

时,发现若减少暂存在样品准备过程中所用的EDTA的浓度低于 $10^{-6}$ mol/L以下,可使纯DNA(naked DNA)双链断裂的探测下限达到0.05Gy。因此,随着测量技术的不断改进,PFGE方法将更灵敏可靠,从而得到广泛的推广和使用。

Oliver PL等人将凝胶微电泳与DNA荧光染色和图像分析相结合,用来测定受电离辐射照射后哺乳动物个体细胞中产生的DNA单链或双链断裂。在测dsb时,先将细胞埋入涂在显微镜载玻片上的琼脂中,然后在50℃的0.5%SDS(十二烷基磺酸钠)、30mmol/L EDTA溶液中溶解4小时再电泳。个体细胞或“彗星”(Comets)用荧光染色,然后在显微镜下观察。分析结果时,先使彗星图像数字化,再从荧光强度和荧光分布两个方面分析。用此法测定的呈不同辐射敏感性细胞的剂量响应曲线很相似,但修复速率不同。

Neveldine B等发展了一种新的体系,

即用一种特殊的小鼠EMT-6细胞来研究DNA双链断裂的修复。这种细胞对氨甲蝶呤有高度抗性,而且在它特异的亚微染色体(double-minute)上包含多拷贝的DHFR基因。用此体系的优点是,没有断裂的亚微染色体在PFGE电泳时,不能进入琼脂,而含有dsb的亚微体将迁移成条带。用此方法能准确测定迁移条带的DNA与停留在电泳原点的DNA量的比,而此比值与DNA双链断裂的数目成比例。

综上所述,目前辐射研究者从各种不同的角度研究DNA损伤与修复。然而值得令人注意的倾向是,人们的出发点虽不同,但研究焦点比较集中于DNA双链断裂。在9th ICRR会议上发表的有关DNA损伤修复的文章中,有一半以上是关于DNA双链断裂的,这一事实充分反映了这种趋势。可以预言,关于DNA双链断裂的研究,在未来几年中仍将占有相当重要的位置,并有可能取得较大的突破。

## 关于辐射流行病学调查资料

卫生部工业卫生实验所 陶祖范

第九届国际辐射研究大会上关于辐射流行病学调查资料较少,但仅有的少数资料也几乎涉及到了各种类型的受照人群。除日本原爆受照幸存者外,还有核设施周围人群、医学诊断或治疗受照病人和放射线医学工作人员、铀矿工人及其它受氡及其子体照射人群、受不同水平天然辐射照射人群、事故受照人群等。这些资料多以大字报形式报告,现将有关情况摘要介绍如下。

### 一、日本原爆幸存者中非癌死亡率 及其后代死亡率

Y. Shimizu等报告了日本原爆幸存者中

1950~1985年非癌死亡资料的分析结果,指出受照剂量大于2~3Gy群组,似乎有超额非癌死亡,但相对危险度比癌死亡小得多;非癌死亡有统计学意义增加是在1965年以后,原爆时年龄小于40岁者更为敏感;实际观察资料比较符合纯平方或线性阈[阈值为1.4(0.6~2.8)Gy]模型,而不是简单的线性或线性平方模型。根据对不同原因死亡分析结果,观察到在高剂量(>2Gy)时,循环系统、呼吸系统及消化系统疾病的超额死亡有统计学意义。但报告者指出,需要进一步追踪观察,才能得出确定的结论。还指出,原爆幸存者中非癌疾病的发生率正在逆

过成人健康样本(AHS)进行研究。

Y. Yoshimoto等报告了原爆幸存者中子一代的死亡率。观察群体包括父母一方或双方性腺受照剂量 $\geq 0.01\text{Sv}$ 者所生的子女共31159人。活存者平均年龄28.8岁,其父母性腺平均受照剂量为 $0.435\text{Sv}$ 。该群体1946~1985年有1253人死亡。根据死亡证书查证,其中40人死于癌,占3.2%;914人死于其它疾病,占72.9%。41069人的对照群体中,同期有2599人死亡,死于癌和其它疾病的比例与受照群体大致相同。用线性相对危险模型分析,非癌死亡增加无统计学意义,每 $\text{Sv}$ 超额相对危险系数为 $0.030 \pm 0.046$ (DS86, 设中子 $\text{RBE} = 20$ ),也未观察到父母受照剂量对致死性癌的影响有统计学意义。

## 二、核设施附近儿童白血病

英国某些核设施附近儿童白血病增加是会上的热门话题之一。J. W. Stather和S. C. Darby分别在“辐射与环境”及“事故人类受照与危险估计”讨论会上介绍了有关结果,并对可能的原因进行了分析。

首先报告并至今仍特别令人注目的是位于英国核燃料后处理工厂所在地Sellafield南4英哩的Seascale村儿童白血病的增加,而且白血病的增加仅见于当地出生的儿童中。所调查的当地出生的1608名儿童中,死于白血病者5例,预期值为0.53,相对危险度为9.36(95%CI: 3.04~21.84)。而同时调查的在当地上学但出生于外地的1564名儿童中,无白血病死亡(预期值为0.83)。这说明白血病的发生可能与出生前受到某种因素的影响有关。

继Seascale儿童白血病增加的报告后,在英国还有Dounreay和South England核设施附近儿童白血病增加的报告。Dounreay有一个英国原子能局的研究设施,也有核燃料后处理操作,但操作量及对周围居民所致剂量要比Seascale低得多。而调查结果发

现,1979~1984年间该核设施附近,半径12.5 km地区内有5例白血病死亡,但预期值仅为0.5。South England有三个核设施,每个核设施周围10km内1972~1985年白血病死亡共41例,预期值为28.6。这些病例中,年龄0~4岁者29例,预期值为14.4,其增加均显示有统计学意义。

由于核设施放射性物质的释放对周围人群所致剂量很小,根据日本原爆幸存者的资料,这样小的剂量不足以引起超额白血病。而根据动物实验证明,父母代受高剂量照射后可引起子代癌的增加,但也是在高剂量照射情况下。所以有人提出,观察样本小,所观察到的超额白血病,不能排除机遇所致。有人认为,对于这样小的地区调查,用国家统计数字比较(预期值)不见得合适;还有人认为,即使确有超额白血病,也不能排除其它因素的作用。而根据对Seascale的白血病病例对照研究发现,该群体儿童白血病与其父亲受雇于核燃料后处理工厂,以及孕前父亲受照剂量有统计学意义相关。所以对放射线这个因素应予以足够的重视。自英国这一发现以后,美国、法国、加拿大等国相继进行了类似的调查,并未发现核设施周围儿童白血病有统计学意义的增加。

## 三、医学受照人群的观察

美国M. Stovall等报告了对1822名1937~1965年间接受胃X线治疗病人的追踪观察资料。这些病人胃平均受照剂量为 $14.3\text{Gy}$ ,治疗时平均年龄为47岁,65%已死亡。同时以其它方法治疗的病人1733名做为对照。结果受照病人所有癌死亡的相对危险度为1.5,胃癌死亡为2.3,肺癌死亡为1.8,妇女乳腺癌死亡为3.3,其增加均显示有统计学意义。胰腺癌和非何杰金氏淋巴瘤死亡,相对危险度也有增加,分别为1.7和3.1,但无统计学意义。

L. M. Smith等介绍了正在研究的何杰

金氏病人受放射治疗后染色体畸变与继发癌的可能关系,但尚未有最后的结果。

K. Pachocki等介绍了波兰的一个白血病与诊断性X线照射关系的病例对照研究。白血病958例,诊断前2~20年骨髓平均剂量为4.1mGy,最大为113.6mGy。对照的骨髓平均剂量为3.6mGy,最大为106.5mGy。分析结果未发现白血病与X线照射有关,却发现其与某些化学药物和某些疾病有关。

T. Aoyama等报道了日本放射线技师死亡率的研究资料。第一阶段(1969~1982年)调查了12 236人,所有原因死亡361例,预期值为493.97,  $P < 0.05$ ;所有癌死亡138例,预期值111.06,差异无统计学意义。但分析发现,超额的神经系统-脑肿瘤和大肠肿瘤有统计学意义。第二阶段(1983~1986年)调查了4 052人,所有原因死亡173例,预期值为167.18,无显著性差异;所有癌死亡的观察值与预期值也无显著性差异,但发现超额的淋巴组织肿瘤有统计学意义。作者提到,死亡率与剂量的关系正在用AMFIT(计算机软件)分析中。

#### 四、氡及其子体危害调查

K. Martignoni等报道了德国东南部 Schneeberg地区铀矿工人的健康调查情况。该矿自1946年起,雇用了约50万工人,其中井下工作者有35万到45万。估计1955年前,年暴露量为30~300 WLM,以后由于防护条件的改善,暴露量明显下降。已知1952~1989年死于肺癌者5 000人,进一步的调查与分析正在进行中。

R. W. Hornung等介绍了美国Colora-

do Plateau铀矿工的进一步调查资料。他们重点研究氡及其子体与吸烟对肺癌的相互作用。以前的资料(至1982年)分析认为两者是相乘作用,新的资料(至1987年)将检查是否可能是相加作用。

其它还有一些关于环境中氡及其子体的测量报告,但无健康调查资料,或只用于其它目的收集的健康资料进行两者关系的分析。

#### 五、天然辐射与癌死亡率关系的研究

T. Iwasaki等报告了日本天然辐射剂量与癌死亡率关系的研究结果。根据地区不同辐射水平,分为三个受照剂量组,用1969~1987年国家生命统计资料,分别计算4个年龄组 and 所有年龄组合并的所有癌和35个不同位置癌的标化死亡比(SMR)。结果未探测到由于天然辐射水平的差异,而引起癌死亡率的增加。

#### 六、其它

有几个关于苏联切尔诺贝利核事故后对环境影响的调查报告。有的根据目前的危险估计,预测对人类健康的影响,但无实际的健康调查资料。

C. Land在“事故人类受照与危险估计”讨论会上介绍了美国Utah受放射性落下灰影响地区儿童白血病发病情况,并与从原爆幸存者所获资料进行了比较。

会上还有一些关于宇宙辐射效应及电磁场对健康影响的研究报告,但缺乏人类流行病学调查资料。