DOI:10.16016/j.1000-5404.2004.22.027
第26卷第22期 第三军医大学学报 Vol. 26, No. 22
2048 2004年11月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Nov. 2004

论著

文章编号:1000-5404(2004)22-2048-03

高强度电磁辐射对军事作业人群神经行为功能影响的流行病学调查

马 菲[1],熊鸿燕[1],张 耀[1],张晓民[1],马 峰[2],杨川莉[2],胡小兵[2] (1第三军医大学预防医学院流行病学教研室,重庆 400038;2成都军区疾病预防控制中心,成都 610021)

提 要:目的 了解高强度电磁辐射军事作业人群的环境暴露现状及神经行为变化。方法 以成都军区某部队人群为调查对象,采用全向智能场强仪和噪声统计分析仪对军事作业现场的不同电磁辐射源和操作位环境进行漏能测试和噪音测试,观察作业环境的电磁污染和噪音污染现状;同时对高强度电磁辐射的暴露组和非暴露组人群进行现场问卷调查和神经行为功能测试。结果 作业场所的平均功率密度在1.1~21.2 mW/cm^2,日累计照射剂量在(4.95~95.4) mWh/cm^2。神经行为测试中情感状态项中的紧张-焦虑(T)、疲惫-惰性(F)、困惑-迷茫(C)的得分明显高于非暴露组;目标追踪的正确点数、总点数和数字译码得分显著低于非暴露组。结论 该部队作业环境的电磁辐射强度已严重超出健康标准,作业人群情感行为和动作行为发生明显障碍,非常有必要及时采取有效的防护措施。

关键词:电磁辐射;环境监测;神经行为;流行病学调查
中图法分类号:R195.1;R594.8 文献标识码:A

Epidemiological investigation of effects of high intensity electromagnetic radiation on neurobehavioral functions of military task population

MA Fei[1], XIONG Hong-yan[1], ZHANG Yao[1], ZHANG Xiao-min[1], MA Feng[2], YANG Chuan-li[2], HU Xiao-bing[2] ([1]Department of Epidemiology, College of Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038; [2]Center for Diseases Control and Prevention, Chengdu Military Area Command, Chengdu 610021, China)

Abstract: Objective To survey the current conditions of military task population exposed to high intensity electromagnetic radiation (HER) and the effects of HER on their neurobehavioral functions. Methods The subjects were the military task population who serve in Chengdu. The field intensity indicador and noise analyzer were employed for the examination of the electromagnetic energy intensity and noise value at the working sites of the military task population. In addition, questionnaires and neurobehavioral core test battery (NCTB) were used to examine the subjects exposed to HER and the controls. Result At the spots of military task performance, the average electromagnetic power-density was about 1.1—21.2 mW/cm^2; the cumulative electromagnetic power density was about 4.95—95.4 mWh/cm^2 daily. Compared with those of the controls, the scores of some affective state items, such as tension-anxiety (T), fatigue-inertia (F), and confoundness-haziness (C) of the testees were higher, but the scores of some behavioral items, such as right scores, total scores, and figure coding number were lower. Conclusion The electromagnetic power density in the environment of the military task performers investigated is dangerously higher than the level of national hygiene standard. Task performers under such environment should be properly protected.

Key words: electromagnetic radiation; environmental monitoring; neurobehavior; epidemiological investigation

近年来,随着电子和信息技术的迅猛发展,通讯设备和电子产品已广泛应用于广播、通讯、军事、医疗等科学领域。我军为迎接以高新武器为竞争条件的国际军事斗争,也开始装备和应用某些新型电子武器。随着电磁辐射在军事和社会生活诸多领域日益广泛运用,其危害也日益凸现。高频电磁场作为军事作业环境辐射暴露的主要频段对军事作业人员健康的影响得到日益重视。据文献[1]报道,接触者在高频电磁场的长期作用下,将发生中枢神经系统机能障碍和副交感神经紧张为主的植物神经系统功能失调的相关症状。为明确认识这些问题,及时为部队电磁辐射的职业暴露人群的健康提出针对性防护对策和措施,我们于2004

作者简介:马 菲(1978—),男,吉林省长春市人,硕士研究生,医师,主要从事流行病学和卫生统计学方面的研究。电话:(023)68752286
通信作者:熊鸿燕,电话:(023)68752287
收稿日期:2004-07-21;修回日期:2004-09-10

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

年5月上旬对成都军区某部队进行了相关流行病学方法调查, 对作业环境电磁污染、作业人群的神经行为, 心理健康, 机体免疫水平及血液细胞结构与功能的变化特点进行了观察和分析。本研究就环境电磁污染调查结果和人群神经行为功能的相关测定进行报告。

1　对象和方法

1.1　对象

以成都军区某部队电磁干扰军事作业人群为对象, 选取在调查前连续 3 个月以上未脱离电磁干扰作业环境、雷达操作和维修人员 150 人作为暴露组。同时, 在临近部队选择性别相同, 年龄、军龄相近, 文化程度相近, 工作强度一致, 但不暴露在高强度电磁场的后勤人员 150 人(通讯兵)作为对照人群。

1.2　调查内容与方法

1.2.1　作业环境污染检测　　以电磁干扰车和雷达设置位为中心点, 采用 H-2A 型全向智能场强仪(杭州爱华电子研究所制造)对电磁辐射功率密度进行测试, 间隔 5 m 为一测试点。每个测试点每间隔 1 min 测试 1 次, 连续测量 5 次取平均值即为有效值。同时, 采用 AWA6218A 噪声统计分析仪(武汉宇信科技开发有限公司)对环境噪声进行了监测。其测定点和测定次数同电磁辐射强度测定方法。此外, 我们还通过对作业人员进行询问和对雷达运行的观察了解相关雷达发射的电磁波段和性能。

1.2.2　问卷调查　　根据流行病学调查表的设计原则, 结合电磁辐射与健康损害的相关知识, 设计调查表。调查指标包括一般情况(年龄、军龄、接触工龄、电磁暴露时间、军种、文化程度、工作强度、自觉症状、家庭一般情况及个人习惯等), 调查表设计完成后经过预备试验调查进行分析和改进。在调查前对参加调查人员进行培训, 认明确调查目的, 掌握方法, 统一操作技术; 进行人群调查时, 采用座谈方式, 作好被调查者的思想工作, 使积极、认真参加调查, 以提高调查的顺应性和结果的可靠性。

1.2.3　神经行为功能测试　　采用世界卫生组织推荐的神经行为核心测试方法(WHO-NCTB)进行神经行为测定[2], 测定指标主要包括情感状态特征(含紧张-焦虑、抑郁-沮丧、愤怒-敌意、疲劳-惰性、有力-好动、慌乱-困惑)、数字译码、目标追踪等 3 项。测试工具表由我院劳动卫生学教研室提供。测试在经过统一培训的调查员(导语、态度、方法一致)指导、协助下进行。按照要求, 保证测试在安静、舒适、无外界干扰、光线充足的环境中进行。凡患有神经系统疾患、视听觉及手部运动障碍和测验前 4 h 服用镇静药、饮酒者, 一律不作测验。资料收集后根据 WHO 推荐评分标准, 评出受试者各项指标测验评分。

1.3　统计学分析

计量资料数据 $\bar{x}\pm s$ 表示, 采用 t 检验、χ^2 检验。

2　结果

2.1　一般情况

高强度电磁辐射组 150 人经过问卷筛查剔除 16 人, 由剩余 134 人构成暴露组; 非暴露组 150 人剔除 21 人, 由剩余 129 人组成最终非暴露组, 两组基本情况比较见表 1 所示。除工种和电磁辐射暴露外, 两组人群的一般特点无显著性差异($P>0.05$)。

2.2　环境污染检测结果

对现场 8 个电磁干扰设备环境的调查和漏能测定显示, 该作业现场可接受到发射频率介于微波、超短波频程范围, 最大输出功率可达 2 500 W, 波型为连续波, 作业场所的平均功率密度在 1.1~21.2 mW/cm^2, 日累积照射剂量在(4.95~95.4)mWh/cm^2, 远远高于国家卫生标准。国家卫生标准(GB043-89)规定, 作业场所微波辐射容许接触限值为: 连续波, 每天 8 h 连续辐射平均功率密度不得高于 50 μW/cm^2, 日剂量不超过 400 μWh/cm^2。非暴露组环境电磁辐射功率密度未检出。

表 1　暴露组和非暴露组人群一般情况比较

Tab 1　Comparison of the general conditions

Investigated index	Group			P
	Exposure(134)	Non-exposure(129)		
Age(year)	22.16±3.11 (17—30)	22.05±3.44 (18—39)	$t=0.11$	>0.05
Cultural Degree				
Junior school	39	38		>0.05
Senior School	72	69	$\chi^2=0.004$	>0.05
College	23	22		>0.05
Type of work	Adjust overhaul monitoring	Rear service		
Length of service (year)	4.36±3.07 (1—13)	4.29±2.97 (3—11)	$t=0.08$	>0.05
Official rank	Soldier	Soldier		
Irradiation exposure time	4-5 hour per day	No exposure		<0.01

2.3　神经行为测试结果

2.3.1　情感状态测试结果　　从表 2 可见, 高强度电磁辐射暴露组与非暴露组相比, 紧张-焦虑(T)、疲惫-惰性(F)和困惑-迷茫(C)3 项得分有显著性差异($P<0.01$), T、F、C 三项得分暴露组显著高于非暴露组。其它要素得分无显著差异($P>0.05$)。

表 2　情感状况得分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab 2　Comparison of the scores of affective states ($\bar{x}\pm s$)

Test item	Group		t	P
	Exposure	Non-exposure		
Tension-anxiety(T)	12.79±6.83	7.14±5.47	2.69	<0.01
Depression-dispiritment (D)	15.65±10.28	14.42±10.84	0.12	>0.05
Anger-hostility(A)	12.98±2.13	12.65±7.755	0.21	>0.05
Vigorous-restless(V)	15.85±9.02	16.49±6.19	0.20	>0.05
Fatigue-inertia(F)	9.52±6.29	8.01±4.79	2.96	<0.01
Confound-hazy(C)	13.35±6.75	6.65±4.75	2.88	<0.01

2.3.2　动作行为测试结果　　从表 3 可见, 高强度电磁辐射的暴露组与非暴露组相比, 目标追踪测试项中的正确点数和总点数以及数字译码项存在非常显著差异($P<0.01$), 暴露组项目得分均显著低于非暴露组。目标追踪的错误数两组比较无显著性差异($P>0.05$)。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表3 神经行为功能测试结果($\bar{x}\pm s$)

Tab 3 Test results of neurobehavioral functions ($\bar{x}\pm s$)

Group	Pursuit Aiming Ⅱ			Digital Symbol Substitution
	Right	Wrong	Total pots	
Exposure group	135.69±26.78	17.71±22.13	152.28±49.67	56.63±9.47
Non-exposure group	146.31±29.38	18.53±26.79	164.55±53.97	60.51±12.03
t	2.94	0.27	1.91	4.1
P	<0.01	>0.05	>0.05	<0.01

3 讨论

随着社会环境和军事斗争形势的变化和发展，军队人群健康危害因素在发生着明显变化。随着高新武器的应用和战斗环境的改变，以电磁辐射、高热、高寒、高原低氧、心理应激障碍等为伤害特点的健康威胁给部队人群健康保障带来新的挑战。其中，高强度电磁辐射对军事作业人员的健康影响和伤害问题已成为部队官兵急切关注的问题。准确了解相关现状，掌握军事作业人群暴露于高电磁辐射的程度和伤害特点对部队战斗力的保障有着重要意义。

国内外相关研究数据显示[3]：在电磁场的长期作用下，人体的生物效应在神经行为方面将发生一系列的变化，如行为功能下降、反应迟钝、焦虑和抑郁情感发生等。本次调查数据显示，我们所调查的成都军区某电子干扰部队作业环境的电磁辐射强度已严重超出健康标准，作业人群在高强度电磁场的长期作用下，出现失眠、头昏、健忘、乏力等非特异性神经症状率很高（另文报告），与非暴露组相比，已发生较严重的情感行为障碍，动作行为也表现出准确度和灵敏度明显降低。这些结果显示：其作业环境的电磁辐射给该人群已造成明显的健康影响，有必要及时争取有效防护措施。

据文献[4]报道：作业人群神经行为功能的改变与环境噪声强度，粉尘、臭氧等化学性有害物质浓度，铅、锰、二甲苯等神经毒性物质，不良气象因素等存在显著关联，为排除本底干扰，结合本次调查环境的特点，我们对影响强度较大的环境噪声进行了监测，测试结果显示：两组所处环境噪声并无显著差异，且同处正常值范围，保证研究因素在两组调查人群中的齐同可比。

WHO-NCTB是目前世界范围内推广的神经行为功能测试方法，对评价职业性危害因素所致神经行为功能改变是极为有效和灵敏的，尤其对识别、评价早期职业损害意义较大[5]。随着医学模式的转变，神经行为及心理因素在疾病的发生和发展中所起的作用越来越重要。应用神经行为功能方法研究低剂量环境因素对人类高级神经活动的影响，已受到国内外学者的日益重视[6]。在受累机体尚未出现明显症状、体征及病理形态学改变时，常通过NCTB的方法，评价环境危险因素对机体神经系统的早期影响。神经行为功能测试作为中枢神经系统早期效应的评价指标已被认为是反映神经系统亚临床损害的灵敏指标[7]。本试验选用了情感状态特征、数字译码和目标追踪3项指标进行人群的行为效应测定，对高强度电磁辐射长期暴露的行为危害进行了初步探索，其所得结论为作业人群健康问题的深入研究提供了依据。

（致谢：本研究得到我校劳动卫生学教研室余争平主任、钟敏副主任及张彦文教授的大力支持和指导，特此致谢！）

参考文献：

[1] Marcus M, McChesney R, Golden A, *et al*. Video display terminals and miscarriage[J]. J Am Med Women Assoc, 2000, 55(2): 84-88, 105.

[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] Wilson B W. Chronic exposure to ELF fields may induce depression[J]. Bioelectromagnetics, 1988, 9(2): 195-205.

[4] Northern California Neurobehavioral Group Inc. Manual for Neurobehavioral Cognitive Status Examination[M]. California Fairfax: Neurobehavioral Group Inc, 2001. 10-90.

[5] Kemerov S, Marinkev M, Getova D. Effects of low-intensity electromagnetic fields on behavioral activity of rats[J]. Folia Med (Plovdiv), 1999, 41(3): 75-80.

[6] 曹兆进，赵晓琳，陶 勇，等. 移动电话手机对神经衰弱症状影响的调查[J]. 卫生研究，2000，29(6)：366-368.

[7] 赵晓琳，陶 勇，曹兆进，等. 移动电话使用者神经行为功能的初步研究[J]. 中国行为医学科学，1999，8(4)：279-281.

（编辑 薛国文）

喜 讯

《第三军医大学学报》荣获**2004**年全军第**4**届医学期刊评比优秀期刊奖。

《第三军医大学学报》荣获**2004**年教育部全国高校优秀科技期刊（**A**类期刊）评比一等奖。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net