

• 调查报告 •

三硝基甲苯慢性损害及其进入途径的观察

朱月田¹ 顾秋萍² 龚粹初² 沈锁锁¹ 彭四盟³ 陈顺仙³ 王汇芬³

为进一步探讨三硝基甲苯 (TNT) 的慢性损害及主要进入途径,我们对某矿山化工厂 TNT接触工人和非接触的机械工人健康状况进行了对照观察,并对低浓度下职业性接触 TNT 的进入途径作了现场验证。

对象和方法

一、观察对象

某矿山化工厂 TNT 接触工人130名。其中男101人,女29人;年龄20~50岁121人,50岁以上9人;接触工龄最短半年,最长26年。以不接触 TNT 的机械厂工人101名作对照。接触组和对照组性别、年龄构成基本均衡。

二、观察内容及方法

1. 车间空气中 TNT 浓度测定 按工序定点多次滤膜采样,乙醇氢氧化钾法分析。

2. 皮肤污染量测定 区域比例法采样,乙醇氢氧化钾法分析,然后计算TNT皮肤污染总量。

3. 尿中 TNT 及其代谢物测定 采用乙醇氢氧化钾改良法及偶氮比色法分别测定 TNT 及DNAT (2,6-二硝基-4-氨基甲苯,又名4-A)。

4. 临床体检 询问 TNT接触史及自觉症状,内科体检,眼晶体检查。

5. 临床化验 血红蛋白、白细胞计数、红细胞赫氏小体、谷丙转氨酶、黄疸指数、麝香草酚浊度、锌浊度、乙型肝炎表面抗原 (HBsAg)。

结 果

一、现场情况及车间空气中 TNT浓度

该厂建于1961年,投产时仅少数工人从事作坊式土法生产,防护极差,曾发生亚急性中毒性肝炎数例。1978年重建厂房,实现半机械化生产,主要产尘设备均配置了通风除尘设施,劳动条件明显改善,但个人防护较差,卫生习惯不良。观察期间对车间空气中 TNT 浓度进行多次测定,结果见表1。由表1可见,破碎进料和出料浓度较高,但操作时间短暂,其他工序均低于或接近卫生标准 (1mg/m³)。

二、临床检查

1. 自觉症状 以头晕、头痛、乏力、失眠、恶

表1 车间空气中TNT浓度测定结果

工 种	测定次数	浓度范围 (mg/m ³)	平均浓度 (mg/m ³)
破碎进出料	2	3.21~58.55	—
轮 碾	3	0.15~0.41	0.29
装 药	9	0.46~9.09	2.06
小 包 装	9	0.08~0.55	0.37
大 包 装	9	0.07~0.24	0.14

心较多见,但其阳性率与对照组无显著差别 (P>0.05)。

2. 血象 接触组检查118人,Hb 偏低 (男<110g/L,女<100g/L) 17例 (14.4%),WBC 偏低 (<4×10⁹/L) 4例 (3.4%); 对照组检查101人,Hb 偏低15例 (14.9%),WBC 偏低4例 (4%)。两组检出率均无显著差别 (P>0.05)。

按性别比较两组 Hb 和 WBC 水平,亦无显著差别 (P>0.05),见表2。红细胞赫氏小体 检出率颇低,仅为6.06%。

表2 血红蛋白和白细胞水平

	受检 人数	Hb (g/L)	WBC (个/L)
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
男	接触组 92	123 ± 10.4	6.21 × 10 ⁹ ± 1.51 × 10 ⁹
	对照组 71	125 ± 11.1	6.25 × 10 ⁹ ± 1.52 × 10 ⁹
女	接触组 26	107 ± 12.3	6.04 × 10 ⁹ ± 1.47 × 10 ⁹
	对照组 30	107 ± 12.1	6.06 × 10 ⁹ ± 1.40 × 10 ⁹

P均>0.05

3. 肝脏检查 130名接触工人中检出肝肿大 (指锁骨中线肋下1.0cm以上) 8例 (6.20%),质软无压痛;101名对照工人中检出肝肿大11例 (11%),

1. 无锡市卫生防疫站 2. 上海医科大学
3. 宜兴市卫生防疫站

表3 肝功能等化验结果

检查	人数	SGPT>40u		SGPT>80u		II>6u		TTT>6u		ZTT>12u		HBsAg(+)	
		人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
接触组	118	2	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3.4
对照组	98	1	1.0	1	1.0	1	1.0	0	0	0	0	7	7.1

两组检出率差别不显著 ($P>0.05$)。肝功能等化验指标阳性发现较少,两组异常率无显著差别 ($P>0.05$),见表3。

4. 眼晶体检查 检查130名接触工人,发现眼晶体混浊40例(31%),具有 TNT 所致损害的特点,按诊断标准诊断 I 期中毒性白内障18例, II 期2例,观察对象20例。眼晶体混浊发病与工龄、工种、个人防护条件、尿中 TNT 及其代谢物水平的关系分析如表4。

表4 各因素与眼晶体混浊发病的关系

因素	检查人数	例数	检出率(%)	P
工龄(年)	<5	38	2	5.25 <0.01
	5~	84	34	40.48
	10~	8	4	50.00
工种	球磨轮碾	15	3	20.00 <0.05
	装药	31	15	48.39
	包装	31	10	32.26
	其他	59	12	20.34
个人防护	好	50	13	26.00 <0.01
	中	69	23	33.33
	差	11	4	36.34
尿 TNT mg/L	<1	20	7	35.00 >0.05
	1~	21	6	28.57
	2~	9	3	33.33
	3~	18	6	33.33
尿 DNAT mg/L	<1	26	7	26.92 >0.05
	1~	17	7	41.18
	2~	25	8	32.00

表4结果显示随着工龄增长检出率有增高趋势,装药工为高发工种,个人防护愈差,检出率愈高。尿 TNT 及其代谢物水平与眼晶体发病联系不密切。

三、皮肤污染量和尿 TNT 及其代谢物的关系

为观察 TNT 的进入途径,在装药、小包装、大包装三个工种随机各选5名工人,共15人。全部受试者均戴六层纱布口罩加超细丙纶纤维滤膜防尘口罩(滤尘效率93%),以阻断呼吸道吸入;自由穿着工作衣裤及鞋袜;参加本工种常规操作,每天实际接触 TNT 3~

4小时。收集班前、班后尿样测定尿 TNT 及 DNAT,下班时立即采集皮肤样品测定 TNT 污染总量,连续观察三天,取三天均值作统计分析。结果表明,班后尿 TNT、DNAT 含量均高于班前尿,差别显著 ($P<0.01$),见表5。

表5 班前、班后尿中 TNT、DNAT 含量比较

	班前	班后	班前班后差值	P
尿 TNT (mg/L)	0.85±0.32	2.36±2.09	1.51±1.39	<0.01
尿 DNAT (mg/L)	0.74±0.1	1.74±0.85	1.00±0.67	<0.01

不同工种间皮肤污染总量,尿 TNT 及 DNAT 含量差别显著 (P 均<0.01),见表6。

表6 不同工种三种参数比较

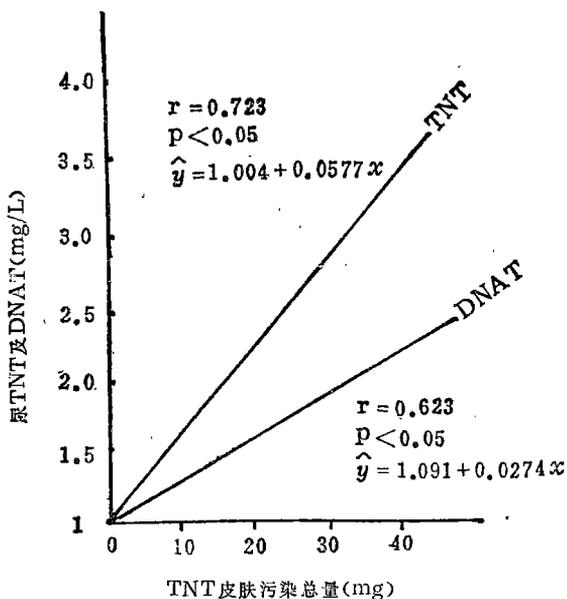
工种	受试人数	样品数	皮肤污染总量 (mg)	班后尿 TNT (mg/L)	班后尿 DNAT (mg/L)
装药	5	15	47.87±12.39	4.22±1.55	2.66±0.85
小包装	5	15	11.92±8.06	1.62±0.73	1.42±0.60
大包装	5	15	5.29±1.07	1.26±0.56	1.15±0.51
F			12.01	7.29	12.50
P			<0.01	<0.01	<0.01

皮肤污染总量与班后尿 TNT 及 DNAT 水平密切相关 (r 分别为0.72和0.62, P 均<0.05),见下图。

讨论

国外文献报道血液变化是 TNT 慢性毒作用的早期表现, TNT 浓度达0.2mg/m³ 时就可见到血红蛋白水平降低。国内多数报告血液变化少见。本次检查虽有部分工人血红蛋白偏低,但其检出率与对照人群并无差别,不能归因为 TNT 的毒作用,看来血液变化既不多见,又不特异。

一般认为肝损害是慢性 TNT 中毒的主要临床表现,肝功能异常更为敏感。本文结果未见肝功能明显异常,可能与所选用的肝功能指标不够敏感有关,需进一步观察。



TNT皮肤污染量与尿TNT及DNAT关系

眼晶体是 TNT 慢性损害的主要靶器官之一。以往 TNT 白内障报告主要来自苏联和东欧，西方国家报道较少，近年来国内报告较多。本文眼晶体混浊检出率达31%，与国内报告一致，结果相对表明眼晶体改变是小剂量 TNT 慢性作用的早期客观指标。目前国内外十分重视职业中毒的亚临床型，对接触

TNT 眼晶体有轻度改变者，应列为追踪观察的重点。

关于 TNT 经皮肤吸收问题以往曾有争议，近年来多数报告皮肤吸收是 TNT 主要进入途径。有人用四种不同防护条件定量地观察了 TNT 吸收途径，证明经皮肤吸收是主要的。本文在低浓度现场对职业接触者呼吸道严密防护后，发现班后尿 TNT 及DNAT 显著高于班前尿，说明在操作时有相当量 TNT 进入体内。在吸入途径基本阻断（口罩内层 TNT 含量仅为 3μg/cm³）的条件下，工人皮肤TNT污染总量和尿TNT及 DNAT 密切相关，提示经皮肤吸收是低浓度现场体内 TNT 负荷的主要来源。

鉴于皮肤是 TNT 的主要进入途径，单纯测定空气浓度不能评价实际接触水平，而准确的皮肤污染量监测难度较高，采用生物监测方法作为补充手段比较理想，尿中 TNT 及其代谢物可用作生物学监测指标，其接触限值有待研究。TNT 尿中代谢物除 DNAT 外还有多种，气相色谱法分析尿中 TNT 多种代谢物国外已广为采用，本文所用比色法不适合多种代谢物测定，且易受另一些芳香胺的隐性干扰，测定方法有待更新。

（本文承王蓂兰、黎勉勤教授指导，参加本文工作的有陈涌源、周蓓蕾、林亚芬、夏青青、徐鑫、瞿竹平、沈光祖等，上海中山医院眼科、职业病科协助体检，在此一并感谢。

三硝基甲苯作业对女性生殖机能及子代的影响

华北煤炭医学院预防医学系 姚林 张晓峰 赵伯阳 李庆有
河北省唐山市职业病防治所 任磊

三硝基甲苯 (TNT)为制造炸药的主要原料。晚近动物实验发现 TNT 对大鼠呈现胚胎毒和致畸胎作用，致畸指数高达80。而对女工的生殖机能及胎儿发育有无影响则尚未见报道。为此，我们对某地两个 TNT 工厂的女工进行了调查，以期对女工卫生保健及劳动保护措施提供科学依据。

材料与方 法

在两个 TNT 作业工厂调查了202名工龄1年以上的女工，以从未接触过 TNT 的行政、食堂、机修车间50名女工作为对照组。

用专用调查表，以追询月经史、发育史及小儿发育史的方法，按统一判断标准进行填写。判断标准：

- (1) 月经周期异常，周期超过35天或短于21天者；
- (2) 经期异常，经期超过7天或短于3天者；
- (3) 经血过多，出血量大于100ml者；
- (4) 痛经，经期必须服用止痛药及休工者；
- (5) 自然流产、早产、妊娠高血压综合征、死胎、死产，经医院确诊者；
- (6) 现患妇科病，包括宫颈糜烂、盆腔炎、子宫肌瘤；
- (7) 子代智力差，小孩上学年龄大于10岁或留级者。

车间空气中 TNT 浓度为 1.59mg/m³，超过国家最高容许浓度 1mg/m³。

结 果

1. 月经异常情况：见表1。
2. 妊娠异常频率：见表2。