

表2 某金矿井下作业工作者微核率与
井下工龄年限间关系的观察分析结果

井下工龄 (a)	例数	观察细胞数	微核细胞率 (%)	细胞微核率 (%)
1 ~	6	6 000	8.8 ± 2.60	9.7 ± 3.43
6 ~	9	9 000	11.4 ± 4.13	11.8 ± 4.72
11 ~	16	16 000	10.9 ± 3.44	11.6 ± 3.75
16 ~	15	15 000	10.3 ± 3.41	10.9 ± 3.34
21 ~	10	10 000	11.6 ± 2.71	13.8 ± 2.79
正常对照组	30	30 000	8.7 ± 1.30	9.0 ± 1.06

3 讨论

淋巴细胞微核测定是常用的细胞毒理学方法,是监测环境诱变剂的重要指标。微核试验在对外来化合物(如药品、食品添加剂、农药、化妆品、环境污染物等)遗传毒性和职业暴露人群遗传损害监测和现场生态环境检测方面,在诊断和预防肝癌、食管癌、肺癌等恶性肿瘤方面得到了大量的应用。笔者调查的56名金矿井下从业者的外周血淋巴细胞微核细胞率(10.8%)和微核率(11.6%)都明显高于正常对照组^[3](8.7%, 9%)。差异有统计学意义($\chi^2 = 8.672, 12.546, P < 0.05$)。以上结果看出井下从业人员因工作时接触的粉尘以及废气污染源、噪声等引起的不同程度的职业危害效应。从调查的井下从业人员的井下工龄年限与微核率变化情况分析,井下从业人员的微核率普遍比对照组高,其中6~10^a和20^a以上工龄组的微核率明显高出其他组别,尤其高于不足5^a的井下工龄组。进一步说明了在金矿开采过程中,工作人员接触到了一些能够导致DNA遗传物质损伤产生的职业危害因素,随着工龄的增长,有部分受损的DNA可能得到修复。

对于微核的形成,多数学者认为主要来源于染色体畸变中的染色单体断裂、无着丝粒断片和单条或多条染色体。当细胞受到诱变剂作用后,造成染色体断裂或有丝分裂器的损伤,在细胞分裂后期,此断片和染色体不能被纳入子核细胞核,形成游离在胞质中的小核。金矿开采井下工作人员不同的工种接触到的职业危害因素不尽相同,总的来说,在金矿开采的过程中有可能接触到的职业危害因素主要有矽尘、噪声、氰化

物、CO、氮氧化物、甲醇、乙醚、氩及其子体、砷、铅、锰等等,这些职业病危害因素中大部分都会引起人外周血淋巴细胞的微核率增高,在这些职业病危害因素中,本次调查表明该金矿井下的氩浓度要明显高于本底水平,本次调查的结果显示井下工作人员接触到职业病危害因素,引起DNA的损伤随着工龄的增长损伤加剧,同时损伤后的DNA部分又得到修复,DNA修复取决于周围环境、个体敏感程度等各种因素的影响。该金矿6~10^a工龄组的微核率和微核细胞率明显高于不足5^a的工作人员,但随着工龄的增长,11~20^a工龄工作人员的微核率相较于6~10^a组的微核率有所下降,20^a以上工龄的微核率又明显增高。据调查,该金矿工作人员主要在井下从事破碎、选矿等接触粉尘危害性极大的工作,工作人员防护意识较差,在工作中不用劳保防护用品,工作人员长期在井下工作,经呼吸道吸入氩及其放射性子体等有害物质,导致了微核细胞率的增高。同时伴随着DNA的修复,出现了随着工龄的增长微核率反而下降的现象。井下作业人员受到职业病危害因素种类较多,其微核率较正常对照组明显增高是否与高浓度的氩及其子体直接相关,还需要进一步的调查研究。同时因为本次调查的样本量比较少,对于不同工种之间接触不同职业病危害因素的结果无法进行更详细的比较,所以还需要进行进一步的分析调查研究。总之,作者认为该金矿井下工作人员仍受到不同程度的潜在危害,应引起有关职业监督部门的重视,应加大防护措施,从加强安全生产教育、增强职工自我保护意识和提高企业经营者的生产安全意识等方面综合考虑,促使企业在工作场所实施有效的工程控制措施,最大限度的降低职业危害,以保障工作人员的安全。

参考文献:

- [1] Fenech M, Morley AA. Measurement of micronuclei in lymphocytes [J]. *Mutat Res*, 1985, 147(1-2): 29-36.
- [2] 商希梅,刘伟.介入放射学工作者双核淋巴细胞微核率观察[J]. *中国辐射卫生*, 1999, 8(3): 184.
- [3] 白玉书,黄绮龙. CB微核法在忻州事故生物剂量估算中的应用[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 1995, 15(2): 75-79.

(收稿日期: 2009-08-16)

【工作报告】

一起放射源脱落事故的调查处理

王合迅

中图分类号: T173 文献标识码: D

随着科学技术的进步,放射性同位素日益广泛的应用于人类生产、生活、科研及医疗卫生等各个领域,给人类带来了经济效益和社会效益,但同时由于放射性同位素固有的特性,也会带来辐射安全和放射事故的危害。为有效预防放射事故的发生、控制消除放射事故造成的影响,现将我省某医疗机构后装治疗用放射源因操作不当致放射源脱落失控事故调查处理报告如下。

1 事件经过

2002年3月12日某医院原肿瘤妇科后装治疗机用12枚钴-60放射源,总活度为 $4.14 \times 10^{11} \text{ Bq}$ (11.2Ci)报废后放置平房封存十余年,拟拆除旧建筑,拆除后装机,搬动铅罐过程中跌落在地,1枚放射源脱出铅罐,处于无屏蔽失控状态。

2 现场调查处理与监测

2.1 现场处理 我单位于2002年3月12日下午对某医院拟拆卸的后装机进行现场常规监测,结果表明,储源铅罐表面剂

量不超标,与铅罐连通的塑料控制管表面剂量为 $2.0 \times 10^{-6} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 也不超标,确定放射源全部正常位于铅罐内后,7名搬运人员穿铅防护服,开始切割断开控制管,搬动铅罐,搬运工程中铅罐由于过重跌落在地,人员迅速撤离。监测人员测定塑料控制管表面剂量升高到 $8.0 \times 10^{-2} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,同时监测周围临近宿舍辐射水平达 $4.54 \times 10^{-6} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$,高于本底值18倍,确定放射源已从铅罐脱出进入无防护屏蔽效果的控制管内,个数不能确定,管口末端开放,即用胶布粘贴,源随时有脱落可能。为防止放射源丢失和人员误入,放射源用铅板屏蔽,周围人员全部撤离,在外围设有专人警戒。事件发生后,紧急召开专家、专业技术人员会议,专题研究部署,制定处理措施,尽快控制放射源,缩短露天停放时间,同时扩大监测范围,重新测定失控放射源周围环境辐射剂量,划出安全警戒线,设专人警戒,防止人员误入,受到不必要的照射。为设法将脱落放射源送回铅罐。派出多名放射卫生专业技术人员,携带铅罐及辐射测量仪,配合排源过程中的辐射剂量监测。在无专业排源技术人员的紧急情况下,监测人员和院方工作人员身着铅防护(下转第409页)

画靶区时, 尽量选择最佳的窗宽、窗位, 避免窗宽、窗位的变化会产生不同的伪影, 引起三维重建 CT图像的体积产生不同的误差。瘤体轮廓勾画一般采用手动方式, 这些轮廓在剂量分布计算中的作用是求得体内任意剂量计算点到各轮廓线与原射线交点间的距离, 这些距离的计算精度直接影响形成剂量分布的准确性。当用多边形近似法勾画轮廓时, 每个轮廓一般不能取少于 20 个的适当选择的点, 使折线形状尽量与解剖的轮廓一致。当用极坐标时, 注意原点位置的准确; 当用参数多相式进行曲线拟合时, 精确度可提高; 样条函数曲线拟合时, 相对较容易地勾画出较复杂的轮廓线。3DCRT中需要三维重建 CT图像, 实际上多数 TPS将三维结构变成系列二维横断面形成。按上述方法之一进行轮廓勾画, 然后平行直接叠放^[8], 或三角连线形成解剖结存的三维表面^[9]。利用 P近似法^[10] 计算每个横断面的柱形体积, 然后相加得到靶区、或正常组织和器官的体积; 或利用几何图形单元合成的方法求得每个解剖结构的体积。从结果看, 模拟瘤体的大小会影响重建图像的体积, 模拟瘤体越小, 误差越大, 主要是由于是计划设计者在勾画轮廓时产生的, 轮廓越小勾画轮廓误差越大, 重建 CT图像的体积与实际体积相差越大。医生对靶体积的定义, 不能张三说是这样 李四说是那样, 张三说是这样勾画靶区, 李四说是那样勾画靶区, 使同一患者病灶体积相差非常大, 这里面需有学术方面的问题, 但应想办法统一、规范, 至少同一科室要规范, 这要求放射肿瘤医生提高自己对肿瘤临床规律的认识。医生和计划设计者在进行靶区勾画时, 特别是小靶区, 应考虑到重建 CT图像体积的误差可能对临床治疗产生的影响, 并用上述研究结果指导实际运用。

总之, CT定位扫描条件不同、靶体积大小不同、勾画方式不同等原因, 对三维重建 CT图像的体积会产生变化, 即重建 CT图像的体积与实际的体积会有误差。如果重建后的靶体积比实际体积小, TPS根据重建后的靶体积设计计划, 此时设计出来的计划, 高剂量边缘就不能完全包住实际靶体积, 则可能出现, 未被高剂量照射的靶区, 肿瘤细胞受量不够, 容易复发; 如果重建后的靶体积比实际体积大, TPS根据重建后的靶体积设计计划, 此时设计出来的计划, 高剂量边缘除了包完实际靶体积, 还包住了靶体积外的一些区域, 如果靶体积外刚好有重要器官, 如: 肝癌, 鼻咽癌治疗时, 晶体、颈髓等, 则可能出现, 严重的医疗事故。在 CT扫描、治疗计划设计时, 不但要注意 CT不同扫描及重建参数对三维重建图像的影响, 而且要在工作效率和图像质量上权衡, 选择最佳条件。

参考文献:

(上接第 402页)服、铅眼镜、佩戴个人剂量计在高剂量辐射场中轮流操作, 用 8号铁丝在 12个管道中分别反复探查寻找放射源, 终于黑色塑料控制管中弹出 1枚弹簧状金属物, 用镊子挟起后快速放入备好的铅罐, 立即监测管道表面辐射量由原来 $8.0 \times 10^{-2} \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$, 降至 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$, 确定放射源已得到控制。放射源由当地环保部门收贮。

2.2 应急人员受照剂量估算 “后装治疗机钴-60放射源脱出失控事件”中放射源失控暴露露天停放历时 27h 尽力抢排放射源, 参加处理人员 21人, 进入高辐射场 18人, 事件得到控制。应急受照人员佩戴个人剂量计显示人员受照剂量为 $0.010 \sim 0.507 \text{ mSv}$ 。应急状态高辐射场内, 放射源故障排除人员轮流操作, 按当时的国家标准规定一次应急处置接受剂量低于 $250 \text{ mSv}^{[1]}$ 。对参加事故处理受照人员进行体格检查以及医学随访。无辐射损伤体征, 未发生一例急性辐射损伤。

2.3 事故判定 应急受照人员佩戴个人剂量计显示人员最高受照剂量为 0.507 mSv 。按照卫生部和公安部 2001年第 16号令《放射事故管理规定》人员受超剂量照射事故分级表中放射工作人员全身受照剂量 $\geq 0.05 \text{ Gy}$ 为一般事故^[2], 因此判定此次放射源脱落事故未达到“一般事故”。

- [1] 胡逸民. 肿瘤放射物理学 [M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 575—576
- [2] Fraass BA, McShan DL, Diaz RF et al. Integration of MRI in radiation therapy treatment planning: I. Technical considerations [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1987; 13: 1897—1908
- [3] Henkelman RM, Poon PY, Brinkskill MJ. Magnetic resonance imaging useful for radiation therapy planning. In: Proceedings of the Eighth International Conference On the use of computers in radiation therapy [P]. IEEE Computer Society Toronto Canada, 1984: 181—185
- [4] Sontag MR, Galvin M, Axell et al. The use of NMR images for radiation therapy planning. Proceedings of the Eighth International Conference On the use of computers in radiation therapy [P]. IEEE Computer Society Toronto Canada, 1984: 168—172
- [5] Coffey CW, Hines HC, Wang PC et al. The early applications and potential usefulness of NMR images for radiation therapy planning. Proceedings of the Eighth International Conference On the use of computers in radiation therapy [P]. IEEE Computer Society Toronto Canada, 1984: 173—180
- [6] Thomson AS Jr, Sandler HM, Ten Haken RK et al. The clinical utility of MRI in 3D treatment planning of brain neoplasms [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1992; 24: 767—775
- [7] 王迎选, 王所亭. 现代立体放射治疗学 [M]. 北京: 人民军医出版社, 1999: 121
- [8] Siddon RL, Kijewski P. Perspective display of patient external and tumor contours. In: Umegaki Y (Ed). Computers in Radiation Therapy. Proceedings of the 7th International Conference on the use of computers in radiation therapy [J]. Tokyo, 1980: 362
- [9] Fehrens D, Sendt D. Treatment planning for combined brachytherapy and teletherapy. In: Umegaki Y (Ed). Computers in Radiation Therapy. Proceedings of the 7th International Conference on the use of computers in radiation therapy [J]. Tokyo, 1980: 182
- [10] Cook LT, Cook PN, Lee KR et al. An algorithm for volume estimation based on polyhedral approximation [P]. IEEE Trans Biomed Eng 1980; 27: 493

(收稿日期: 2008—10—16)

3 分析与讨论

3.1 事故原因 工人操作不当, 导致铅罐跌落致使放射源脱落。应当利用机械设备搬运铅罐, 这样既可以利用距离防护放射源对人体的危害, 又可以避免搬运人员因为铅罐过重使铅罐跌落。

3.2 事故处理体会 此次放射事故处理及时, 无论事故发生单位还是本单位, 防范人员受照意识非常强, 第一时间将事故现场控制, 及时有效的将有可能造成照射的相关人员合理的安置。应急人员轮流操作, 充分利用个人防护用品, 将事故处理人员的应急受照剂量降至最低。事故处理结果彻底有效, 从放射源脱落、查找、处理过程到处理结果都显示出专业技术人员丰富的放射防护经验和应对放射事故的措施科学有效。事故单位将退役后的放射源交由当地环保部门收贮。

参考文献:

- [1] GB 4792—1984 放射卫生防护基本标准 [S].
- [2] 卫生部和公安部 2001年第 16号令, 放射事故管理规定 [S].

(收稿日期: 2009—05—26)