

效应曲线的能力是有限的,但是,因为目前从动物实验和机制理论上外推也不能很好地定义人类受到低剂量电离辐射照射后导致癌症的剂量效应关系,流行病学资料还是十分宝贵的,它毕竟提供了人类对导致癌症发生的各种生物学过程的一个综合危险估计。虽然我们不能指望一个研究,特别是一个小规模的研究就能澄清低剂量照射是否导致癌的增加,或者鉴别其剂量效应关系,但是通过对低剂量流行病学资料进行汇总分析(pooled analysis, meta-analysis等),并结合实验研究和机制探讨方面的资料,可以期望对这一问题将能给出有实际意义的定性和定量的描述。

参考文献

- 1 UNSCEAR. UNSCEAR Report, 1994 218
- 2 Hendee WR et al. Radiat Res, 1996; 146 694
- 3 Pierce DA et al. Radiat Res, 1996; 146 1-27
- 4 Cardis E et al. Radiat Res, 1995; 142 117

- 5 Preston DL et al. Radiat Res, 1994; 137, S68
- 6 Hoel DG et al. Health Phys, 1998; 75(3): 241
- 7 Doll R et al. Br J Radiol, 1997 Feb; 70 130
- 8 Boice JD et al. Teratology, 1999; 59(4): 227
- 9 Ivanov EP et al. Radiat Environ Biophys, 1998 37(1): 53-55
- 10 Thompson DE et al. Radiat Res, 1994 137 S17- S67
- 11 Pacini F et al. J Clin Endocrinol Metab, 1997 Nov; 82(11): 3563-3569
- 12 Jacob P et al. Nature, 1998 Mar 5; 392(6671): 31-32
- 13 Howe GR. Radiat Res, 1995; 142(3): 295
- 14 BEIR. Health effects of exposure to radon (BEIR VI), 1998 2
- 15 Howe GR et al. Radiat Res, 1996; 145(6): 694
- 16 Upton AC. Risks associated with ionizing radiations. Annals of the ICRP, 1990; Section 3. 1
- 17 NCRP. Evaluation of the linear nonthreshold dose-response model, NCRP Report, 1999 1-7
- 18 Crump KS. Risk Anal, 1994 14(6): 1033

(收稿日期: 1999-06-14)

战后德国铀矿工肺癌的历史与现状

中国辐射防护研究院(太原, 030006) 孙世荃综述

摘要:总结了1998年10月应德国联邦辐射防护局(BFS)主席Kaul教授邀请考察Wismut铀矿工肺癌时收集的资料。首先介绍战后苏联如何在早年Schneeberg矿山的基础上集中数十万人在非常恶劣的条件下采铀,接受很高剂量的氡子体照射。接着介绍了矿工的氡子体累积暴露量,井下粉尘浓度和砷的暴露水平。德国有关部门对既往矿工进行过大量的临床医学检查、病理学检查和流行病学调查,迄今共登记肺癌9000例,矽肺15000例,由于工作量太大,系统的流行病学总结仍在进行之中。

关键词: 矿工肺癌 氡子体照射 流行病学调查

1998年10-11月应德国联邦辐射防护局(BFS)主席Kaul教授邀请赴德国进行矿工肺癌的学术交流与考察,今将所了解的德国铀矿工肺癌的有关情况作一介绍。

1 从Schneeberg到Wismut

Schneeberg位于萨克森州南部Erz山脉北麓。这里矿产丰富,1168年起采银,后来

开采铁、铋、镍、铀等多种金属。由此向南30公里是捷克Jachymov矿,居里夫人曾在此提取镭和钋。Agricola(1597年)最早报告这里很多矿工死于肺部疾病,后来知道是肺癌。Sheffler(1770年)最早提出病因是矿石中的砷。后来Ludwig等(1924年)发现井下氡浓度增加。然后是数十年间砷和氡的争议。60年代出现美国铀矿工肺癌后,氡病因说得到

一致公认, 砷却被人们所遗忘。直到不久前捷克才重新提出矿石中砷的作用。实际德国铀矿也存在砷的问题。

二战后, 苏联很快来到 Schneeberg 及其附近的 Schlemma 和 Aue 开始大规模采铀。1946年建立 Wismut 公司, 总部设在 Aue。Enderle 和 Friedrich(1995年)^[1]曾详细介绍了 Wismut 的历史。起名 Wismut(德文‘铋’)是为了保密。1953年苏联与东德签约, 将 Wismut 由苏联公司(SAG)转为苏德合办的公司(SDAG), 工作条件有所改善, 矿区延伸到德累斯顿附近和图林根州东部。公司共有大约 800 个竖井, 1400 公里巷道, 1150 公顷露天矿, 15 个选矿厂, 既往合计产铀 22 万吨, 是仅次于美国和加拿大的世界第三产铀大国。1990年德国统一后公司关闭, 留下约 10 万矿工, 2000 公顷约 3 亿立方米矿渣堆, 700 公顷尾矿池, 等待进行善后处理, 估计需要资金 130 亿马克。矿工的伤残和职业病由德国 BG(职业同盟或译成职业赔偿局)负责, 为此专门成立 Wismut 关怀中心(ZeWis), 承担档案管理及职业病的鉴定与赔偿。

2 Wismut 的暴露人群和工作条件

开采初期的矿工人数缺乏准确记载, 估计 1950 年为 30~50 万, 受照人员总数可能为 28 万。1961~1990 年间职工人数减少, 保持在约 4 万人。1955 年前, 工作条件相当恶劣, 井下没有机械通风, 打干钻, 氡和粉尘浓度极高。某些矿井深部岩石温度可达 60°C, 使劳动更加艰苦。

氡的井下监测最早从 1955 年开始。为了剂量重建, BG 的矿山分部(BBG)近年把大约 50 个矿区(object)的铀矿及其主要坑道编码, 以便根据每个矿工的职业史通过微机给出他们的累积 WLM。各矿区的 1955 年监测值都很高, 为把当时的氡浓度值转换为氡子体浓度, Jacobi 等人^[2]提出 F 值可能在 0.5

~ 0.8。按 $F=0.5$ 计算, 当时的年暴露量一般可达 150 WLM, 与利用 Rajewsky 于 1937 年所测该地区井下氡浓度计算的结果基本一致。据称, 在某些坑道下工作暴露量可高达 200 WLM/年, 甚至 300 WLM/年。60 年代年暴露量明显下降, 大约为 30 WLM/年, 70 年代则达到和低于年限值 4 WLM/年。为了估计 1947~1954 年的暴露量, 以前 Wismut 使用 1955 年值, 各年和各矿相等, 一律定为 150 WLM/年, 该剂量被称为 Wismut91。BBG 认为, 生产初期坑道尚在初建阶段, 氡浓度将低于极盛时期的 1955 年, 因此氡浓度应以 1955 年为高峰, 其前和其后都低于 1955 年值, 该剂量称为 BBG96。今后德国将使用 BBG96 而不是 Wismut91。

早年井下空气粉尘浓度是根据模拟实验和风速(m/s)估计的: 1950 年前为 50~100 mg/m³, 个别地点的浓度可能高达 150~500 mg/m³, 1951~1954 年下降到 20~40 mg/m³。1955 年后改为湿式凿岩, 粉尘浓度进一步下降, 井下非采矿作业的粉尘浓度大约为 10~20 mg/m³。井下矿尘中含有长寿核素, 估计它们占矿工辐射暴露总量的大约 1/10, 也许更高。井下的外照射剂量也不容忽视, 他们曾提出利用矿石的放射性进行估算的公式。

Wismut 矿石中含有各种复杂元素, 其中砷最重要, 特别是 Aue 矿区。77 份长期监测的结果表明, 井下空气砷浓度为 0.1~26 μg/m³, 三氧化二砷的浓度为 86~497 μg/m³。BfS 辐射防护研究所 Bauer 等^[3]曾对 Wismut 含砷围岩进行测量, 矿尘含砷约 0.02%, 模拟凿岩时的空气含砷量为 0.01~0.02 mg/m³。为了估计砷在致癌中的复合作用, 他们准备对含砷的萨克森州矿工和基本不含砷的图林根州东部矿工肺癌的危险进行比较。

3 Wismut 矿工的健康危害

为了总结 Wismut 矿工研究的现状与前

景, BG总部即 HVBG曾于1996年召开专业讨论会, 汇编收录15篇文章^[4]。Ederle和Friedrich(1995年)^[11]也对矿工的健康影响作过介绍

矿工的健康受到辐射、粉尘、震动、噪音、温热等多种因素的影响。1965年曾检查1800名矿工外周血象, 未发现异常。80年代曾检查过染色体, 也未获得阳性结果。最严重的健康影响是矽肺, 共登记15 000例。1952~1990年间赔偿的职业病中矽肺与矽肺结核占47.8%。迄今Wismut共发生肺癌9 000例, 其中5 279例已获得赔偿, 占全部职业赔偿的17.1%。其它职业赔偿包括震动占6%, 职业性耳聋占15.1%。

Wismut矿工肺癌的生物医学研究由海德堡德国癌症研究中心(DKFZ)和波鸿GB病理学研究所承担, 得到BfS的资助。德国统一前在Stollberg有矿工医院和病理研究所, 今已撤销, 全部病理档案和标本移到海德堡。1957~1990年间共有28 995例尸检, 其中17 466为矿工, 现在海德堡保存40万张切片、6.6万个组织腊块和238例全肺标本等待复查, 矿工的剂量资料尚有待补充。Spiethoff等人^[5]曾对2 071例肺癌进行初步总结, 认为小细胞癌/非小细胞癌的比值与煤矿工人肺癌基本一致, 但早年病例的小细胞癌比例较高。由于全部病例来自尸检, 自溶和扩散明显, 因此难以检出早期病变及始发部位。肺癌病例伴有矽肺者与非肺癌病例伴有矽肺的比例相同, 因此认为矽肺与肺癌无关。曾利用中子活化法测量6例矿工肺内有关元素含量(ng/g干重): 砷950, 铬400, 铀250, 都高于对照样品。Bartsch等^[6]及Hollstein等^[7]利用保存的蜡块检查Wismut矿工肺癌的p53基因突变, 结果没能证实美国Taylor等1994年提出的特异突变。海德堡癌中心的学者杨勤不久前利用Wismut矿工肺癌复查也是阴性

矿工肺癌的流行病学研究由慕尼黑的

BfS放射卫生研究所承担, 3年前开始, 要到2002年才能给出初步结果。Grosche等人^[8]曾对工作的设计与规模进行介绍, 主要工作量是剂量重建。这需要根据各矿区的矿床、开采和通风资料给出不同作业点的氡子体浓度计算参数, 再利用矿工职业史档案计算矿工的累积WLM。BG共保存20万人的资料, 12万人有职业史登记, 从中随机抽取1946~1989年间至少工作3个月的6.1万人进行队列研究, 按初次下井时间、年龄、吸烟等分组。随访截止时间是1998年底。Bruske-Hohlfeld等人^[9]曾利用人口和剂量资料对Wismut矿工肺癌人数进行预测, 其结果因所使用的危险模型而有所不同。Wesch曾统计448例矿工的死因, 肺癌占31.6%, 明显高于对照组的7.19%。整个看来, Wismut的研究将能提供比既往任何报告都更大的人群和更可信的结果。

致谢: 德国慕尼黑GSF研究中心W. Jacobi教授, BfS放射卫生研究所B. Grosche, K. Martignoni和H. J. Schopka, 海德堡癌中心H. Wesch, 波鸿GB病理研究所Th. Wiethage, Schelema BfS信息站W. Meyer提供资料及信息, 表示感谢。

参 考 文 献

- 1 Enderle GJ, Friedrich K. Stem Cell, 1995; 13: 78
- 2 Jacobi W et al. Verursachungs-Wahrscheinlichkeit von Lungenkrebs durch die berufliche Strahlenexposition von Uran Bergarbeitern der WISMUT AG. GSF-Bericht S-14/92, 1992
- 3 Bauer HD et al. Untersuchungen zur Staub- und Schwermetallbelastung sowie zur Strahlenbelastung durch Radionuclide in Staeben in der Gang-Erzlagerstaeue Schlema-Alberoda der WISMUT. Bergbau Berufsgenossenschaft (BBG), Institut für Strahlenschutz. Nr. IfS 10, 1997
- 4 HVBG. Berufsgenossenschaftliche Aktivitäten und vorschungsvorhaben zum Thema Wismut, HVBG, Druck Center Meckenheim, 1997
- 5 Spiethoff A et al. Appl Occup Environ Hyg, 1997; 12: 964

- 6 Bartsch H et al. Lancet, 1995; 346: 121
 7 Hollstein M. et al. Carcinogenesis, 1997; 18: 511
 8 Grosche B et al. Lung cancer risk among former uranium miners of the "WISMUT" in

Thuringia and Saxony. Radon-Statusgesprach 1998. Gustav Fischer Ulm, 1998

- 9 Bruske-Hohlfeld I et al. Health Phys, 1997; 72: 3

(收稿日期: 1998-12-07)

(上接第 170页)

059 乳腺摄取¹³¹I的甲状腺癌活检证实为良性病变 [英] / Allen T. // Clin Nucl Med. -1998, 23(9). -585 ~ 587

1例 29岁女性患者,体检发现甲状腺结节,诊断为乳头状甲状腺癌,做了甲状腺次全切除,术后给予甲状腺素抑制治疗。术后 6年颈部又出现包块,^{99m}Tc甲状腺显像显示右锁骨上部有多个放射性浓聚区,提示为残留甲状腺组织,肿瘤复发和转移。给予¹³¹I去除治疗后 7个月仍有结节存在,患者又相继做了两次手术,¹³¹I扫描及血清甲状腺球蛋白(Tg)随访阴性。9个月后,¹³¹I全身扫描证实双侧前胸部有放射性浓聚,胸部骨显像正常,血清 Tg为 2.6ng/ml,促甲状腺激素 56.5mIU/ml,泌乳素 19.9ng/ml,为轻度升高;无泌乳,乳腺检查正常,无结节;胸部 X线片正常,双侧乳腺造影正常;右侧乳腺活检证实为良性非浸润性纤维囊性病变伴有增生,未发现恶性病变。

甲状腺功能低下患者往往伴有乳腺肿块,有时有泌乳,泌乳素水平可以升高,但很少超过 100ng/ml。泌乳的乳腺可以摄取¹³¹I,并通过乳汁分泌。乳腺浓聚¹³¹I的形态可以是整个乳腺,也可以是局灶性的半月形或不规则形,形态不同可能与乳汁中的¹³¹I排泄到乳腺管内有关。乳腺肿块通常为双侧不对称,也可以出现在泌乳或不泌乳及泌乳素水平正常的患者中。这些患者乳腺活检多为良性。

(兰晓莉摘 兰继承校)

060 脑梗塞:弥散加权 MR成像中信号强度随时间的演变过程 [英] / Burdette JH. // Am J Radiol. -1998, 171(9). -791~ 795

弥散加权 MR成像是目前诊断脑梗塞最敏感的

技术,多用于早期脑卒中的识别。本研究侧重于测定脑梗塞于弥散加权 MR成像中信号强度随时间的演变过程和规律。

方法:使用 1.5T MR仪(具有平面回波成像功能)于 6个月内对 212例临床疑诊为脑缺血的病人行 MR检查,包括非强化常规检查和增强检查。增强检查:静脉注射 0.1mmol/kg 钆显像剂(gadopentate dimeglumine)行轴加冠加权成像自旋回波序列扫描。在非增强、增强序列之间行平面回波弥散成像,用专业软件处理。每个患者在 40秒内获得 24张包括全脑的轴位像。严格选择具备①临床最终诊断为脑梗塞;②通过病史得知确切的发病时间;③发病后特异的神经症状和体征持续 48小时以上等三个标准的 85例患者(共 93处病灶,其中 3例在不同时间内扫描两次,5例存在两处解剖关系上独立的病灶,扫描两次,其余患者扫描一次)为研究对象(男 39例,女 46例,平均 67岁),计算发病与行 MR检查之间的时间:①在 24小时以内的有 12例(13处病灶);② 1~ 4天有 44例(48处);③ 5~ 9天有 16例(17处);④ 10~ 14天有 4例(5处);⑤ 15天以上有 9例(10处)。

结果:发病 24小时内做检查者的病灶均示异常信号(100%);1~ 4天者的 48处病灶有 46处异常(96%);5~ 9天者的 17处病灶有 16处异常(94%);10~ 14天者的 5处病灶有 3处异常(60%);15天以上者的 10处病灶均无异常(0%)。

研究表明,急性脑梗塞患者行 MR扫描所获弥散加权成像中呈异常弥散的百分比随发病与扫描的间隔时间的延长呈下降趋势,发病两周以上的病人未见异常。

(陈克韩 彤摘 林秀珍校)