

某化纤厂接触不同浓度二硫化碳的工人血糖血脂检出水平

李奎荣¹, 周文慧¹, 马军营¹, 王晶¹, 郑玉新², 余善法¹

摘要: [目的] 研究二硫化碳(CS₂)暴露对作业工人血糖(glucose, GLU)、总胆固醇(total cholesterol, TCHO)和三酰甘油(triglyceride, TG)检出水平的影响, 并提出职业健康监护行动水平的建议。[方法] 收集某化纤厂2004—2011年间工作场所CS₂浓度或作业工人个体接触CS₂浓度的检测资料, 对该化纤厂3456名接触CS₂的作业工人分别进行GLU、TCHO和TG水平的检查。[结果] 该化纤厂作业工人接触CS₂的8h时间加权平均浓度为0.2~41.0 mg/m³, 几何均数为2.38 mg/m³。其中1758名作业工人接触CS₂的浓度在0.2~2.5 mg/m³之间(A组); 653名作业工人接触CS₂的浓度在2.6~4.8 mg/m³之间(B组); 1045名作业工人接触CS₂的浓度在5.1~41.0 mg/m³之间(C组)。男性C浓度组高TG检出率高于A、B两浓度组, 差异有统计学意义($P < 0.05$); A、B浓度组之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。男性高GLU、高TCHO检出率及女性高GLU、高TCHO和高TG检出率在不同浓度组中差异均无统计学意义($P > 0.05$)。各年龄段C浓度组高TG检出率高于A、B两浓度组; A、B浓度组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。不同浓度组间高GLU和高TCHO检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。男性不同累积接触量组间高TG检出率差异有统计学意义($P < 0.01$); 高GLU和高TCHO检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。女性不同累积接触量组间高GLU、高TCHO和高TG检出率差异无统计学意义($P > 0.05$)。[结论] 男性作业工人接触CS₂浓度 $> 5 \text{ mg/m}^3$ 或累积接触量 $> 50 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 时, 可使高TG检出率明显升高。在对CS₂作业工人进行职业健康监护时, 宜执行CS₂时间加权平均浓度为 2.5 mg/m^3 (职业接触限值的1/2)的行动水平, 并加强对累积接触量 $> 50 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 的作业工人的健康检查。

关键词: 二硫化碳; 职业暴露; 血糖; 血脂; 行动水平

Blood Glucose and Lipid Levels in Workers Exposed to Different Concentrations of Carbon Disulfide in a Chemical Fiber Factory LI Kui-rong¹, ZHOU Wen-hui¹, MA Jun-ying¹, WANG Jing¹, ZHENG Yuxin², YU Shan-fa¹ (1. Henan Institute of Occupational Medicine, Henan 450052, China; 2. National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China). Address correspondence to YU Shan-fa, E-mail: yu-shanfa@163.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To explore the effects of carbon disulfide on glucose, total cholesterol, and triglyceride levels of workers exposed to carbon disulfide, and make recommendations on the action level of related occupational health surveillance. [Methods] Data on concentrations of carbon disulfide in workplace and the exposure levels of workers in a chemical fiber factory were collected from 2004 to 2011. A total of 3456 workers exposed to carbon disulfide were selected for testing glucose, cholesterol, and triglyceride. Chi-square test was used for statistical analysis. [Results] The eight-hour time-weighted average concentrations of the workers exposed to carbon disulfide were 0.2~41.0 mg/m³, and the geometric mean was 2.38 mg/m³. Specifically, 1758 workers were exposed to carbon disulfide ranging from 0.2 mg/m³ to 2.5 mg/m³ (Group A), 653 workers were exposed to 2.6~4.8 mg/m³ (Group B), and 1045 workers were exposed to 5.1~41.0 mg/m³ (Group C). For male, the detection rate of elevated triglyceride of Group C was statistically higher than that of Group A or B ($P < 0.05$), but the difference between group A and group B was not statistically significant ($P > 0.05$). The differences in the detection rates of elevated glucose and total cholesterol for male and of elevated glucose, total cholesterol, and triglyceride for female were not statistically significant between different concentration groups ($P > 0.05$). For age groups, the detection rate of elevated total triglyceride of Group C was higher than that of Group A or B ($P < 0.05$), but the difference was not statistically significant between group A and group B ($P > 0.05$); the difference of the detection rate of elevated glucose and cholesterol between different concentration groups was not statistically significant ($P > 0.05$). For male, the difference in the detection

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14299

[基金项目] 卫生部卫生行业科研专项项目(编号: 200902006)

[作者简介] 李奎荣(1966—), 女, 学士, 副主任医师; 研究方向: 劳动卫生与职业病; E-mail: likuirong58@163.com

[通信作者] 余善法, E-mail: yu-shanfa@163.com

[作者单位] 1. 河南省职业病防治研究院, 河南 450052; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050

rate of elevated triglyceride between different cumulative exposure level groups was statistically significant ($P < 0.01$), but not for the elevated glucose or cholesterol ($P > 0.05$). For female, the difference in the detection rate of elevated glucose, cholesterol, and triglyceride between different cumulative exposure level groups was not statistically significant ($P > 0.05$). [Conclusion] Carbon disulfide higher than 5 mg/m^3 or cumulative exposure higher than $50 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{year})$ could elevate the detection rate of total triglyceride in male workers. An action level at 2.5 mg/m^3 (time weighed average concentration) is therefore proposed for occupational health surveillance, and those with a cumulative exposure level of carbon disulfide $> 50 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{year})$ should take strengthened physical exams.

Key Words: carbon disulfide; occupational exposure; glucose; lipid; action level

二硫化碳(CS_2)是化纤等行业常用的有机溶剂。有研究已经表明接触高浓度 CS_2 作业工人冠心病等心血管系统疾病的死亡率明显增加^[1],但 CS_2 对血糖和血脂的影响目前报道结果不一^[2-5]。为进一步研究 CS_2 对血糖和血脂的影响以及对 CS_2 职业健康检查行动水平(参考限值)进行初步探讨,本项研究对某化纤厂3456名 CS_2 作业工人进行横断面调查研究。本文报道该项研究结果。

1 对象与方法

1.1 研究对象

以某化纤厂原液、酸站、纺丝、 CS_2 等车间接触 CS_2 的作业工人为研究对象,共3456名。其中,男性2664人,女性792人;年龄(31.87 ± 8.04)岁,范围(18~58岁);工龄(11.83 ± 8.34)年,范围(1~42年)。所有研究对象均居住在工厂及其附近,其社会、经济、文化背景相似。

1.2 分组方法

分别按性别、年龄、 CS_2 浓度、累积接触量等进行分组。其中,按性别分为男、女两组;按年龄分为 ≤ 25 岁、~30岁、~35岁、~40岁、 > 40 岁5组;分别以职业接触限值的1/2(2.5 mg/m^3)和职业接触限值(5 mg/m^3)为界,按接触 CS_2 的浓度分为A($\leq 2.5 \text{ mg/m}^3$),B($> 2.5 \text{ mg/m}^3$,且 $\leq 5 \text{ mg/m}^3$),C($> 5 \text{ mg/m}^3$)3组。按累积接触量(浓度 $\times$ 工龄)分为6组: $\leq 10 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 、~20 $\text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 、~30 $\text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 、~40 $\text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 、~50 $\text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 、 $> 50 \text{ mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{年})$ 组。

1.3 职业卫生基本情况调查

该调查包括生产工艺、生产过程中产生或存在的职业病危害因素及防护情况等。

1.4 CS_2 检测资料

收集某化纤厂2004—2011年间工作场所 CS_2 浓度或作业工人个体接触 CS_2 浓度的检测资料。其中,2004—2009年间 CS_2 浓度均为工作场所浓度,2010

年和2011年各有30%的工作场所 CS_2 浓度和70%的个体接触 CS_2 浓度。二硫化碳检测方法均按GBZ/T 160.33—2004《工作场所空气有毒物质测定 硫化物》之 CS_2 的二乙胺分光光度法执行。

1.5 CS_2 检测资料的数据处理

定点检测数据的处理:某检测点的 CS_2 浓度为该检测点各检测数据的几何平均值,再将各检测点 CS_2 浓度的几何平均值结合作业工人工作日实际接触时间,按照GBZ 159—2004《工作场所空气中有毒物质监测的采样规范》的有关公式,计算作业工人接触 CS_2 的8h时间加权平均浓度。

个体检测数据的处理:某车间和工种作业工人某年份接触 CS_2 的时间加权平均浓度,取该年份不同个体检测结果的算术均值;历年接触 CS_2 的时间加权平均浓度取该车间和工种作业工人在不同年份接触 CS_2 时间加权平均浓度的几何平均值。

1.6 血糖血脂检测及结果判断

采集空腹静脉血5 mL,用美国贝克曼库尔特UniCel Dx C600型全自动生化分析仪对血糖(glucose, GLU)、总胆固醇(total cholesterol, TCHD)和三酰甘油(triglyceride, TG)进行检测。上述工作均由河南省职业病防治研究院化验室有经验的检验师负责完成。根据该院化验室试剂情况确定的GLU、TCHD和TG的正常参考值上限分别为6.11、5.70、1.70 mmol/L,高于上述结果,即判断为检测结果升高。

1.7 统计学分析

数据以Excel建库管理,应用SPSS 13.0软件包对数据进行统计学分析,即进行 χ^2 检验(包括一般 χ^2 检验、校正 χ^2 检验)及确切概率法计算 P 值等,检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。在分别对不同 CS_2 浓度和累积接触量组血糖血脂异常率差异进行统计学分析的基础上,对不同浓度和累积接触量组再分别进行性别和年龄分层分析。

2 结果

2.1 职业卫生基本情况

2.1.1 生产工艺简介 原液车间以碱、浆粕和CS₂为原料制造粘胶；纺丝车间以粘胶为主要原料，经过酸浴等过程制造粘胶纤维；酸站的作用是处理纺丝车间返回的酸浴或丝条清洗用酸，返回到酸站的酸液，经化验、调配、过滤、脱气和加热等处理后，重新运往纺丝车间循环使用。

2.1.2 主要职业病危害因素及防护情况 化纤厂生产过程中产生或存在的职业病危害因素有酸、碱、CS₂、硫化氢(H₂S)等。其中酸和碱对人体的主要作用是皮肤和黏膜的刺激作用，与CS₂对人体的作用不同，不作为本次研究的内容。在纺丝车间的粘胶酸浴和纺丝等过程中，粘胶中的CS₂及含硫杂质与酸反应生成的H₂S会逸散到工作场所空气中；酸经纺丝车间使用后，其中含有酸浴或丝条清洗过程中溶解在其中的CS₂及H₂S，这些毒物在酸站处理酸液的过程中可能逸散到工作场所空气中。但H₂S是含硫杂质与酸反应的产物，产生量较少，对人体危害不大，因此，化纤厂引起人体健康危害的化学因素主要是CS₂。

调查发现，所有可能产生CS₂的车间均有机机械排风设施，且大部分设备密闭，生产过程中工人未佩戴

防毒口罩等个人防护用品。

2.2 CS₂接触水平

该化纤厂作业工人接触CS₂的8h时间加权平均浓度为0.2~41.0 mg/m³，几何均数为2.38 mg/m³。其中1758名作业工人(男1256人、女502人)，接触CS₂的浓度0.2~2.5 mg/m³(≤2.5 mg/m³)为A组；653名作业工人(男503人、女150人)，接触CS₂的浓度2.6~4.8 mg/m³(<5 mg/m³)为B组；1045名作业工人(男905人、女140人)，接触CS₂的浓度5.1~41.0 mg/m³(>5 mg/m³的职业接触限值)为C组。各浓度组≤25岁、~30岁、~35岁、~40岁、>40岁不同年龄段的人数：A组依次为512、394、288、254、310人，B组依次为100、139、154、135、125人，C组依次为323、202、238、147、135人。上述CS₂接触水平与李奎荣等^[6]对某化纤集团公司作业工人CS₂暴露水平的调查结果基本一致。

2.3 研究对象基本情况

A、B、C各浓度组男女的工龄、年龄、GLU和TCHD水平差异均无统计学意义($P>0.05$)；各浓度组男女的TG含量差异有统计学意义($P<0.01$)，因各组研究对象均为CS₂作业工人，这种差异应与CS₂对不同性别作业工人TG的影响不同有关。见表1。

表1 研究对象基本情况[$\bar{x} \pm s$ (范围)]

Table 1 Basic information of the study participants

组别 Group	年龄(岁) Age(years)	工龄(年) Working Age(years)	血糖(mmol/L) Glucose	胆固醇(mmol/L) Cholesterol	三酰甘油(mmol/L) Triglyceride
A					
男(Male)	31.33 ± 8.53(19~58)	11.22 ± 8.66(1~42)	4.90 ± 1.00(2.50~24.60)	4.21 ± 0.88(1.93~7.95)	1.06 ± 0.28(0.18~22.96)
女(Female)	32.72 ± 7.67(18~51)	12.53 ± 8.07(1~33)	4.73 ± 0.71(2.25~14.22)	4.00 ± 0.78(1.99~7.01)	0.71 ± 0.23(0.20~12.27)*
B					
男(Male)	33.27 ± 7.80(18~55)	13.43 ± 8.32(1~36)	4.86 ± 0.62(3.30~10.61)	4.27 ± 0.83(1.99~6.96)	1.05 ± 0.26(0.33~11.08)
女(Female)	35.11 ± 6.38(19~48)	14.81 ± 6.97(1~29)	4.78 ± 0.90(3.50~14.44)	4.01 ± 0.66(2.63~7.18)	0.71 ± 0.21(0.19~2.97)*
C					
男(Male)	30.93 ± 7.69(19~55)	11.00 ± 8.03(1~38)	4.87 ± 0.85(2.97~14.54)	4.21 ± 0.83(2.17~6.82)	1.18 ± 0.28(0.25~15.12)
女(Female)	31.57 ± 7.59(18~48)	11.48 ± 7.95(1~29)	4.84 ± 1.12(3.76~15.00)	3.92 ± 0.73(2.36~6.24)	0.70 ± 0.23(0.31~3.58)*

[注]*：与男性比较， $P<0.01$ 。[Note]*：Compared with the male, $P<0.01$.

2.4 血糖血脂异常检出结果分析

2.4.1 不同CS₂接触浓度组血糖血脂异常检出率 高TG检出率随接触CS₂浓度的升高而升高，且不同浓度组差异有统计学意义($P<0.01$)。两两比较结果显示，A组与C组、B组与C组之间高TG检出率差异均有统计学意义($P<0.01$)。高GLU和高TCHO检出率在不同浓度组中差异均无统计学意义($P>0.05$)，见表2。

男性C浓度组高TG检出率高于A、B两浓度组，

差异有统计学意义($P<0.05$)，两两比较结果显示，A组与C组、B组与C组之间高TG检出率差异均有统计学意义($P<0.05$)；不同浓度组高GLU和高TCHO检出率差异无统计学意义($P>0.05$)，见表3。

女性不同浓度组高GLU、高TCHO和高TG检出率差异均无统计学意义($P>0.05$)。

各年龄段C浓度组高TG检出率比较，差异有统计学意义($P<0.05$ 或0.01)。两两比较结果显示：高

TG 检出率在≤25 岁年龄段 A 组与 C 组、B 组与 C 组之间; ~40 岁年龄段 A 组与 C 组、B 组与 C 组之间; >40 岁年龄段 A 组与 C 组、B 组与 C 组之间差异均有统计学意义($P<0.05$ 或 0.01)。高 TG 检出率在上述各年龄段其他浓度组间或其他年龄段不同浓度组间差异均无统计学意义($P>0.05$), 见表 4。各年龄段不同浓度组间高 GLU 和高 TCHO 检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 2 不同 CS₂ 浓度组作业工人血糖血脂检查分析结果
Table 2 Glucose and lipid test results of workers exposed to different concentrations of carbon disulfide

组别 Group	受检人数 Number of subjects	高 GLU(Elevated glucose)		高 TCHO(Elevated cholesterol)		高 TG(Elevated triglyceride)	
		检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)
		Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate
A	1 758	90	5.1	77	4.4	290	16.5
B	653	29	4.4	28	4.3	110	16.8
C	1 045	60	5.7	48	4.6	234	22.4 ^{△##}
χ^2	—	1.410		0.117		16.728	
P	—	0.494		0.943		0.000	

[注]^{△△}: 与 A 浓度组比较, $P<0.01$; ^{##}: 与 B 浓度组比较, $P<0.01$ 。
[Note]^{△△}: Compared with the Group A, $P<0.01$; ^{##}: Compared with the Group B, $P<0.01$.

表 3 男性不同 CS₂ 浓度组作业工人血糖血脂检查分析结果
Table 3 Glucose and lipid test results of male workers exposed to different concentrations of carbon disulfide

组别 Group	受检人数 Number of subjects	高 GLU(Elevated glucose)		高 TCHO(Elevated cholesterol)		高 TG(Elevated triglyceride)	
		检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)
		Detected subject	Detection rate	Detected subjects	Detection rate	Detected subjects	Detection rate
A	1 256	69	5.5	65	5.2	257	20.4
B	503	26	5.2	27	5.4	102	20.3
C	905	52	5.7	42	4.7	226	25.0 ^{△#}
χ^2	—	0.209		0.441		7.509	
P	—	0.901		0.802		0.023	

[注][△]: 与 A 浓度组比较, $P<0.05$; [#]: 与 B 浓度组比较, $P<0.05$ 。
[Note][△]: Compared with the Group A, $P<0.05$; [#]: Compared with the Group B, $P<0.05$.

表 4 各年龄段不同 CS₂ 浓度组作业工人血糖血脂检查分析结果
Table 4 Glucose and lipid test results of workers exposed to different concentrations of carbon disulfide against different ages

年龄段 Ages	组别 Group	受检人数 Number of subjects	高 GLU(Elevated glucose)		高 TCHO(Elevated cholesterol)		高 TG(Elevated triglyceride)	
			检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)
			Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate
≤25 岁	A 组	512	23	4.5	9	1.8	41	8.0
	B 组	100	6	6.0	1	1.0	8	8.0
	C 组	323	17	5.3	10	3.1	43	13.3 ^{△#}
	χ^2	—	0.531		2.388		6.710	
	P	—	0.767		0.303		0.035	
~40 岁	A 组	254	13	5.1	12	4.7	49	19.2
	B 组	135	3	2.2	6	4.4	22	16.3
	C 组	147	8	5.4	10	6.8	48	32.7 ^{△#}
	χ^2	—	2.169		1.046		13.356	
	P	—	0.338		0.593		0.001	
>40 岁	A 组	310	24	7.7	26	8.4	64	20.6
	B 组	125	6	4.8	10	8.0	26	20.8
	C 组	135	12	8.9	12	8.9	43	31.9 ^{△#}
	χ^2	—	1.729		0.068		7.177	
	P	—	0.421		0.967		0.028	

[注][△]: 与 A 浓度组比较, $P<0.05$; [#]: 与 B 浓度组比较, $P<0.05$ 。
[Note][△]: Compared with the Group A, $P<0.05$; [#]: Compared with the Group B, $P<0.05$.

2.4.2 不同累积接触量组血糖血脂异常检出率 高 TCHO 和高 TG 检出率随累积接触量的增大而增高, 且不同累积接触量组总体差异有统计学意义($P<0.05$, $P<0.01$)。两两比较结果显示, 高 TCHO 检出率在~10 与>50mg/(m³·年)组之间, ~20 与>50mg/(m³·年)组之间差异均有统计学意义($P<0.05$, $P<0.01$); 高 TG

检出率~10mg/(m³·年)组与~40、~50、>50mg/(m³·年)组之间, ~20与>50 mg/(m³·年)组之间, ~30与>50 mg/(m³·年)组之间差异有统计学意义($P<0.05$, $P<0.01$); 其他累积接触量组间高TCHO和高TG检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。不同累积接触量组间高GLU检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。见表5。

男性高TG检出率随累积接触量的增大而升高,

差异有统计学意义($P<0.01$)。两两比较结果显示, 高TG检出率在~10与>50mg/(m³·年)组之间、~20与>50mg/(m³·年)组之间, ~30与>50mg/(m³·年)组之间差异均有统计学意义($P<0.01$), 而在其他累积接触量组间差异无统计学意义($P>0.05$); 不同累积接触量组间高GLU和高TCHO检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。见表6。女性不同累积接触量组间高GLU、高TCHO和高TG检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。

表5 不同累积接触量组作业工人血糖血脂检查分析结果

Table 5 Glucose and lipid test results of workers with different cumulative exposure levels

累积接触量[mg/(m ³ ·年)] Cumulative exposure[mg/(m ³ ·a)]	受检人数 Number of subjects	高 GLU(Elevated glucose)		高 TCHO(Elevated cholesterol)		高 TG(Elevated triglyceride)	
		检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)
		Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate
~10(1)	1 039	49	4.7	33	3.2	140	13.5
~20(2)	568	32	5.6	20	3.5	90	15.8
~30(3)	331	14	4.2	14	4.2	54	16.3
~40(4)	309	14	4.5	13	4.2	61	19.7 ^a
~50(5)	187	11	5.9	10	5.3	38	20.3 ^a
>50(6)	1 020	59	5.8	63	6.2 ^{ab}	251	24.6 ^{abc}
χ^2	—	2.491		12.802		47.493	
P	—	0.780		0.025		0.000	

[注]①组别一列中括号内的数字为分组序号。②a: 与第1组比较, $P<0.05$; b: 与第2组比较, $P<0.05$; c: 与第3组比较, $P<0.05$ 。

[Note]①Figures in parentheses are packet sequence number in the group. ②a: Compared with the Group 1, $P<0.05$; b: Compared with the Group 2, $P<0.05$; c: Compared with the Group 3, $P<0.05$.

表6 男性不同累积接触量组作业工人血糖血脂检查分析结果

Table 6 Glucose and lipid test results of male workers with different cumulative exposure levels

累积接触量[mg/(m ³ ·年)] Cumulative exposure[mg/(m ³ ·a)]	受检人数 Number of subjects	高 GLU(Elevated glucose)		高 TCHO(Elevated cholesterol)		高 TG(Elevated triglyceride)	
		检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)	检出数	检出率(%)
		Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate	Detected subject	Detection rate
~10(1)	747	37	5.0	27	3.6	129	17.2
~20(2)	445	28	6.3	19	4.3	86	19.3
~30(3)	252	12	4.7	12	4.7	49	19.4
~40(4)	244	12	4.9	12	4.9	54	22.1
~50(5)	137	9	6.6	10	7.4	31	23.0
>50(6)	839	49	5.8	54	6.4	236	28.1 ^{abc}
χ^2	—	1.930		8.818		31.207	
P	—	0.860		0.115		0.000	

[注]①组别一列中括号内的数字为分组序号。②a: 与第1组比较, $P<0.05$; b: 与第2组比较, $P<0.05$; c: 与第3组比较, $P<0.05$ 。

[Note]①Figures in parentheses are packet sequence number in the group. ②a: Compared with the Group 1, $P<0.05$; b: Compared with the Group 2, $P<0.05$; c: Compared with the Group 3, $P<0.05$.

3 讨论

本次研究结果显示, 在排除性别、年龄等因素的影响后, C浓度组高TG检出率高于A、B两浓度组, 差异有统计学意义, 但A、B两浓度组之间差异无统计学意义; 高TG检出率随累积接触量的增大而升高, 且不同累积接触量组总体差异有统计学意义。CS₂主要对男性TG有影响, 对女性TG影响较小。不同浓度组和不同累积接触量组之间高GLU和高TCHO检出

率差异均无统计学意义。

上述有关高TG检出率随接触CS₂浓度的升高而升高的结论, 与史善富等^[2]和曲仁禄等^[7]的研究结果一致, 但与Omae等^[3]和彭晓霞等^[8]的研究结果不同; CS₂对男性TG的影响大于女性, 和我们前期的研究结论一致^[9], 这可能与CS₂对男性性腺激素的影响有关, 早在20世纪90年代就有研究报道, 男性CS₂作业工人血清中睾酮(雄性激素)浓度明显低于对照组^[10], 因

性激素有促进体内脂肪代谢的作用,所以,雄性激素水平降低,可使体内贮存的脂肪增多,从而使血液中TG水平升高;男性高TG检出率随累积接触量的增大而升高,是由接触CS₂浓度和年龄(工龄)等因素共同作用的结果;本次研究所得高GLU检出率在不同浓度组 and 不同累积接触量组之间总体差异均无统计学意义的结论,与Takebayashi等^[4]的研究结论一致,但与封苏新等^[5]的研究结果不同;不同浓度组 and 不同累积接触量组之间高TCHO检出率差异均无统计学意义的研究结论,与史善富等^[2,7]多数学者的研究结论不同,但彭晓霞等^[8]的研究得到的是不确定的结论(对照组和低浓度组之间高TCHO检出率差异有统计学意义,但对照组和高浓度组之间其差异却无统计学意义)。上述研究结论的不一致,可能与研究方法不同、样本量大小不同、CS₂的浓度范围不同、研究对象的种族差异以及分组方法等的不同有关。另外,本次研究中未排除吸烟、饮酒、饮食习惯、体质指数等因素的影响,也可能对研究结论产生影响,但也有学者在排除了吸烟、饮酒、饮食习惯、体质指数等因素影响的情况下,关于CS₂对血糖、胆固醇和三酰甘油影响的研究结论与本次研究一致,如史善富等^[2]关于CS₂对TG影响的研究、Takebayashi等^[4]关于CS₂对GLU影响的研究等。

为更好地保护劳动者健康,目前,许多工业企业均按国家有关法律、法规和技术规范的要求,为接触CS₂的作业工人进行职业健康检查,但检查对象却未按接触CS₂浓度的“行动水平”确定。我国职业卫生“行动水平”的概念是指工作场所职业病危害因素浓度达到该水平时,用人单位应采取监测、健康监护、职业卫生培训、职业危害告知等控制措施,该水平一般是职业接触限值的一半。国外许多国家规定的“行动水平”也是相应职业病危害因素容许暴露上限值的一半,如美国职业安全卫生管理局(OSHA)环氧乙烷卫生标准中规定的作业工人接触环氧乙烷的“行动水平”等^[11]。从本次对CS₂作业工人血糖、血脂的研究结果,以及我们以前对CS₂作业工人神经系统体征^[12]和血常规各指标的研究结果来看:接触CS₂浓度低于行动水平组与高于行动水平组均低于职业接触限值组之间,上述各指标或体征异常检出率差异均无统计学意义。由此看来,对所有CS₂作业工人全部进行体检不仅增加了企业的健康监护费用,也是不必要的。在同时兼顾职工和企业利益的基础上,建议CS₂作业工人职业健康检

查对象宜按“行动水平”确定,即接触二硫化碳的8h时间加权平均浓度达到职业接触限值的一半(2.5mg/m³)。同时,根据累积接触量的研究结果,加强对累积接触剂量在50mg/(m³·年)以上的作业工人的体检,以便在充分保护劳动者利益的前提下,最大限度地降低企业成本,促进职业健康监护工作顺利开展。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] Gelbke HP, Göen T, Mäurer M, et al. A review of health effects of carbon disulfide in viscose industry and a proposal for an occupational exposure limit[J]. *Cri Rev Toxicol*, 2009, 39(S2): 1-126.
- [2] 史善富, 朱玲莉, 钱小莲. 职业接触二硫化碳对血脂水平的影响[J]. *中国工业医学杂志*, 2005, 18(2): 113-114.
- [3] Omae K, Takebayashi T, Nomiya T, et al. Cross sectional observation of the effects of carbon disulphide on arteriosclerosis in rayon manufacturing workers[J]. *Occup Environ Med*, 1998, 55(7): 468-472.
- [4] Takebayashi T, Nishiwaki J, Nomiya T, et al. Lack of relationship between occupational exposure to carbon disulfide and endocrine dysfunction: A six-year cohort study of the Japanese rayon workers[J]. *J Occup Health*, 2003, 45(2): 111-118.
- [5] 封苏新, 王吾兴. 二硫化碳对糖代谢的影响[J]. *江苏预防医学*, 2003, 14(1): 7-8.
- [6] 李奎荣, 崔守明, 吴辉, 等. 某化纤集团公司作业工人CS₂暴露水平[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2012, 30(6): 448-451.
- [7] 曲仁禄, 菅杰丽, 韩树芳, 等. 接触二硫化碳对作业人员健康的危害[J]. *工业卫生与职业病*, 2006, 32(5): 292-294.
- [8] 彭晓霞, 谭晓东, 陈冠民, 等. 长期接触低浓度二硫化碳对工人血脂影响的研究[J]. *中国公共卫生*, 2002, 18(6): 683-684.
- [9] 李奎荣, 王思华, 王晶, 等. 二硫化碳对作业工人心血管系统的影响[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2012, 30(6): 403-406.
- [10] 邓丽霞, 郑履康, 刘力, 等. 二硫化碳对接触男工性腺激素及生精功能的影响[J]. *职业医学*, 1998, 25(1): 6-8.
- [11] Occupational exposure to ethylene oxide—OSHA. Final standard[J]. *Fed Register*, 1984, 49(122): 25734-25809.
- [12] Antero Aitio. Reference limits in occupational toxicology[J]. *Clin Chem*, 1994, 40(7): 1385-1386.

(收稿日期: 2014-04-16)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 张晶; 校对: 丁瑾瑜)