

氡对动物健康的影响

Cross FT

摘要: 本文介绍了大量氡对鼠健康影响的研究资料。氡的生物学效应研究表明, 肿瘤仅仅是氡子体照射引起的, 影响肿瘤发生率因素有氡子体照射量、照射量率和未吸附分数以及相应的吸烟等。依据一定的统计模型和致癌作用模型, 由鼠研究得出的危险度估计值与由人的流行病学调查得出的估计值是可比的。说明用鼠模型描述氡致癌机理, 可以减少人类数据来源的不确定度。

大量关于地下矿工流行病学资料已经确证氡子体是致癌物。由于矿井和室内氡照射的不同, 以及吸烟与氡子体相互关系的不确定, 使室内空气中氡照射的危险度, 还不能准确确定。

实验动物在设定条件下, 通过接受一系列试剂的作用, 可以研究机体的损伤或肿瘤生长对其寿命的影响, 并可与在类似空气中生活的人建立联系, 从而弄清室内氡照射的致癌作用。

对健康影响的资料

氡对动物健康影响的资料主要来自对雄性动物的研究, 由法国PNL(Pacific Northwest Laboratory)和COGEMA(Compagnie Générale de Matières Nucleaires)实验室提供。PNL研究了约800只仓鼠, 6000只SPF大鼠和100只猎犬受氡、氡子体、内燃机废气、铀矿尘和香烟烟雾等混合物照射的情况。COGEMA研究了大约10000只SPF大鼠受氡、氡子体、室外空气、香烟烟雾混合物照射的情况。鉴于研究的相似性, 一并讨论两实验室鼠的资料。

氡的生物学效应研究主要集中在呼吸道肿瘤(腺瘤、支气管肺泡腺瘤、表皮瘤、鳞状腺瘤和肉瘤)、肺纤维化、肺气肿和寿命减少。在低于 $3.5\text{J}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ (1000 WLM)照射下, 不会发生明显的纤维化、肺气肿和寿命减少, 但在低于 $0.35\text{J}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ (100

WLM)的照射下, 甚至在接近室内照射的条件下, 大鼠产生了额外的呼吸道肿瘤。进一步研究证实: 肿瘤仅仅是氡子体照射引起的, 其它的照射, 如铀矿尘、香烟烟雾不足以产生肿瘤。

一定的照射量下, 照射量率降低, 不仅增加肺肿瘤总发生率, 而且特别增加表皮瘤的发生率。表1列出了605只鼠在相同照射量、不同照射率下瘤发生率的数据, 可以看出, 延长鼠的照射时间, 导致原发性和致死性肺肿瘤很高的发生率。氡引发的鼠肺癌中, 约80%被认为起源于表皮, 并发生在支气管和肺泡联结处, 其余20%被认为起源于中心部位, 实际发生率或多或少地依赖于照射量率和照射水平。

SPF鼠在整个怀孕期间, 接受高浓度氡子体长时间照射, 当照射量为室内氡子体年平均水平的10000倍时, 未观察到致畸和遗传效应。所以, 人类胎儿在普通室内环境中, 不会发生致畸效应。

影响肿瘤发生率的主要因素有: 氡子体累积照射量、照射量率和未吸附分数以及相应的吸烟照射。呼吸道肿瘤危险度随着氡子体累积照射量和未吸附分数增加而升高, 而随着氡子体照射量率增加而下降, 由于室内未吸附的氡子体一般比矿井高出许多, 所以, 室内氡照射的危险度与氡子体未吸附分数密切相关。COGEMA实验室发现, 吸烟的影响依赖于氡子体照射和吸烟的顺序, 在氡照

表1 鼠原发性及致死性肺癌发生率与氡子体照射量率及照射量^a的关系

照射量(WLM)	320	640	1280	2560	5120
500 WLM·wk⁻¹					
实验动物数目	131	70	38	38	41
腺瘤	5	3	0	3	2
腺癌	8	7	26	24	44
表皮癌	1	0	0	3	2
磷状腺癌	0	0	3	0	0
肉瘤	0	0	0	3	2
致死性肿瘤	2	1	5	11	15
肿瘤百分数(%)	15	10	29	32	49
50 WLM·wk⁻¹					
实验动物数目	127	64	32	32	32
腺瘤	5	3	[22]	9	[22]
腺癌	5	[20]	41	41	53
表皮癌	1	3	[13]	[47]	[44]
磷状腺癌	1	3	9	[9]	3
肉瘤	1	2	3	0	0
致死性肿瘤	2	6	[22]	[50]	[44]
肿瘤百分数(%)	10	[28]	[66]	[69]	[75]

a: 15mg·m⁻³ 矿尘照射以及氡和氡子体照射; 50WLM·wk⁻¹照射条件下, 括号中的数值显著高于500WLM·wk⁻¹条件下相应的数值(P<0.05)。

射后吸烟, 危险度协同增加; 顺序颠倒, 危险度与只受氡照射一致。但PNL最近在引发-促进-引发(IPI)肺肿瘤系列的研究中, 却未发现吸烟的促进作用。

对鼠而言, 实体肺泡肿瘤和支气管肺泡腺癌占优势, 未发现燕麦细胞瘤, 其它数据与人非常相似, 肿瘤形成位置的差别, 部分可由剂量差异来解释。鼠末端支气管及肺泡所受剂量要比人高得多, 而人上端支气管所受剂量要比鼠高得多。

统计模型

用线性相关危险度模型对PNL与COG-EMA实验室数据进行分析, 结果表明, 在照射量率为500WLM·wk⁻¹(1.8J·h·m⁻³·wk⁻¹)照射下, 每工作水平月终生危险度随照射量增加呈下降趋势, 在照射率为50WLM·wk⁻¹(0.18J·h·m⁻³·wk⁻¹)照射下,

每工作水平月终生危险度随照射量增加呈上升趋势, 该结果清楚地表明了照射量率对危险度的影响。

根据混合的照射-照射量率数据, 得出鼠一生中肺癌和腺瘤危险度估计值为0.086/J·h·m⁻³(300/100万大鼠·WLM), 除去腺瘤, 危险度降为0.071/J·h·m⁻³(250/100万大鼠·WLM)。BEIR IV报告中给出的(吸烟与非吸烟者)总危险度为0.1/J·h·m⁻³(350/100万大鼠·WLM), 非吸烟男性为0.040/J·h·m⁻³(140/100万大鼠·WLM)。所以, 由鼠得出的危险度估计值与由人的流行病学调查得出的估计值是可比的。然而, 在室内照射量率这样低的氡子体照射下, 危险度曲线的形状仍有待研究。

致癌作用模型

Moolgavkar 和 Knudson 的双转化模

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