

•调查与研究•

某石油炼制企业氨作业工人健康状况调查

张林林, 于雷

锦州市疾病预防控制中心, 辽宁 锦州 121000

摘要:目的 了解氨作业对工人身体健康的影响。方法 对某石油炼制企业氨作业工人 218 人, 非氨作业工人 1 741 人的血常规、血压、心电图和血清 ALT 活性等职业健康检查结果进行统计学分析。结果 男性工人中, 氨作业工人的红细胞(RBC)及血小板(PLT)计数减少的检出率与非氨作业工人相比, 差异有统计学意义($\chi^2 = 17.46, P < 0.01$; $\chi^2 = 6.56, P < 0.05$), 男性氨作业工人的血红蛋白(Hb)含量及 RBC 计数均值均低于非氨作业工人, 差异有统计学意义($t = -2.46, P < 0.05$; $t = -5.08, P < 0.01$)。男性和女性氨作业工人的 PLT 计数均值均低于非氨作业工人($t = -5.45, -6.12, P < 0.01$)。女性氨接触工人血清 ALT 活性均值高于非氨作业组工人($t = 2.42, P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析提示, 氨接触是男性工人 RBC 计数和 Hb 含量降低的危险因素($OR = 2.36, 95\% CI: 1.56 \sim 3.56$; $OR = 2.37, 95\% CI: 1.07 \sim 5.23$), 是男女工人 PLT 降低的危险因素($OR = 8.12, 95\% CI: 2.02 \sim 32.69$)。在女性工人中, 氨接触是血清 ALT 升高的危险因素($OR = 3.25, 95\% CI: 1.04 \sim 10.21$)。结论 提示该企业在目前的生产条件下, 部分氨作业工人的健康受到损害, 故应重视低浓度氨接触对职业人群健康的危害。

关键词: 炼油企业; 氨接触; 职业健康; 红细胞; 血小板

中图分类号: R135.3 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2014)05-0278-04

Investigation on health status of workers occupationally exposed to ammonia in a petroleum refining plant

ZHANG Lin-lin, YU Lei

Jinzhou Center for Disease Control and Prevention, Jinzhou, Liaoning 121000, China

Abstract: **Objective** To understand the adverse effect of occupational exposure to ammonia on workers' health condition. **Methods** The health status of 218 workers occupationally exposed to ammonia were compared with that of 1 741 workers without exposure to ammonia in a petroleum refining plant. **Results** The abnormality of both RBC counts and PLT counts were higher in the male ammonia-exposed workers compared with non-exposed workers ($\chi^2 = 17.46, P < 0.01$; $\chi^2 = 6.56, P < 0.05$, respectively). The Hb and RBC counts among male exposed workers were lower compared with non-exposed workers ($t = -2.46, P < 0.05$; $t = -5.08, P < 0.01$, respectively), while PLT counts were lower among male and female exposed workers compared with non-exposed workers ($t = -2.46, P < 0.05$; $t = -5.08, P < 0.01$, respectively). The female exposed workers had a higher level of ALT activity compared with non-exposed workers ($t = 2.42, P < 0.05$). The Logistic regression showed that ammonia exposure was a risk factor for decreased RBC and Hb counts of male exposed workers ($OR = 2.36, 95\% CI: 1.56 - 3.56$; $OR = 2.37, 95\% CI: 1.07 - 5.23$, respectively), a risk for decrease PLT level of both male and female exposed workers ($OR = 8.12, 95\% CI: 2.02 - 32.69$) and a risk for increased ALT activity of female workers ($OR = 3.25, 95\% CI: 1.04 - 10.21$). **Conclusion** This result indicated that ammonia exposure at current level in this petroleum refining plant caused adverse health effects and the further control measures should be taken to protect workers' health.

Key words: Petroleum refining business; Ammonia exposure; Occupational health; RBC; PLT

氨是石油炼制过程中产生的高毒职业病危害因素之一。控制氨对作业人员健康的损害是石油炼制企业面临的重要问题。为了解低浓度氨作业对工人健康的影响, 我们对某石油炼制企业接触低浓度氨的职工进

行了职业健康检查, 对氨作业人员的血常规、血压、心电图及肝损伤情况作了分析, 现将结果报告如下。

1 对象与方法

1.1 对象

某石油炼制企业在岗职工 1 959 人, 其中氨作业

作者简介: 张林林(1979-), 女, 硕士, 主管医师, 研究方向: 职业与放射卫生。

1 年以上的在岗职工 218 人。根据历年检测资料,他们接触的氨的浓度范围基本在 0.46 ~ 0.53 mg/m³ 之间。将 218 人设为氨作业组(接触组),平均年龄(39.93 ± 6.87)岁,平均工龄(18.12 ± 7.82)年;其中男性 138 人,平均年龄(40.26 ± 7.45)岁,平均工龄(18.36 ± 8.02)年;女性 80 人,平均年龄(39.35 ± 5.75)岁,平均工龄(17.71 ± 7.49)年。从事其他作业人员 1 741 人,主要为办公室管理人员及其他巡检作业人员,将其设为非氨作业组(对照组),平均年龄(39.76 ± 9.02)岁,平均工龄(17.67 ± 9.93)年;其中男性 1 343 人,平均年龄(39.14 ± 9.77)岁,平均工龄(17.35 ± 10.68)年;女性 398 人,平均年龄(39.64 ± 5.82)岁,平均工龄(18.75 ± 6.71)年。男性职工中,接触组的平均工龄、平均年龄和对照组相比,差异均无统计学意义($t = 1.30, 1.08, P > 0.05$);女性职工中,接触组的平均工龄、平均年龄和对照组相比,差异亦均无统计学意义($t = -1.24, -0.41, P > 0.05$)。

1.2 方法

专业医师利用职业健康检查表,对调查对象进行职业史、既往史的询问和自觉症状等的身体检查。血常规检测指标包括白细胞(WBC)计数及分数、中性粒细胞(GR)和淋巴细胞(LY)计数、血红蛋白(Hb)含量、血小板(PLT)计数。此外,还进行血清转氨酶(ALT)活性及血压、心电图(ECG)的检测。各检测指标异常的判定

标准如下:(1)收缩压(SBP)≥ 140 mmHg 或舒张压(DBP)≥ 90 mmHg 为血压异常;(2)WBC 计数< 4.0 × 10⁹/L 为 WBC 减少;(3)男性 Hb 含量< 120 g/L,女性 Hb 含量< 110 g/L 为 Hb 减少;(4)PLT 计数< 100 × 10⁹/L 为 PLT 减少;(5)GR 计数< 2.0 × 10⁹/L 为 GR 减少;(6)LY 计数< 1.0 × 10⁹/L 为 LY 减少;(7)男性红细胞(RBC)计数< 4.0 × 10¹²/L,女性 RBC 计数< 3.5 × 10¹²/L 为(RBC)减少;(8)血清 ALT 含量 > 40 U/L 为 ALT 异常。

1.3 统计学分析

使用 Epidata 3.1 数据录入,SPSS 20.0 统计学软件对数据进行统计学分析。定量资料使用均数和标准差进行统计学描述,对数据进行 t 检验或 F 检验。计数资料使用率或百分比统计描述,对数据进行 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析判定影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 接触组和对照组各项指标异常检出率比较

男性工人中,接触组的 RBC 及 PLT 计数异常检出率高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$ 或 0.05),而两组间其余指标异常检出率比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);女性工人两组间各指标的异常检出率相比,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 接触组与对照组各项体检指标异常检出率比较

异常指标	男性						女性					
	接触组($n = 138$)		对照组($n = 1\ 343$)		χ^2 值	P 值	接触组($n = 80$)		对照组($n = 398$)		χ^2 值	P 值
	检出例数	检出率 (%)	检出例数	检出率 (%)			检出例数	检出率 (%)	检出例数	检出率 (%)		
WBC	4	2.9	30	2.2	0.04	> 0.05	1	1.3	23	5.8	1.99	> 0.05
RBC	36	26.1	175	13.0	17.46	< 0.01	2	2.5	11	2.8	0.03	> 0.05
Hb	8	5.8	34	2.5	4.84	> 0.05	4	5.0	35	8.8	2.48	> 0.05
GR	0	0.0	17	1.3	0.82	> 0.05	0	0.0	4	1.0	1.47	> 0.05
LY	0	0.0	5	0.4	0.98	> 0.05	0	0.0	1	0.3	0.36	> 0.05
PLT	3	2.2	3	0.2	6.56	< 0.05	1	1.3	1	0.3	1.18	> 0.05
SBP	14	10.1	114	8.5	0.44	> 0.05	3	3.8	13	3.3	0.05	> 0.05
DBP	14	10.1	110	8.2	0.62	> 0.05	3	3.8	11	2.8	0.22	> 0.05
ALT	18	13.0	149	11.1	0.48	> 0.06	5	6.3	8	2.0	3.06	> 0.05
ECG	0	0.0	17	1.3	0.83	> 0.05	0	0.0	2	0.5	0.73	> 0.05

2.2 接触组与对照组各项指标均值比较

男性工人中,接触组的 RBC 计数及 Hb 含量、PLT 计数与对照组相比,差异有统计学意义($P < 0.01$ 或 0.05),其余各项指标在两组间相比,差异无统计学意义($P > 0.05$);女性工人中,接触组的 PLT 计数和血清 ALT 含量与对照组相比,差异有统计学意义($P < 0.01$

或 0.05),其余各项指标在两组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 异常指标的多因素 Logistic 回归分析

将研究对象按年龄分成三组,分别为:30 岁以下、30 ~ 岁及 45 ~ 岁;按接触氨工龄分成三组,分别为:10 年以下、10 ~ 年及 25 ~ 年。分别以指标是否

表 2 接触组与对照组各体检指标的均值比较 ($\bar{x} \pm s$)

体检指标	男性				女性			
	接触组($n=138$)	对照组($n=1\,343$)	t 值	P 值	接触组($n=80$)	对照组($n=398$)	t 值	P 值
WBC	6.51 $\pm$ 1.69	6.55 $\pm$ 1.67	- 0.26	> 0.05	6.37 $\pm$ 1.43	6.03 $\pm$ 1.55	1.84	> 0.05
RBC	4.45 $\pm$ 0.59	4.73 $\pm$ 0.64	- 5.08	< 0.01	4.37 $\pm$ 0.57	4.33 $\pm$ 0.52	0.60	> 0.05
Hb	145.93 $\pm$ 18.14	149.85 $\pm$ 13.77	- 2.46	< 0.05	142.38 $\pm$ 17.45	137.64 $\pm$ 17.81	1.95	> 0.05
GR	4.00 $\pm$ 1.30	3.90 $\pm$ 1.22	0.93	> 0.05	3.94 $\pm$ 0.99	3.77 $\pm$ 1.10	1.36	> 0.05
LY	2.29 $\pm$ 0.81	2.36 $\pm$ 0.69	- 1.14	> 0.05	2.26 $\pm$ 0.61	2.22 $\pm$ 0.52	1.21	> 0.05
PLT	197.67 $\pm$ 50.00	222.11 $\pm$ 51.50	- 5.45	< 0.01	203.08 $\pm$ 45.66	239.34 $\pm$ 59.91	- 6.12	< 0.01
SBP	128.46 $\pm$ 18.10	127.16 $\pm$ 16.72	0.86	> 0.05	117.88 $\pm$ 15.80	117.10 $\pm$ 15.05	0.42	> 0.05
DBP	81.46 $\pm$ 11.66	81.13 $\pm$ 10.92	0.34	> 0.05	75.71 $\pm$ 10.03	75.51 $\pm$ 9.64	0.17	> 0.05
ALT	24.16 $\pm$ 18.78	23.19 $\pm$ 17.30	0.63	> 0.05	16.91 $\pm$ 12.23	14.10 $\pm$ 8.83	2.42	< 0.05

[注]各指标均值单位如下:SBP、DBP 为 mmHg, WBC、PLT、GR、LY 为 $10^9/L$, Hb 为 g/L, RBC 为 $10^{12}/L$, ALT 为 U/L。

异常(选取两组间异常检出率或均值有差异的指标作为异常指标)为因变量,将氨接触、年龄、接害工龄作为自变量,以不接触氨、< 30 岁年龄组和 < 10 年接害工龄组为各自变量的对照组,做多因素 Logistic 回归分析。

结果显示,氨接触是 PLT 计数减少的影响因素,氨作业工人 PLT 计数异常的危险度为非氨作业工人的 8.12 倍;在男性工人中,氨接触是 RBC 计数和 Hb 含量异常的影响因素,男性氨作业工人的 RBC 计数和 Hb 含量减少的危险度分别为非氨作业工人的 2.36 倍和 2.37 倍;女性工人中,氨作业工人的血清 ALT 活性升高的危险度是非氨作业工人的 3.25 倍。见表 3~表 5。

表 3 男女工人 PLT 计数异常的多因素 Logistic 回归分析

影响因素	回归系数	标准误	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
氨接触	2.09	0.71	8.68	0.003	8.12	(2.02, 32.69)
年龄(岁)						
30 ~	- 2.44	2.84	0.74	0.39	0.09	(0.00, 22.66)
45 ~	- 0.87	2.89	0.09	0.76	0.42	(0.00, 126.08)
接害工龄(年)						
10 ~	1.40	2.80	0.25	0.62	4.04	(0.02, 969.26)
25 ~	0.90	2.93	0.09	0.76	2.45	(0.01, 761.76)

3 讨论

氨在常态下是一种无色的具有强烈刺激性气味的气体,极易溶于水。短间接接触低浓度氨即可出现刺激反应,有一过性眼和上呼吸道黏膜刺激症状。如长时间接触高浓度氨可造成软组织的溶解性坏死,引起眼、皮肤及上呼吸道黏膜的化学性灼伤。轻者引起支气管炎

表 4 男性工人 RBC 计数和 Hb 含量异常的多因素 Logistic 回归分析结果

异常指标	影响因素	回归系数	标准误	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
RBC	氨接触	0.86	0.21	16.63	0.000	2.36	(1.56, 3.56)
	年龄						
	30 岁 ~	- 0.31	0.44	0.50	0.48	0.73	(0.31, 1.73)
	45 岁 ~	- 0.32	0.49	0.08	0.78	0.87	(0.33, 2.27)
	接害工龄						
Hb	10 年 ~	0.14	0.19	0.22	0.45	1.15	(0.80, 1.66)
	25 年 ~	0.21	1.20	0.52	0.30	1.24	(0.83, 1.85)
	氨接触	0.86	0.40	4.57	0.033	2.37	(1.07, 5.23)
	年龄						
	30 岁 ~	0.55	0.79	0.48	0.49	1.73	(0.37, 8.15)
Hb	45 岁 ~	0.94	0.89	1.11	0.29	2.56	(0.45, 14.6)
	接害工龄						
	10 年 ~	- 0.20	0.80	0.77	0.78	0.80	(0.17, 3.81)
	25 年 ~	0.07	0.64	0.01	0.91	1.07	(0.30, 3.78)

表 5 女性工人 ALT 含量异常的多因素 Logistic 回归分析结果

影响因素	回归系数	标准误	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI
氨接触	1.18	0.58	4.08	0.044	3.25	(1.04, 10.21)
年龄(岁)						
30 ~	0.67	1.07	0.40	0.53	1.96	(0.24, 1.96)
45 ~	0.74	0.96	0.60	0.44	2.09	(0.32, 13.65)
接害工龄(年)						
10 ~	0.43	1.08	0.16	0.69	1.53	(0.18, 12.75)
25 ~	1.34	1.11	1.45	0.23	3.82	(0.43, 33.82)

或支气管周围炎,重者可引起化学性肺炎或间质性肺水肿,也可出现心肌炎或心力衰竭以及肝和肾脏的损害等^[1],长期接触低浓度氨能否引起作业人员慢性中毒尚没有定论,但有研究发现长期接触低浓度氨对人体健康产生影响,可致呼吸道损害^[2],如产生眼部、鼻部、咽部不适^[3],还可影响肝脏功能^[4-6]。

本次研究结果显示,长期低浓度氨接触可致男女工人 PLT 计数下降。在男性作业人员中,相比对照组,RBC、PLT 计数异常检出率升高,RBC 计数、Hb 含量下降($P < 0.05$ 或 0.01)。本次研究还发现,氨接触可使女性作业人员的肝功能 ALT 含量升高($P < 0.05$),提示女性工人肝功能受损。这与朱玉华等^[5]研究发现的长期低浓度接触氨可引起肝功能 ALT 显著升高一致。多因素 logistic 回归分析提示,不能明确年龄、工龄是 PLT 计数减少和男性 RBC 计数、Hb 含量减少以及女性肝功能 ALT 含量升高的确定影响因素,可能由于巡检的作业方式使接触有害因素的时间减少、设备密闭使有害因素浓度很低或不能检出,以及在职业健康检查过程中发现问题的工人可能已调离原岗位有关。

我们本次调查的作业人群所接触氨浓度虽然明显低于职业接触限值,但部分氨作业工人的血常规及肝功能还是发生了不同程度的改变。这使我们对低浓度

氨的职业危害有了进一步的认识,我们应该更加重视其对作业人群职业健康的危害,设法加以防范。

参考文献

- [1] 翟海生. 低浓度氨对作业工人上呼吸道损害的调查 [J]. 化工劳动保护(工业卫生与职业病分册),1994,15(2):80-81.
- [2] 姚建华. 低浓度氨对作业人员健康状况的影响 [J]. 苏州大学学报,2008,28(6):1020-1021.
- [3] 吴建兰. 长期低浓度氨作业工人健康影响的调查 [J]. 上海预防医学杂志,2003,15(11):566-567.
- [4] 张建华. 长期接触低浓度氨对机体的影响 [J]. 职业与健康,1994,5(1):43-44.
- [5] 朱玉华,曹钟兴,田月秋,等. 氨对作业工人健康的慢性影响 [J]. 中国工业医学杂志,2003,16(2):105-106.
- [6] 肖航,刘玮,司良毅. 氨气中毒致急性肝损害 [J]. 第三军医大学学报,2005,27(13):1414.

收稿日期:2014-06-26

修回日期:2014-07-31

· 科普知识 ·

粉尘爆炸及其预防

凡是悬浮在空气中的细粉状固体微粒均可称为粉尘,国际标准化组织则将粒径小于 $75\ \mu\text{m}$ 的固体悬浮物定义为粉尘。

长期吸入粉尘,能引起以肺组织纤维化为主的尘肺病,这已经为人所知。但是在一定条件下,粉尘还会发生爆炸,知道的人就少了。粗略算来,具有爆炸性的粉尘有:金属(如镁粉、铝粉、钛粉);煤炭(如煤粉);粮食(如面粉、糖粉、玉米粉、土豆粉、干奶粉、淀粉);饲料(如血粉、鱼粉);农副产品(如棉花、烟草、茶叶粉尘);林产品(如纸粉、木粉、纤维粉尘);合成材料(如塑料、染料)等。

燃烧必须要有可燃物、点火源和助燃物三个基本要素。粉尘爆炸是悬浮在空气中的可燃粉尘燃烧而形成的高气压所造成的。作为一种特殊的燃烧形式,粉尘爆炸需要具备五个方面的条件:粉尘本身必须可燃、有助燃物(氧)、可燃粉尘与助燃物形成的爆炸性混合物浓度处于爆炸范围以内、足够的点火能量以及相对封闭的空间。粉尘的浓度、颗粒尺寸、空气湿度和含氧量等因素,都会影响粉尘爆炸的风险程度。颗粒越细小,其比表面积(单位质量所具有的总面积)就越大,在空气中悬浮时间越长,氧吸附也越多,爆炸危险性就越大。空间越密闭,粉尘爆炸威力越大。可燃粉尘的表面积比相同质量的块状物质大得多,故容易着火;如果它悬浮在空气中,并达到一定的浓度,便形成爆炸性混合物。一旦遇到火

星,就可能引起迅速燃烧甚至爆炸。

粉尘具有较小的自燃点和最小点火能量,只要外界的能量超过最小点火能量或温度超过其自燃点就会爆炸。此外,易产生静电的设备未能妥善接地或电气及其配线连接处产生火花,各种撞击产生碰撞性火星,皆可引发粉尘爆炸。在日常生活中,一场雷暴、甚至工人身上的皮带,以及化纤类的工作服摩擦产生的静电,都有可能变成足以引起粉尘爆炸的热能源。

粉尘爆炸时化学反应速度极快,同时释放大量的热,形成很高的温度和很大的压力,具有很强的破坏力。例如,铝粉爆炸产生的最大压强相当于 $60\ \text{t/m}^2$,爆炸时可产生 $2\ 000\ ^\circ\text{C} \sim 3\ 000\ ^\circ\text{C}$ 的高温。另外,还可能产生爆炸物(如塑料)自身分解的毒性气体。

预防粉尘爆炸事故的主要预防措施有以下几条:

第一是采用良好的除尘设施,做好清洁工作,来控制、消除厂房内的粉尘源;第二是严格控制电火花、雷电或静电、摩擦火花、明火、高温物体表面、焊接切割火花等各种点火源,电气设备应严格按照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》进行设计、安装;第三是在粉尘与助燃气体混合气中添加惰性气体(如氮气),减少氧含量,使可燃粉尘无法形成爆炸性混合物;第四是消除相对封闭的空间,如将有粉尘爆炸危险的工艺设备设置在建筑物外的露天场所。

(文/凡所)