

## • 军事医学 •

## 海军部队高强度军事训练致肾脏损伤的调查分析

周春华 李猛 余永武 单毅 陈洪 崔艳

**【摘要】** 目的 调查分析海军部队高强度军事训练后肾脏损伤的发生情况。方法 受试对象为 1 320 名进行 5km 武装越野跑的海军部队官兵,其中新兵 568 人,老兵 752 人。训练完成后即刻留取尿液,以干化学法进行蛋白尿及血红蛋白检测;尿液离心后行红细胞镜检;ELISA 法检测尿 N-乙酰-β-D-氨基葡萄糖苷水解酶(NAG)和视黄醇结合蛋白(RBP)水平;以酶偶联法测定肌酸激酶(CK)水平,以 CK≥950U/L 作为横纹肌溶解症诊断标准。结果 训练后总体血尿发生率为 2.1%,血红蛋白尿发生率为 7.4%,蛋白尿阳性率为 44%,尿 NAG 异常率为 57.1%,尿 RBP 异常率为 57.3%,且新兵均高于老兵( $P<0.05$ );各检测项目训练结束 24h 后 80%左右的官兵上述指标恢复正常,训练结束 48h 后 90%左右恢复正常;以上指标复合异常(即至少有一项异常)发生率为 78.2%。横纹肌溶解症发生率为 0.3%,无急性肾功能衰竭出现。结论 海军部队高强度军事训练后肾脏损伤发生率较高,且新、老兵之间存在明显差异,极少数官兵可发生横纹肌溶解症。

**【关键词】** 军事医学;肾;创伤和损伤

**【中国图书资料分类号】** R82

## Analysis of renal injury caused by strong intensity military training in the navy

Zhou Chunhua, Li Meng, Yu Yongwu, et al. Department of Nephrology, Naval General Hospital of PLA, Beijing 100037, China

**【Abstract】 Objective** To investigate the incidence of renal injury caused by strong intensity military training in the navy. **Methods** One thousand three hundred and twenty servicemen of the navy were enrolled in the present study including 568 recruits and 752 veterans. Urine protein and hemoglobin were determined using the dry chemistry method after a five-kilometer armed field race. Urine samples were collected and centrifuged for erythrocyte count under microscope after training. Retinol binding protein (RBP) and N-acetyl-β-D-glucosaminidase (NAG) were measured by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). Detection of creatine kinase (CK) above 950U/L was assumed to be rhabdomyolysis positive. **Results** The average incidence of hematuria, hemoglobinuria and proteinuria was 2.1%, 7.4% and 44%, respectively, and the incidence of abnormal RBP and NAG was 57.3% and 57.1%, respectively. Significant difference in each of the indexes existed between the recruits and veterans ( $P<0.05$ ). The indexes were restored to normal within 24 hours in 80% of the trainees and the indexes were restored to normal within 48 hours after the training in 90% of the trainees. The incidence of abnormality of two or more items of the indexes in combination was 78.2%. The incidence of rhabdomyolysis was 0.3%. No acute renal failure occurred among these servicemen. **Conclusions** A relatively high incidence of renal injury may be found among the naval corps after a strong intensity military training, but the incidence might be significantly different between the new recruits and veterans. Rhabdomyolysis has been found in a few naval servicemen. Regular training can decrease the incidence of renal injury.

**【Key words】** military medicine; kidney; wounds and injuries

肾脏是军事训练致器官损伤的主要靶器官之一。已有的小样本调查资料提示,训练后肾脏损伤具有较高的发生率,应予以高度重视<sup>[1]</sup>。但目前缺乏大样本的流行病学资料,更缺乏海军这一特殊群体高强度训练后肾脏损伤发生情况的调查研究。为此,笔者采用多指标联合检测,对海军部队高强度军事训练后肾脏损伤的发生情况、恢复情况以及相关因素进行调查分析,为制定科学合理的训练方案提供线索,以减少肾脏损伤的发生。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 1 320 名官兵均来自海军部队,处于亚热带地区,均为男性。其中新兵 568 人,年龄 19.3±1.1(18~21)岁,军龄 4 个月;老兵 752 人,年龄 22.8±3.1(19~30)岁,军龄≥1 年。所有参训官兵身体健康,

尿常规检查无异常。

**1.2 仪器及试剂** BM200 型自动尿液分析仪及其专用干化学试纸条(北京宝灵曼阳光科技有限公司);TGL-16 型台式离心机(上海安婷科学仪器厂);CK40-F200 型倒置显微镜(Olympus);尿视黄醇结合蛋白(RBP)、尿 N-乙酰-β-D-氨基葡萄糖苷水解酶(NAG)ELISA 检测试剂盒(上海太阳生物技术有限公司)。

**1.3 检测方法** 时间为 4 月中下旬,海军士兵负重 10kg(枪支、手榴弹、水壶等)、炮兵携炮(3 人/组,炮重约 30kg)于训练当天上午(温度 24~30℃、湿度 60%~70%)行 5km 武装越野跑,完成时间 22~25min。训练

**【作者简介】** 周春华,医学博士,主任医师。主要从事肾脏病学、军事医学的临床与基础研究。E-mail: zhoucho@163.com

**【作者单位】** 100037 北京 海军总医院肾内科(周春华、李猛、余永武、单毅、陈洪、崔艳)

后即刻留取 20ml 尿液,采用干化学方法检测蛋白尿及隐血情况,分为阴性(-)、+~卅共 5 个等级,阳性标本再行尿沉渣镜检,镜下血尿分为阴性(红细胞 0~2/HP)、+(3~10/HP)、++(11~20/HP)、+++ (21~30/HP)和卅(>30/HP)共 5 个等级(考虑有尿液排除体外后溶血致尿隐血阳性存在,镜下血尿阳性者不再计为血红蛋白尿病例);尿 NAG 和 RBP 测定严格按试剂盒说明书进行,NAG $\geq$ 18.5U/L、RBP $\geq$ 0.03mg/L 为阳性;尿隐血卅、卅或运动后肌肉酸痛者即刻抽血以酶偶联速率法检测血尿素氮(BUN)水平,以苦味酸法检测肌酐(Cr)水平,以酶偶联法检测肌酸激酶(CK)水平,BUN $\geq$ 7.1mmol/L、Cr $\geq$ 133 $\mu$ mol/L、CK $\geq$ 190U/L 作为训练后血液生化指标阳性标准,其中 CK $\geq$ 950U/L (5 倍正常值上限)作为横纹肌溶解症(rhabdomyolysis, RM)的诊断标准。尿液检测阳性者次日晨再行以上检查,异常者第 3 天再复查。本次训练后 2d 内避免剧烈活动,观察恢复情况。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS 11.0 软件进行分析。新、老兵间发生率比较采用  $\chi^2$  检验及校正  $\chi^2$  检验;镜下血尿、血红蛋白尿、蛋白尿、尿 NAG 及尿 RBP 检测结果进行秩相关性分析。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 尿液检测项目** 各项尿液检测项目发生人数、发生率及新、老兵发生率比较结果见表 1。从中可以看出,镜下血尿的发生率较低,而对肾脏损伤较敏感指标 NAG 和 RBP 的异常率较高。各项指标发生率新兵均显著高于老兵( $P<0.05$ )。

**表 1** 各项尿液检测项目发病人数、发生率及新、老兵发生率比较  
**Table 1** Comparison on the incidence of uroscopy abnormality between recruit and veteran

检测项目	调查人数	发病人数	发生率 (%)	新、老兵发生率比较( $\chi^2$ )	P 值
镜下血尿	新兵	567	18	3.2	5.45 $P<0.05$
	老兵	751	10	1.3	
	合计	1 320	28	2.1	
血红蛋白尿	新兵	567	57	10.1	10.67 $P<0.01$
	老兵	751	40	5.3	
	合计	1 320	97	7.4	
蛋白尿	新兵	567	272	46.2	4.35 $P<0.05$
	老兵	751	308	42.3	
	合计	1 320	580	44.0	
NAG	新兵	567	346	61.0	6.39 $P<0.01$
	老兵	751	406	54.1	
	合计	1 320	752	57.1	
RBP	新兵	567	359	63.3	14.8 $P<0.01$
	老兵	751	396	52.7	
	合计	1 320	755	57.3	

**2.2 尿液检测项目恢复情况** 各项尿液检测项目均在 24h 后明显恢复,48h 后几乎完全恢复。但镜下血尿恢复较慢,与其他各项指标恢复率比较差异有显著性( $P<0.05$ ,表 2)。

**表 2** 各项尿液检测项目 24、48h 后的恢复情况

**Table 2** Restoration ratio of uroscopy items 24 and 48 hours after marine training

检测项目	首次尿检异常人数	24h 后恢复人数	24h 后恢复率 (%)	48h 后恢复人数	48h 后恢复率 (%)
镜下血尿	28	16	57.1	24	85.7
血红蛋白尿	97	90	92.8 <sup>(1)</sup>	94	96.9 <sup>(1)</sup>
蛋白尿	580	513	88.4 <sup>(1)</sup>	573	98.8 <sup>(1)</sup>
NAG	752	666	88.6 <sup>(1)</sup>	744	98.9 <sup>(1)</sup>
RBP	755	633	83.8 <sup>(1)</sup>	740	98.0 <sup>(1)</sup>

注:与镜下血尿恢复率比较,(1) $P<0.05$

**2.3 尿液检测项目发生率及相关分析** 580 例蛋白尿中,+占 62.9%(365/580),++占 27.8%(161/580),+++占 9.3%(54/580)。97 例血红蛋白尿中,+占 35.1%(34/97),++占 18.5%(18/97),+++占 17.5%(17/97),卅占 28.9%(28/97)。28 例镜下血尿中,按调查方法中的评定标准,+占 28.6%(8/28)、++占 25.0%(7/28)、+++占 14.3%(4/28)、卅占 32.1%(9/28)。NAG 为 1.6~206.1U/L,RBP 为 0.04~2.5mg/L。因以上检测结果不符合正态分布及方差齐性,故行秩相关性分析。在秩相关性分析中,镜下血尿、蛋白尿及血红蛋白尿检测呈阴性记为 0 分,+、++、+++分别记为 1、2、3、4 分,分析结果显示:镜下血尿与血红蛋白尿相关性最高, $r=0.5973$ ;血红蛋白尿与蛋白尿、NAG、RBP 相关性较低, $r$  分别为 0.175 6、0.143 4 及 0.177 6;蛋白尿与 NAG、RBP 的  $r$  值分别为 0.410 5 及 0.459 6。镜下血尿及血红蛋白尿复合(即至少有一项异常)发生率为 7.7%,血红蛋白尿与蛋白尿、NAG、RBP 复合发生率分别为 45.1%、61.0%及 60.4%,NAG 与 RBP 复合发生率为 72.5%,均高于单指标发生率,5 项指标复合发生率为 78.2%。

**2.4 血液生化异常情况** 按尿隐血卅、卅或运动后有不适、肌肉酸痛的标准抽血,共取得血标本 51 份,测定结果显示:BUN 水平为  $6.2 \pm 1.2$  (3.1~9.0mmol/L),异常率为 21.6%(11/51),考虑有运动后氮质血症存在;Cr 水平为  $99.5 \pm 15.0$   $\mu$ mol/L,均在正常范围;CK<190、190~380、380~570、570~760、760~950、 $\geq$ 950U/L 的比例分别为 17.6%(9/51)、21.6%(11/51)、31.4%(16/51)、11.8%(6/51)、9.8%(5/51)及 7.8%(4/51),其中异常占 82.4%(42/51)。4 例发生 RM,发生率为 0.3%(4/1 320),其 CK 值分别为 1 144、1 219、1 410、1 821U/L,均为新兵,有轻度肌肉酸痛感,符合 RM 的诊

断标准(本次调查以 CK 作为 RM 的诊断标准,未行尿液肌红蛋白检测)。本次调查未见 Cr 升高,即无急性肾衰竭出现。

### 3 讨 论

军事训练后出现血尿,找不到其他原因者可称为单纯训练性血尿,其发生率为 4.5%~23.9%<sup>[2-3]</sup>,90% 的病例血尿持续不超过 3d,超过 3d 的持续性血尿、蛋白尿,需考虑合并其他情况<sup>[4]</sup>。军事训练致血红蛋白尿一般在训练后第 1 次排尿时出现,尿色异常持续 2~4h,既往报道其发生率为 2.7%~4.1%<sup>[5-6]</sup>。军事训练时出现的一过性蛋白尿称为运动性蛋白尿,其发生率为 70.0%~85.0%。Gerth 等<sup>[7]</sup>报道马拉松赛后 11.4% 的运动员出现肾小球性蛋白尿,6.8% 出现血尿。本次调查结果及既往研究结果均提示高强度军事训练可以导致一过性肾损伤,多数休息后恢复正常。

NAG(140kD)是细胞内的大分子溶酶体糖苷酶,不能通过肾小球滤过,可作为肾小管损伤的特异性及敏感性指标<sup>[8]</sup>。RBP(21kD)是肝脏分泌的低分子量蛋白,可自由通过肾小球滤过膜,经肾小球滤过的 RBP 99% 以上被肾近曲小管上皮细胞重吸收并分解,因此 RBP 是近曲小管上皮细胞损伤的标志物,其灵敏度高于 NAG 及  $\beta_2$ -微球蛋白,且在酸性尿中稳定。本次调查发现,NAG 及 RBP 异常率较训练后血尿、蛋白尿、血红蛋白尿发生率为高,证明训练后肾小管损伤较为普遍。多指标复合异常比例均高于单指标异常比例,提示训练后肾脏存在肾小球、小管等多方面损伤,要行多指标检测才能评价肾损伤情况。

军事训练后出现肌红蛋白尿又称运动性 RM,指训练后出现肌肉症状和尿色异常。由剧烈运动引起 RM,在军事训练、长跑、举重、体能比赛及不恰当身体锻炼后均有发生<sup>[9]</sup>。本次调查共确诊 RM 4 例,发生率为 0.3%,2 例于休息 24h 后尿检测正常,1 例于 48h 后正常,1 例于 48h 尿检测仍存在异常。BUN 可反映机体疲劳程度和功能状况,大强度训练后 BUN 与训练前比较显著升高<sup>[10]</sup>,训练前后 BUN 浓度的变化值为 1~3mmol/L。部分士兵出现训练后氮质血症,但未见 Cr 异常变化,提示无急性肾衰竭出现。

本次调查中新兵各项检测项目发生率均较老兵为高,且 4 例 RM 均为新兵。新兵为年初入伍,体能训练

时间较短,而老兵兵龄均在 1 年以上,长期坚持体能训练,表明通过长期、循序渐进的训练,可以减少肾脏损伤的发生率。本调查中各项检测指标在训练后 24h 仍有少部分未能恢复正常,提示训练后应注意休息,避免肾脏损伤未完全恢复而再次训练。各检测指标的恢复比例类似,提示肾小管与肾小球损伤在休息后能同时恢复正常。本次调查双指标复合发生率多在 60% 以上,提示多数人员同时伴有肾小管及肾小球损伤,另有少数参训人员单独存在肾小管或肾小管损伤。

本次调查结果提示,预防、减少训练中肾脏损伤应注意以下几个环节:①海军部队在高强度军事训练后普遍存在肾损伤,故应引起重视,注重预防及观察、及时处理;②训练应循序渐进,对未经训练的新兵,训练强度可由小到大,以逐步适应;③科学合理地安排训练,根据训练后肾损伤恢复间期,应避免 48h 内连续进行高强度训练;④尿液 NAG 及 RBP 检测较血尿、蛋白尿等能更敏感地反映训练后肾脏损伤情况,建议训练后及时检查。

### 【参考文献】

- [1] 陈巧林,胡嘉波,顾可梁,等. 剧烈运动引起肾功能异常变化的初步研究. 上海医学检验杂志, 2003, 18(6): 360
- [2] 王林生,刘湘香. 航校飞行员飞行前后及运动前后血尿蛋白尿发生率分析. 中华航空航天医学杂志, 2004, 15(2): 110
- [3] 张效东,程正祥,张元伟,等. 野战条件下 564 例血尿调查分析. 临床军医杂志, 2003, 31(6): 80
- [4] Holmes FC, Hunt JJ, Sevier TL. Renal injury in sport. Curr Sports Med Rep, 2003, 2(2): 103
- [5] 李红卫,钟兴明,尤桂杰. 运动损伤性血红蛋白尿 62 例发病分析. 现代康复, 2001, 5(13): 102
- [6] 戴光熙,刘虹,柴世全,等. 常规军事训练运动性血红蛋白尿研究. 人民军医, 2004, 47(1): 5
- [7] Gerth J, Ott U, Fünfstück R, et al. The effects of prolonged physical exercise on renal function, electrolyte balance and muscle cell breakdown. Clin Nephrol, 2002, 57(6): 425
- [8] 王丽萍,胡继明,吴传京. 运动对 N-乙酰- $\beta$ -D-氨基葡萄糖苷酶及其同工酶活性变化的影响. 中国运动医学杂志, 2003, 22(3): 297
- [9] Clarkson PM. Case report of exertional rhabdomyolysis in a 12-year-old boy. Med Sci Sports Exerc. 2006, 38(2): 197
- [10] 雷志勇,秦永生,吴志东,等. 一次大强度体能训练对战士某些生化指标的影响. 解放军医学杂志, 2007, 32(8): 877

(2008-08-12 收稿 2008-11-05 修回)

(责任编辑 张小利)