

接触低浓度 TNT 工人的神经行为改变及生物学监测

刘和亮 罗 彤 姜玉珠 赵伯阳 李庆友

摘 要 目的 探讨长期接触低浓度 TNT 的神经行为学效应及生物学监测指标。方法 应用 WHO-NCTB 测定接触 TNT 工人的早期神经行为改变并收集工人班末尿,测定尿中 2,6-二硝基-4-氨基甲苯 (DNAT) 的含量。结果 (1) 长期接触低浓度 TNT 可影响神经行为。主要表现为情绪增加,记忆及运动稳定性降低。(2) 尿 DNAT 含量明显增加,与 NCTB 得分存在一定接触-效应关系。结论 神经行为学测试可作为检测 TNT 接触工人早期影响的检测指标。NCTB 得分与尿 DNAT 含量间具有较好相关性,尿 DNAT 含量可以反映工人的接触水平。

关键词 TNT 神经行为 2,6-二硝基-4-氨基甲苯 (DNAT)

Study on Neurobehavioral Effect in Workers with Low Level Exposure of TNT and its Biological Monitoring Liu Heliang*, Luo Tong, Jiang Yuzhu, et al.* Department of Preventive Medicine, North-China Medical College of Coal Industrial Ministry, Tangshan 063000

Abstract Objective To explore the effect on workers with low level and long term exposure to TNT and its biological monitoring. **Methods** Neurobehavioral changes were assessed using NCTB recommended by WHO, meantime the urine samples were collected at the end of work shift for the analysis of 2,6-dinitro-4-aminotoluene (DNAT). **Result** There was an adverse effect on mood states, coordination memory and visuoconstructive abilities in TNT exposed workers. A relationship was found between urinary DNAT excretion and NCTB score. **Conclusions** It showed that neurobehavioral test can be used as a tool for the detection of early effects by TNT, the declined scores of most NCTB tests were correlated with the increased DNAT excretion, and the level of urinary DNAT may reflect the exposure level.

Key words TNT, Neurobehavior, 2,6-dinitro-4-aminotoluene (DNAT)

我们运用 WHO 推荐的神经行为核心测试组合 (NCTB)^[1] 检测了低浓度接触 TNT 工人的早期行为改变,并结合生产环境中 TNT 浓度,对尿中 TNT 的代谢物 2,6-二硝基-4-氨基甲苯 (DNAT) 进行了系统监测,以探讨 DNAT 作为接触 TNT 的生物学监测指标的有效性及可行性。

1 对象与方法

1.1 对象

接触组为某矿炸药厂无临床症状的 TNT 作业工人 59 名。对照组为该厂无 TNT 及其他神经毒物接触史的健康人 53 名。两组基本情况均衡可比。

1.2 方法

1.2.1 环境监测: 选择 16 个有代表性的作业点,用防暴测尘仪采样,乙醇氢氧化钠比色法分析 TNT 浓度。

1.2.2 神经行为功能测试: 全部受试者严格按 WHO-NCTB 方法和顺序作行为功能测试,

作者单位: 063000 唐山 华北煤炭医学院 (刘和亮 姜玉珠 赵伯阳 李庆友), 开滦职业病防治所 (罗彤)

测试在安静、光线柔和的房间进行^[2]。

1. 2. 3 尿 DNAT测定: 对全部受试者采用重氮偶联比色法定量测定尿中 TN T的主要代谢物 2, 6-二硝基 -4-氨基甲苯 (DNAT) 的含量^[3]。

1. 2. 4 统计分析方法: 采用 Foxbase-sas软件处理数据

2 结果

2. 1 环境监测

表 1 某厂 TN T作业场所空气浓度监测结果

mg /m³

场所	采样个数	范围	中位数	超标率 (%)
粉碎	6	1. 625~ 1. 750	1. 688	100. 00
混合	8	0. 053~ 2. 390	0. 554	50. 00
装药	10	0. 070~ 1. 320	0. 180	40. 00
包装	6	0. 017~ 0. 092	0. 078	0. 00
辅助	5	0. 020~ 0. 088	0. 080	0. 00
合计	35	0. 017~ 2. 390	0. 090	35. 48

表 1结果表明, 该厂 TN T作业场所 TN T (lm g /m³),仅粉碎工段中位数超出最高容许浓度范围 0. 017~ 2. 390mg /m³, 中位数是 0. 090mg /m³, 总体低于国家最高容许浓度

2. 2 神经行为功能测试结果

表 2 接触组与对照组 NCTB测试结果® 比较

项 目		接触组 (n= 59)		对照组 (n= 53)		t值	P值
		x	s	x	s		
情感状态	紧张—焦虑	10. 58	5. 91	10. 58	6. 14	0. 0076	0. 9940
	忧郁—沮丧	12. 93	10. 78	13. 02	10. 14	0. 0438	0. 9651
	愤怒—敌意	12. 02	8. 89	11. 87	8. 09	0. 1879	0. 8513
	有力—好动	17. 74	6. 15	18. 92	5. 79	1. 0500	0. 2983
	疲惫—惰性	10. 80	5. 06	8. 57	5. 35	2. 2664	0. 0275
	困惑—迷茫	8. 71	4. 68	7. 87	4. 64	0. 9572	0. 3406
简单反应时(秒)	平均	0. 33	0. 08	0. 32	0. 10	0. 1873	0. 8518
	标准差	0. 16	0. 10	0. 30	1. 09	0. 9667	0. 3381
	最快	0. 18	0. 06	0. 18	0. 07	0. 2066	0. 8367
	最慢	1. 04	0. 49	1. 08	0. 59	0. 3735	0. 7079
数字跨度	顺叙	8. 86	2. 60	10. 23	2. 36	2. 9052	0. 0044 *
	倒叙	6. 14	7. 47	5. 85	2. 01	0. 2833	0. 7778
	总分	14. 03	3. 75	16. 08	3. 71	2. 8927	0. 0046 *
提转捷度	利手	36. 00	6. 89	36. 81	4. 58	0. 7345	0. 4644
	非利手	32. 63	6. 61	33. 94	5. 80	1. 1228	0. 2640
数字译码		46. 71	13. 25	50. 08	11. 45	1. 4407	0. 1525
Benton视觉记忆		6. 88	7. 48	6. 54	1. 88	0. 3317	0. 7412
目标追踪	正确	189. 12	41. 36	211. 91	37. 77	3. 0473	0. 0029 *
	错误	7. 12	10. 16	6. 45	10. 70	0. 3367	0. 7370
II	总数	198. 53	43. 27	216. 15	42. 75	2. 1658	0. 0325

注: ®除简单反应时外其他项目单位为 “得分”

* P < 0. 05, ** P < 0. 01

从表 2结果可以看出,接触组的情感状态疲

劳—惰性得分、数字跨度正序分、总分及目标

追踪正确数得分, 总分与对照组之间差异有显

著意义 (P < 0. 0或 P < 0. 05)。

2 3 生物学监测指标

TNT接触组尿 DNAT含量平均为 2.77±0.62mg/L,对照组平均为 0.63±0.21mg/L,两组间差异显著 (P<0.01)。

2 4 尿 DNAT与神经行为改变的关系

据报道,用重氮偶联比色法测定尿 DNAT时非接触者体内尿 DNAT本底值<0.8mg/L^[4]。所以对全部受试者以尿 DNAT浓度分为<0.8mg/L, 0.8~2mg/L, >2mg/L三组,比较其 NCTB得分情况,见表 3

表 3 不同尿 DNAT浓度组 NCTB测试结果[®]比较

项 目		< 0.8mg /L组 (n= 48)		0.8~ 2mg/L组 (n= 35)		> 2mg /L组 (n= 29)	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
情感状态	紧张—焦虑	11.10	6.23	9.54	5.74	10.96	5.93
	忧郁—沮丧	13.85	10.35	11.85	11.65	9.31	6.51
	愤怒—敌意	12.69	8.27	11.63	9.67	11.41	7.46
	有力—好动	19.16	5.78	17.20	6.31	18.20	5.87
	疲惫—惰性	7.58	5.43	9.02	5.57	9.31	6.51
	困惑—迷茫	7.97	4.54	8.60	4.89	8.51	4.68
简单反应时(秒)	平均	0.32	0.09	0.31	0.07	0.34	0.08
	标准差	0.16	0.10	0.35	1.34	0.18	0.10
	最快	0.17	0.07	0.18	0.04	0.20	0.05
	最慢	0.96	0.41	0.92 [#]	0.38	1.18 [#]	0.53
数字跨度	顺叙	10.29	2.35	9.82 [#]	2.51	7.82 ^{* #}	2.26
	倒叙	5.95	2.04	5.42	1.70	6.75	10.57
	总分	16.25	3.72	15.20 [#]	3.55	12.69 ^{* #}	3.46
提转捷度	利手	37.08	4.67	37.14	5.59	34.31 [#]	7.72
	非利手	34.08	5.80	33.77	7.03	31.24	5.68
	数字译码	50.25	11.16	48.94	11.65	44.31 [#]	14.86
	Benton视觉记忆	6.58	1.77	5.82	1.99	8.03	10.47
目标追踪II	正确	213.04	38.10	197.88	38.75	180.58 [*]	41.99
	错误	5.10	6.71	5.91	7.12	8.20	12.57
	总数	216.02	40.09	204.22	41.52	192.41 ^{* #}	43.80

注 Q检验: * 或# P<0.05, ## 或* * P<0.01 (* 为 <0.8mg/L组与>2mg/L组比较, # 为 0.8~2mg/L组与>2mg/L组比较)
®除简单反应时外其他项目单位为“得分”

由表 3可见三组之间 NCTB得分在一些项目上如最慢反应时、数字跨度顺叙分和总分、提转捷度利手得分、数字译码以及目标追踪II 正确数和总数得分存在着增高或降低趋势,其中 DNAT<0.8mg/L组与>2mg/L组之间差异有显著意义 (P<0.05或 P<0.01), 0.8~2mg/L组与>2mg/L组在最慢反应时、数字跨度顺序分和总分得分差异有显著意义 (P<0.05或 P<0.01), 其他得分差异无显著意义。

3 讨论

TNT是一种广泛应用的高性能炸药,具有慢性蓄积性毒性,对人体许多系统器官均有明

显的损伤^[5],在我国常见的职业中毒中是危害较为严重的一种。近年来随着各种有效的防治措施的实行,很多作业场所空气中的 TNT浓度下降。但据文献报道,在 TNT浓度<1mg/m³ (最高容许浓度)工作 1~ 年仍然发生 TNT中毒^[6],这说明长期接触低浓度 TNT仍可对作业人员的健康造成一定的损害, TNT所致的潜隐性影响即所谓“亚临床中毒”的问题日益引人关注。

本研究运用 WHO-NCTB来评价 TNT对人体神经系统的早期损害效应,所得出的结果与文献报道的 TNT可使作业工人产生头晕

头痛、倦怠无力、失眠等神经衰弱综合征相似^[7],说明 WHO-NCTB对于 TNT的早期损害效应可以量化,且有利于不同研究者之间的比较,并可为 TNT慢性中毒的早期筛选提供参考依据

在生产条件下 TNT主要经皮肤和呼吸道吸收。对于 TNT的生产环境监测,空气监测受各种条件限制,特别是象 TNT这样可以经皮肤吸收的毒物,存在很大局限。所以用生物学监测可以弥补这个缺陷^[8]。对 TNT的生物学监测指标,国内外都已有了很多研究,而 TNT在体内的代谢物尿中 2, 6-二硝基-4-氨基甲苯 (DNAT),既能反映接触者的实际负荷^[4],又在实际工作中易为作业人员所接受,故尿中 DNAT的测定可作为一个较好的 TNT生物监测指标。1983年世界劳工组织 ICO已提出了尿中的 DNAT的生物接触限值 (30mg/L)^[9],但是尿中 DNAT含量存在个体差异且受多种因素影响,还须进一步完善这种测定方法

尿 DNAT作为反映 TNT接触水平的生物监测指标,与神经行为指标之间具有一定的相关性,尤其是反映注意力、反应速度、感知及操作敏捷性的几个指标 (简单反应时、提转捷

度与数字译码)随着尿 DNAT浓度的增加 NCTB得分也存在着增高或降低的趋势并且高浓度组与对照组之间的差异存在显著性。说明尿 DNAT也可在一定程度上反映 TNT所引起的接触-效应关系。

4 参考文献

- 1 WHO. Operational guide for the WHO neurobehavioral core test battery. Office of Occupational Health, WHO, 1986
- 2 梁友信. 介绍 WHO 推荐的神经行为核心测验组合. 工业卫生与职业病, 1987, 13 (6): 331-338
- 3 俞文渠, 等. 尿中 TNT及其代谢物测定方法的研究. 中华劳动卫生职业病杂志, 1986, 4 (3): 148
- 4 龚梓初, 等. 非接触者尿中 TNT及其代谢产物的本底值. 劳动医学, 1990, 7 (4): 1
- 5 Yimou, Jehuda. Toxicity and Metabolism of Explosive. Florida: CRC Press, Inc, 1990. 3
- 6 姜风云. 低浓度 TNT作业环境对工人身体危害的初步观察. 职业医学, 1993, 20 (1): 55
- 7 江泉观, 刘振生, 主编. 三硝基甲苯中毒及其防治. 北京: 医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1993.
- 8 王 兰, 主编. 劳动卫生学. 第三版. 北京: 人民卫生出版社, 1993. 157
- 9 ICO: Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Vol I, P812 3rd. Ed, 1983

(收稿: 1997-10-15 修回: 1998-03-09)