

型认为,从正常细胞到中间态细胞、再到肿瘤细胞之间,存在具有一定速率的转化过程,它能够很好地描述鼠肺癌资料。第一步的转化速率很大程度上决定于氡子体的照射量率,而第二步转化的速率则受氡照射量率的影响很小,这表明两个转化产物的特性是不同的。模型指出:(1)照射量率接近 $0.005 \text{ J} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{wk}^{-1}$ ($1.35 \text{ WLM} \cdot \text{wk}^{-1}$) 的氡照射可使第一步转化速率增加一倍,而该照射量率正处于地下矿工受照范围内;(2)照射量率约为 $1.4 \text{ J} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{wk}^{-1}$ ($400 \text{ WLM} \cdot \text{wk}^{-1}$) 的氡照射,可使第二步转化速率增加一倍;(3)中间体细胞的净生长率在 $0.12 \text{ J} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{wk}^{-1}$ ($35 \text{ WLM} \cdot \text{wk}^{-1}$) 照射下增加一倍。模型还指出氡照射停止后,其危害将会降低,

而且引发肿瘤有一个适宜照射。

结 论

本文采用多因素综合分析的方法估计氡致癌的危险度,这些因素包括机理、动物、剂量、统计和致癌作用模型,目的是确定职业工作者和居民受照的危险度。鼠和地下矿工照射-效应数据的相似性,说明用鼠模型描述氡致癌机理十分有用,可以减少人类数据来源的不确定度,特别是涉及氡和吸烟以及童年受照的相互影响时,十分有价值。

[The 9th International Congress of Radiation Research, Toronto, Canada, July 7-12, 1991. 于水节译 王功鹏校]

切尔诺贝利事故后意大利放射性污染资料分析 ——放射性核素沿沉降-植物-奶牛-牛奶途径 转移参数的评估

Monte L

摘 要: 通过收集切尔诺贝利事故后意大利不同地区污染资料的分析,评估了放射性核素在环境转移模式中所用的某些参数值,并对所得估算值与通用模式采用值或其它国家获得的数值进行了比较。

切尔诺贝利事故后意大利实验室致力于收集有关环境和食物链的放射性污染资料。这些资料除用于评价环境污染水平外,还提供了估算放射性核素在环境转移模式中参数值的机会。

参数评估所用资料的选择

尽管事故后意大利很多实验室测量了各种环境样品的放射性活度,但具备评估环境转移参数所必要的全部资料(如:沉降率、草牧动物对污染牧草的消费率)却很少。本文所用资料均选自欧洲核能机构和意大利各

研究单位所发表的报告。

空气中的时间积分浓度

作者利用各实验室发表的资料计算出了意大利九个地区某些放射性核素在空气中的时间积分浓度($\text{Bq} \cdot \text{d} \cdot \text{m}^{-3}$),其数值范围如下: ^{137}Cs 为4.6~约9.3; ^{131}I 的颗粒形式为8.5~15.0,而总碘则为30.0~62.0; ^{103}Ru 为10.0~19.0。

干式沉降速率

0~t时间内的放射性核素干式沉降量

与该期间空气中时间积分浓度之比即为该核素的干式沉降速率 V_g (t 时刻指沉降起始时间, t 应远小于该核素的半衰期)。利用Casaccia研究所和在Anguillara首次湿式沉降前所收集的土壤样品测得的结果, 估算 ^{137}Cs 的 V_g 为 $0.06\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。按Battiston等报告的博杜瓦地区的资料, 估算 $V_g \leq 0.4\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。符号 \leq 反映了虽然当地在1986年5月1日~10日无湿式沉降, 但缺少当地5月1日之前是否有降雨的资料(这次事故的裂变产物在5月1日前到达意大利北部)。在Milan用适当收集器分别采集干式和湿式沉降物, 按干式沉降量估算 V_g 为 $0.28\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, 而利用Piacenza地区 ^{137}Cs 沉降资料计算, V_g 为 $0.12\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

在Casaccia, ^{103}Ru 干式沉降速率几何均值约为 $0.08\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, 其范围为 $0.06\sim 0.09\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在Milan, 由每日干式沉降量计算, V_g 为 $0.2\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。对于探讨各地区(如按距切尔诺贝利的距离)和 V_g 的相关性而言, 可用资料不足, 而且各地采样方法不同, 测量误差也太大。但意大利北部的 V_g 值明显比其他地区高。

在植物上的沉积

沉降的活性只有一个分数 R 被植物所截留, 而且由于诸如植物生长所致的稀释、雨雪和风引起放射性核素从植物表面的去除等多种因素, 使植物上的活性浓度不断下降。利用在Casaccia所得的植物污染资料, 以 Y 表示每平方米的植物产量, 对 R/Y 值估算为 $0.8\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$ 鲜重。而按在Montecuccolino和Piacenza所得资料, 其相应的估算值分别为 0.38 和 $0.34\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$ 鲜重。Casaccia的 R/Y 值大, 主要是由于在切尔诺贝利烟云沉降期天气很干燥, 导致植物产量低。

意大利六个不同地区 ^{137}Cs 和 ^{131}I 在植物(牧草)中时间积分浓度(TICV)的范围分别为 $4.5\sim 53$ 和 $42\sim 48\text{kBq}\cdot\text{d}\cdot\text{m}^{-3}$, 而

^{137}Cs TICV范围比 ^{131}I 大得多。 ^{137}Cs 的TICV变化范围反映出该事故后各地不同的沉降物量, 而 ^{131}I 的TICV变化范围小可解释为其湿式沉降被植物有效持留少。依据意大利各地在1986年5月12~16日所测得的植物中32份放射性核素含量资料, 绘制出 ^{131}I 和 ^{137}Cs TICV的比值及 ^{137}Cs TICV的关系图, 表明随着 ^{137}Cs TICV的增大该比值变小, 证实了 ^{137}Cs 的湿式沉降比 ^{131}I 的更易被植物所截留。这现象还可由元素碘主要通过干式沉降, 即使在高沉降率情况下, 湿式沉降贡献也可忽略不计来解释。

气候衰减常数(λ_w)

这次事故后测量了许多牧草样品以评价污染水平。其中不少资料可用来估算 λ_w 。采用其中牧草活性浓度的自然对数与采样时间之间相关系数大于0.86的资料, 计算出 ^{131}I 的 λ_w 几何均值为 0.07d^{-1} ($0.014\sim 0.17\text{d}^{-1}$), 而 ^{137}Cs 则相应为 0.088d^{-1} ($0.04\sim 0.3\text{d}^{-1}$)。 ^{131}I 的有效衰减常数 $\lambda_{\text{有效}}$ ($\lambda_{\text{有效}} = \lambda_w + \lambda_r$)呈对数正态分布。

向牛奶的转移

令 F_m 为自植物向牛奶的转移系数, I_L 为奶牛的日消费量, 则 $F_m \cdot I_L$ 为奶和植物中该放射性核素时间积分浓度之比。依据五个地区的资料, 得出 ^{137}Cs 和 ^{131}I 的 $F_m \cdot I_L$ 几何均值分别为 0.17 和 0.26kg 鲜重 $\cdot\text{L}^{-1}$ 。按各地奶牛的牧草消费量估算, ^{137}Cs 和 ^{131}I 的 F_m 值范围分别为 $0.002\sim 0.007$ 和 $0.004\sim 0.008\text{d}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

和文献报道值的比较

本文计算得出的参数和不同的通用模式所采用的参数值比较列于表1。

环境参数定量估算的报道主要针对植物-牛奶途径。Hoffman等依据北美和欧洲各地收集的资料, 估算 ^{131}I 的 $F_m \cdot I_L$ 几何均值为

表1 和通用模式报道的参数值的比较

	IAEA	CCE	USNRC	本 文	
	1982年	1979年	1977年	范 围	几 何 均 值
$V_g, \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}, {}^{137}\text{Cs}$	0.200	0.500	—	0.060~0.400	—
$\lambda_w, \text{d}^{-1}, {}^{137}\text{Cs}$	0.046	0.049	0.050	0.040~0.300	0.088
${}^{131}\text{I}$	0.069	0.049	0.050	0.014~0.170	0.070
$R/Y, \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{鲜重}, {}^{137}\text{Cs}$	0.400	0.200 ^c 0.670 ^d	0.290	0.340~0.800	0.470
$F_m I_g, \text{kg鲜重} \cdot \text{L}^{-1}, {}^{131}\text{I}$	0.800 ^a 0.320 ^b		0.300 ^a	0.240~0.300	0.260
${}^{137}\text{Cs}$	0.640 0.260 ^b		0.600	0.120~0.260	0.170

a. 稳定元素值; b. 假定只有40%日摄入量来自鲜牧草; c. 牛牧草; d. 羊牧草。

0.085kg鲜重·L⁻¹(范围为0.026~0.255)。原始资料以干重表示, 此处按鲜干比为5换算为鲜重。Dreicer等利用新泽西州的¹³¹I资料, 得出 $F_m \cdot I_g$ 为0.012kg干重·L⁻¹, 相当于0.06kg鲜重·L⁻¹。Tracy等依据加拿大测量所报道的¹³¹I $F_m \cdot I_g$ (0.29~0.12kg鲜重·L⁻¹)和意大利测出值一致, 而对¹³⁷Cs的报道值却比本文计算值低一个数量级。在希腊西北部, 有人测出¹³¹I的 $F_m \cdot I_g$ 为0.25kg鲜重·L⁻¹, 而另一作者在希腊北部测出值为0.15kg鲜重·L⁻¹, 但后者根据的只是二天内收集的奶和植物样品浓度资料。

结 论

本文估算的参数值并不明显地低于文献

建议的数值。模式所用的 $F_m \cdot I_g$ 值与本文计算值的差别是由于前者设定的牧草消费量 I_g (IAEA为80kg鲜重·d⁻¹, USNRC为50kg鲜重·d⁻¹)高于本文各地区奶牛消费鲜牧草的估计量。对本文和文献报道资料的分析表明, 有些参数的变化范围很大。

由于难以获得和特定事故相关的环境参数值, 所以最重要的是要对模式结果的不肯定性进行分析。依据已收集的资料以及本文未涉及的其它参数(如洗析系数), 模式预估的不肯定性看来至少为一个数量级。

[J] Environ Radioactivity 1991, 14(4): 317~329
(英文) 诸洪达节译 叶常青校

(上接第266页)

刺激等早期症状的发生率, 冷却组86%, 对照组91%; 1年后观察的40例直肠狭窄、出血、直肠尿道瘘、排便异常等晚期症状的发生率: 冷却组(12例)分别为8.3%, 25.0%, 0%, 16.7%; 对照组分别是39.3%, 50.0%, 3.5%, 35.7%。损害的程度: 冷却组0, 1和2度分别为50%, 41.6%和8.3%; 对照组0, 1, 2和3度分别是41.3%, 17.2%, 31%和10.3%。

结果表明, 直肠冷却法在预防IORT后放射性直肠损害和减轻组织损伤程度方面具有重要作用; 其机理与冷却后正常组织血流量减少和氧浓度低下有关, 并且Foley导管外套充盈冷水后, 肠腔扩张, 直肠后壁距照射筒的物理距离增大, 亦起到减弱放射线损伤之作用。

(马玉峰摘 闵长庚校)