

雷达部队电磁辐射对作业人员神经行为功能的影响

邓朝晖, 龚茜芬, 余争平, 张彦文, 王虚步, 李彩霞, 安晓静, 徐 庆, 裴莉萍, 陈纯海, 郭 彦, 许商成

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2008)01-0136-02

【摘要】 目的 评价雷达部队作业环境电磁辐射对作战人员情感状态和神经行为的影响并提出相应的防护策略。方法 采用问卷调查进行自觉症状调查。采用神经行为核心测试组合(NCTB)的 POMS量表和神经行为功能综合测试仪对辐照人员和对照组进行调查测试。结果 辐照组明显感到视觉疲劳; POMS量表中辐照组疲惫感明显增加; 目标追踪实验辐照组总的打点数( $\chi^2=6.808$   $P<0.05$ )显著小于对照组。左右手交叉实验总次数辐照组显著小于对照组( $\chi^2=14.820$   $P<0.01$ )。结论 电磁辐射对职业人群的心理状态、手部作业能力和作业效率产生明显影响。

【关键词】 雷达部队; 电磁辐射; 神经行为

The Effect of Environment Factors of Radar Army on Neurobehavioral Function of Military Task Population DENG Zhao-hui, GONG Qian-fen, YU Zheng-ping et al. Department of Occupational Hygiene, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China

【Abstract】 Objective To evaluate the effect of the electromagnetic irradiation of radar army on neurobehavioral function of military task population. Methods 40 workers exposed to electromagnetic irradiation and 20 controls were investigated with questionnaire survey. Profile of mood state and some other neurobehavioral function tests. Results Of all the rational symptoms, visual fatigue is more obvious in the irradiation group and fatigue of POMS form of irradiation group have significant increased. The sum of the pursuit aiming test and the second self-intercrossing test have obvious decreased. Conclusion The mood state, hand operation ability and work efficiency in occupational people are affected by electromagnetic irradiation.

【Key words】 Radar Army; Electromagnetic Irradiation; Neurobehavioral

现代战争正在迅速走向信息化, 雷达和电子对抗作业是信息化战争的重要组成部分<sup>[1]</sup>。雷达预警与目标指示技术以及先进的电子对抗技术在争夺信息优势、夺取制信息权方面具有重要作用, 成为决定战争胜负的关键因素之一。由于指挥自

基金项目: 第三军医大学校管课题(2006年), 中国工程物理研究院科学技术发展基金(2007年 B10001)

作者单位: 第三军医大学预防医学院劳动卫生学教研室, 重庆 400038

作者简介: 邓朝晖(1973~), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 微波生物效应。

动化手段在信息化战争中的地位作用突出, 武器操作人员的作业能力和作业效率显得尤为重要。

笔者通过对某雷达部队官兵进行问卷调查、神经行为功能检测, 来评价雷达、电子对抗作业环境中电磁辐射对操作员作业能力和作业效率的影响并提出相应的防护策略和解决方案。本研究对保障作战人员作业效能, 提高部队战斗力有重要意义。

2.3 统计学方法 数据用 SPSS 10.0 统计分析, 组间比较采用检验, 结果用“ $\bar{x} \pm s$ ”表示。

表 1 宿主接种  $S_{180}$ 、 $U_{14}$ 、 $H_{22}$  后瘤重的比较

瘤株	n (只)	KM 瘤重(g)	KM-HL 瘤重(g)	KR 瘤重(g)
$S_{180}$	10	1.24±0.09	1.05±0.07	1.09±0.12
$U_{14}$	10	1.28±0.07	0.98±0.06	1.21±0.10
$H_{22}$	10	1.31±0.12	1.16±0.20	1.08±0.14

表 2 KM-HL 鼠辐照后的血液和体重受损情况

组别	n	白细胞 ( $\times 10^9/L$ )	体重增长(g)	DNA(A/只)
对照组	6	5.843±0.750	2.16±1.20	0.905±0.071
照射组	6	0.336±0.136 <sup>1)</sup>	-2.60±1.07 <sup>1)</sup>	0.196±0.115 <sup>1)</sup>

注: 1) 和对照组比,  $P<0.01$ 。

表 3 KM-HL 鼠辐照后造血系统受损情况表

组别	n	骨髓有核细胞 ( $\times 10^6/ml$ )	脾指数(mg/g)	脾结节
对照组	6	15.686±1.258	5.030±0.800	0.000±0.000
照射组	6	0.196±0.115 <sup>1)</sup>	0.865±0.170 <sup>1)</sup>	0.100±0.316

注: 1) 和对照组比,  $P<0.001$ 。

表 4 KM-HL 鼠辐照后免疫指标下降及肝受损表

组别	n	胸腺指数(mg/g)	肝脏重(g)
对照组	6	2.011±0.435	1.462±0.179
照射组	6	1.193±0.307 <sup>1)</sup>	0.796±0.136 <sup>1)</sup>

注: 1) 和对照组比,  $P<0.01$ 。

3 讨论

实验动物在生命科学领域内, 在药效学研究和抗肿瘤药物的筛选中都具有广泛的意义, 对于实验动物的鉴定需要积累大量的实验数据, 本课题研究了 KM-HL 鼠对肿瘤细胞、对射线的敏感性, 用以说明使用 KM-HL 鼠的广泛意义所在。直接取原癌液接种于 KM-HL 鼠的腹腔内形成腹腔瘤液或是将原液稀释后接种于 KM-HL 鼠右上肢腋下的皮下肿瘤都能生长得很好, 说明宿主 KM-HL 鼠对肿瘤细胞很敏感, 无排斥性; 当 KM-HL 鼠受到辐照后, 免疫系统、血液、造血系统等几项生理指标都有所下降, 并显示差异有显著性( $P<0.01$ ), 表明<sup>137</sup>Cs- $\gamma$ 射线对 KM-HL 鼠可造成免疫功能低下, 因此该鼠可作为抗肿瘤药物的筛选和提高免疫功能药效学研究的实验用鼠。

参考文献:

[1] 科学时报, 2004年 4月 4日。

[2] 沈秀, 周则为, 王映兰, 等. 近交系 KM-HL 鼠白细胞减少症模型的建立[J], 中国辐射卫生, 2008 16(2): 140-141.

[3] 李仪奎, 王钦茂, 周金黄, 等. 中药药理实验方法学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1991 6: 512.

[4] 徐叔云, 卞如濂, 陈修, 等. 药理实验方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994 1-1424.

(收稿日期: 2008-01-02)

1 材料与方法

1.1 对象 某雷达站全体官兵共 40人,均为男性,年龄 19~37岁,工龄 1~19<sup>a</sup>。官兵的生活、工作区都落在天线辐射负瓣范围内,所有人员全部接受辐射,暴露平均时间为:夏天 10 h/d 冬天 6 h/d。因工作岗位不同,在作业过程中接触微波辐射的情况完全不同。以工作岗位将雷达站官兵分为重辐照组、轻辐照组。对照组为某炮兵部队官兵 20人,均为男性,年龄 19~25岁,无微波接触史。

1.2 工作环境微波漏能强度 用国产 H-2A型全向智能场强仪(武汉)测试环境微波辐照强度。该雷达站有两台雷达,其峰值功率分别为 20kW 和 90kW。雷达站官兵工作、活动场所电磁辐射的峰值功率密度分别为岗哨: 1.5 μW/cm<sup>2</sup>, 房舱: 7.7 μW/cm<sup>2</sup>, 油机舱: 9.5 μW/cm<sup>2</sup>, 食堂: 1.4 μW/cm<sup>2</sup>, 训练楼: 4.7 μW/cm<sup>2</sup>, 宿舍: 2.4 μW/cm<sup>2</sup>, 操场: 2.5 μW/cm<sup>2</sup>, 指挥室: 4.2 μW/cm<sup>2</sup>。

1.3 检测方法

1.3.1 情感状态测试 应用世界卫生组织推荐的神经行为为核心测试组合(NCIB)中的情感状态测试问卷(ROMS)对调查对象的情感状态进行测试,以各项的得分高低来判断。

1.3.2 数字译码实验 以各种图形符号代表从 0~9的各个数字,在被试者默记预演后,在 90 s时间内让被试者将各符号

相对应的数字迅速写出,并根据错和对的符号数求百分比,即可反映出译码的准确、错误率。以辐照组与对照组译码得分进行比较。

1.3.3 目标追踪实验 调查表上为一连串、有适当间隔的小圆圈,预演后在 60 s时间内以最快速度用笔在圆圈中加点,点在圆圈中为对,点在圆圈外或压圆线为错,共测 2次,据此可统计出追踪的正确点数。

1.3.4 倒背数实验 本实验连续按对 2次记 1分,最高分为 9分。

1.4 统计学方法 用 SPSS1.0统计软件进行 Kruskal-Wallis H检验、χ<sup>2</sup>检验,数据用( $\bar{x} \pm s$ )表示。

2 结果

2.1 自觉症状 自觉症状包括头痛、头昏、嗜睡、失眠、多梦、记忆减退、易疲劳、易激动、耳鸣、视觉疲劳、听力下降、心慌、胸闷、食欲减退。经过 χ<sup>2</sup>检验统计,辐照组耳鸣和视觉疲劳与对照组差异有显著性(P<0.05)。

2.2 情感状态测试 问卷中 T-紧张-焦虑, D-忧郁-沮丧, A-愤怒-敌意, F-疲劳-惰性, V-有力-好动, C-慌乱-困惑。其中 T D A F C是负性情绪因子; V是正性情绪因子。结果中只有 F一项辐照组与对照组差异有显著性(χ<sup>2</sup>=9.591, P<0.01),表明辐照组有明显的疲劳感。

表 1 情感状态测试得分结果( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	T	D	A	V	F	C
对照	20	13.65±5.95	19.35±11.7	14.1±7.89	15.15±6.95	5.8±4.02	11.75±4.01
轻度接触	25	9.60±5.48	14.12±9.59	11.88±7.90	17.32±8.15	6.92±4.46 <sup>1)</sup>	10.2±4.65
重度接触	15	10.27±6.65	12.40±9.77	9.87±7.44	19.07±6.92	11.2±5.85 <sup>1)</sup>	9.07±4.00

注: 1)与对照组相比 P<0.01

2.3 神经行为实验 结果中,数字译码实验辐照组得分与对照组差异无显著性。目标追踪实验辐照组总的打点数(χ<sup>2</sup>=6.808, P<0.05)显著小于对照组。左右手交叉实验总次数辐照组显著小于对照组(χ<sup>2</sup>=14.820, P<0.01)。倒背数实验辐

照组与对照组相比差异无显著性。视觉反应时实验辐照组与对照组正确率差异无显著性。听觉反应时实验辐照组正确率明显好于对照组(χ<sup>2</sup>=7.614, P<0.05)。

表 2 接触组与对照组神经行为功能得分( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	数字译码	目标追踪 (正确)	左右手交叉 (总次数)	倒背数实验	视觉反应时 (准确率)	听觉反应时 (准确率)
对照组	20	27.3±20.08	132.4±19.3	90±0	2.6±1.8	98.33±4.65	66.2±23.0
轻度接触组	25	36.7±19.46	127.7±13.3 <sup>1)</sup>	87.3±9.5 <sup>2)</sup>	3.4±1.5	99.87±0.67	82.00±14.88 <sup>1)</sup>
重度接触组	15	39.2±19.04	114.7±23.2 <sup>1)</sup>	86.5±13.7 <sup>2)</sup>	2.9±1.8	98.89±2.41	82.7±18.8 <sup>1)</sup>

注: 与对照组相比, 1) P<0.05 2) P<0.01

3 讨论

雷达部队战士接触电磁辐射具有“剂量高、时间长”等特点。以往研究业已证明电磁辐射引起中枢神经和植物神经系统的功能障碍,主要表现为头昏、乏力、睡眠障碍、记忆力减退等症状<sup>[1]</sup>。本研究中证实在电磁辐射长期作用会导致视觉系统的损伤。

神经行为功能测试是反映神经系统亚临床改变的合适指标,主要用于生产现场的职业人群调查<sup>[2]</sup>。本实验采用了 NCIB系统中的三项及其他指标。情感状态测试用于评价职业接触危害因素所致神经改变; 数字译码主要测试视觉感知、记忆、模拟学习及手部反应能力; 目标追踪测试手部运动速度和准确性; 倒背数实验主要反映即时记忆力和注意力集中程度; 听觉反应时和视觉反应时实验主要测试听、视觉感知及记忆能力。在具体调查过程中,采取测试前认真讲解测试目的、在安静无人打扰的房间内进行测试、使用标准指导语、使用统一的测试工具和表格等措施保证结果的客观性和代表性<sup>[3]</sup>。

本实验结果表明环境电磁辐射使操作人员产生疲惫感,导致他们的即时记忆力和注意力集中程度以及手部运动速度和准确性明显下降。提示电磁辐射对职业人群的心理状态、手部作业能力和作业效率产生明显影响。这一结果与张彦文等人研究中发现的都市环境电磁辐射对部分青少年心理运动稳定性、手部

运动速度可能有一定的影响的结论相符<sup>[4]</sup>。但是本研究中听觉反应时这一项测试指标辐照组准确率反而好于对照组,与以往结论相矛盾。可能是由于听力对噪声等环境因素更敏感。

本实验表明应加强对雷达部队操作员的电磁辐射个人防护措施,减少操作员在房舱内连续作业时间,增加工间休息和锻炼,对其心理状态要进行适当干预,从而起到保护作业人员健康和提高作业效率的目的<sup>[5]</sup>。

参考文献:

[1] ANDREA JA D, CK CHOU, JOHNSTON SA, et al. Microwave effects of the nervous system[J]. Bioelectromagnetics Supplement, 2003, 6: 107-147.  
[2] 梁有信, 陈自强. 情感状态测验及评试方法[J]. 工业卫生与职业病, 1990, 16(3): 136-140.  
[3] 范建成. 万吨列车司机神经行为功能状态的调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2007, 25(3): 159-160.  
[4] 张彦文, 张广斌, 田伟, 等. 都市环境电磁辐射对青少年神经行为的影响[J]. 中国公共卫生, 2004, 20(12): 1442-1443.  
[5] 马菲, 熊鸿燕, 张耀, 等. 高强度电磁辐射对军事作业人员神经行为功能影响的流行病学调查[J]. 第三军医大学学报, 2004, 26(22): 2048-2050.

(收稿日期: 2007-12-07)