文章编号:1000-5404(2013)03-0193-04

论著

坦克舱室有害因素对乘员肺功能的影响

孙 磊[1],李代波[1],陶成玉[2],王洪飞[3],王 涛[4],赵晓龙[1],韩 飞[1],崔志鸿[1],杨 桓[1],刘文斌[1],曹 佳[1],刘晋祎[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[4];233010 安徽 蚌埠,解放军装甲兵学院:教练团卫生队[2],门诊部[3])

[摘要] **目的** 探讨长期暴露于坦克舱室有害因素对乘员肺功能的影响。**方法** 在某坦克部队选取196名职业性坦克乘员作为坦克乘员组,并在同一部队选取基本情况相似的156名非坦克作业战士作为非坦克乘员组,采用CHEST-GRAPH HI-101型肺功能仪对2组人员进行肺功能检查,检测指标包括用力肺活量(FVC),第1秒用力呼气容积(FEV_1),1 s用力呼气容积占用力肺活量比值(FEV_1/FVC),最大呼气中期流量(MMF),最高呼气流量(PEF),用力呼出25%、50%、75%肺活量的呼气流量(FEF25、FEF50、FEF75)。**结果** 与非坦克乘员组比较,坦克乘员组肺功能指标FEV_1、MMF、FEF50显著降低($P<0.05$, $P<0.01$);坦克乘员组FVC、FEV_1和FEF25异常率及肺功能损害发生率显著高于非坦克乘员组($P<0.05$, $P<0.01$)。与非坦克乘员组比较,不同军龄段坦克乘员中>2~5年组FEV_1显著降低($P<0.01$);>5~8年组FEV_1、MMF、FEF50显著降低($P<0.05$, $P<0.01$)。不同坦克作业岗位的乘员中,车长组肺功能指标中的FVC、FEV_1显著低于非坦克乘员组($P<0.01$);炮长组肺功能指标中的FEV_1、MMF、FEF75显著低于非坦克乘员组($P<0.05$, $P<0.01$);驾驶员组肺功能指标中FVC、FEV_1显著低于非坦克乘员组($P<0.05$, $P<0.01$)。**结论** 坦克乘员肺功能受到一定程度的影响,其中以>5~8年军龄的车长及炮长损伤最为严重。

[关键词] 坦克舱室;有害因素;肺功能;坦克乘员
[中图法分类号] R195.1; R332; R821.5 [文献标志码] A

Effect of harmful factors on pulmonary functions of crews in tank cabins

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

[**Abstract**] Objective To explore the effect of harmful factors on pulmonary functions of crews in tank cabins. Methods One hundred and ninety-six soldiers occupied in tanks (observation group) and 156 soldiers without any tank-related exposure in the same forces (control group) were selected in the study randomly. The pulmonary functions were tested in both groups. The test items included forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in first second (FEV_1), FEV_1 to FVC ratio (FEV_1/FVC), maximal mid-expiratory flow (MMF), peak expiratory flow (PEF), and forced expired flow at 25%, 50% and 75% of FVC (FEF25, FEF50 and FEF75). Results FEV_1, MMF and FEF50 in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$, $P<0.01$). The rates of abnormal FVC, FEV_1, FEF25 and incidence of pulmonary function damage in the observation group were significantly higher than those in the control group ($P<0.05$, $P<0.01$). Compared with the control group, FEV_1, MMF and FEF50 in the crews with 6 to 8 years of occupational period decreased significantly ($P<0.05$, $P<0.01$), and FEV_1 in the crews with 3 to 5 years of occupational period decreased significantly ($P<0.01$). According to different roles of the crews in a tank, FVC and FEV_1 of tank conductors, FEV_1, MMF, FEF50 and FEF75 of tank gunners, and FVC and

[基金项目] 全军医学科研"十一五"计划专项课题(06Z032)
[通信作者] 刘晋祎,电话:(023)68752296,E-mail:jinyiliutmmu@163.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20121207.1023.014.html(2012-12-07)

FEV_1 of tank drivers decreased significantly ($P<0.05$, $P<0.01$) as compared with the control group. **Conclusion** Harmful factors in tank cabins lead to pulmonary function damage in tank crews, especially in tank conductors and gunners with 6 to 8 years of occupational period.

[**Key words**] tank cabin; harmful factor; pulmonary function; tank crew

Supported by the Mandatory Project of the "Eleventh Five-year Plan" of Medical Research of PLA (06Z032). Corresponding author: Liu Jinyi, Tel: 86-23-68752296, E-mail: jinyiliutmmu@163.com

坦克作业环境为典型的军用密闭舱室环境,在坦克行驶和射击条件下均能产生较严重的有害气体及粉尘污染[1-2]。坦克乘员长期暴露于舱室高浓度的有害气体及粉尘环境中,很可能对其肺功能及作业能力产生影响。本研究对某坦克部队352名战士的肺功能状况进行了检查,以期了解我军某型主战坦克舱室有害因素长期暴露对坦克乘员肺功能的影响情况,并为进一步开展相关的损伤及防治措施研究提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选择某部队坦克乘员196名作为坦克乘员组,作业岗位包括坦克车长、炮手、驾驶员,年龄18~34(23.3±2.8)岁,军龄1~15(4.7±2.9)年。另在同一部队中选择不接触坦克噪声环境的健康战士156名作为非坦克乘员组,年龄18~34(23.2±3.2)岁,军龄1~15(5.0±3.3)年。纳入对象均为男性,经t检验,2组间在年龄、军龄、身高、体质量及吸烟率等情况之间无统计学差异($P<0.05$)。

1.2 方法

采用日本CHESTGRAPH HI-101型肺功能仪,按仪器使用要求,由经验丰富的临床医师操作。受检战士处立位,每人测试3次,选择最佳1次测定值。测试项目包括用力肺活量(forced vital capacity,FVC)、第1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second,FEV_1)、1 s用力呼气容积占用力肺活量比值(FEV_1/FVC)、最大呼气中期流量(maximal mid expiratory flow,MMF)、最高呼气流量(peak expiratory flow,PEF)、用力呼出25%肺活量的呼气流量(forced expired flow at 25% of FVC,FEF25)、用力呼出50%肺活量的呼气流量(forced expired flow at 50% of FVC,FEF50)、用力呼出75%肺活量的呼气流量(forced expired flow at 75% of FVC,FEF75)。

1.3 判断标准

根据受试者年龄、身高、性别、体质量等计算其预测值,除FEV_1/FVC外,其他各指标以实测值占预计值的百分比进行分析。FVC、FEV_1、MMF、PEF<80%,FEV_1/FVC<70%为指标异常[3-4]。另参照相关标准,FEV_1<80%或者FEV_1/FVC<70%为肺功能损害[5]55,81,MMF、FEF50、FEF75 3项指标中有2项低于正常预计值的65%为小气道功能损害[5]79。

1.4 统计学分析

用Excel录入数据,采用SPSS 19.00统计软件,计数资料行χ^2检验,不同坦克作业岗位肺功能指标值的比较行配对t检验,其他计量资料行两随机样本t检验。

2 结果

2.1 2组肺功能指标的比较

与非坦克乘员组比较,坦克乘员组肺功能各指标均值均降低。其中FEV_1、MMF、FEF50明显低于非坦克乘员组($P<0.05$, $P<0.01$)。见表1。

2.2 2组肺功能各指标异常率的比较

坦克乘员组FEV_1/FVC、FVC、FEV_1、MMF、FEF25、FEF50异常率高于非坦克乘员组。其中,FVC、FEV_1和FEF25异常率差异具有统计学意义($P<0.05$, $P<0.01$)。见表2。

2.3 2组肺功能及小气道功能损害情况的比较

坦克乘员组肺功能及小气道功能损害发生率均高于非坦克乘员组,其中肺功能损害发生率差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表3。

表1 2组肺功能指标值的比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	FEV_1/FVC	FVC	FEV_1	MMF	PEF	FEF25	FEF50	FEF75
非坦克乘员组	156	95.2±5.0	81.9±13.0	86.2±12.0	108.7±27.1	76.1±20.5	81.3±20.4	96.5±24.7	127.4±45.9
坦克乘员组	196	94.1±7.1	79.7±15.3	82.2±14.1[b]	101.8±26.9[a]	74.4±21.1	78.0±21.1	89.9±24.4[b]	118.9±43.8

a: $P<0.05$, b: $P<0.01$, 与非坦克乘员组比较

表2 2组肺功能指标异常率的比较(%)

组别	n	FEV_1/FVC	FVC	FEV_1	MMF	PEF	FEF25	FEF50	FEF75
非坦克乘员组	156	0.6(1/156)	35.9(56/156)	29.5(46/156)	13.5(21/156)	63.5(99/156)	25.6(40/156)	7.1(11/156)	10.9(17/156)
坦克乘员组	196	1.5(3/196)	50.5(99/196)	39.3(77/196)	18.4(36/196)	61.2(120/196)	35.2(69/196)[a]	10.7(21/196)	9.7(19/196)
χ^2值		0.612	7.526	3.669	1.540	0.185	3.716	1.410	0.137
P值		0.401	0.004	0.035	0.136	0.375	0.035	0.158	0.422

表3 2组肺功能及小气道功能损害发生率比较(%)

组别	例数	肺功能损害	小气道功能损害
非坦克乘员组	156	29.5(46/156)	7.7(12/156)
坦克乘员组	196	40.3(79/196)	12.2(24/196)
χ^2值		4.440	1.961
P值		0.023	0.110

2.4 不同军龄坦克乘员肺功能指标的比较

与非坦克乘员组比较,坦克乘员组FVC、FEV_1、MMF、FEF25、FEF50、FEF75均随着军龄的增加而表现出一定的下降趋势,其中>5~8年组FEV_1、MMF、FEF50下降最为严重,差异具有统计学意义($P<0.05$, $P<0.01$)。见表4。

2.5 不同坦克作业岗位乘员肺功能指标的比较

在非坦克乘员、坦克车长、驾驶员中按照吸烟、身高、体质量、年龄和军龄情况与炮长组以1∶1进行配对,每组分别入选41名,观察不同坦克作业岗位乘员各功能指标的变化情况。各组吸烟率、身高、体质量、年龄和军龄情况之间无显著差异($P>0.05$)。见表5。坦克乘员因工作岗位的不同,其肺功能的改变表现出一定的差异。其中车长组肺功能指标中的FVC、FEV_1显著低于非坦克乘员组($P<0.01$);炮长组肺功能指标中的FEV_1、MMF、FEF75显著低于非坦克乘员组($P<0.05$, $P<0.01$);驾驶员组肺功能各指标中FVC、FEV_1显著低于非坦克乘员组($P<0.05$, $P<0.01$)。见表6。

表5 2组基线数据的比较($n=41$)

组别	身高(cm)	体质量(kg)	年龄(岁)	军龄(年)	吸烟率(%)
非坦克乘员组	171.3±4.7	64.3±10.7	22.2±2.5	4.0±2.4	46.3(19/41)
坦克乘员组					
车长	172.2±5.1	66.6±13.0	23.2±2.9	5.0±2.7	46.3(19/41)
炮长	171.6±5.3	63.3±7.1	23.1±2.6	5.0±2.7	46.3(19/41)
驾驶员	171.1±4.5	63.8±6.7	23.0±2.7	4.3±2.6	46.3(19/41)

3 讨论

有害气体及粉尘是坦克作业及战斗时主要的危害因素之一。舱室内的有害气体主要来源于发动机产生的废气、舱室内非金属材料的热解等。粉尘的来源除此之外,还有坦克开进过程中舱室外灰尘的倒灌。尤其是在战场上,当坦克中弹时舱室内使用的大量非金属材料燃烧后会产生大量的浓烟和粉尘[6],此时坦克舱室的空气质量会显得更加恶劣。本课题组的相关研究证实,坦克在射击状态下舱室内存在着极为严重的CO及苯系物污染[2];即便是在行驶训练时,舱室内的粉尘浓度可达200 mg/m^3[1],远远超过了国家的相关限值标准[7]。

这些有害因素的同时存在很可能会对坦克乘员的身体健康尤其是肺功能产生严重影响。本研究通过对某坦克部队人群现场调查和检测发现,坦克乘员的肺功能受到较严重的损伤,主要表现为FEV_1、MMF、FEF50显著降低及FVC、FEV_1和FEF25异常率和肺功能损害发生率的显著升高。FEV_1是反映肺通气功能的重要指标,其影响因素主要是气道通畅性和肺容量,特别是能较好地区分正常人和气道阻塞患者(如哮喘、慢性阻塞性肺疾病)[5]88。坦克乘员FEV_1显著低于非坦克乘员组,提示舱室有害因素严重影响乘员肺容量及气道通畅性。MMF是指用力呼出气量为25%~75%肺活量间的平均流量,受小气道直径的影响较大,流量下降反映小气道的阻塞[8],通常可作为发现小气道疾患的敏感指标[5]56。与非坦克乘员组比较,坦克乘员MMF显著降低,提示舱室有害因素已对乘员小气

表4 不同军龄坦克乘员与非坦克乘员肺功能指标值的比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	FEV_1/FVC	FVC	FEV_1	MMF	PEF	FEF25	FEF50	FEF75
非坦克乘员组	156	95.2±5.0	81.9±13.0	86.2±12.0	108.7±27.1	76.1±20.5	81.3±20.4	96.5±24.7	127.4±45.9
坦克乘员组	196								
≤2年	46	92.7±7.6	84.3±15.4	86.9±14.1	107.5±25.2	69.8±23.3	75.6±24.5	93.9±24.9	129.5±35.4
>2~5年	92	94.8±6.6	77.5±14.7	80.1±14.2^b	100.6±26.5	75.0±20.7	77.7±20.3	89.7±23.8	116.1±40.6
>5~8年	34	94.8±6.5	77.5±13.7	79.7±12.8^a	94.2±22.5^a	77.8±20.0	79.8±20.7	82.2±18.0^b	107.4±44.7
>8年	24	93.1±8.5	82.1±17.9	84.5±13.8	105.8±34.6	76.5±19.9	80.9±18.1	93.9±31.5	125.3±62.9

a: $P<0.05$, b: $P<0.01$, 与非坦克乘员组比较

表6 不同坦克作业岗位坦克乘员与非坦克乘员肺功能指标值的比较($n=41$, $\bar{x}\pm s$)

组别	FEV_1/FVC	FVC	FEV_1	MMF	PEF	FEF25	FEF50	FEF75
非坦克乘员组	94.3±4.6	87.5±8.7	90.3±8.7	109.7±29.2	77.9±23.5	84.3±23.5	96.2±27.0	125.8±50.4
坦克乘员组								
车长	96.2±5.8	74.9±14.0^b	77.8±12.6^b	98.8±26.7	74.7±20.7	77.7±20.7	89.4±25.4	117.5±46.3
炮长	93.0±7.6	80.3±13.0	80.6±13.6^b	93.5±29.4^a	78.4±24.7	79.7±24.9	84.6±24.4	100.5±43.1^a
驾驶员	92.4±8.2	79.1±19.0^a	80.1±17.4^b	98.4±25.7	69.7±16.4	73.8±17.3	85.4±22.1	114.0±36.7

a: $P<0.05$, b: $P<0.01$, 与非坦克乘员组比较

道造成严重影响。FEF25是反映呼气早期的流量指标,大气道阻塞时其值明显下降[5]67。坦克乘员FEF25显著降低,提示其大气道功能也可能受到影响。

通过对不同军龄坦克乘员肺功能的进一步分析发现,坦克乘员军龄的增加与肺功能指标值的降低呈现一定的剂量-效应关系,即坦克作业年限越高,其肺功能损伤越重。这也进一步提示坦克舱室有害因素与乘员肺功能损伤之间的因果联系,其他相关文献也报道了类似的研究结果[9-10]。但当军龄高于8年时,肺功能损伤程度似乎呈现下降的趋势,这可能是由于高军龄组样本量明显少于其他组而导致的假象。通过对不同岗位的坦克乘员肺功能的进一步分析发现,车长组FVC、FEV_1显著低于非坦克乘员组,炮长组FEV_1、MMF、FEF75显著低于非坦克乘员组,驾驶员组FVC、FEV_1显著低于非坦克乘员组。不同作业岗位的坦克乘员肺功能均受到一定程度的影响,其中炮长组以小气道损害为主,提示不同坦克作业岗位有害因素的分布差异可能造成了坦克乘员肺功能损伤情况的不同。在本研究调查的某型坦克中,车长和炮长虽然位于同一舱室,但炮长位长期处于炮弹尾气和粉尘的直接污染中,这种岗位有害因素的分布特点也为解释乘员肺损伤差异提供了依据。

此外,通过与同类研究的对比分析发现,非坦克乘员组肺功能相关指标也显著低于一般正常人群[11-12]。究其原因,可能是跟部队战士的吸烟状况有关。诸多研究表明,吸烟能显著影响肺功能[13-15],而部队战士存在着普遍主动吸烟及被动吸烟的现象[16],战士的吸烟率高于一般人群[17-19],且粉尘作业与吸烟对肺功能的损伤具有协同作用[20-21]。这可能导致了非坦克接触战士肺功能普遍低于一般正常人群。

综上所述,长期暴露于舱室有害环境下能对坦克乘员肺功能产生严重影响,尤其是对较高军龄的坦克车长及炮长的损伤最为严重。本研究结论提示相关部门除了对新兵做好"倡导健康生活方式,培养良好军人体质"的宣教工作外,还应重点做好对这些肺功能损伤高危险人群的健康教育、肺功能筛查和医学防护工作,以进一步提高坦克部队的作业能力和战斗力。

参考文献:

[1] 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.

[2] 李代波,孙磊,王涛,等. 坦克射击时舱室内有害气体对乘员生理及神经行为能力的影响[J]. 第三军医大学学报,2013,35(3):201-204.

[3] 范秀红,黄旭,孙力,等. 陶瓷作业工人肺功能测试结果分析[J]. 实用预防医学,2010,17(6):1120-1121.

[4] 施萍,张骅. 某厂接尘女工肺功能状况分析及健康教育对策[J]. 临床肺科杂志,2010,15(4):548-549.

[5] 郑劲平. 肺功能学——基础与临床[M]. 广州:广东科技出版社,2007.

[6] 袭著革,李官贤,吴佛运,等. 不同作业条件下坦克驾驶舱内空气污染的定量与污染特征分析[J]. 解放军预防医学杂志,2000,18(4):237-240.

[7] GBZ2-2002 工作场所有害因素职业接触限值[S]. 北京:中华人民共和国卫生部,2002.

[8] 王昌国,黄建安. 支气管激发试验阳性患者的小气道功能特征[J]. 苏州大学学报:医学版,2011,31(4):631-634.

[9] 李志恒. 某煤矿接尘作业职工接尘工龄与高千伏X线胸片及肺功能损害情况[J]. 职业与健康,2012,28(2):133-135.

[10] 郭致文,俞亚珍,李晓春,等. 武威市煤矿工人接尘工龄与肺功能变化对比分析[J]. 卫生职业教育,2005,23(16):116-117.

[11] 李琼燕. 惠州市某区宝石加工作业工人肺功能测定分析[J]. 职业与健康,2010,26(19):2191-2192.

[12] 王先化,王德玉,朱明福. 新疆昌吉州煤工尘肺的肺功能检查结果分析[J]. 中华疾病控制杂志,2011,15(3):266-267.

[13] 王波. 吸烟对健康者肺功能的影响[J]. 中国医药导报,2010,7(9):42-43.

[14] Hersoug L G, Husemoen L L, Sigsgaard T, *et al*. Indoor exposure to environmental cigarette smoke, but not other inhaled particulates associates with respiratory symptoms and diminished lung function in adults[J]. Respirology, 2010, 15(6): 993-1000.

[15] Bezerra F S, Valenca S S, Pires K M, *et al*. Long-term exposure to cigarette smoke impairs lung function and increases HMGB-1 expression in mice[J]. Respir Physiol Neurobiol, 2011, 177(2): 120-126.

[16] 段家怀. 战士不健康行为研究[J]. 实用预防医学,2011,18(11):2240-2242.

[17] 李万水. 某边防部队489名战士吸烟状况调查分析[J]. 健康心理学杂志,2003,11(4):312-313.

[18] 王庆媛. 部队吸烟与健康现状调查分析[J]. 解放军预防医学杂志,2000,18(1):45-47.

[19] 马冠生,孔灵芝,栾德春,等. 中国居民吸烟行为的现状分析[J]. 中国慢性疾病预防与控制,2005,13(5):195-199.

[20] 张维森,江朝强,Lam Tai Hing,等. 职业接触粉尘及吸烟对死亡影响的前瞻性队列研究[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2002,20(5):365-368.

[21] 范昭宾,朱文澍,王瑞,等. 煤矿工人吸烟与粉尘暴露对肺通气功能的影响[J]. 中国工业医学杂志,2008,21(1):17-19.

(**收稿**:2012-09-04;**修回**:2012-11-07)

(编辑 吴培红)