

电离辐射对职业照射生物效应影响的调查研究

于永红¹, 高忠贤¹, 张方清²

中图分类号: R146 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2003)03-0185-02

【摘要】 目的 探讨长期低剂量电离辐射对人体的生物效应,为综合防治提供依据。方法 对滨州市各类辐射工作人员 378 人进行了受照剂量测定,临床查体,实验室检查,并设非辐射人员 102 人为对照组。结果 受检者人均年剂量当量为 0.98 mSv。12.6% 的辐射人员有头晕、乏力、记忆力减退等症状,体征有齿龈出血,手部皮肤和指甲改变,眼晶状体混浊等,均高于对照组 ($P<0.01$)。WBC 低于 $4.0\times 10^9/L$ 的检出率为 3.9%。ALT $>40IU/L$ 的占 2.3%,HBsAg 阳性率为 6.1%,低于对照组的 11.7%。T 淋巴细胞亚群水平普遍下降,与对照组比较,差异有非常显著性 ($P<0.01$)。外周血 CA、MC 均明显高于对照组,且随工龄及剂量的增加而增高。血清中单项 Ig 增高 30 人,占 7.9%,辐射组的 IgG 高于对照组 ($P<0.01$)。表明长期低剂量电离辐射发生的生物效应,是损伤和修复交替进行的过程。结论 长期低剂量电离辐射具有一定的辐射损伤效应,亦具有刺激生物免疫机能的效应。

【关键词】 电离辐射;生物效应;染色体畸变;免疫功能

目前,长期低剂量电离辐射所致人体生物效应越来越受到人们的关注。为此,我们于 2001 年 6 月~2002 年 6 月对滨州市 378 名电离辐射工作者进行了个人剂量监测和健康查体,现将结果报告如下。

1 对象与方法

1.1 调查对象 电离辐射组主要为全市县以上医疗卫生及企事业单位的电离辐射工作人员,共 378 人。其中从事医用 X 射线诊断 282 人, X 射线治疗 26 人,介入放射学 17 人,工业 X 射线探伤 24 人,钴-60 放疗 22 人,密封源应用 7 人;其中男性 316 人,女性 62 人。年龄 18~62 岁,平均 35.8 岁;放射工龄 0.25~42 a,平均 14.1 a。对照组为非接触射线和毒物,无传染性疾病,身体健康者 102 人,其中男性 81 人,女性 21 人。年龄 18~56 岁,平均 33 岁。个人剂量监测方法按国家有关标准进行。

1.2 检查项目 询问病史和自觉症状,临床检查主要有内科、皮肤科、眼科、五官科等,实验室检查 WBC+DC、嗜中性粒细胞(W-LCR)及淋巴细胞(W-SCR)绝对值、血红蛋白(Hb)、血小板(PLT)(以上用 F-820 血球计数仪测定);血清丙氨酸氨基转移酶(ALT)、乙型肝炎表面抗原(HBsAg)、血清免疫球蛋白(Ig)(单项免疫扩散法)、T 淋巴细胞亚群(APAAP 桥联酶标技术)、外周血淋巴细胞染色体畸变率(CA)分析及微核率(MC)测定(培养法)^[1]。

2 结果与分析

2.1 受照剂量 从全市 378 名个人剂量测定结果分析:人均年剂量为 0.98 mSv,最高为 11.32 mSv,最低为 0.02 mSv。96% (361 人)的辐射工作者剂量低于国家规定年限值的 1/10(<5 mSv)。不同类别辐射人员年剂量当量为:医用 X 射线 0.78 mSv、放射治疗 0.38 mSv、介入放射 10.19 mSv、工业 X 射线探伤 0.92 mSv、密封源应用 0.31 mSv。

2.2 自觉症状 12.6% 的辐射人员有头疼、头晕、易倦、乏力、嗜睡、记忆力减退等。与对照组相比差异有非常显著性 ($P<0.01$)。15 a 以上辐射工龄检出率高于 15 a 以下,二者差异有非常显著性 ($P<0.01$)。

2.3 体征 辐射人员齿龈出血、皮肤损伤,主要表现为手部皮

肤干燥、粗糙、指纹变浅,甲纵脊、带状色甲、角化过度,重者有疣状突起物。与对照组相比,差异有非常显著性 ($P<0.01$)。说明这部分人皮肤的损伤主要是长期的小剂量照射所致,并与局部过量照射有关。眼晶状体混浊发生率为 30.6% (116/378),显著高于对照组阳性率 5.9% (6/102)的水平,二者差异有非常显著性 ($P<0.01$)。晶状体混浊部位以皮质下和后囊下为主,赤道部和前囊下较少。晶状体混浊形态分布以点状混浊为主,占 59.4%,片状混浊占 18.9%,粉尘状占 12.2%,空泡占 5.4%,后囊混浊增厚占 4.1%。这些损伤主要发生在医用 X 射线工作人员,辐射工龄 20 a 以上,年龄大于 40 岁者多见。

2.4 实验室检查

2.4.1 外周血象检查 电离辐射组 WBC、Hb 比对照组低,淋巴细胞比值比对照组高,经 u 检验,差异有显著性 ($P<0.05$),而 RBC、PLT 均值差异则无显著性。本次调查的电离辐射组 WBC 低于 $4.0\times 10^9/L$ 的检出率的 3.9% (15/378)。

2.4.2 肝功变化 电离辐射组 ALT $>40IU/L$ 的检出 9 人,占 2.3%。HBsAg 阳性者 23 人,占 6.1%,对照组阳性者 12 人,占 11.7%。

2.4.3 免疫功能 对辐射组 378 人进行了血清 IgA、IgG、IgM 含量测定,有 30 人单项 Ig 增高,占 7.9%,(其中 IgM 24 人, IgA 和 IgG 各 3 人),未发现 Ig 降低者。与对照组 IgA、IgG、IgM 的均值分别为 1.81、11.2、1.46 g/L 相比,辐射组的 IgG 高于对照组差异有非常显著性 (<0.01)。但二者的 IgA 和 IgM 之差异均无显著性 ($P>0.05$)。这种现象是否与长期低剂量辐射能刺激生物免疫功能有关^[1],值得进一步研究。T 淋巴细胞亚群结果分析见表 1。

表 1 辐射工龄组与对照组 T 淋巴细胞亚群 ($p\pm Sp, \%$) 比较

工龄(a)	例数	CD ₃	CD ₄	CD ₈	CD ₄ /CD ₈
<5	49	56.39 \pm 5.89	34.48 \pm 3.67	22.41 \pm 2.48	1.60 \pm 0.13
5~	124	56.62 \pm 6.32	34.31 \pm 5.11	22.36 \pm 2.67	1.59 \pm 0.12
15~	133	56.97 \pm 5.51	35.06 \pm 3.92	22.36 \pm 2.54	1.52 \pm 0.15
25~	72	56.21 \pm 5.58	34.33 \pm 4.15	22.03 \pm 2.36	1.57 \pm 0.14
对照组	102	60.07 \pm 5.13	39.23 \pm 4.48	23.52 \pm 2.38	1.67 \pm 0.12

由表 1 可见,电离辐射组 T 淋巴细胞亚群水平普遍下降,经统计分析,总 T 细胞(CD₃)、辅助/诱导 T 细胞(CD₄)、抑制/杀伤 T 细胞(CD₈)均有不同程度的减少。但主要是 CD₃、CD₄ 降低,导致 CD₄/CD₈ 比值下降。与对照组各项指标比较差异均有非常显著性 ($P<0.01$)。且随着工龄的增加,CD₄/CD₈ 比值有下降的趋势,其中 15 a 以上组显著低于 5 a 以下组。表明低剂量电离辐射对人体免疫功能产生了一定影响^[2],这主要是 CD₈ 通过自身及抑致因子在免疫反应中起负向调节作用,它能

作者单位:1 滨州职业学院,山东 滨州 256609;2 滨州市卫生防疫站
作者简介:于永红(1949~),女,山东青岛人,副教授,研究方向:生物化学与免疫。

抑制 CD₄ 和 B 细胞的功能, CD₈ 细胞的缺损将导致免疫耐受消失或减弱。

2.4.4 细胞遗传学检查 外周血 CA 与工种工龄的关系见表 2、表 3。

表 2 不同工种放射工作人员的染色体畸变率

类别	例数	观察细胞数	染色体型畸变率(%)	染色单体畸变率(%)	染色体总畸变率(%)
医用 X 射线	282	28 200	0.22	0.38	0.60
放射治疗	43	4 300	0.31	0.59	0.90
工业探伤	24	2 400	0.15	0.36	0.51
同位素	29	2 900	0.13	0.26	0.39
对照组	102	10 200	0.11	0.18	0.29

表 3 放射工龄与染色体畸变的关系

工龄(a)	例数	观察细胞数	染色体型畸变率(%)	染色单体畸变率(%)
< 5	49	4 900	0.15	0.16
5~	124	12 400	0.23	0.26
15~	133	13 300	0.38	0.40
25~	72	7 200	0.41	0.43

从表 2、表 3 中可以看出不同工种、工龄的电离辐射工作者, CA 均高于以对照组, 差异均有显著性($P < 0.05$), 且染色体以断裂、断片、双着丝点为主, 并有随工龄增加而增高的趋势。CA $\geq 2\%$ 者有 13 人, 占 3.43%。MC 测定结果为辐射组 2.29%, 对照组为 1.03%, 两组差异均有非常显著性($P < 0.01$), 其中辐射组有 21 人高于 4%, 最高达 7%, 异常率为 5.5%, 显示具有辐射损伤效应。由此证明, CA 和 MC 测定用于辐射人员的检查是较敏感的生物学指标^[3,4], 对评价群体辐射效应是有应用价值的。

3 讨论

本研究表明, 长期低剂量电离辐射作用于人体, 可产生多种生物学效应。主要为: ①植物神经功能紊乱和内部器官机能的失调, 以神经衰弱症候群为主。②手部皮肤、指甲的改变、齿龈出血。③眼晶状体混浊等指标阳性率均高于对照组, 且随辐射工龄的增加而增多或加重的现象, 这与辐射所致的远期效应有关。造成晶状体混浊主要是因辐射作用于眼晶状体上皮细胞, 使其受损伤而发生变性, 变性的上皮细胞移行和堆积使眼晶状体混浊。④对血液的影响是长期低剂量受照群体损伤最常见的客观指标。本次检查 WBC、Hb、淋巴细胞比值辐射组比对照组差异有显著性($P < 0.05$), WBC 低于正常值的检出率为 3.9%。⑤在免疫功能方面, T 淋巴细胞水平较对照组普遍下降, 但主要是 CD₃、CD₄ 降低, 表明辐射通过减少总淋巴细胞数量及减弱迟发过敏反应而影响和调节细胞免疫, 削弱免疫反

应。证明辐射有降低细胞免疫的作用。但本次调查 Ig(IgA、IgG、IgM) 均值达到或略高于对照组, HBsAg 阳性检出率辐射组为 6.1%, 低于对照组的 11.7%。说明低剂量辐射对机体免疫系统尤其是体液免疫起刺激作用^[5], 尚需进一步研究。⑥在遗传效应方面, CA、MC 显著高于对照组($P < 0.05$), 可以认为: 与个人吸收剂量有关。辐射工龄越长, 则个人剂量累积值越高。辐射导致机体能量代谢障碍, 主要为氧化磷酸化抑制, ATP 合成减少, 致使体内合成代谢能量不足, 尤其是 DNA、蛋白质的合成受抑制。辐射可导致具有严密超螺旋结构的 DNA 发生链断裂, 使断片游离, 染色体发生畸变。而微核来源于染色体的无着丝点断片。辐射能直接或间接促使生物大分子发生电离和分解, 化学键断裂或交联, 导致 DNA 损伤, CA 增加, 又可诱发 MC 增加。影响辐射对机体生物效应的因素很多, 由于个体差异等原因, 受照射剂量相近时, 也不一定产生相似的生物效应。我们对不同剂量组之间的 CA 进行了相关分析, r 值为 0.047, 差异无显著性($P > 0.05$), 其原因可能是个体的 DNA 修复能力不同。射线所引起的 DNA 变化的辐射的最终结果, 并不取决于“靶分子”的原初损伤数的多少, 而是取决于机体的损伤修复能力。因为损伤的总效应是损伤过程与各种复杂的修复过程综合作用的结果。几年来, 随着放射防护法规和标准的落实, 除介入治疗的基层医用 X 射线诊断人员外, 有 90% 以上的人员受照射剂量在国家限制值 1/10 以下水平工作, 是较为安全的。但查体中却出现了各种不同程度的辐射损伤效应, 因此有必要继续加强对低剂量电离辐射所致人体生物效应的研究, 以保障职业人员的健康。

(本文经中国医学科学院放射医学研究所博士生导师王继先教授审阅, 谨此致谢。)

参考文献:

[1] 赵良玉, 王刚垛, 闫永建, 等. 医用诊断 X 射线对作业人员免疫功能影响的探讨[J]. 中国辐射卫生, 1997, 6(1): 50—51.

[2] 侯殿俊, 乔健维, 商希梅, 等. 1307 例放射工作者 T 淋巴细胞亚群测定[J]. 中国辐射卫生, 1997, 6(2): 111.

[3] Almæssg Zsetal. The present state and perspectives of micronucleus assay in radiation protection[J]. Areview APPL Radiat Isot, 1987, 38: 241.

[4] 黄权光, 史纪兰, 商希梅, 等. 染色体畸变在职业辐射损伤诊断中的价值[J]. 中国辐射卫生, 1992, 1(1): 29—31.

[5] 刘树铮. 辐射刺激作用问题的国际动向[J]. 中华放射医学与防护, 1986 6(4): 280.

[6] 刘树铮. 低水平环境因子适应性反应[J]. 中华放射医学与防护, 1998 5: 311—313.

(收稿日期: 2002—12—19)

(上接第 184 页)

可能打开门窗。使用机械通风时, 全面使用新风输入, 并关闭回风通道。

2.3.3 X 射线室消毒 全面按照卫生部《消毒技术规范》(2002 年版)的要求, 对 X 射线室空气、地面、机器、其他物体表面实施消毒。无人状态下用紫外线灯照射消毒, 每次不少于 1 h, 每天 2~3 次。考虑到过氧乙酸对金属设备的腐蚀性, 对机房、控制室、暗室的空气消毒和 X 射线机、片盒、冲片设施等物体的擦拭消毒推荐使用 2%戊二醛。同时对消毒剂的浓度含量、消毒时间予以明确。

2.4 监督与服务 《导则》的出台无疑为放射人员 X 射线检查过程中预防非典起到积极作用。但制订过程中, 围绕有无必要将依法监督内容列入《导则》, 曾经出现分歧。最终的意见是: 日常的管理工作, 明确由医院具体实施; 为防止因工作不到位造成疏漏, 可突出依法行政的重要性, 但更着重强调卫生监督于

服务之中, 要求各级卫生行政部门、卫生监督机构依照法定职权, 按照《传染病防治法》、《传染病防治法实施办法》、《江苏省传染病防治法实施办法》、《消毒管理办法》、《消毒技术规范》等法律法规规章的要求, 对医疗机构 X 射线检查过程预防院内感染情况实施监督与指导, 侧重于提供服务和消毒技术督导。《导则》中所列的监督要求, 在随后(5 月 12 日)卫生部颁布的《传染性非典型肺炎防治管理办法》第三十二条中得到确切印证。

参考文献:

[1] 中华人民共和国卫生部. 非典型肺炎疫情报告[EB/OL]. <http://www.moh.gov.cn>.

[2] 李美霞, 李泽荣, 赵宇腾, 等. 广州某大学附属二院非典型肺炎院内感染调查[J]. 中国公共卫生, 2003, 19(5): T6.

(收稿日期: 2003—05—28)