

切尔诺贝利核事故对健康影响的最新报告

李雨 闵锐

【摘要】2006年4月24~26日在乌克兰基辅召开了切尔诺贝利核事故的第20次年会，会上世界卫生组织发布了题为“切尔诺贝利核事故对健康影响”的报告，该报告首先回顾了当年事故情况，然后从事事故的辐射剂量、甲状腺癌、白血病和非甲状腺实体肿瘤、死亡率、白内障和心血管病等多个方面叙述了WHO对该事故健康影响的总结，该报告被认为是研究切尔诺贝利核事故对人类健康影响的里程碑式事件。

【关键词】事故，辐射；切尔诺贝利；健康危险评估

【中图分类号】TL73 【文献标识码】A 【文章编号】1673-4114(2007)01-0051-04

Latest report about health effects of the Chernobyl accident

LI Yu, MIN Rui

(Department of Radiation Medicine in Navy Medicine Faculty, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

【Abstract】After twenty years of Chernobyl accident, the international conference was hold in Kyiv, Ukraine, 24-26, April in 2006. During the conference WHO declares the paper named health effects of the Chernobyl accident. The report look back the nuclear accident in the history, and then recite conclusion about health effects of the Chernobyl accident, which from doses received from the Chernobyl accident, thyroid cancer, non-thyroid solid cancer, leukemia, mortality, cataract and cardiovascular disease. The report is considered as milestone events in the studying of health effects of Chernobyl accident.

【Key words】Accident, radiation; Chernobyl; Health risk appraisal

2006年4月24日~26日，在切尔诺贝利核事故20周年之际，在乌克兰基辅召开了有关切尔诺贝利核事故的第20次年会，会上来自全世界的专家全面总结了20年来该事故对社会、政治、经济、健康和环境的影响，世界卫生组织(world health organization, WHO)发布了题为“切尔诺贝利核事故对健康影响”(health effects of the Chernobyl accident)的报告，这个报告在评估和减缓切尔诺贝利核事故对人类健康影响的工作中是一个里程碑式的事件，为受到切尔诺贝利核事故影响的大部分公众提供科学的事实信息，使之对其未来和健康有一个明晰的认知。

1 背景

1986年4月26日发生在前苏联乌克兰境内切尔诺贝利核电站4号反应堆的爆炸事故，造成大量

放射性物质被释入大气层，主要沉积在欧洲范围，尤以白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰为甚。反应堆周围30公里范围内居民撤离，其后一年期间，来自军队、电厂和当地警察部门的约35万救援人员参与了爆炸事故现场的清理工作。尽管只有少部分人员受到高水平照射，但后来注册的事故清理人员数量却达到60万之多。

1986年的春季和夏季，事故反应堆周边地区的11.6万人被疏散到没有被污染的地区，一年后另外23万人也被撤离该地区。

目前，在白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰境内有500万人生活环境中的铯超过37 kBq/m²，其中27万人生活在前苏联政府所规定的“严格控制区”(strictly controlled zones)，其环境中的铯超过555 kBq/m²。

核事故后的撤离和重新安置对大部分人来说是一个沉重的创伤经历，这是因为他们原有社会网络被破坏以及不能回到自己的家园。很多人因为自己是一个“受照射者”而打下了深深的社会烙印。因此，基于高质量科学研究的有关切尔诺贝利核事故

基金项目：国家自然科学基金资助项目(30270421)

作者单位：200433 上海，第二军医大学海军医学系放射医学教研室

通讯作者：李雨 (E-mail: liyuyaoming@hotmail.com)

健康效应的报告,可为事故受影响人群提供有关健康问题的准确信息。

2 WHO对事故健康影响的总结

在2003~2005年期间,在联合国的切尔诺贝利核事故论坛上,WHO的专家们进行了一系列有关该事故对人类健康影响的讨论,他们以“联合国原子能辐射效应科学委员会”(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR)2000报告为基础^[1],参考最新的文献资料并且采用了白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰三个受影响最严重国家政府所提供的最新信息;同时还实施了旨在关注事故影响这三个国家人群健康的特别计划,最后形成WHO专门报告“切尔诺贝利核事故的健康影响和特殊健康关注计划”(health effects of the Chernobyl accident and special health care programmers)^[2]。

研究切尔诺贝利核事故对人类健康效应的WHO专家来自该事故影响最严重的三个国家和世界上从事相关研究的许多其他国家。专家们强调引用资料文献的科学质量,所以其结论应该是可靠的。这些研究还与过去其他类似的辐射情况(例如日本原子弹爆炸幸存者)进行了比较。

3 来自切尔诺贝利核事故的辐射剂量

表1为切尔诺贝利核事故造成的高剂量辐射部分人群20年间的平均累积有效剂量与正常人群20年间所接受的自然本底辐射的有效剂量进行的比较^[3]。

尽管受放射性污染地区的大部分居民的有效剂量不高,但对来自被放射性碘污染牛奶的吸收导致这些居民甲状腺受照剂量增加,其个人甲状腺受照累积剂量范围在数十Gy以内。

除这些被暴露在高水平放射性碘污染人群之

外,在24万事故清理工作人员和11.6万事故撤离人员中有一部分受照剂量超过100 mSv,在高污染严格控制区(>555 kBq/m²)的27万人受照射剂量显著超过自然本底剂量水平。目前低污染地区(37 kBq/m²)居民仍然继续受到高于自然本底水平的照射,但是其剂量并未超过全世界自然本底的波动范围。相比较而言,切尔诺贝利核事故低污染地区居民所接受的20年累积剂量仅相当于一次全身CT检查所接受的辐射剂量(12 mSv/次)。

4 甲状腺癌

在切尔诺贝利核事故污染的白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰地区,由于事故发生数日内从反应堆释放出的放射性碘污染了牧草,奶牛食入被污染的牧草,使牛奶中放射性碘的沉积增多,青少年摄入牛奶后甲状腺癌的发病率升高。对于原本膳食摄碘不足地区来说,这种放射性碘在甲状腺沉积量就更大。放射性碘的半衰期很短,如果在事故后数月内儿童停止食入被污染的牛奶,这类核事故造成的甲状腺癌的发生率可能不会增加。

在白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰的事故污染地区被诊断出5000例甲状腺癌患者,这些患者在事故发生时均未年满18岁。在辐射事故后发现如此大量的甲状腺癌患者是由于对事故影响人群严密的甲状腺医学监察,检查中还发现很多处于亚临床状态的甲状腺肿瘤。对于已经发生肿瘤的儿童诊断和治疗手段都是相当有效的,然而这些患者在以后的生活中将要不断地服用药物,弥补其甲状腺功能的不足。还需要进一步的研究以评价这些儿童(尤其是那些机体代谢机能已经出现问题的)的预后情况,可以预测的是,尽管其长期风险的意义还不甚清楚,但切尔诺贝利核事故导致的甲状腺癌患者数量的增加状况还会持续多年。

表1 切尔诺贝利核事故受高剂量辐射部分人群20年间的平均累积有效剂量

类别	受照年份	人数(例)	20年平均累积有效剂量(mSv)
事故清理工作人员	1986~1987	240 000	>100
事故后被撤离人员	1986	116 000	>33
严格控制区居民	1986~2005	270 000	>50
低污染区居民	1986~2005	5 000 000	10~20
自然本底*			48

*: 2.4 mSv/a (通常范围1~10 mSv/a,最高>20 mSv/a)

5 白血病和非甲状腺实体肿瘤

电离辐射可以导致某些类型的白血病,即血液细胞的恶性肿瘤。最近研究提示,在受到高剂量辐射的切尔诺贝利核事故清理工作人员中,白血病发生率升高一倍,而在事故污染地区的儿童和成年居民这个现象还不明确^[4]。根据日本原子弹爆炸研究结果,切尔诺贝利核事故发生20年后,可能会出现大量的白血病病例,显然,对这种情况进一步研究是必要的。

尽管科学家已经进行了大量研究以证实辐射可以导致其他癌症,但除甲状腺癌之外,WHO专家组却未发现多少证据能说明切尔诺贝利核事故导致了其他癌症发生的增多。除上述事故清理工作人员白血病的报告以外,近来还有研究称在核事故污染地区绝经期妇女乳腺癌存在轻微增加的迹象,且与受照剂量相关。缺乏证据并不能说明不存在其他癌症的风险增加,日本原子弹爆炸幸存者的病例资料证明,即使在中小辐射剂量作用下,癌症风险也会增加,当然,这样的变化是很难进行鉴别的。

6 死亡率

依据 UNSCEAR (2000)报告,134位事故清理工作人员受到了足可以导致急性放射病的辐射剂量,其中28人在1986年死于急性放射病。其余的事故清理工作人员之后也有发生死亡的,但没有充分证据可以归结为辐射所致。

可以预测,受核事故照射人群终生的癌症死亡率会增加。由于目前还不可能确定某一个体癌症是由辐射所致,所以这种预测仅仅是根据受到高剂量照射的原子弹爆炸幸存者和其他高剂量受照人员的研究的统计学方法获得。需要指出的是,原子弹爆炸幸存者是在短时间内受到高剂量照射,而切尔诺贝利核事故则是在长时间内受到低剂量照射;还有一些其他的相关因素,例如如何估算事故以后的受照剂量、生活方式和营养状态的差别等,都会给预测将来癌症死亡率带来很多不确定性。此外,在过去的15年里,受核事故影响的3个国家还存在非常明显的非电离辐射相关的影响人类平均寿命的(酗酒,吸烟和医疗保健缺乏所致)因素,这些因素明显增加了研究辐射引起的癌

症死亡率的难度。

尽管对低剂量辐射诱导的癌症风险存在不同的见解,美国国家科学院2006年发表的文章称,有证据说明这种癌症风险在低剂量范围仍循“线性无阈”模型。但是这种现象也有不确定性,尤其是在接受剂量远小于100 mSv时更是如此。

WHO专家组预测,受到高剂量照射的三类人群(24万事故清理工作人员,11.6万事故后撤离居民,27万严格控制区居民)较对照组(其他非辐射事故因素造成的12万癌症死亡数)多出4000人。可见,该事故因辐射致癌引起死亡所占的份额仅为全部癌症死亡的3%~4%。

以上癌症死亡率的预测是对白俄罗斯境内某些地区500万居民进行调查所获得的,这些地区的铯沉积量达到37 kBq/m²。而对俄罗斯和乌克兰的相应预测就比较困难,因为其辐射水平仅略高于自然本底。根据“线性无阈”模型预测,可有5000例辐射导致的额外癌症死亡(高于其他原因发生癌症死亡0.6%)。由于存在许多前述的影响癌症死亡率的因素,因此,这里提出的预测也仅仅是一种可能。

切尔诺贝利核事故当然也会导致白俄罗斯之外的欧洲其他地区和俄罗斯、乌克兰的癌症发生增加,但是根据 UNSCEAR 见解,这些地区人群的平均辐射剂量很小,所导致的辐射致癌死亡也将很少。这种预测是很不确定的,应用这些国家的癌症统计数据也很难辨别出辐射导致的癌症增加情况。

7 白内障

眼睛的晶状体对电离辐射很敏感,有效剂量约2 Sv即可导致发生白内障。其发生和剂量密切相关,受辐射剂量越大,白内障出现的时间就越短。

有关切尔诺贝利相关的白内障研究显示,受250 mSv剂量照射即可发生晶状体浑浊,近来对其他人(原子弹爆炸幸存者,宇航员,头部CT受检者)的研究也支持这一发现。

8 心血管病

俄罗斯的研究发现,在受到较高剂量照射的急救人员中心血管疾病死亡的发生增加。尽管这个现象还要经过更长时间的研究,但还是存在一些其他

的支持证据,例如在心脏受到较高剂量照射的放射治疗患者也存在这个现象。

9 精神疾患和心理学影响

切尔诺贝利核事故导致公众大规模的迁徙,造成经济状况不稳定,对健康的长期威胁甚至可能持续几代人。担忧和迷茫的感受不断扩散,生理和心理状态的异常现象普遍存在,在事故人群中不断出现严重的压抑、焦虑和一些医学上无法解释的综合征。

切尔诺贝利核事故对一般受影响公众造成了比较明显的精神健康方面的影响,但是这种影响表现在“亚临床水平”,并未出现可以察觉的临床检验指标异常。把受影响人群定义为“受害者”而不是“幸存者”,会导致出现一种无助的、无法控制自己未来的感觉。由此出现了对自己健康过度关注或者反之漠不关心,例如酗酒、吸烟,在仍然存有高水平放射性核素铯污染的地域采集蘑菇、浆果和进行野炊等。

~~~~~

(上接第 39 页)

发现  $Mg^{2+}$  可能通过竞争磷脂离子连接位点实现其抑制脂质过氧化。因此,脑组织受照后及时补充  $MgSO_4$  可有效地抑制辐射引起的脂质过氧化反应。

此外,脑组织蛋白浓度的变化是了解各种因素致脑损伤程度的有效手段<sup>[8]</sup>。照射后及时给予  $MgSO_4$  可显著减轻蛋白质浓度的降低,可能是因为  $Mg^{2+}$  具有稳定 RNA 和核糖体的作用,促进 mRNA 与 70S 核糖体的结合,调节 RNA 合成酶,从而促进了蛋白质的合成<sup>[9]</sup>。这可从另外一个方面说明  $MgSO_4$  的脑保护作用机制。

## 参 考 文 献

- 1 Pelletier H, Sawaya MR, Kumar A, et al. Structures of ternary complexes of rat DNA polymerase beta, a DNA template-primer, and ddCTP. *Science*, 1994, 264(5167): 1891-1903.
- 2 Maulik D, Qayyum I, Powell SR, et al. Post-hypoxic magnesium

## 10 生殖和遗传影响

对于受到低剂量照射的切尔诺贝利核事故影响的人群来说,没有发现其受孕、死胎、流产、难产一系列情况的异常,也没有线索提示将会发生异常。白俄罗斯受事故污染地区和无污染地区同时出现的先天性畸形似与辐射无关联。

## 参 考 文 献

- 1 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000 Report to the general assembly of UNSCEAR. New York: United Nations. 2000.
- 2 Burton B, Michael R, Zhanat C. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmers: report of the UN Chernobyl forum health expert group. Geneva: World Health Organization. 2006.
- 3 US National Academy of Science. Beir VII report (2006): Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. National Research Council, National Academy Press, Washington. 2006.
- 4 Cardis E, Howe G, Ron E. Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. *J Radiol Prot*, 2006, 26(2): 127-140.

(收稿日期: 2006-06-12)

decreases nuclear oxidative damage in the fetal guinea pig brain. *Brain Res*, 2001, 890(1): 130-136.

- 3 Chollet D, Franken P, Raffin Y, et al. Blood and brain magnesium in inbred mice and their correlation with sleep quality. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2000, 279(6): 2173-2178.
- 4 Esen F, Erdem T, Aktan D, et al. Effects of magnesium administration on brain edema and blood-brain barrier breakdown after experimental traumatic brain injury in rats. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2003, 15(2): 119-125.
- 5 涂彧, 周菊英, 王利利.  $MgSO_4$  对大鼠急性放射性脑损伤后钙超载的抑制作用. *中华放射医学与防护杂志*, 2005, 25(4): 339-341.
- 6 Anonymous. Guidelines for the management of severe head injury. *J Neurotrauma*, 1996, 13(11): 641-734.
- 7 Regan RF, Jasper E, Guo Y, et al. The effect of magnesium on oxidative neuronal injury in vitro. *J Neurochem*, 1998, 70(1): 77-85.
- 8 Abou-Seif MA, El-Naggar MM, El-Far M, et al. Amelioration of radiation-induced oxidative stress and biochemical alteration by SOD model compounds in pretreated gamma-irradiated rats. *Clin Chim Acta*, 2003, 337(1-2): 23-33.
- 9 金惠铭. 病理生理学. 北京: 人民卫生出版社, 2001. 32-33.

(收稿日期: 2006-06-16)