

有很大的科学和实用的意义,需要作进一步的研究。

[Журавлев ВФ等: Медицинская

Радиология (4): 73, 1976 (俄文)

宋妙发译 章仲侯校]

氚危害的卫生学问题

氚在天然条件下以地表每平方厘米每秒0.1~1.3个原子的速度形成。大气在宇宙射线作用下大气表层的氮核和氧核生成氚,其中氚与空气中的氧结合并形成超重水。在地球生物圈内氚的总含量约为1.8公斤。大气中大约经常含11克氚,相当于 10^5 居里。氚在大洋表层水中的天然水平平均为 2.10^{-14} 居里/克。在宇宙射线作用下形成的氚在人体内的含量水平为 10^{-10} 居里。

在从事动力性和研究性反应堆以及核燃料制造工作时,氚进入外环境和人体是可能的。在辐射核燃料加工时,长期贮存室留有约10%的氚,将近25%的氚排入大气,其余约有65%的氚排入污水。1966~1971年氚的平均年废物量为每年500居里。其中25%的氚含于大气中,75%含于水蒸汽中。

许多作者当分析由核燃料加工企业、研究性和动力性反应堆排入外环境的结果时,得出的结论是进入外环境的氚不应导致自然放射性本底水平的实际提高。在两个功率为17.6和4.8兆瓦的反应堆工作时,Rose估价氚的放射性危害,计算出氚的产额每年应为 2.4×10^{15} 和 4.3×10^{16} 居里。当氚排入大气的数量为 10^{-8} 居里时,对人的剂量每年将为 10^{-6} 雷姆。

Hamard引述了从事核能装置工作时形成的并以两种形式即HT和T₂O、HTO和T₂O进入外环境的氚的毒理学资料。空气中气态氚的最大允许浓度为 2×10^{-3} 微居里/毫升,空气中氚水蒸汽的最大允许浓度为 5×10^{-6} 微居里/毫升,而饮用水中为 3×10^{-3} 微居里/毫升。

对美国Bect-Belk核燃料加工厂废物而致的居民剂量计算表明,在最大照射组居民中,1971年人体的平均剂量为5.83毫雷姆。而且气态废物中含 2.21×10^5 居里的⁸⁵Kr和1070居里的氚。液态废物中含 4×10^3 居里的氚、6.6居里的⁹⁰Sr、0.21居里的¹²⁹I、77居里的总 β^- 放射性和0.06居里的总 α -放射性。

当空气中放射性核素浓度相同时,比较氚与⁸⁵Kr的危害表明,躯体危害程度相差10倍。而遗传学危害,氚水比⁸⁵Kr约高50倍。在核装置邻近居住的群体中,氚占据的份额最大。

Lambert和Vennart评价了使用气体分子氚生产表盘等各种符号用发光体的工人累积的辐射剂量。作者认为由于同组织相结合的有机氚的辐射剂量不到氚水在体内累积剂量的10%。通常按照尿中氚的含量估计工作人员体内的辐射剂量;例如,氚浓度为 5×10^{-3} 微居里/毫升时,30天体内的累积剂量为120毫雷姆。

同位素研究所有机化学实验室工作人员每年使用约500居里气态氚和100居里氧化氚,根据排泄物放射测量计算,他们体内量约为容许值的10%。只有一例曾发生22微居里氧化氚进入体内,因此其生殖腺的剂量达到5.2毫雷姆。

探讨氚的生物学作用问题时,必须指出其作用的某些生物物理学特点。与其它放射性同位素相比氚具有最小的 β^- 粒子能量($E\beta=0.0054$ 百万电子伏),因而它比硬 β -辐射体、伦琴辐射和 γ -辐射在组织中形成更大密度的电离。为此氚的相对生物学效

应系数有着很大的实际意义。研究者们为了确定相对生物学效应系数应用了各种指标。例如, Storer等应用脾重的变化、甲状腺的变化以及 ^{59}Fe 标记的红细胞作为损伤作用的标准, 确定了氧化氙的相对生物学效应系数 $^{226}\text{Ra}\gamma$ -辐射比较相当于1.3, 1.5和1.64。Furchner根据小鼠死亡率的标准, 确定了氧化氙的相对生物学效应系数与 $^{60}\text{Co}\gamma$ -辐射相比等于1.7。Москалев为了研究氧化氙的相对生物学效应系数应用各种指标与 $^{137}\text{Cs}\gamma$ -辐射比较, 所用的指标有: 脾重, 甲状腺、肾上腺、肝脏的变化, 白细胞、淋巴细胞、中性白细胞的组成数量和生化指标的改变。根据生存时间和远期乳腺肿瘤发生率的标准, 氧化氙的相对生物学效应系数为1.35~2.1。

为了制订卫生标准和论证氙对人体作用的容许水平, 了解关于生产状态空气中各种氙化合物年平均容许浓度具有重要意义。例如, 考虑到各种照射因素年平均容许浓度值对气态氙等于 2×10^{-6} 居里/升, 对氧化氙为 5.10^{-9} 居里/升。此时, 氧化氙在组织中的浓度不应超过 1.72×10^{-8} 居里/克, 在体液中不应超过 $2.4 \sim 2.65 \times 10^{-6}$ 居里/升, 而体内总放射性不应超过 1.2×10^{-3} 居里。

McEwan认为, 在气态氙的作用下紧要器官不是全肺, 而只是肺泡上皮。职业人员一周工作40小时的条件下, 空气中年平均容许浓度值对肺泡上皮细胞形成的剂量每年为15雷姆, 相当于 8×10^{-3} 微居里/厘米³。如果把紧要器官当作是整个肺时, 那么, 空气中的年平均容许浓度值是0.2微居里/厘米³。

Vennart根据大鼠的实验及组织和器官所形成的平均剂量评价了含氙化合物(水、

叶酸、肾上腺皮质醇类、性激素和胸腺核苷)一年最大容许进入血液的量。 ^3H -胸腺核苷和 ^3H -叶酸的容许进入量不应超过10毫居里, 对含氙的肾上腺皮质醇类不应超过1~2毫居里。最大容许进入量的值的差别与微观范围内的辐射剂量的不均匀性有关, 尤其是在 ^3H -胸腺核苷进入时更是如此。

在注入间隔不少于14天时, 作为用于诊断目的的氧化氙最大容许放射性的建议值为150微居里。一年中上述放射性形成的剂量甚至在整个一年过程中进入时也不超过0.5雷姆。此时, 氧化氙最大年进入是不超过2400微居里。

在氙的最大容许水平的论据方面, 有关动物实验外推于人的资料具有非常重要的意义。例如, Журавлев认为, 为此目的应该使用特有的转换系数, 用于校正的指标包括氙体内半排出期, 功能破坏的半恢复期, 肺通气系数, 动物生存时间等。

由此可见, 列举的文献资料证明, 文献中对氙的危害性的卫生学和毒理学方面的问题都给予了极大的注意。同时, 还有许多问题直到现在尚未得到应有的解决。关于氙在食物和生物链中转移的研究工作进行得很少, 也没有关于氙的遗传效应及其对中枢神经系统和内分泌系统作用的资料, 更没有关于小剂量慢性作用和关于氙放射性及非放射性因子复合损伤形式的资料。

所有这些问题对制订氙的卫生标准具有重要的科学实践意义, 并且需要进一步继续研究。

(Журавлев В Ф等: Гиг и Сан (1): 66~68, 1977(俄文)孝延令译 卢德恩校)

地下核爆炸时的氙

进行地下核爆炸会有少量的同位素进入外环境, 由此也就产生了辐射安全问题。

地下核爆炸时由于坑腔破裂随着土壤喷出, 可有一定量的放射性裂变产物。其中有