

## 【问题讨论】

## 对我国电磁辐射防护标准的几点建议

李莹<sup>1</sup>, 刘学成<sup>2</sup>

中图分类号: X837 文献标识码: C 文章编号: 1004-714X(2005)02-0157-02

随着我国科学技术的飞速发展, 电磁辐射设备生产和应用日益增多, 环境电磁场的种类和强度空前增长, 为了保护环境与广大电磁辐射从业人员的身体健康, 制定出切实可行的科学合理的电磁辐射防护标准具有重要的现实意义。卫生部先后颁布了高频(0.1 MHz~30 MHz)、超高频(30 MHz~300 MHz)、微波(300 MHz~300 GHz)、工频(50 Hz)和环境电磁波五项卫生标准; 机械电子行业制定了《微波和超短波通信设备辐射安全要求》。国家环境局发布了《电磁辐射防护规定》, 这些标准的贯彻实施在保护人民身体健康、降低作业场所和环境中的电磁辐射水平上起了很好的作用。近年来, WHO 将电磁辐射粗略地分为静(0 Hz)、极低频(0~300 Hz)、中频(300 Hz~10 MHz)和射频(10 MHz~300 GHz)4 种类型, 其中射频包括了我们的过去所说的超高频和微波及部分高频频段。1998 年 WHO 又推荐采用国际非电离辐射防护委员会(ICIRP)的《时变电场、磁场和电磁场暴露限值导则》(简称 ICNIRP 导则)。鉴于上述情况, 我国有关专家<sup>[1]</sup>也建议修订我国电磁场暴露标准, 作为标准实施的基层劳动卫生工作人员, 在热切盼望全新的电磁辐射防护标准早日颁布的同时, 也愿意就现行标准和标准的修订提一些看法, 以供参考。

## 1 我国现行的电磁辐射防护标准及其特点

我国现行的电磁场卫生标准主要由卫生部制定和发布, 其中有《作业场所高频电磁场职业接触限值》GB18555-2001、《作业场所超高频辐射卫生标准》GB10437-89、《作业场所微波辐射卫生标准》GB10436-89、《作业场所工频电场卫生标准》GB16203-1996、《环境电磁波卫生标准》GB9175-88。机械电子工业部制定和发布了《微波和超短波通信设备辐射安全要求》GB12638-90, 国家环境保护局也制定了《电磁辐射防护规定》GB8702-88。机电部的标准与卫生部相应标准在所使用的单位和数值上是一致的, 在某种程度上说, 是卫生部标准在通信行业上的具体体现, 因此, 把他们归为一类, 简称之为“卫生标准”。环保局标准(以下简称“环保标准”)与卫生标准差别较大, 我们视为二者有如下特点。“卫生标准”的特点: 在标准制定的依据上既考虑了电磁辐射的致热作用, 也考虑了它的非致热作用。标准中的规定基本上是容许水平的概念。标准中的单位主要采用场强与功率密度, 并对平面波条件下的场强与功率密度的换算关系写入标准的正文或附录中。标准的规定清楚明确, 在实际应用中具有较好的可操作性, 便于实施执行。“卫生标准”分别对工频、高频、超高频、微波作了规定, 但超高频和微波的卫生标准基本是一个数值。对工频只规定了电场标准, 缺乏磁场标准。环保标准采用限值的概念, 认为“限值”是可以接受的防护水平的上限, 强调了“可合理达到尽量低”的原则。标准中基本限值采用比吸收率(SAR)单位, 导出限值采用场强和功率密度单位。导出限值规定偏宽偏高, 又不够具体, 使人觉得繁琐而不明确。对 SAR 与场强、功率密度间关系缺乏说明, 使人无法理解各单位间的联系和衔接, 因而可操作性差, 在实际中不易实

施执行。“卫生标准”与“环保标准”差异较大, 规定的限值也不一致, 在一定程度上造成了各应用单位的无所适从, 执行上的混乱, 在制定新的电磁辐射标准时上述情况必须改变。

## 2 对修订电磁辐射防护标准的几点建议

由于 WHO 对电磁辐射提出新的分类方法, 推荐 ICNIRP 导则, 我国电磁辐射防护标准存在分立不协调状态, 所以, 新的标准制定势在必行<sup>[1]</sup>。对此, 提出以下几点建议。

(1) 为了协调统一, 建议卫生、环保部门携起手来, 共同制订一个统一的新的电磁辐射防护标准。

(2) 现有的超高频、微波辐射卫生标准数值是相同的, WHO 又将该频段电磁辐射统称之为射频, 所以这两个标准(也包括通信设备的微波和超短波标准)应合并在一起。

(3) 鉴于我国和世界各国关于电磁辐射非致热效应的研究成果<sup>[2]</sup>, 制定新标准的依据既要考虑致热作用, 也要考虑非致热的效应。我国学者认为<sup>[3]</sup>, ICNIRP 导则是基于短时即刻电磁暴露产生的已知健康危害效应制定的, 没有考虑低强度电磁场长期暴露的可能效应, 对于非热效应不作为限值设定的依据及对于低频段电磁场效应认识的片面性等, 认为该导则不符合我国预防为主方针, 不能充分保护人民身体健康, 因而不宜直接采用 ICNIRP 导则。而应基于我国的科学研究成果和实际情况, 制定一个符合我国国情, 既科学合理又有实际可操作性的全新的电磁场卫生标准。我们认为, 这种看法是正确的。

(4) 在标准中应引入诸如“限值”、“可合理达到尽可能低”等原则和概念。限值不同于最高容许水平, 它不是安全与危害的界限, 它只是可以接受的防护水平的上限, 限值是应不超过的, 我们应当按照技术、经济条件, 做到使危害达到尽可能低的水平, 限值给予我们更加广阔的防护空间。任何一种职业危害的绝对安全是不易实现的, 但把危害控制到可以接受的水平是可能的, 也就是达到可以接受的防护水平。从这个观点看, “限值”是客观的、现实的, 引入“限值”这个概念是合适的。

(5) 过去在标准中通常采用场强、功率密度等物理量, 但理论和实践证明, 生物体对电磁辐射能量的吸收量、吸收速率及体内电磁场的分布与外界的辐射强度不存在简单的比例关系。为此, 引入表示生物体每单位质量吸收的电磁辐射功率的比吸收率(SAR), 这是一个很大的进步。但是测量上的困难限制了它的使用, 不过, 已有一些人介绍了它的测量方法<sup>[4,5]</sup>。SAR 的定量方法包括实际测量和理论计算。实测大致可分为电测与热测两类。电测是测量生物体内(模型或动物活体)的电场 E, 可算得 SAR。

$$SAR = \sigma E^2 / 2\rho$$

式中: SAR 为比吸收率(W/kg),  $\sigma$  为电导率(S/m);  $\rho$  为密度(kg/m<sup>3</sup>)。

利用红外线热像仪可较理想地测出被辐射体内温度分布。测量短时间照射后温升也可算得 SAR。

$$SAR = \frac{\Delta T}{\Delta t} \cdot C$$

式中:  $\Delta T$  为温度的增量(°C);  $\Delta t$  为照射时间(S); C 为比热容量(J/kg·°C)。理论计算是对简化了的生物体模型用解析法和数值法进行复杂计算。在实际使用中可根据被辐

作者单位: 1 锦州市疾病预防控制中心, 辽宁 锦州 121001

2 锦州市卫生监督所

作者简介: 刘莹(1964-), 女, 辽宁凌海人, 主管技师, 从事劳动卫生工作。

射对象的大小、场的频率、极化方向以及功率密度,由有关剂量手册曲线中查得 SAR。

对作业场所中工作人员的 SAR 测量只能借助模型来进行,放射卫生中的“标准人”和体模是可以借鉴的。即使如此,这种测量也需要昂贵的设备和繁杂的操作。这种测量在广大执行标准的基层单位(包括市级单位)是难以实现的,应该寻求更简便的测试方法。最好事先做一些条件试验,能够从现场所测的场强或功率密度推算出人体的比吸收率。这样就可为标准引入 SAR,实现标准的可操作性创造条件。标准是要贯彻执行的,标准不能在实际工作中实施就失去了标准的意义。因此,标准的可操作性,在实际工作中能否贯彻执行就具有重要意义,在标准制定时必须认真注意这一问题。如果在标准中引入比吸收率这一概念,在标准附录中应注明测试方法,而这种测试方法应简便到使基层工作人员也能较易掌握和实施。

参考文献:

[ 1 ] 许正平, 姜槐. 电磁场健康风险评估和标准制定势在必行 [ J ]. 中华预防医学杂志, 2004 38( 1 ): 3-4.

[ 2 ] 王德文, 彭瑞云. 电磁辐射的损伤与防护 [ J ]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2003 21( 5 ): 321-322.

[ 3 ] 许正平, 姜槐. 对确定中国电磁场暴露限值依据的探讨 [ J ]. 中华预防医学杂志, 2004 38( 1 ): 58-61.

[ 4 ] 赵宗群. 射频辐射及微波的卫生标准的研究 [ J ]. 工业卫生与职业病, 1989 15( 2 ): 119-121.

[ 5 ] 王簃兰, 刚葆琪. 现代劳动卫生学 [ M ]. 北京: 人民卫生出版社, 1994 442-448.

[ 6 ] 陈金元, 王长清. 人体电磁剂量学的发展与现状 [ J ]. 电子学报, 1990 18: 109.

(收稿日期: 2004-08-23)

【工作报告】

366 例放射工作人员眼晶状体调查分析

张元军

中图分类号: R816.98 文献标识码: D

濮阳市放射工作人员受照剂量逐年降低<sup>[1]</sup>,为了解低剂量电离辐射对放射工作人员眼晶状体的影响,2003 年,我们对 366 名放射工作人员进行了眼晶状体调查。

1 调查对象与方法

1.1 对象 放射工作人员 366 人为放射组,最小年龄 19 岁,最大年龄 59 岁,平均年龄 40 岁;无射线接触史人员为对照组,最小年龄 18 岁,最大年龄 55 岁,平均年龄 38 岁。两组均无引起白内障的全身及眼部疾病,无化学毒物接触史。经统计学分析,两组年龄结构比较,差异无显著性。放射组工龄最短 5 个月,最长 38 a。工种为医用 X 射线诊断、放疗与核医学、工业 X 射线探伤、工业放射源应用等。

1.2 方法 首先询问职业史和病史,检查裸眼视力及矫正视力,由眼科医师指测眼压正常后,用 2% 新福林溶液扩瞳,用检眼镜检查眼底,在裂隙灯显微镜下详细检查眼晶状体,有混浊时描绘其位置及形态。

2 结果

2.1 放射组与对照组眼晶状体检查结果(表 1) 两组晶状体混浊检出率的差异有非常显著性( $P<0.005$ )。

表 1 放射组与对照组眼晶状体检查结果

组别	调查人数	晶状体混浊例数	检出率(%)
放射	366	151	41.26
对照	89	2	2.25

2.2 放射组不同工种眼晶状体检查结果(表 2) 各工种晶状体混浊检出率之间差异无显著性( $P>0.1$ )。

表 2 不同工种眼晶状体检查结果

工种	调查人数	晶状体混浊例数	检出率(%)
医用 X 射线	285	116	40.70
放疗与核医学	22	9	40.91
工业 X 射线探伤	38	18	47.37
工业放射源应用	21	8	38.10

2.3 放射组不同工龄组眼晶状体检查结果(表 3) 15 a 以上工龄组晶状体混浊检出率明显高于 0~15 a 工龄组,两组差异有显著性( $P<0.05$ )。

表 3 放射组不同工龄组眼晶状体检查结果

放射工龄(a)	调查人数	晶状体混浊例数	检出率(%)
≤15	213	70	32.86
>15	153	81	52.94

2.4 放射组晶状体混浊的形态表现 密度稍增高 65 例,占 43.05%;针尖样、细点状或点状混浊 61 例,占 40.40%;片状混浊 15 例,占 9.93%;树枝状混浊 5 例,占 3.31%;条状混浊 3 例,占 1.99%;楔状混浊 2 例,占 1.32%。

2.5 放射组晶状体混浊的发生部位 多在赤道部,次为前囊下,后囊下最少。有 6 例晶状体混浊发生在后极后囊下皮质,细点状混浊 5 例,树枝状混浊 1 例,放射工龄均在 15 a 以上,占放射组调查人数的 1.64%。

3 讨论

眼晶状体是电离辐射损伤的敏感器官之一,电离辐射对眼晶状体的损伤主要表现为晶状体混浊,始发于后极后囊下皮质。本次调查发现,放射组发生晶状体混浊的可能性明显高于对照组,且 15 a 以上工龄组明显高于 0~15 a 工龄组;但眼晶状体混浊的发生部位大多不在后囊下。我们认为电离辐射对晶状体混浊的发生可能有一定影响,且随工龄延长而增加。

诊断放射性白内障,受照累积剂量应在 2 Gy 以上(含 2 Gy),经过一定时间的潜伏期,晶状体开始混浊,具有放射性白内障的形态特点,并排除其他非放射性因素所致的白内障<sup>[2]</sup>。本次调查发现,有 6 例晶状体混浊的发生位置和形态特点近似放射性白内障,占放射组调查人数的 1.64%。

参考文献

[ 1 ] 刘红卫. 1996~2000 年濮阳市放射工作人员个人外照射剂量水平与评价 [ J ]. 河南预防学杂志, 2001, 12( 5 ): 276~277.

[ 2 ] GBZ95—2002 放射性白内障诊断标准 [ S ].

(收稿日期: 2005—03—08)