

## 不同因素对舰艇官兵细胞免疫功能的影响

高艳红 于青琳 田亚平 董振南 胡金川 温新宇 高波 由春斌 于庆潭

**【摘要】目的** 通过分析年龄、作业环境、电磁波辐射程度、噪声程度、应激紧张程度等因素对舰艇官兵细胞免疫功能的影响,明确导致舰艇官兵细胞免疫功能改变的具体因素。**方法** 用流式细胞仪对 247 名舰艇官兵进行 T、B、NK 淋巴细胞亚群包括 CD3<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>、CD4/CD8、CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> 和 CD3<sup>-</sup>CD56<sup>+</sup> 等 6 项免疫指标的检测,并按上述因素分组,进行统计学相关分析。**结果** 不同年龄的舰艇官兵其细胞免疫功能无显著性差异( $P>0.05$ );不同作业环境对机体 CD3<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>、CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> 淋巴细胞均有一定影响;按电磁辐射程度分组,A 组 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数显著高于 C 组( $P<0.05$ );其余各组免疫学指标则无统计学差异。按噪声程度分组,B、C 两组 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞低于 A 组( $P<0.05$ );C 组 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞低于 A 组( $P<0.05$ );B、C 两组分别与 A 组比较,CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B 淋巴细胞计数均显著增加( $P<0.01$ )。按应激紧张程度进行分组,结果显示,与 C 组比较,B 组 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞和 CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B 淋巴细胞均增加( $P<0.05$ )。**结论** 年龄对舰艇官兵的细胞免疫功能无影响,作业环境、电磁辐射、噪声和应激紧张等因素对舰艇官兵的细胞免疫功能均有影响。

**【关键词】** 舰艇官兵;辐射;噪声;应激;免疫系统

**【中国图书资料分类号】** R395

### Effects of different work environment on the immune function of naval personnel

Gao Yanhong, Yu Qinglin, Tian Yaping, et al. Department of Clinical Biochemistry, General Hospital of PLA, Beijing 100853, China

**【Abstract】Objective** To study the effects of age and different work environments on cellular immune function of naval personnel, and look for the factors which might change the immune function of them. **Methods** The percentage of T, B and NK cell subpopulations from peripheral blood of 247 naval personnel were assessed by flow cytometry. CD3<sup>+</sup>, CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>, CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>, and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> were the markers of T cell subpopulation; CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> was the marker of B cell subpopulation; CD3<sup>-</sup>CD56<sup>+</sup> was the marker of NK cell subpopulation. 247 sailors and officials were divided into different groups by age and different work environments. The statistic analysis was done accordingly in different groups. **Results** The percentage of T, B and NK cell subpopulations showed no difference between two age groups ( $P>0.05$ ). Different work environments showed a specific influence on the percentage of CD3<sup>+</sup>, CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>, CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup> and CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> cells. When the naval personnel were divided into A, B and C groups according to extent of exposure to electromagnetic radiation ( $A<B<C$ ), the results showed that the percentage of CD3<sup>+</sup>T cells in group A was higher than the ones in group C ( $P<0.05$ ), but no statistically significant change for immune parameters was found in other groups. When they were divided into A, B and C groups by the extent of exposure to noise ( $A<B<C$ ), the percentage of CD3<sup>+</sup>T cells in both group B and group C was lower than that of group A ( $P<0.05$ ), and CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T in group C was lower than that in group A ( $P<0.05$ ), while CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B cells in group B and group C were remarkably higher than that in group A ( $P<0.01$ ). When they were divided into A, B and C groups by degree of stress ( $A<B<C$ ), the percentage of CD3<sup>+</sup>T cells and CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B cells in group B were higher than that in group C ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The immune function of naval personnel is related to the extent of exposure to electromagnetic radiation, noise and stress.

**【Key words】** naval personnel; radiation; noise; stress; immune system

航海过程中,化学、物理、生物及作业环境等各种因素的影响均会导致舰艇官兵的生理、心理及免疫功能发生改变,因此舰艇官兵作为一个特殊群体备受关注。本研究将 247 名舰艇官兵按年龄、作业环境受到的电磁辐射程度、噪声程度、应激紧张程度等进行分组,对其相关免疫指标进行分析,找出导致舰艇官兵细胞免疫功能改变的具体因素,从而使舰艇官兵能在航海过程中更好地适应环境并为航海卫勤保障提供依据。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料及分组** 247 名舰艇官兵,均为健康男性,年龄 19~41(25.28±4.97)岁。以年龄为影响因素,

将官兵分为 A、B 2 组,A 组<25 岁,B 组≥25 岁;以不同作业环境作为影响因素,将官兵分为机电(A 组)、通讯(B 组)、指挥(C 组)、枪炮(D 组)和后勤(E 组)5 组;以受到的电磁辐射程度、噪声程度和应激紧张程度的不同作为影响因素,分别将官兵分为 A、B、C 3 组。

**1.2 方法** 空腹抽取静脉血,取全血标本 100μl,加入 10μl 抗体,室温避光 20min;加入溶血素 500μl,室温避

**【作者简介】** 高艳红,医学博士,主治医师。主要从事机体免疫功能方面的研究

**【作者单位】** 100853 北京 解放军总医院生化科(高艳红、田亚平、董振南、胡金川、温新宇);济南军区青岛第二疗养院(于青琳、高波、于庆潭);解放军 92426 部队卫生科(由春斌)

**【通讯作者】** 田亚平,E-mail: tianyp@301hospital.com.cn

光放置 10min;加入鞘液 500 $\mu$ l,室温避光放置 10min;上机检测 T、B、NK 淋巴细胞亚群,包括 CD3<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>、CD4/CD8、CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>和 CD3<sup>-</sup>CD56<sup>+</sup>等 6 项免疫参数。

**1.3 设备及试剂** Optilyse C 溶解液, FITC/RD1/ECD/PC5 标记的单克隆四色抗体 CD45/CD4/CD8/CD3 和 CD45/CD56/CD19/CD3,鞘液, EPICS XL 流式细胞仪等(美国 Beckman Coulter 公司)。

**1.4 统计学处理** 检测结果以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 SPSS

10.0 软件进行统计分析,两组间比较用 LSD 分析,  $P < 0.05$  为差异具有显著性。

## 2 结 果

**2.1 按年龄分组** 对两组官兵的 CD3<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>、CD4/CD8、CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>和 CD3<sup>-</sup>CD56<sup>+</sup>等进行比较的结果显示,两组上述 6 项免疫学指标均无显著性差异 ( $P > 0.05$ ,表 1)。

表 1 不同年龄舰艇官兵免疫指标的比较( $\bar{x} \pm s, \%$ )

Table 1 Effects of age on the immunologic function of sailors

组别	n	CD3 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD4 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD8 <sup>+</sup>	CD4/CD8	CD3 <sup>-</sup> CD19 <sup>+</sup>	CD3 <sup>-</sup> CD56 <sup>+</sup>
A 组	157	66.59 $\pm$ 8.36	34.07 $\pm$ 7.17	28.21 $\pm$ 7.57	1.31 $\pm$ 0.50	15.58 $\pm$ 6.16	9.27 $\pm$ 3.22
B 组	90	66.72 $\pm$ 9.69	33.54 $\pm$ 7.55	28.34 $\pm$ 9.39	1.34 $\pm$ 0.61	16.79 $\pm$ 7.48	8.83 $\pm$ 3.31

**2.2 按作业环境不同分组** 结果显示,A 组与 C、E 组之间以及 B 组与 C 组之间的 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数具有一定差异 ( $P < 0.05$ );B 组与 E 组之间的 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数具有显著差异 ( $P < 0.01$ );D 组与 E 组的 CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数具有显著性差异 ( $P <$

0.05);A 组与 E 组的 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数具有显著性差异 ( $P < 0.05$ );B 组与 C 组、A 组与 E 组以及 D 组与 E 组的 CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B 淋巴细胞计数具有显著性差异 ( $P < 0.05$ );B 组与 E 组的 CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B 淋巴细胞计数具有显著差异 ( $P < 0.01$ ,表 2)。

表 2 不同作业环境舰艇官兵免疫指标平均值比较( $\bar{x} \pm s, \%$ )

Table 2 Effects of work environments on the immunologic function of sailors

组别	n	CD3 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD4 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD8 <sup>+</sup>	CD4/CD8	CD3 <sup>-</sup> CD19 <sup>+</sup>	CD3 <sup>-</sup> CD56 <sup>+</sup>
A 组	62	60.86 $\pm$ 9.37	34.08 $\pm$ 6.97	26.47 $\pm$ 7.48	1.40 $\pm$ 0.52	16.88 $\pm$ 6.38	9.21 $\pm$ 3.05
B 组	50	60.15 $\pm$ 10.32	33.92 $\pm$ 7.21	28.18 $\pm$ 9.65	1.36 $\pm$ 0.59	17.50 $\pm$ 7.59	9.07 $\pm$ 3.69
C 组	62	64.22 $\pm$ 7.72 <sup>(1)(2)</sup>	34.08 $\pm$ 7.43	29.10 $\pm$ 6.82	1.26 $\pm$ 0.50	14.77 $\pm$ 6.78 <sup>(2)</sup>	8.45 $\pm$ 3.04
D 组	50	63.31 $\pm$ 9.15	32.26 $\pm$ 7.80	28.33 $\pm$ 9.05	1.26 $\pm$ 0.50	16.41 $\pm$ 6.11	9.58 $\pm$ 3.26
E 组	23	66.24 $\pm$ 8.42 <sup>(1)(3)</sup>	36.20 $\pm$ 6.73 <sup>(4)</sup>	30.78 $\pm$ 8.50 <sup>(1)</sup>	1.32 $\pm$ 0.66	12.80 $\pm$ 4.99 <sup>(1)(3)(4)</sup>	9.70 $\pm$ 3.28

注:与 A 组比较,(1) $P < 0.05$ ;与 B 组比较,(2) $P < 0.05$ ,(3) $P < 0.01$ ;与 D 组比较,(4) $P < 0.05$

**2.3 按受到的电磁辐射程度分组** 受到的电磁辐射程度 A 组<B 组<C 组,统计结果见表 3。A 组 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞计数显著高于 C 组 ( $P < 0.05$ );其余各种

免疫学指标则无统计学差异,提示随着电磁辐射强度的增加,CD3<sup>+</sup>T 细胞减少,而 CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>T 淋巴细胞数量有增加趋势,导致了 CD4/CD8 比值有增加趋势。

表 3 不同电磁辐射程度对航海员免疫指标的影响( $\bar{x} \pm s, \%$ )

Table 3 Effects of electromagnetic radiation on the immunologic function of sailors

组别	n	CD3 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD4 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD8 <sup>+</sup>	CD4/CD8	CD3 <sup>-</sup> CD19 <sup>+</sup>	CD3 <sup>-</sup> CD56 <sup>+</sup>
A 组	73	64.23 $\pm$ 8.97 <sup>(1)</sup>	33.50 $\pm$ 7.66	29.10 $\pm$ 8.89	1.28 $\pm$ 0.55	15.29 $\pm$ 5.98	9.62 $\pm$ 3.25
B 组	112	62.40 $\pm$ 9.16	34.01 $\pm$ 7.30	28.69 $\pm$ 8.18	1.31 $\pm$ 0.54	16.02 $\pm$ 7.26	8.73 $\pm$ 3.34
C 组	62	60.86 $\pm$ 9.37	34.08 $\pm$ 6.97	26.46 $\pm$ 7.48	1.40 $\pm$ 0.52	16.88 $\pm$ 6.34	9.21 $\pm$ 3.05

注:与 C 组比较,(1) $P < 0.05$

**2.4 按噪声损伤程度分组** 就损伤程度而言,A 组<B 组<C 组,统计结果见表 4。B、C 两组的 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞低于 A 组 ( $P < 0.05$ );C 组的 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞低于 A 组 ( $P < 0.05$ );B、C 两组与 A 组比较,CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B 淋巴细胞计数均显著增加 ( $P < 0.01$ )。

提示随着噪声强度增加,CD3<sup>+</sup>和 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞数量减少,CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup>B 淋巴细胞计数增加,CD4/CD8 比值有增加趋势。

**2.5 按应激紧张程度分组** 就紧张强度而言,A 组<B 组<C 组,统计结果见表 5。与 C 组比较,B 组的

CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞和 CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> B 淋巴细胞均增加 (P<0.05)。提示作业环境应激紧张程度越高,CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞、CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> B 淋巴细胞减少,而 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>

抑制性 T 细胞数量有增加趋势,从而导致 CD4/CD8 比值有减少趋势。

表 4 不同噪声对航海员免疫指标的影响(̄x±s,%)

Table 4 Effects of annoyance on the immunologic function of sailors

组别	n	CD3 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD4 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD8 <sup>+</sup>	CD4/CD8	CD3 <sup>-</sup> CD19 <sup>+</sup>	CD3 <sup>-</sup> CD56 <sup>+</sup>
A 组	85	64.76±7.92	34.65±7.27	29.56±7.29	1.28±0.54	14.2±6.37	8.79±3.14
B 组	100	61.73±9.83 <sup>(1)</sup>	33.09±7.52	28.26±9.31	1.31±0.55	17.0±6.88 <sup>(2)</sup>	9.32±3.48
C 组	62	60.86±9.37 <sup>(1)</sup>	34.08±6.97	26.47±7.48 <sup>(1)</sup>	1.40±0.52	16.8±6.38 <sup>(2)</sup>	9.21±3.05

注:与 A 组比较,(1)P<0.05,(2)P<0.01

表 5 不同应激紧张程度对航海员免疫指标的影响(̄x±s,%)

Table 5 Effects of stress on the immunologic function of sailors

组别	n	CD3 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD4 <sup>+</sup>	CD3 <sup>+</sup> CD8 <sup>+</sup>	CD4/CD8	CD3 <sup>-</sup> CD19 <sup>+</sup>	CD3 <sup>-</sup> CD56 <sup>+</sup>
A 组	85	66.96±8.67	34.65±6.93	27.63±7.95	1.38±0.56	15.78±6.27	9.34±3.10
B 组	100	65.27±9.65 <sup>(1)</sup>	33.09±7.52	28.26±9.31	1.31±0.55	17.00±6.88 <sup>(1)</sup>	9.32±3.48
C 组	62	63.40±7.39	34.08±7.43	29.10±6.82	1.26±0.50	14.77±6.78	8.45±3.04

注:与 C 组比较,(1)P<0.05

### 3 讨 论

舰艇官兵在航海过程中,不同的作业环境会引起他们生理、心理及免疫功能的改变<sup>[1]</sup>。对于来自内外环境的干扰和影响,机体主要依赖免疫系统进行应答,而免疫系统功能的正常发挥则依赖于各种免疫细胞的协同作用,特别是各 T 细胞亚群之间、B 细胞和 NK 细胞之间的协作和制约。CD3<sup>+</sup> 和 CD4<sup>+</sup> 细胞是机体免疫系统中重要的细胞亚群,CD4/CD8 比值是监视人体细胞免疫功能、反映机体免疫状态的重要指标,比值失衡可以导致免疫系统紊乱及一系列免疫病理改变<sup>[2-4]</sup>。B 细胞和 NK 细胞是淋巴细胞亚群之一,其表面标志分别为 CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> 和 CD3<sup>-</sup>CD56<sup>+</sup>,主要参与体液免疫应答。

为了解不同因素对艇员细胞免疫功能的影响,我们对 247 名舰艇官兵的 CD3<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>、CD4/CD8、CD3<sup>-</sup>CD19<sup>+</sup> 和 CD3<sup>-</sup>CD56<sup>+</sup> 等 6 项免疫指标的变化进行分析。结果表明,年龄对免疫机能无影响;而不同作业环境对舰艇官兵总 T 淋巴细胞、辅助性 T 细胞、抑制性 T 细胞及 B 淋巴细胞均有一定影响,这与以往报道一致<sup>[5-6]</sup>;电磁辐射强度及噪声强度的增加均会导致机体免疫应答能力增强;但应激紧张程度增加可导致体液免疫应答能力减弱。

根据上述研究,作业环境、电磁辐射、噪声和应激紧张等因素对舰艇官兵的免疫学指标均有影响。因

此,海上航行导致舰艇官兵免疫功能改变的可能机制,主要集中于船舶环境复合因素,以及由其引起的神经-内分泌系统改变对免疫系统的直接和间接影响。为保障舰艇官兵的身心健康,提高作业效率,应在改善作业环境的同时,采取有效措施,加强艇员海上环境的适应性训练和心理应激训练,从而为航海卫勤保障奠定基础。

#### 【参考文献】

[1] Arzumanev AA. Protective body function in sailors. *Voen Med Zh*, 1994, (5): 45

[2] Syrjala H, Svrcehl, Ilonen J. Low CD4/CD8 T Lymphocyte ratio in acute myocardial infarction. *J Clin Exp Immunol*, 1991, 83: 326.

[3] Taniuchi I, Ellmeier W, Littman DR. The CD4/CD8 lineage choice; new insights into epigenetic regulation during T cell development. *Adv Immunol*. 2004, 83: 55

[4] Lovgren T, Eloranta ML, Bave U, et al. Induction of interferon-alpha production in plasmacytoid dendritic cells by immune complexes containing nucleic acid released by necrotic or late apoptotic cells and lupus IgG. *Arthritis Rheum*, 2004, 50(6): 1861

[5] Myznikov IL, Makhrov MG, Rogovanov Dlu. Morbidity in seamen during long voyages according to the results of long-term studies. *Voen Med Zh*, 2000, 321(7): 60

[6] Nikolaeva Lia, Gliko Li. The function of the cardiovascular and immune system of sailors during cruise. *Voen Med Zh*, 1993, (2): 57

(2007-11-12 收稿 2007-12-25 修回)

(责任编辑 张金桐)