	<100—1000	309	100—149	0.023±0.003	1.6±0.2
美国	<120—8000	~950	120—359	0.004±0.0008	~1.0±0.17

*原文是 Casual 可能为 Causal 之误——译者注

抽烟者是不可避免的。

开采硬岩的经历对肺癌的影响没有进行估计，因为调查组的铀矿工在其从事铀矿开采前曾开采过非铀矿的人数很少，不到2%，开采硬岩的工龄在10年或10年以上者不足1%。

2. 捷克（整个A组）的调查结果与美国调查的铀矿工肺癌发生率的比较表明，在大致一样的观察期内，肺癌发生率显著增加的各最低剂量组其辐照水平很相近（100~149和120~359工作水平月）。然而在美国的调查“绝对危险”值比捷克的低几倍。虽然美国和捷克的调查“相对危险”值（每单位辐照的观察值/预期值比值）似乎是相近的，但两者的差异也还是显著的。造成这种差异的原因可能是由于美国矿工在开始受照射时的平均年龄较低缘故。另一方面也可能是对美国矿工的剂量组划分得不适当，错划入较高工作水平级者比错划入较低工作水平级者为多，这种倾向意味着在美国调查中对低累积工作水平月（捷克调查的范围）肺癌的危险性可能被低估了。把美国和捷克调查的剂量学资料的质量与数量进行比较以后，我们可以得出结论，在捷克调查中剂量估算的可能错误和偏差是相当低的。

3. 在三个年龄亚组中“绝对危险”的平均值的显著性差异表明存在这样一种可能性，即辐射诱发肺癌的年龄特异性随了年龄而上升。在美国的调查一般确认了的吸烟的促癌作用可能是两个老年组肺癌诱发率较高的原因。通常，老年矿工在参加铀矿工作以前已有多年的吸烟史。

有趣的是，老年组的辐照量-发生率曲线形状与中年组和青年组不同；在高剂

量组，老年组的辐照量-发生率曲线随辐照量增加而趋向于一个坪或下降，而在低剂量组，特别是中等剂量组，曲线随辐照量增加则变得陡直。从图中可清楚看出最大效应的辐照量范围，这可能是由于影响肿瘤生成的不同类型辐射反应复合效应相互间的最佳作用，也可能如某些作者提出的那样是肺癌诱发和抑制过程竞争的结果。

4. 整个A组、青年亚组和中年亚组中辐照量与效应的关系是呈线性的。在整个A组，辐照量与效应的正比推测得到每一千名工人每个工作水平月有 0.23 ± 0.04 例肺癌。以此作为对整个研究组的平均辐射危险的估计值。

鉴于在各亚组中累积辐照量与肺癌增加率之间相互关系的过程不同；在全体组中这种关系反映了比较均质的各亚组的情况及其所在的全体组的作用。将估计的辐照量和效应的关系以及对危险的估算值过分外推到最低水平的辐照量是有问题的，但是我们根据在接近放射防护中感兴趣的辐照量范围的材料所得的结果不会影响作为辐射防护标准基础的线性假设的一般合理性。

至于危险值的估算，各年龄亚组出现的不同肺癌诱发率表明；用在不同人群中较高剂量和效应关系的线性外推的方法得到的低剂量的危险估算值，未必能代表各种条件下可能的危险的最大值。但是，在青年人中发现比平均肺癌诱发率低，这就证实了在制订放射防护计划时使用平均危险估算值是一个相当保守的值。

(Seve J and kunz E: Health phys 20 (6): 433, 1976 (英文) 黄星辉译 张景源校)