

加快身体恢复过程,又能影响心理和情绪<sup>[9]</sup>。以往研究表明,时间短、最大强度或次最大强度运动可使血清睾酮水平升高,且与皮质醇平行增长;而时间长,中等强度及反复负荷会引起血清睾酮水平下降<sup>[10]</sup>。但有研究发现,军事演练或剧烈运动后的疲劳和睡眠缺乏引起的躯体性应激均可使男性血浆睾酮素水平降低<sup>[11]</sup>。本研究发现,力竭性运动可使广大官兵的皮质醇与睾酮水平平均降低。高强度对抗演习使皮质醇水平降低,而皮质醇的降低抑制了睾酮的分泌,导致机体睾酮水平亦下降。这表明力竭性运动对人体神经内分泌系统可产生不利影响。因此,血清皮质醇和睾酮升高的合适比例可能是获得最佳训练效果的关键因素之一。

甲状旁腺素是甲状旁腺主细胞分泌的含有 84 个氨基酸的直链肽,主要参与全身钙平衡的调节。其主要靶器官是骨骼,总的效应是升高血钙和降低血磷水平<sup>[12]</sup>。甲状旁腺素通过肾脏排泄。但以往未见有关力竭性运动对甲状旁腺素作用的报道。本研究发现,军事演习后官兵甲状旁腺素水平较演习前明显升高。考虑可能是由于肾脏对甲状旁腺素排泄减少而使患者血中甲状旁腺素水平升高。表明力竭性运动可能对人体肾脏产生损害,其具体机制尚不明确,尚待进一步研究证实。

胃泌素是主要由胃窦及小肠的 G 细胞分泌的一种重要的肽类激素,其最主要生理功能是通过血液循环作用于胃壁细胞,刺激胃酸分泌<sup>[13]</sup>。应激状态下胃泌素水平可明显升高,胃酸分泌亦增多,从而易引发上消化道出血。本研究结果显示,演习前血清胃泌素含量为 $(25.96 \pm 10.37)$  pg/mL,演习结束后含量为 $(25.97 \pm 10.78)$  pg/mL。表明广大官兵在一定军事应激情况下胃泌素分泌无明显变化。该结果表明力竭性运动对机体消化系统的影响相对较小。这可能与广大官兵心理素质增强有关。

综上所述,力竭性运动对广大官兵神经内分泌系统有一定影响,其影响程度与官兵的运动强度及心理素质有关。同时各种激素水平的变化对机体多脏器功能状态均有影响。为此,了解力竭性运动时激素水平的影响,并依据其变化水平对机体进行合理的调节,防治力竭性运动导致机体脏器损伤,对保障部队官兵的心理健康和提高战斗力具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 赵敬国,王福文.大鼠力竭性游泳运动过程中心电图的动态观察  
• 军事检验医学论著(全军检验大会优秀论文)•

- [J]. 现代康复,2000,4(6):1194-1195.  
[2] 赵敬国,王福文.力竭性运动后不同时相大鼠心肌形态结构的改变观察[J].中国运动医学杂志,2001,20(6):316-317.  
[3] Nieman DC, Johansen LM, Lee JW, et al. Infectious episodes in runners before and after the Los Angeles marathon[J]. J Sports Med Phys Fitness, 1990, 30(2): 316.  
[4] 赵敬国,李建文,王茂叶,等.运动应激性溃疡及其机制的实验研究[J].山东体育科技,2003,25(4):22-26.  
[5] 李爽,李燕舞,阿拉木斯.力竭性运动对大鼠胃组织损伤的研究[J].成都体育学院学报,2008,34(1):81-83.  
[6] 徐峰,李华,毕向军,等.海上训练指战员心血管功能及血液流变学的改变[J].中国临床康,2004,8(33):7506-7507.  
[7] Bunnell DE, Bevier WC, Horvath SM. Effects of exhaustive sub-maximal exercise on cardiovascular function during sleep[J]. J Appl Physiol, 1985, 58(6): 1909-1913.  
[8] 郑虹,罗南萍.新兵集训应激对肾上腺髓质激素的影响[J].放射免疫学杂志,2009,22(3):234-236.  
[9] 李茜,耿喜臣,金朝等.在高+Gz 应激下人体血清睾酮和皮质醇水平的变化[J].中华航空航天医学杂志,2003,14(1):22-24.  
[10] Nagel D, Seiler D, Franz H. Biochemical, hematological and endocrinological parameters during repeated intense short-term running in comparison to ultra-long-distance running [J]. Int J Sports, Med, 1992, 13(3): 337-343.  
[11] Opstad PK. The hypothalamo-pituitary regulation of androgen secretion in young men after prolonged physical stress combined with energy and sleep deprivation[J]. Acta Endocrinol, 1992, 127(2): 231-236.  
[12] Levin A, Bakris GL, Molitch M, et al. Prevalence of abnormal serum vitamin D, PTH, calcium, and phosphorus in patients with chronic kidney disease: results of the study to evaluate early kidney disease[J]. Kidney Int, 2007, 71(1): 31-38.  
[13] 许涛,李兆申,彭国林.军事应激对新兵消化道疾病相关激素水平的影响[J].解放军医学杂志,2007,32(3):193-195.

(收稿日期:2012-08-09)

# 低剂量电离辐射对作业人员外周血淋巴细胞亚群的影响

王珂,王潇,王惠莹,文静,李雪梅,杨彩平  
(成都军区昆明总医院检验科,)

**摘要:**目的 探索低剂量电离辐射对作业人员外周血淋巴细胞亚群的影响。方法 检测 62 例有核辐射接触史者(接触组)外周血 T 淋巴细胞亚群 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 比值、CD56<sup>+</sup> 自然杀伤细胞(NK 细胞)、细胞因子诱导的杀伤细胞(CIK 细胞)在淋巴细胞中的百分率,以 40 例无核辐射接触史的健康男性为对照。结果 接触组和对照组 CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞百分率分别为 $(67.6 \pm 7.01)\%$ 和 $(64.3 \pm 4.58)\%$ ,差异具有统计学意义( $t = -2.65, P < 0.05$ ),CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞百分率分别为 $(20.73 \pm 5.48)\%$ 和 $(22.60 \pm 4.21)\%$ ,差异具有统计学意义( $t = 1.83, P < 0.05$ )。结论 低剂量电离辐射能引起 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞降低,可能对机体有一定程度的辐射损伤,应采取有效的职业防护。

**关键词:**电离辐射; 淋巴细胞亚群; 流式细胞术

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2012.20.035

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2012)20-2515-03

Effect of low-dose ionizing radiation on lymphocytes of workers with Exposure

Wang Ke, Wang Xiao, Wang Huixuan, Wen Jing, Li Xuemei, Yang Caiping

(Clinical Laboratory, Kunming General Hospital of Chengdu Military Region, Kunming, Yun'nan 650032, China)

**Abstract: Objective** To investigate effects of low-dose ionizing radiation on lymphocyte subsets in peripheral blood of Workers with Exposure. **Methods** The CD3<sup>+</sup> T, CD3<sup>+</sup> CD4<sup>+</sup> T, CD3<sup>+</sup> CD8<sup>+</sup> T, CD4<sup>+</sup> /CD8<sup>+</sup>, CD56<sup>+</sup>, CIK percentage in the peripheral blood lymphocyte of 62 soldiers who Contact the nuclear radiation were tested, with 40 healthy male controls. **Results** There were significant difference( $t=-2.65, P<0.05$ ) between the percents of CD3<sup>+</sup> T cells in lymphocyte of contact group( $67.6\pm7.01\%$ ) versus control group( $64.3\pm4.58\%$ ). The percents of CD3<sup>+</sup> CD8<sup>+</sup> T cells in lymphocyte between contact group( $20.73\pm5.48\%$ ) versus control group( $22.60\pm4.21\%$ ) were significantly different also( $t=1.83, P<0.05$ ). **Conclusion** Reduction of CD3<sup>+</sup> CD8<sup>+</sup> T subsets of lymphocyte was mainly caused by low-dose ionizing radiation in soldiers who contact the nuclear radiation. Effective occupational protection should be adopted.

**Key words:** ionizing radiation; lymphocyte subset; flow-cytometry

随着电离辐射的广泛应用,辐射损伤越来越受到关注,特别是小剂量电离辐射对人体健康的影响及其远期效应的研究更具意义。电离辐射主要通过高能激发和电离作用诱发单/双链 DNA 破坏,引起染色体不稳定和细胞癌变<sup>[1]</sup>,但低水平电离辐射慢性、长期、连续照射导致的健康效应具有不确定性。为探讨低剂量电离辐射对人体免疫功能的影响,笔者对 62 例核辐射接触者的淋巴细胞亚群进行了免疫分析,以期为低剂量电离辐射慢性辐射效应的研究提供参考。

1 资料与方法

**1.1 一般资料** 某部队曾有核辐射接触史者 62 例(接触组),男性,年龄 20~45 岁,平均 29.6 岁。以无核辐射接触史的官兵 40 例纳入对照组,年龄 22~40 岁,平均 30.4 岁。接触组及对照组受试对象均排除严重的肝肾疾病和其他器质性、慢性消耗性疾病,近期无病毒感染及用药史。

**1.2 仪器与试剂** RadEye PRO 个人辐射探测器(德国珂雷),FACS Caiibur 流式细胞仪及配套红细胞裂解液和不同荧光素标记的抗大鼠抗体(CD3<sup>+</sup>-FITC、CD4<sup>+</sup>-APC、CD8<sup>+</sup>-PE、CD56<sup>+</sup>-FITC)(美国贝克曼库尔特),XK96-A 快速混匀器(姜堰市新康医疗器械有限公司),KS 5000P 型离心机(日本 Kubota)。

**1.3 方法** 对照组和接触组受试对象均在早晨空腹抽取全血 2 mL 以 EDTA-K<sub>2</sub> 抗凝,2 h 内送检。对接触组受试对象进行个人辐射年度有效剂量监测,并分析各研究组受试对象外周血淋巴细胞亚群 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> /CD8<sup>+</sup> 以及 CD56<sup>+</sup> 自然杀伤细胞(NK 细胞)和细胞因子诱导杀伤细胞(CIK 细胞)在淋巴细胞中的百分率。标本处理及检测按仪器及试剂说明书进行。

**1.4 统计学处理** 应用 SPSS16.0 统计软件进行统计分析,用 t 检验和  $\chi^2$  检验对样本均数比较差异进行显著性检验,显著性检验水准为  $\alpha=0.05$ 。

2 结果

**2.1 个人辐射有效剂量监测结果** 62 例接触组受试对象个人辐射有效剂量为 0.35~3.55 mSv,平均 2.04 mSv。

**2.2 淋巴细胞亚群检测结果比较** 接触组和对照组淋巴细胞亚群检测异常结果见表 1,淋巴细胞亚群异常结果百分率组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。接触组和对照组 CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞、CD3<sup>+</sup> CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞百分率比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),CD3<sup>+</sup> CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞、CD16<sup>+</sup> CD56<sup>+</sup> NK 细胞

及 CIK 细胞百分率比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 2。

表 1 淋巴细胞亚群异常结果[n(%)]

淋巴细胞	接触组(n=62)	对照组(n=40)	合计(n=102)
CD3 <sup>+</sup> 异常	32(51.6)	5(12.5)	37(36.3)
CD4 <sup>+</sup> 异常	23(37.1)	5(15.5)	28(27.5)
CD8 <sup>+</sup> 异常	32(51.6)	4(10.0)	36(35.3)
CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup> 异常	10(16.1)	2(5.0)	12(11.8)
CD56 <sup>+</sup> 异常	24(38.1)	2(5.0)	26(25.5)
CIK 异常	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)

表 2 淋巴细胞亚群百分率( $\bar{x}\pm s, \%$ )

淋巴细胞	接触组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
CD3 <sup>+</sup> T	67.6 $\pm$ 7.01	64.3 $\pm$ 4.58	-2.65	0.009 2
CD3 <sup>+</sup> CD4 <sup>+</sup> T	34.2 $\pm$ 6.12	35.2 $\pm$ 4.74	0.86	0.390 7
CD3 <sup>+</sup> CD8 <sup>+</sup> T	20.73 $\pm$ 5.48	22.60 $\pm$ 4.21	1.83	0.047 0
CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>	1.76 $\pm$ 0.66	1.61 $\pm$ 0.36	-1.32	0.189 0
CD16 <sup>+</sup> CD56 <sup>+</sup>	11.93 $\pm$ 5.19	13.61 $\pm$ 4.39	1.69	0.093 8
CIK	0.48 $\pm$ 0.73	0.33 $\pm$ 0.22	-1.21	0.231 4

3 讨论

核辐射是原子核从一种结构或一种能量状态转变为另一种结构或另一种能量状态过程中所释放出来的微观粒子流,可以使物质引起电离或激发,故称为电离辐射。辐射技术已广泛应用于国民经济各部门,如核电站、物理探矿、医用诊断和治疗、辐射育种、辐射加工和灭菌、考古研究等,从事放射工作的人员数量也日益增多。放射性同位素与射线装置的设备条件和场所防护日趋完善,放射工作人员工作环境有了很大改善,大剂量照射已较少见,但长期小剂量职业照射对人体健康状况的影响逐渐受到广泛关注。如何合理有效地发挥电离辐射的作用,同时尽量避免和减轻电离辐射的危害,成为关注的焦点。电离辐射通过与机体细胞、组织、体液等物质相互作用,对机体产生各种生物学影响,尤其是免疫系统作为电离辐射敏感靶系统之一,成为研究电离辐射损伤效应的重要内容<sup>[2]</sup>。

由于受照次数多,累加时间长,因而机体损伤和修复并存。

当修复能力占优势时,在相当长的时期内可不出现明显的损伤反应,如果机体修复适应能力差或累积剂量达到一定程度时,就可能出现慢性损伤性效应<sup>[3-5]</sup>。慢性小剂量照射发生的生物效应,是损伤与修复同时存在的动态过程,是一种可逆性变化。在人体的各种组织器官中,造血系统特别是骨髓中的造血干细胞是对电离辐射敏感性较高的组织之一。如 Wang 等<sup>[6]</sup>证实亚致死电离辐射剂量照射小鼠全身可诱导骨髓造血干细胞凋亡。在癌症治疗中,放疗的电离辐射会引起骨髓造血干细胞的急、慢性损伤<sup>[7]</sup>。除骨髓造血干细胞,电离辐射对循环池中的白细胞也会产生诱导凋亡作用,尤以淋巴细胞最为敏感<sup>[8]</sup>。因此淋巴细胞也常作为放射病早期诊断和放疗中剂量估算的重要参考指标<sup>[9]</sup>。

本试验结果表明低剂量电离辐射并未对 NK 细胞和 CIK 细胞产生明显的影响,但接触组 CD3<sup>+</sup>T 淋巴细胞百分率高于对照组( $P<0.05$ ),CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞百分率低于对照组,而 CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>T 淋巴细胞并未出现明显降低,这可能和 CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞的总体耐受性有关。有报道显示淋巴细胞中耐受性由高到低依次为:CD4<sup>+</sup>T 淋巴细胞、B 淋巴细胞、CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞<sup>[10-11]</sup>,而 CD4<sup>+</sup>T 淋巴细胞的耐受性目前主要认为是启动了自身修复机制诱导脾(Cat<sup>2+</sup>)i 及 CD71 表达适应性反应等途径<sup>[12]</sup>,和本试验结果基本相符。

综上所述,低剂量电离辐射可引起 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>T 淋巴细胞减少,可能会对免疫功能造成一定的影响。应加强放射防护知识培训,在具体工作中要认真执行正当化、最优化、个人剂量限值三项基本原则,尽可能减少接触射线次数,做好个人防护,加强日常体格检查,以确保接触放射物质工作人员的健康安全。

## 参考文献

[1] Eken A, Aydin A, Erdem O, et al. Cytogenetic analysis of peripheral blood lymphocytes of hospital staff occupationally exposed to low doses of ionizing radiation[J]. Toxicol Ind Health, 2010, 26(5):273-280.

[2] 杨妹雅, 崔玉芳. 低剂量电磁辐射对机体免疫系统的影响研究与应用[J]. 中国临床康复, 2006, 4(10):154.

• 军事检验医学论著(全军检验大会优秀论文) •

# 离体人外周血 X 射线照射后剂量效应曲线的建立

李广伟<sup>1</sup>, 李峰生<sup>2</sup>

(1. 解放军第 531 医院检验科, 吉林通化 134002; 2. 第二炮兵总医院中心实验室, 北京 100088)

**摘要:**目的 建立准确估算受辐射照射者辐射剂量的方法。方法 采用 X 射线照射离体人外周血,一步法培养外周血淋巴细胞 56 h 后收获制片,检测染色体“双着丝粒(dic)+环(r)”畸变率,拟合剂量效应曲线。结果 畸变率随照射剂量增加而增加,存在明显的剂量效应,剂量效应曲线回归方程为  $y=0.0208x^2+0.1028x-0.0248$ ,  $r^2=0.9953$  ( $P<0.05$ )。结论 通过建立 X 射线照射离体人外周血后的剂量效应曲线,能准确估算受照射剂量。

**关键词:**染色体畸变; 辐射剂量估计; 剂量效应曲线

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2012.20.036

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2012)20-2517-03

Establishment of radiation dose-response curve based on in vitro irradiation of peripheral blood samples by X-ray

Li Guangwei<sup>1</sup>, Li Fengsheng<sup>2</sup>

(1. Department of Clinical Laboratory, No. 531 Hospital of PLA, Tonghua, Jilin 134002, China;

[3] Dauer LT, Brooks AL, Hoel DG, et al. Review and evaluation of updated research on the health effects associated with low-dose ionizing radiation[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2010, 140(2):103-136.

[4] Park ES, Moon K, Kim HN, et al. Radiation exposure and cancer mortality among nuclear power plant workers: a mesa-analysis[J]. J Prev Med Public Health, 2010, 43(2):185-192.

[5] Cosset JM. Side effects of ionizing radiation on healthy tissues and organs at risk[J]. Cancer Radiother, 2010, 14(4/5):228-231.

[6] Wang Y, Liu L, Pazhanisamy SK, et al. Total body irradiation causes residual bone marrow injury by induction of persistent oxidative stress in murine hematopoietic stem cells[J]. Free Radic Biol Med, 2010, 48(2):348-356.

[7] Wang Y, Schulte BA, Zhou D. Hematopoietic stem cell senescence and long-term bone marrow injury[J]. Cell Cycle, 2006, 5(1):35-38.

[8] Britz-McKibbin LR. Metabolomic studies of radiation-induced apoptosis of human leukocytes by capillary electrophoresis-mass spectrometry and flow cytometry: Adaptive cellular responses to ionizing radiation[J]. Electrophoresis, 2010, 31(14):2328-2337.

[9] Johannes C, Dixius A, Pust M, et al. The yield of radiation-induced micronuclei in early and late-arising binucleated cells depends on radiation quality[J]. Mutat Res, 2010, 701(1):80-85.

[10] Slonina D, Gasinska A. Intrinsic radiosensitivity of healthy donors and cancer patients as determined by the lymphocyte micronucleus assay[J]. Int J Radiat Biol, 1997, 72(6):693-701.

[11] West CM, Davidson SE, Elyan SA, et al. Lymphocyte radiosensitivity is a significant prognostic factor for morbidity in carcinoma of the cervix[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2001, 51(1):10-15.

[12] Gourabi H, Mozdarani H. A cytokinesis-blocked micronucleus study of the radioadaptive response of lymphocytes of individuals occupationally exposed to chronic doses of radiation[J]. Mutagenesis, 1998, 13(5):475-480.

(收稿日期:2012-08-09)