文章编号:1000-5404(2013)03-0205-04

论著

坦克舱室有害因素对乘员神经行为能力的影响

李代波[1],孙 磊[1],王 涛[2],陶成玉[3],王洪飞[4],韩 飞[1],刘文斌[1],杨 桓[1],崔志鸿[1],刘晋祎[1],曹 佳[1] (400038 重庆,第三军医大学:军事预防医学院毒理学研究所[1],西南医院急救部[2];233010 安徽 蚌埠,解放军装甲兵学院:教练团卫生队[3],门诊部[4])

[摘要] **目的** 探讨坦克舱室有害因素对乘员神经行为的影响。**方法** 采用汉化第3版计算机化神经行为评价系统(NES-C_3)对某坦克部队109名坦克乘员(观察组)及112名该部队不接触坦克作业环境的后勤保障分队战士(对照组)的神经行为能力进行测试。**结果** 观察组系列加减能力指数显著低于对照组($P<0.05$),视简单反应时耗时最小值、听简单反应时平均值均显著高于对照组($P<0.01$),数字筛选正确数显著低于对照组($P<0.05$)。除曲线吻合外,其他4项能力指数均有不同程度下降,其中听简单反应时、目标追踪、数字筛选2组比较差异有统计学意义($P<0.05$,$P<0.01$)。**结论** 坦克舱室有害因素长期暴露影响乘员的神经行为功能,降低坦克乘员的智力、学习与记忆能力、感知、心理运动能力。

[关键词] 坦克舱室;有害因素;坦克乘员;神经行为
[中图法分类号] R195.1; R338.6; R821.5 [文献标志码] A

Effect of harmful factors on neurobehavioral abilities of crews in tank cabins

Li Daibo[1], Sun Lei[1], Wang Tao[2], Tao Chengyu[3], Wang Hongfei[4], Han Fei[1], Liu Wenbin[1], Yang Huan[1], Cui Zhihong[1], Liu Jinyi[1], Cao Jia[1] ([1]Institute of Toxicology, College of Military Preventive Medicine, [2]Department of Emergency, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038; [3]Medical Team of Coaching Regiment, [4]Out-patient Department, College of Armored forces, Bengbu, Anhui Province, 233010, China)

[**Abstract**] **Objective** To explore the effect of harmful factors on neurobehavioral abilities of crews in tank cabins. **Methods** With the computerized neurobehavioral evaluation system-Chinese third edition (NES-C_3), 109 soldiers who worked in tank cabins (observation group) and 112 soldiers who worked in conditions without any tank contact (control group) were enrolled to test their neurobehavioral abilities. **Results** Compared with the control group, the ability indices of serial addition and subtraction, auditory simple reaction time, aim tracing and digit canceling significantly decreased in the observation group ($P<0.05$, $P<0.01$). The minimum of visual retention time and the average of auditory simple reaction time of soldiers in the observation group were significantly higher than those in the control group ($P<0.01$). **Conclusion** Harmful factors in tank cabins have certain adverse effects on neurobehavioral function of tank crews, such us intelligence, learning and memory, perception and psychomotor ability. It is necessary to carry out intervention measures in tank cabin environment to improve the fighting capacity of tank crews.

[**Key words**] tank cabin; harmful factor; tank crew; neurobehavioral ability

Supported by the Mandatory Project of the "Eleventh Five-year Plan" of Medical Research of PLA (06Z032). Corresponding author: Cao Jia, Tel: 86-23-68772533, E-mail: caojia1962@126.com

坦克舱室环境十分恶劣,除噪声、振动、高温、电磁辐射等物理因素外,其动力系统、火力系统、控制系统以及舱内大量非金属材料蒸发、氧化、热解等均会产生大量有毒气体[1]。以上各种有害因素长期作用于坦克乘员,很可能对其身体健康和军事作业能力,尤其是神经行为能力造成不利影响。目前已有多种神经行为测试方法用来评价有害因素对接触人群神经行为的影响,其中计算机化神经行为评价系统(computerized neurobehavioral evaluation system, NESC)是一种简单、快速且敏感的测试方法[2-3],逐渐被广泛认识和接受[4-5]。本研究采用由复旦大学改进的汉化第3版计算机化神经行为评测系统(NES-C_3)对坦克乘员和后

[基金项目] 全军医学科研"十一五"计划专项课题(06Z032)
[通信作者] 曹 佳,电话:(023)68772533,E-mail:caojia1962@126.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20121207.1023.012.html(2012-12-07)

勤分队战士的神经行为进行了分析,拟探讨坦克舱室有害因素对乘员神经行为能力的影响。

1 对象与方法

1.1 观察对象

选择某坦克部队长期接触坦克作业环境的109名战士作为观察组,选择该部队不接触坦克作业环境的后勤保障分队112名战士作为对照组。所有观察对象排除患有神经精神系统疾患,视、听觉障碍及手部运动障碍不能独立完成测试者,以及测试前4 h饮酒及服用镇静剂者和经反复解释不理解、不配合者。对照组年龄(23.76±3.30)岁,军龄(5.15±3.32)年,受教育年限(11.96±2.20)年;观察组年龄(23.43±3.24)岁,军龄(4.45±3.23)年,受教育年限(12.00±2.19)年。2组研究对象在年龄、军龄、受教育年限、吸烟、饮酒、睡眠状况及计算机熟练程度等方面均无统计学差异($P>0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 对可能影响神经行为的相关因素进行问卷调查,内容包括年龄、军龄、文化程度、是否吸烟及饮酒、既往病史及计算机熟练程度等,调查由专业人员指导完成。

1.2.2 检测项目 采用NES-C_3进行测试,测试项目按测试的功能分成5个大类,即情感、智力、学习与记忆、感知和心理运动,共计24个测试项目。本课题选用其中10项敏感测试指标(心算、视觉保留、系列加减、记忆扫描、视简单反应时、听简单反应时、听数字广度、曲线吻合、数字筛选、目标追踪)对观察组和对照组进行测试。测试严格按照操作指南进行,所有研究对象进行测试前谈话,按调查表询问并记录受试者的职业史、疾病史等有关情况。全部测试由专业人员指导完成,战士在光线柔和、四周安静的房间内用配置相同的电子计算机操作。

1.2.3 神经行为能力指数(neurobehavioral ability index,NAI)计算方法[6] 该测试评价系统除了继续保留模块化测试项目组合和测试参数编辑等功能外,在测试结果的评价方法上还引入了NAI。NAI是将神经行为测试结果的多个检测指标按照一定的计算规则生成的1个无量纲值。以"系列加减"为例计算NAI,公式为NAI=[100-(Tt+SD×WN)]/Correct/CTS。式中①NAI:神经行为能力指数,②Tt:总耗时(s),③SD:校正系数(0.116 s/次),④WN:错误操作次数,⑤Correct:准确操作次数,⑥CTS:准确操作平均耗时离散度(s/次)。以上计算中我们重点考虑的是整个测试过程中准确操作次数、准确操作的平均耗时以及平均耗时的离散程度。但是在实际应用中有些被测试者虽然反应速度很快,但准确率却非常低。为了避免这一现象的干扰,我们以普通人群准确操作平均耗时离散度作为权数,并用被测试者错误操作次数对此加权,以校正因错误操作过多而造成的反应时间缩短的假象,最后得出无量纲数NAI,这使神经行为检测结果的评价更为简便和直观,能够反映神经功能的总体状况。

1.3 统计学分析

数据经校对后录入计算机,建立数据库。采用SPSS 19.00统计软件,计量资料以$\bar{x}\pm s$表示,两组间计数资料比较行χ^2检验,计量资料比较行t检验,多因素分析行多元逐步回归分析。

2 结果

2.1 神经行为测试结果

本测试共10个项目。其中智力测试2个项目:心算和系列加减。与对照组比较,观察组系列加减的能力指数显著下降($P<0.05$)。见表1。

学习与记忆测试2个项目:视觉保留和记忆扫描。2组结果差异无统计学意义($P<0.05$)。见表2。

感知类测试1个项目:听数字广度。2组结果差异无统计学意义($P>0.05$)。见表2。

心理运动类测试5项:视简单反应时、听简单反应时、曲线吻合、数字筛选、目标追踪。视简单反应时耗时最小值、听简单反应时平均值均显著高于对照组($P<0.01$),数字筛选正确数显著低于对照组($P<0.05$)。除曲线吻合外,其他4项能力指数均有不同程度下降,其中听简单反应时、目标追踪、数字筛选2组比较差异有统计学意义($P<0.05$,$P<0.01$)。见表3、4。

表1 2组智力方面神经行为测试结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	心算			系列加减		
		操作次数	正确数	能力指数	总耗时(s)	正确数	能力指数
对照组	112	26.90±7.00	24.59±7.48	1.89±0.56	19.73±7.97	13.62±1.87	1.88±0.66
观察组	109	26.58±6.80	23.97±7.06	1.87±0.50	21.22±9.01	13.41±1.90	1.72±0.48[a]

a:$P<0.05$,与对照组比较

表2 2组学习与记忆、感知类神经行为测试结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	视觉保留			记忆扫描			听数字广度能力指数
		正确数(个)	单个耗时平均值(s)	能力指数	正确数(个)	单个耗时平均值(s)	能力指数	
对照组	112	8.24±1.62	2.10±0.44	0.81±0.19	36.54±6.18	0.93±0.37	3.57±1.05	1.11±0.41
观察组	109	7.97±1.61	2.18±0.42	0.77±0.17	36.96±4.06	0.92±0.18	3.56±0.73	1.10±0.39

表3 2组心理运动类神经行为视简单反应时、听简单反应时测试结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	视简单反应时				听简单反应时			
		耗时最大值(s)	耗时最小值(s)	平均值(s)	能力指数	耗时最大值(s)	耗时最小值(s)	平均值(s)	能力指数
对照组	112	0.80±0.34	0.26±0.07	0.39±0.07	1.62±0.27	0.99±0.56	0.35±0.13	0.49±0.09	1.61±0.26
观察组	109	0.87±0.34	0.28±0.05[a]	0.40±0.07	1.57±0.25	1.15±0.75	0.38±0.15	0.55±0.20[a]	1.50±0.31[a]

a:$P<0.01$,与对照组比较

表4 2组心理运动类神经行为曲线吻合、目标追踪、数字筛选测试结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	曲线吻合		目标追踪		数字筛选	
		正确点数	能力指数	正确数	能力指数	正确数	能力指数
对照组	112	320.46±118.99	2.18±0.62	117.92±43.12	2.59±0.52	48.27±10.02	1.92±0.40
观察组	109	319.55±118.51	2.19±0.62	111.43±40.52	2.41±0.54[a]	44.94±9.13[a]	1.82±0.36[a]

a: $P<0.05$, b: $P<0.01$, 与对照组比较

2.2 军龄与神经行为测试结果的关系

以观察组年龄(x_1)、军龄(x_2)、受教育年限(x_3)、计算机熟练程度(x_4)、吸烟情况(x_5)、饮酒情况(x_6)、睡眠质量(x_7)等因素为自变量,分别以神经行为能力指数为因变量,进行多元逐步回归分析,发现军龄对神经行为测试项目听数字广度和视简单反应时具有负性作用,即坦克乘员的军龄越长,随着暴露时间的增加,对其感知功能和心理运动影响越大。回归方程为:听数字广度 $y_1 = 0.179 + 0.261x_3 + 0.200x_4 - 0.234x_6 - 0.181x_2$ ($P<0.01$),视简单反应时 $y_2 = 1.659 - 0.249x_2$ ($P=0.010$)。

3 讨论

坦克舱室环境中的有害因素十分复杂,包括有害气体[7]、粉尘、噪声[8]、电磁辐射、振动[9]、高温[10]、寒冷等。同时,由于舱室内空间狭小,车内外气体交换不畅,发动机废气大量倒灌,使舱室内的无机气体、总悬浮颗粒(TSP)和总挥发性有机化合物(TVOC)大量蓄积。本课题组研究结果显示,某型坦克在训练过程中以噪声、粉尘及有机气体污染为主,其中噪声强度及粉尘浓度显著高于相关职业接触限值标准[11]。这些有害因素单独或协同作用,很可能是影响乘员军事作业能力、战斗力发挥的重要因素。

神经行为功能常被视为最敏感、最复杂的人体生理功能,在评价环境中有害因素对机体的早期不良作用时,常首先评价对神经行为功能的影响。本研究主要观察长期进行坦克作业的乘员神经行为能力的改变情况。结果发现坦克乘员在检测的10个项目中,有9个项目神经行为的能力指数与对照组相比都减小,而且有4项指标(系列加减、听简单反应时、目标追踪、数字筛选)能力指数的降低具有统计学差异($P<0.05$, $P<0.01$)。说明坦克驾乘相关的有害因素能够对相关人员的智力、学习与记忆能力、感知和心理运动产生一定程度的负性影响。

有研究表明,坦克舱室中大量存在的有毒、有害气体,噪声,高温,低温均可通过不同途径对中枢神经系统产生一定的危害,影响作业人员神经行为能力[12-14]。另外,国内外研究表明,年龄、性别、文化程度等对神经行为功能测试结果有影响[15-16]。本研究发现,年龄、军龄、受教育程度、计算机熟练程度、饮酒等因素对神经行为能力有不同程度的影响。年龄主要影响人员的心理运动,随着年龄的增加,反映被测试对象的心理运动-眼手协调及精确判断神经行为能力的指标"数字筛选"有所增加;军龄主要影响人员的感知和心理运动,随着军龄的增加,主要反映被测试对象的听感知-数字记忆神经行为能力的指标"听数字广度"和主要反映被测试对象的心理运动-视反应速度神经行为能力的指标"视简单反应时"的能力指数有所下降;受教育程度主要影响人员的智力和感知,随着受教育年限的增加,主要反映被测试对象智力-思维神经行为能力的指标"心算"和反映被测试对象智力-记忆与思维神经行为能力的指标"系列加减"以及反映被测试对象的听感知-数字记忆神经行为能力的指标"听数字广度"的能力指数有所增加;计算机熟练程度主要影响人员的智力和心理类指标值,对计算机的操作越熟练,"心算"和"听简单反应时"的能力指数越大;饮酒主要影响人员的心理,反映被测试对象的心理运动-眼手协调及精确判断神经行为能力的指标"数字筛选"的能力指数与饮酒情况呈负相关。

综上所述,坦克在平时的作业训练状态下,舱室内的主要有害因素的污染虽然不如射击状态下严重,但是这些有害因素的长期暴露已能在一定程度上降低坦克乘员的神经行为能力,从而直接影响其军事作业能力及战斗力。针对坦克舱室内多种有害因素对神经行为的影响,开展相关的针对性的医学防护措施研究,对于提高我军坦克部队的战斗力具有重要意义。

参考文献:

[1] 郝向阳,杨邵勃,郭红霞,等. 坦克舱室环境对乘员生理负荷影响的调查[J]. 人民军医, 2005, 48(7): 373-375.

[2] 徐黎明, 胡冰霜, 顾炎权, 等. 介绍一套计算机多媒体神经行为测试评价系统[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1999, 17(2): 77-80.

[3] Sakong J, Kang P S, Kim C Y, *et al*. Evaluation of reliability of traditional and computerized neurobehavioral tests[J]. Neurotoxicology, 2007, 28(2): 235-239.

[4] 梁友信, 陈自强. 行为神经毒理学方法的回顾与展望[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1999, 17(2): 66-68.

[5] 王菁, 陈炜, 杨敏华, 等. NES-C3 在 CS2 接触工人神经行为测试中的应用[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1999, 17(6): 338-341.

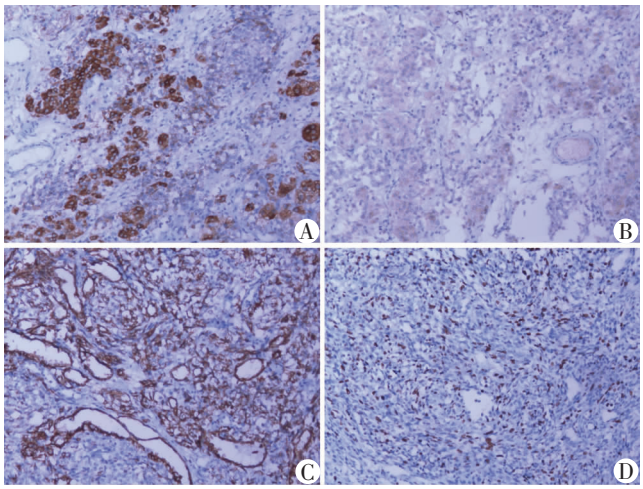
[6] 徐黎明, 顾炎权, 林瑾葆, 等. 神经行为能力指数的研究与应用[J]. 劳动医学, 2008, 18(2): 101-102.

[7] 袭著革, 李官贤, 吴佛运, 等. 坦克作业条件下驾驶室内挥发性有

机物定性分析[J]. 解放军预防医学杂志, 1999, 17(1): 9-12.
[8] 吴铭权, 姚治中, 陈浩宇, 等. 坦克作业噪声的测试与评价[J]. 解放军预防医学杂志, 2002, 20(2): 83-85.
[9] 吴铭权. 坦克振动对人体的影响及其防护[J]. 人民军医, 2002, 45(3): 135-136.
[10] 郭新梅, 袁修干. 坦克乘员热应激解决的试验研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2010, 29(3): 422-426.
[11] 赵晓龙,李代波, 孙磊, 等. 坦克行驶训练时舱室内主要有害因素的测量与分析[J]. 第三军医大学学报, 2013, 35(3): 189-192.
[12] 李祖国, 黄昌林. 坦克乘员训练伤病及其防治[J]. 人民军医, 1998, 41(11): 624-625.
[13] 王发选, 刘凯, 王秀琴, 等. 采用神经行为功能测验组合测定高温作业对职业暴露人群神经行为功能的影响[J]. 宁夏医科大学学报, 2010, 32(6): 693-695.
[14] 张仁忠, 杨玉清, 周辉. 冷库低温作业工人神经行为功能的变化[J]. 中国职业医学, 2007, 34(2): 120-122.
[15] Rohlman D S, Bailey S R, Anger W K, *et al*. Assessment of neurobehavioral function with computerized tests in a population of hispanic adolescents working in agriculture[J]. Environ Res, 2001, 85(1): 14-24.
[16] 陈自强, 梁友信, 时胜利, 等. 影响WHO神经行为核心测试组合的主要因素[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1999, 17(2): 69-73.

(**收稿**:2012-09-06;**修回**:2012-11-07)
(编辑 吴培红)

(上接188页)



A:inhibin表达阳性;B:AFP表达阳性;C:CK表达阳性;D:Ki67表达阳性

图2 低分化卵巢睾丸细胞肿瘤组织病理学观察 (S-P ×100)

2 讨论

卵巢睾丸母细胞瘤为罕见肿瘤。早期时,该肿瘤超过95%的患者局限在一侧卵巢[4]。并且,超过90%的该肿瘤患者诊断为Ⅰ期,大多数患者为中分化睾丸母细胞瘤[5]。根据徐艳玲等[2]报道,高分化及中分化睾丸母细胞瘤Ⅰa期的发生率分别为85.7%和75%,而低分化睾丸母细胞瘤患者50%为Ⅰc期。

卵巢睾丸母细胞瘤的主要治疗手段为手术治疗,年轻妇女有生育要求的Ⅰ期高分化患者仅行患侧附件切除即可。高龄患者或临床晚期的患者应行全子宫双附件切除术。对术中发现肿瘤有明显扩散者,行肿瘤细胞减灭术,术后辅以放疗或化疗。低分化或者晚期肿瘤患者,术后需补充BEP方案化疗3~4个疗程,并建议患者长期随访[1]。因本例患者为低分化Ⅰa期卵巢睾丸母细胞瘤,故术后给予补充3个疗程的BEP方案化疗。由于本例患者未婚、未育,考虑到化疗可能对卵巢生殖细胞的发育有影响,故在化疗前3~5 d给予GnRHa保护卵巢功能。

卵巢睾丸母细胞瘤具有支持细胞及间质细胞2种成分,根据肿瘤组织学特征,分为高分化型、中分化型、低分化型、网状型。高分化型即管状腺瘤型,组织学特征与隐睾相同,肿瘤由与胚胎性曲细精管相似的管状结构构成。腺上皮细胞为立方或低柱状,与睾丸支持细胞类似,此型多数为良性。低分化型亦称肉瘤型,肿瘤由十分密集的未分化梭形细胞组成,睾丸支持性瘤细胞大,呈卵圆形或梭形,染色深,间质中散在大小不等的成堆睾丸间质细胞,免疫组织化学检查:inhibin、CK、AFP等阳性表达,Ki67增殖指数也较高(图2),临床上患者常有男性化特征。中分化型常为高、低分化型的过渡形式,组织形态表现复杂,支持细胞排列呈腺管状、条索状,其中散在睾丸间质细胞。

多数睾丸母细胞瘤出现内分泌异常,约70%的患者表现为雌激素作用,如月经过多、延长,不规则阴道流血及绝经后流血;20%的患者由于雄激素作用,表现为男性化,还有10%的患者无明显症状出现[2]。本例患者出现不规则阴道流血而查盆腔发现肿瘤,并伴声音变粗、多毛及阴蒂肥大等男性化症状。

临床上约95%的卵巢睾丸母细胞瘤患者有症状出现,最典型的是男性化及去女性化。我国卵巢睾丸母细胞瘤患者显著多毛不多见,可能与种族有关;但本例患者具有明显的男性化表现及体征,患者有盆腔包块、雄激素增高,而血清胰岛素正常,术前应该考虑到该肿瘤的可能,特别是在随访过程中包块仍在增大、呈实性、血流信号丰富的患者,应尽早行剖腹探查或者腹腔镜探查术,临床诊断主要依据为术后病检,若普通病检较难明确诊断的需行免疫组化检查。

参考文献:

[1] Sigismondi C, Gadducci A, Lorusso D, *et al*. Ovarian Sertoli-Leydig cell tumors. a retrospective MITO study[J]. Gynecol Oncol, 2012, 125(3): 673-676.
[2] 徐艳玲, 李志宏. 卵巢睾丸母细胞瘤1例报告[J]. 吉林医学, 2011, 32(20): 4271.
[3] Durdik S, Danihel L, Galbavy S. Sertoli-Leydig cell tumor of the ovary--morphological and immunohistochemical analysis[J]. Neuro Endocrinol Lett, 2012, 33(3): 257-259.
[4] Wilkinson N, Osborn S, Young R H. Sex cord-stromal tumours of the ovary: a review highlighting recent advances[J]. Diagn Histopathol, 2008, 14(8): 388-400.
[5] Marcelino M, Nobre E, Conceicao J, *et al*. A rare case of hyperandrogenism: bilateral Leydig cell tumor of the ovary[J]. Acta Med Port, 2010, 23(1): 113-118.

(**收稿**:2012-08-28;**修回**:2012-09-04)
(编辑 吴培红)