

1320 名放射工作人员健康状况分析

汪卫兵<sup>1</sup>, 樊树明<sup>2</sup>

中图分类号: R818 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)03-0211-02

【摘要】目的 了解放射工作人员的健康状况,为制订防护措施提供科学依据。方法 对济南市 1320 名放射工作人员的健康检查结果进行分析。结果 放射工作人员中,神经衰弱征候群发生率为 22.9%,慢性放射性皮肤损伤发生率为 0.9%;异常血象检出率为 11.2%,放射工龄<5 a 和>30 a 的较高;外周血淋巴细胞染色体畸变异常率和微核异常率分别为 14.6%和 10.1%,均高于对照人群( $P<0.01$ 或 $P<0.05$ )。结论 济南市放射工作人员的健康状况已受到一定的辐射影响,应加强对他们的健康管理,改善工作条件。

【关键词】放射工作人员;健康状况;辐射效应

随着放射技术的不断发展,济南市放射工作人员日益增多,为了解他们的健康状况,为制订防护措施提供科学依据,我们对济南市 1320 名放射工作人员的健康检查结果进行调查分析,报告如下。

1 对象与方法

1.1 对象 对济南市从事放射工作的 1320 人进行调查。其中,从事 X 射线诊断的 572 人,介入治疗的 108 人,核医学的 127 人,同位素的 320 人,工业探伤的 193 人;男性 960 人;女性 360 人;年龄 18~60 岁;放射工龄 1~43 a,平均 13.9 a。对其中 158 人和 128 名非放射性工作人员检测了外周血淋巴细胞染色体畸变率和微核率。对照组年龄 18~60 岁,平均工龄 13.5 a。

1.2 内容与方法 询问一般项目,包括家族史、职业史、临床自觉症状等。由专科医师按常规方法进行内科、皮肤科检查;用全自动血球计数分析仪测定全血细胞。染色体畸变分析采用微量全血培养法,油镜下观察 100 个分散良好的中期分裂相淋巴细胞,计数畸变细胞数;淋巴细胞微核分析计数 1000 个胞浆完整转化的淋巴细胞中的微核细胞数。

1.3 评价标准 按照 GBZ98-2002《放射工作人员健康标准》进行评价。

2 结果

2.1 内科检查 检查 1320 名放射工作人员,302 人有头痛、头晕、易倦、乏力、心悸、记忆力减退、牙龈出血等神经衰弱征候群表现,发生率为 22.9%。其中,介入放射人员发生率为 36.1%

(39/108),核医学放射人员为 29.9%(38/127),X 射线诊断人员为 25.3%(145/572),同位素工作人员为 17.2%(55/320),工业探伤工作人员为 13.2%(25/193)。

2.2 皮肤科检查 1320 人中查出慢性放射性皮肤损伤者 12 例(I 度损伤 8 例,II 度损伤 4 例),占 0.9%,主要表现为皮肤干燥、粗糙、指纹变浅、甲纵脊、皮肤结节等神经衰弱征候群。12 例均为放射工龄 25 a 以上、从事近台操作的医用诊断 X 射线工作人员。

2.3 外周血象检查 检测 1320 人,白细胞总数为 $(5.51\pm 1.29)\times 10^9/L$ ,血红蛋白含量为 $(132\pm 15)g/L$ ,血小板计数为 $(213\pm 53)\times 10^9/L$ 。检测异常(白细胞 $<4.0\times 10^9/L$ ,血红蛋白 $110g/L$ ,血小板 $<90\times 10^9/L$ ),合计 148 人,占 11.2%。其中,介入诊疗工作人员异常血象检出率明显高于核医学组,X 射线诊断组,差异均有统计学意义( $\chi^2=5.93 P<0.05$ ;  $\chi^2=16.32, P<0.01$ )。见表 1。

工作类型	体检人数	异常血象检出情况							
		白细胞总数		血红蛋白		血小板		合计	
		异常人数	异常率(%)	异常人数	异常率(%)	异常人数	异常率(%)	异常人数	异常率(%)
X 射线诊断	572	33	5.8	17	3.0	15	2.6	65	11.4
介入诊疗	108	17	15.7	6	5.5	5	4.6	28	25.9
核医学	127	8	6.3	5	3.9	4	3.1	17	13.4
同位素	320	12	3.8	8	2.5	6	1.9	26	8.1
工业探伤	193	6	3.1	4	2.0	2	1.0	12	6.2

异常血象检出率,放射工龄<5 a 的为 19.3%(26/135)5~9 a 的为 5.9%(23/390),10~19 a 的为 8.4%(36/427),20~29 a 的为 15.9%(43/270),30 a 以上的为 20.4%(20/98)。

息的前提下,要有效地降低受检者受照剂量,必须采取综合措施,包括及时淘汰陈旧设备、提高操作熟练程度和诊断水平等。同时还要尽量采用非放射性诊断技术替代大剂量的 X 射线检查,也是降低受检者受照剂量水平的重要措施之一。

(4)1998 年茂名市每百万人口拥有钴治疗机 0.16 台,低于全国平均水平 0.79 台/百万人口,离世界卫生组织建议 2~3 台/百万人口仍有很大差距。我市放射治疗频率 1998 年比 1996 年增长了 52.60%,但仍未能满足需进行放射治疗患者的要求。我市放射治疗还有很大的发展空间,应当注意做好合理布局和设备资源整合,充分利用医疗资源,并同时做好防护与监督管理工作。

参考文献:

[1] 郑钧正. 医疗照射的防护原则[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1991, 11(5): 364-366.

[2] 郑钧正, 李述唐, 岳保荣. “九五”期间 X 射线诊断医疗照射的频率水平调查[J]. 中国辐射卫生, 1999, 8: 7-13.

[3] 郑钧正. 我国“九五”期间 X 射线诊断医疗照射的频率水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 5(第 20 套增刊): S14-S17.

[4] 郑钧正. 医疗照射的放射卫生管理[J]. 中国公共卫生学报, 1991, 10(1): 1-9.

[5] 郑钧正. 我国电离辐射医学应用的基本现状[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003, 6(第 20 套增刊): S87-S14.

[6] 杨宇华. 广东省医疗照射现状调查与分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003, 6(第 20 套增刊): S28-30.

2.4 外周血细胞遗传学检查 外周血淋巴细胞染色体畸变率和微核率放射组均高于对照组, 差异均有统计学意义( $u=2.76, P<0.01; u=2.31, P<0.05$ )。见表 2。

表 2 外周血淋巴细胞染色体畸变率和微核率检测结果

组别	检测人数	染色体畸变		淋巴细胞微核	
		异常人数	异常率(%)	异常人数	异常率(%)
放射	156	23	14.6	16	10.1
对照	128	6	4.7	4	3.1

### 3 讨论

本次调查结果, 放射工作人员神经衰弱征候群发生率为 22.9%, 慢性放射性皮肤损伤发生率为 0.9%, 异常血象检出率为 11.2%, 外周血淋巴细胞染色体畸变异常率和微核异常率分别为 14.6% 和 10.1%, 与文献报道基本一致<sup>[1-3]</sup>。<5 a 和 30 a 以上放射工龄的工作人员异常血象检出率较高; 介入放射工作人员异常血象检出率最高(25.9%), 这与有关报道基本相同, 这可能与介入工作人员在 X 射线透视下进行床边操作, 接触射线时间长、不易防护有关。工业探伤人员各项体检指标较好, 这是因为探伤均为隔室操作, 工作人员受照剂量基本接近

本底, 故健康状况良好。细胞遗传学检查显示, 放射工作人员染色体畸变异常率和微核异常率明显高于非放射工作人员。由于辐射诱发的染色体畸变率与照射剂量之间呈线性关系, 提示部分放射工作人员已受到一定剂量的射线影响。

根据对放射工作人员健康状况的分析, 结合对济南市不同类型放射工作场所防护情况的了解, 尽管近年来防护条件有很大改善, 但由于放射新技术的不断应用, 防护难易不同, 有的单位领导与工作人员对射线危害认识不足, 致使部分放射工作人员仍存在一定的电离辐射效应。有关部门应采取有效的干预措施, 加强管理, 进一步降低放射工作人员及公众的受照剂量, 以促进放射性同位素和射线装置安全合理的应用。

### 参考文献:

- [1] 细胞效应专题组. 我国 X 线工作者的外周血细胞效应[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1984, 4(5): 36.
- [2] 于夕荣, 何顺升, 杨珂, 等. 山东省直管单位放射工作人员健康状况分析[J]. 中国辐射卫生, 1999, 8(2): 104-105.
- [3] 陈玉麟, 林智, 王川健, 等. 海南省放射工作人员健康状况分析[J]. 中国辐射卫生, 2001, 10(4): 230-231.

(收稿日期: 2005-04-20)

## 【工作报告】

# 应用量子力学原理对电离辐射屏蔽防护厚度的探讨

陈军军, 吴 敏, 刘向荣, 陈 雄

中图分类号: TL71 文献标识码: D

在进行放射防护监督监测时, 往往有人问及: 到底多厚的铅板才能完全对射线进行防护。在此可应用量子力学原理进行诠释。

量子力学原理认为, 基本粒子(光子、电子、质子等)都具有波粒二项性。量子力学的研究表明, 基本粒子的运动应由薛定谔(Schrodinger)方程描述。下面就应用薛定谔方程对基本粒子通过一定高度方形势垒的穿透率进行讨论。

将一定厚度的物质看作一个势垒, 势垒高度为  $V_0$ , 势垒宽度为  $a$ (图 1)。

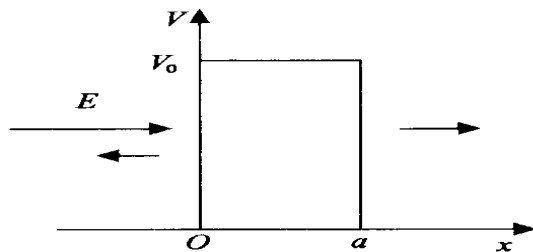


图 1 一维方形势垒  

$$V(x) = \begin{cases} V_0, & (0 \leq x \leq a) \\ 0, & (x < 0 \text{ 或 } x > a) \end{cases}$$

在经典力学中, 当入射粒子能量( $E$ )  $> V_0$  时, 粒子全部通过;  $E < V_0$  时, 粒子不能通过。

在量子力学中, 当入射粒子能量( $E$ )  $> V_0$  时, 粒子全部通过;  $E < V_0$  时, 粒子部分通过。

下面讨论量子力学中  $E < V_0$  时的通过情况。

薛定谔方程在方形势垒中为

$$\begin{cases} \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{2mE}{h^2} u = 0 & x < 0 \text{ 或 } x > a \\ \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{2mE}{h^2} (E - V_0) = 0 & 0 < x < a \end{cases} \quad (1)$$

其中:  $u$  为粒子波函数;  $m$  为粒子质量;  $h$  为普朗克常数  $h = 1.055 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

$$\text{令 } k_1^2 = \frac{2mE}{h^2} \quad k_2^2 = \frac{2m(V_0 - E)}{h^2}$$

(1)(2) 式改写为下列(3)(4)式

$$\begin{cases} \frac{d^2 u}{dx^2} + k_1^2 u = 0 & x < 0 \text{ 或 } x > a \\ \frac{d^2 u}{dx^2} - k_2^2 u = 0 & 0 < x < a \end{cases} \quad (3)$$

解微分方程(3)(4), 得下列波函数

$$u_1 = A e^{ik_1 x} + B e^{-ik_1 x} \quad x < 0 \quad (5)$$

$$u_2 = C e^{ik_2 x} + D e^{-ik_2 x} \quad 0 < x < a \quad (6)$$

$$u_3 = F e^{ik_1 x} + G e^{-ik_1 x} \quad x > a \quad (7)$$

其中  $A e^{ik_1 x}$ ,  $C e^{ik_2 x}$ ,  $F e^{ik_1 x}$  为入射波;  $B e^{-ik_1 x}$ ,  $D e^{-ik_2 x}$ ,  $G e^{-ik_1 x}$  为反射波。  $u_3$  中因为势能为 0, 所以  $G e^{-ik_1 x}$  应为 0。

用边界条件求得系数

$$|A|^2 = |F|^2 [(k_1^2 + k_2^2)(e^{-k_2 a} - e^{k_2 a})^2 + 16k_1^2 k_2^2] / (16k_1^2 k_2^2) \quad (8)$$

$$|B|^2 = |F|^2 (k_1^2 + k_2^2)(e^{-k_2 a} - e^{k_2 a})^2 / (16k_1^2 k_2^2) \quad (9)$$

定义: 透射系数  $T = |F|^2 / |A|^2$

$$T = \frac{16k_1^2 k_2^2}{(k_1^2 + k_2^2)^2 (e^{-k_2 a} - e^{k_2 a})^2 + 16k_1^2 k_2^2} \quad (10)$$

由于普朗克常数  $h$  的量级为  $10^{-34}$ , 所以  $k_2 a \gg 1$ 。则(10)式简化为

$$T = \frac{16k_1^2 k_2^2}{(k_1^2 + k_2^2)^2} e^{-k_2 a} \quad (11)$$

这里  $T$  不可能为 0, 说明一定高度和宽度的势垒, 都有透射波存在, 除了当  $a \rightarrow \infty$  时, 有  $T \rightarrow 0$ 。实际这种情况是不可能达到的。

综上所述不难看出, 对于电离辐射防护, 我们不能一味追求低剂量, 而是要以合理的代价取得最佳的防护效果, 这也正是辐射防护最优化所追求的。

### 参考文献:

- [1] 史斌星. 量子物理[M]. 北京: 清华大学出版社, 1982: 15-83.
- [2] 邓槐春. 放射卫生防护与管理[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1994: 50-79.

(收稿日期: 2004-12-13)