

上海市宝山区电焊工人极低频磁场暴露与心理状态现况调查

刘武忠, 胡晓晴, 秦景香, 周敏

摘要: [目的] 评估上海市宝山区电焊工人极低频磁场暴露水平和焦虑、抑郁状况。[方法] 选取宝山区 4 家企业 81 名电焊工人, 采用个体测量仪 EMDEX-LITE 收集 8 h 极低频磁场暴露数据, 调查个人基本信息及当天活动情况, 同时发放焦虑自评量表(SAS)和抑郁自评量表(SDS)进行调查。[结果] 研究对象为男性 67 人、女性 14 人, 年龄 19~53 岁; 工人 8 h 累积暴露量中位数为 15.49 $\mu\text{T}/\text{h}$, 四分位数间距(IQR)为 23.01 $\mu\text{T}/\text{h}$; 35.8% 的被调查工人瞬时暴露中位数高于界点(0.4 μT); 工人极低频磁场平均累积暴露水平明显高于对照人群(高校学生); 所有工人(100%)暴露峰值均出现于电焊作业时; 与国内常模相比, 工人 SDS 总标准分无明显差异, SAS 总标准分明显增高, 但未达到轻度焦虑(抑郁)症的标准; 相关分析显示 SDS 总分与工龄呈正相关($r=0.256$, $P<0.05$)。[结论] 电焊作业与极低频磁场的暴露强度密切相关, 尚不能认为极低频磁场暴露可增加工人焦虑或抑郁症的发生。

关键词: 极低频磁场; 暴露; 电焊工人; 焦虑自评量表; 抑郁自评量表

Investigation on the Exposure Levels of Extremely Low Frequency Magnetic Fields, Anxiety and Depression Status of Welders in Baoshan District, Shanghai LIU Wu-zhong, HU Xiao-qing, QIN Jing-xiang, ZHOU Min (Department of Occupational Health, Baoshan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201901, China)

Abstract: [Objective] To evaluate the exposure levels of extremely low frequency magnetic fields (ELFMF), anxiety and depression status of welders in Baoshan District. [Methods] A total of 81 welders from 4 factories in Baoshan District were chosen. Their data of 8 h exposure to ELFMF being collected by EMDEX-LITE personal samplers. Personal information and activities being collected by the questionnaires. Self-rating anxiety scale (SAS) and self-rating depression scale (SDS) were adopted to evaluate the anxiety and depression status of welders. [Results] The subjects under study were composed of 67 males and 14 females, aged from 19 to 53. The median and interquartile range (IQR) of cumulative exposure levels over 8 h were 15.49 $\mu\text{T}/\text{h}$ and 23.01 $\mu\text{T}/\text{h}$, respectively. Portion of 35.8% welders investigated had a median transient exposure level higher than 0.4 μT . The average cumulative exposure levels of the welders were significantly higher than those in the control population of college students. The peak exposure of all welders was found during welding. There was no significant difference in total SDS standard scores in welders compared with national norms while total SAS standard scores in welders were significantly higher; however, neither of them had reached the criteria for cognition of anxiety (depression). The total SDS standard scores showed a positive correlation with age ($r=0.256$, $P<0.05$). [Conclusion] The results of investigation show that welding work is closely associated with the exposure of ELFMF, and there is no sufficient indication shown this exposure is correlated significantly to the increase of the incidence of anxiety or depression among welders.

Key Words: extremely low frequency magnetic fields; exposure; welder; self-rating anxiety scale; self-rating depression scale

极低频磁场(extremely low frequency magnetic field, ELFMF)为 50 Hz 或 60 Hz 的磁场, 它广泛地存在于职业环境、居住环境和交通环境中。因此, 即使它与不良健康效应仅有较弱的关联也可以成为广受关注的重大公共卫生问题^[1-2]。电弧焊, 俗称电焊, 是利用电能对两个或两个以上的金属焊件加热使之熔合为一体的工艺; 目前电焊作业是公认的可以产生较高 ELFMF

职业环境之一^[2]。国外有研究显示距电焊作业 10 cm 处磁场最高可达 400 μT ^[3], 该值已接近国际非电离无线电保护委员会(International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP)导则建议的职业暴露限值^[4]; 另一方面, 有研究指出, 个体在进行活动时, 其暴露的磁场强度也一直在变化^[5]。因此本调查拟对电焊工人作业过程中 ELFMF 的暴露情况进行初步调查, 并评估电焊工人焦虑及抑郁状况。

[基金项目] 上海市公共卫生优秀青年人才培养计划资助(编号: 08GWQ065)

[作者简介] 刘武忠(1976—), 男, 公共卫生硕士, 主管医师; 研究方向: 职业病管理、建设项目职业病危害评价、车间作业场所职业病危害因素检测与评价; E-mail: lukeliu76@hotmail.com

[作者单位] 宝山区疾病预防控制中心职业卫生科, 上海 201901

1 对象与方法

1.1 对象

选取上海市宝山区有电焊作业的 4 家企业 81 名电焊工人作为研究对象。以瞿军等^[6]测量的某高校学生磁场暴露水平为对照。

1.2 测量仪器

本次调查采用个体测量仪 EMDEX-LITE(美国, Enertech 公司)收集电焊工人动态接触的磁场强度数据,以一定的时间间隔(可根据需要设置为 4 s、10 s、30 s 和 1 min)自动记录调查对象各检测时间点实际接触的磁场强度及对应时间,检测频率为 50 Hz。

1.3 测量方法

本次调查选用的检测时间间隔为最小间隔 4 s。分别选取各电焊工人工作日中的某天作为测试时间,在检测当日早晨 8:00 进行作业之前将测量仪佩戴在工人腰部。每个测量日下午 16:00 工人下班时由 1 名调查者将仪器收齐,通过仪器自备 EMACL2007 数据分析软件将测量数据导出。从测量数据中摘录磁场强度参数:最大值、最小值、均数、中位数(M)、百分位数、累积暴露量($\mu\text{T/h}$)。

1.4 调查问卷

在工人佩戴仪器的同时发放 1 份调查表,内容包括个人基本信息(姓名、年龄、工龄、佩戴仪器的编号等)以及佩戴仪器当天不同时间段内个人的活动情况(包括活动的场所、工作情况以及持续时间)。

随调查表同时发放的还有焦虑自评量表和抑郁自评量表^[7],分别包括 20 个用于评定被调查者主观感受的条目。焦虑自评量表由 ZUNG 编制于 1971 年,抑郁自评量表编制于 1965 年,为美国教育卫生福利部推荐的用于精神药理学研究的量表之一,是由量表协作研究组张明园、王春芳等^[8]于 1986 年对我国正常人 1340 例进行分析修订中国常模。正、反向计分所得总分 $\times 1.25$ 即为标准分,50 分为临界分。标准分 ≥ 50 分提示存在焦虑或抑郁问题^[7]。

1.5 统计分析

在 EpiData 3.1 中建立数据库,将磁场数据和调查表内容录入。使用 SPSS 12.0 软件进行分析。原始磁场暴露水平数据经 Kolmororov-Smirnov 检验,为非正态分布,对累积暴露量进行对数转换,所得变量为正态分布,进行 t 检验;将焦虑与抑郁量表评分结果分别与对应国内常模值进行比较,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

被调查的 81 名电焊工人中男性 67 人,女性 14 人。年龄为 19~53 岁,平均 37.7 岁。工龄最长 32 年,最短 3 个月,平均工龄为 11.2 年。

2.2 暴露水平测量结果

检测结果显示,工人 8 h 瞬时暴露最大值范围为 3.32~131.54 μT , M 为 48.20 μT ,四分位数间距(IQR)为 50.00 μT ;最小值范围为 0.00~0.05 μT , M 为 0.01 μT , IQR 为 0.015 μT ;研究对象个体均数范围为 0.02~29.65 μT , M 为 2.37 μT , IQR 为 3.345 μT ;累积暴露量分布为 0.16~224.68 $\mu\text{T/h}$, M 为 15.49 $\mu\text{T/h}$, IQR 为 23.01 $\mu\text{T/h}$ 。88.9% 的被调查工人瞬时暴露均值 $>0.4 \mu\text{T}$, 35.8% 的被调查工人瞬时暴露 $M>0.4 \mu\text{T}$ 。

2.3 与高校学生累积暴露水平的比较

从对照人群磁场暴露水平测量值中截取 8:00—16:00 的数据,共获得 50 例对照个体数据。2 组暴露水平描述见表 1。将

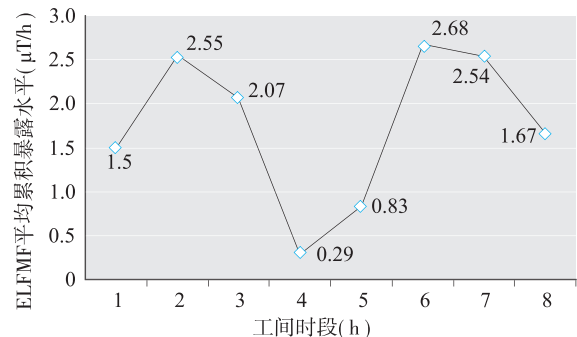
电焊工人和高校学生累积暴露量进行对数变换,获得正态分布、方差齐的两个样本。成组 t 检验分析显示,电焊工人和高校学生 ELFMP 平均累积暴露水平差异有统计学意义,电焊工人 ELFMP 平均累积暴露水平明显高于高校学生($t=-15.03$, $P<0.05$)。

表 1 电焊工人和高校学生磁场累积暴露水平($\mu\text{T/h}$)

人群	M	最小值	最大值	P_{25}	P_{75}
电焊工人	15.49	0.16	224.68	5.64	28.64
高校学生	0.50	0.12	12.87	0.36	0.80

2.4 不同时段累积暴露水平

根据个体测量结果,对不同时段 81 名电焊工人 ELFMP 累积暴露量进行分析。不同时段工人平均累积暴露量呈“M”型变化,即 8:00 上班以后逐渐增高,中午用餐(11:00—12:00)及休息(12:00—13:00)期间平均累积暴露量最低,下午上班后又逐渐增高,13:00—14:00 时段工人平均累积暴露量最高,下班前(15:00—16:00)有所下降,见图 1。



1. 8:00—9:00; 2. 9:00—10:00; 3. 10:00—11:00; 4. 11:00—12:00; 5. 12:00—13:00; 6. 13:00—14:00; 7. 14:00—15:00; 8. 15:00—16:00

图 1 81 名工人各时间段 ELFMP 平均累积暴露水平($\mu\text{T/h}$)

2.5 电焊工人焦虑、抑郁自评量表与国内常模的比较

81 名电焊工人焦虑自评量表总标准分不低于 50 分者 7 例(8.6%),抑郁自评量表总标准分不低于 50 分者 7 例(8.6%);电焊工人焦虑自评量表总标准分明显高于国内常模($P<0.05$),抑郁自评量表总标准分与国内常模相比差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 2 81 名电焊工人焦虑、抑郁自评量表总标准分与国内常模比较

量表	电焊工人($n=81$)	国内常模($n=1388$)	t	P
焦虑自评量表	41.33 $\pm$ 6.26	33.80 $\pm$ 5.90	10.816	0.000
抑郁自评量表	40.96 $\pm$ 4.89	41.85 $\pm$ 10.57	-1.642	0.104

2.6 电焊工人焦虑、抑郁自评量表评分与工龄的关系

分别对工人焦虑自评量表、抑郁自评量表评分与工龄进行 Pearson 相关分析,结果显示,焦虑自评量表评分与工龄的相关系数为 0.161, $P>0.05$;抑郁自评量表评分与工龄的相关系数为 0.256, $P<0.05$ 。

3 讨论

在社会经济迅速发展的今天,电焊作业几乎涉及到所有的工业领域,电焊工人数量急剧上升,电焊作业中的职业危害也日趋突出。除电焊烟尘、氮氧化物、锰、电焊弧光、噪声等

已成为常规监测项目的危害因素外^[9],电焊工人还不可避免地暴露于ELFMF中。伊朗一项研究表明,暴露于动态ELFMF可使电焊工人抗氧化系统受到影响,表现为超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GPX)水平下降,且磁场强度与SOD和GPX水平呈现负相关关系^[10]。FEYCHTING等^[11]2003年发表的文献则认为电焊作业等职业性ELFMF暴露可使阿尔茨海默病发病风险增高。但是,目前国内对电焊工人ELFMF暴露的研究还相对较少,且多为环境布点监测的数据^[12],其磁场频率、强度及来源相对固定,因而不能客观精确地评估个体暴露状况及个体随源距离变化的动态暴露状况。

目前已有多种个体测量仪器应用于磁场暴露评估的研究中,EMDEX LITE便是其中常用的一种个体测量仪,它具有小巧、轻便、易于使用等优点,并且可以精确、动态测量磁场暴露状况,因此在国外已得到广泛应用^[13-14]。本次调查以宝山区有电焊作业的4家企业81名电焊工人为研究对象,以警军等^[6]测量的某高校学生磁场暴露水平为对照,采用EMDEX LITE测量了工人在一个有代表性的工作日内8h动态磁场暴露状况。

本次调查结果显示,工人8h累积暴露量的分布在0.16~224.68 $\mu\text{T/h}$, M 为15.49 $\mu\text{T/h}$,均明显高于对照组高校学生人群。根据个体测量结果及调查问卷,不同时段ELFMF平均累积暴露量不同,电焊作业时较高,而吃饭和午休时则相对较低,临下班前与下午工作时相比又有所下降,推测为下班前电焊作业量下降所致。ELFMF平均累积暴露量随时间变化的趋势进一步说明电焊作业是较高的ELFMF来源。

抑郁自评量表和焦虑自评量表项目简单明了、使用方便、费时少、容易被工人理解,能较好地反映患者是否存在抑郁和焦虑症状,因此是调查工人精神状态的有力工具。其不足之处在于容易受被评估者的态度和动机的影响,难于识别对症状的故意夸大,且只能反映被测者近期情况,受环境变化等因素影响较大,难以准确反映工人稳定的心理健康状况。本调查中,工人焦虑自评量表总标准分明显高于国内常模,抑郁自评量表总标准分与国内常模相比差异无统计学意义。相关分析结果显示,抑郁自评量表分数与工龄呈正相关。根据张明园^[8]提出的标准,焦虑(抑郁)自评量表总分标准分50~62分(含50分和62分)视为有轻度焦虑(抑郁)症,总分标准分>62分视为有严重的焦虑(抑郁)症。因此,本次调查中,8.6%电焊工人有轻度焦虑,8.6%电焊工人有轻度抑郁,无严重焦虑(抑郁)者。且尽管工人平均焦虑自评量表总标准分明显高于国内常模,但尚未超过50分,因此不能认为ELFMF暴露可增加工人焦虑或抑郁。

本调查发现,目前宝山区电焊工人作业时暴露于较高的ELFMF中,且电焊工人焦虑、抑郁评分比普通人群有增高趋势,推测可能与慢性ELFMF接触对皮质胆碱活性产生影响有关^[15]。本次调查利用了EMDEX LITE测量仪对职业人群个体磁场暴露情况进行追踪,获得宝山区电焊工人ELFMF暴露水平的较可靠的第一手资料,并为先前在高校学生中进行的现况研究^[6]提供了补充;但是,受实际操作限制,对工人的采样只集中在8h的工作时间,而不是24h;且由于未能对其他混杂危害因素如噪声、电焊弧光、电焊烟尘等进行控制,工人填写的调查问卷与实际情况之间可能存在偏倚,同时,本次调查

研究对象样本量也较小,因此初步得出的焦虑、抑郁现状也存在一定局限性。今后,我们将在本区选择更加多样化的职业人群,以更加敏感的生物学指标,进一步探讨ELFMF对工人健康的效应。

(志谢:复旦大学公共卫生学院WHO职业卫生合作中心周志俊教授对本课题组给予悉心指导,并对本文进行细心修改,文章撰写过程中也吸取了复旦大学公共卫生学院在读研究生暨君同学的中肯意见,在此一并致以衷心感谢。)

参考文献:

- [1] DEADMAN JE, INFANTE-RIVARD C. Individual estimation of exposures to extremely low frequency magnetic fields in jobs commonly held by women[J]. Am J Epidemiol, 2002, 155(4): 368-378.
- [2] SKOTTE JH, HJØLLUND HI. Exposure of welders and other metal workers to ELF magnetic fields[J]. Bioelectromagnetics, 1997, 18(7): 470-477.
- [3] STUCHLY MA, LECUYER DW. Exposure to electromagnetic fields in arc welding[J]. Health Phys, 1989, 56(3): 297-302.
- [4] Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection[J]. Health Phys, 1998, 74(4): 494-522.
- [5] PATTERSON R, BRACKEN T, ALLDREDGE J. Assessing compliance with 60-hertz magnetic-field exposure guidelines[J]. J Occup Environ Hyg, 2005, 2(2): 77-85; quiz D6-7.
- [6] 警军, 何永华, 常秀丽, 等. 某校学生极低频磁场暴露水平的调查[J]. 环境与职业医学, 2010, 27(10): 594-597.
- [7] 于哲, 房晓军, 张婷, 等. 应用焦虑和抑郁自评量表分析36例骨肉瘤患者的相关心理[J]. 中国临床康复, 2005, 9(48): 39-41.
- [8] 张明园. 精神科评定量表手册[M]. 长沙: 湖南科技出版社, 1993: 35-42.
- [9] 袁伟明, 邹华, 王洁, 等. 电焊作业工人健康状况调查分析[J]. 环境与职业医学, 2009, 26(4): 365-366.
- [10] SHARIFIAN A, GHARAVI M, PASALAR P, et al. Effect of extremely low frequency magnetic field on antioxidant activity in plasma and red blood cells in spot welders[J]. Int Arch Occup Environ Health, 2009, 82(2): 259-266.
- [11] FEYCHTING M, JONSSON F, PEDERSEN NL, et al. Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease[J]. Epidemiology, 2003, 14(4): 413-419; discussion 427-428.
- [12] 陈青松, 晏华, 徐国勇, 等. 50家企业极低频电磁场职业暴露现况调查[J]. 中国职业医学, 2009, 36(1): 27-29.
- [13] SAVITZ DA, HERRING AH, MEZEI G, et al. Physical activity and magnetic field exposure in pregnancy[J]. Epidemiology, 2006, 17(2): 222-225.
- [14] BRACKEN TD, RANKIN RF, SENIOR RS, et al. Magnetic field exposure among utility workers[J]. Bioelectromagnetics, 1995, 16(4): 216-226.
- [15] 刘童童, 王生, 何丽华, 等. 极低频磁场慢性暴露对大鼠神经行为的影响[J]. 北京大学学报: 医学版, 2010, 42(3): 351-355.

(收稿日期: 2011-02-15)

(英文编审: 薛寿征; 编辑: 王晓宇; 校对: 洪琪)