

试用 Probit 法预测铅作业工人尿铅异常的概率

Predict the probability of abnormal urine-lead value in lead workers using Probit method

孟智英, 洪莉玲, 张书成

MENG Zhi-ying, HONG Li-ling, ZHANG Shu-cheng

(包头市卫生防疫站, 内蒙古 包头 014030)

摘要: 试用 Probit 法对某蓄电池厂铅作业点监测及工人体检资料进行分析, 得出相应的模型, 并对其异常发生概率和工作年限进行了预测。

关键词: 概率单位回归分析; 预测; 铅

中图分类号: O24; R135.11 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X (2004)02-0119-02

探讨有毒有害物质的浓度或强度与作业人员机体反应概率及时限的关系, 对预防职业病有一定的实际意义。概率单位回归分析 (简称 Probit 法) 可以度量刺激强度与反应比例之间的关系, 通常用于分析杀虫剂的浓度和害虫死亡比例之间的关系、治疗剂量与治愈率之间的关系及半数致死量的估算等。该法在劳动卫生方面的应用少见报道。本文试以某蓄电池厂为例, 用 Probit 法分析了在目前状况下尿铅异常发生的概率, 及工作年限和异常发生概率的关系。

1 资料与方法

1.1 2000 及 2001 年, 按照《卫生防疫工作规范》(劳动卫生分册) 中的选点原则对该厂的极板、装配、化成 3 个车间所有工段的 16 个采样点和注塑、动力、办公楼等相关区域的 3 个采样点进行现场监测。采用经校验的 F II-V-3 粉尘采样器 (武汉分析仪器厂生产, 高度 1~1.5 m), 流量 10 L/min, 采气时间 15 min, 每次连续监测 3 d (班前、班中、班后各采样 1 次); 共收集 480 个平行样品, 用电位溶出法分析其含量。

1.2 对 295 名工作人员做健康检查, 在排除血液、肝、肾和心脑血管疾病后, 重点检测尿铅 (电位溶出法), 每人检测晨尿 3 次, 求算术平均值, 尿铅 $\geq 0.39 \mu\text{mol/L}$ 者为异常。

1.3 按各工段实际监测的算术平均值与接尘 (烟) 工龄的乘积为累计接尘量, 以累计接尘量分组之中位数为统计数据, 并采用 SPSS 软件分析数据。见表 1、2。

2 结果

2.1 对各工段铅尘 (烟) 浓度和接尘 (烟) 人员进行 Probit 分析得回归模型为:

$$\text{Probit}(p) = -1.76494 + 9.41602(x)$$

收稿日期: 2002-06-14; 修回日期: 2002-08-22

作者简介: 孟智英 (1960-), 女, 达斡尔族, 内蒙古莫力达瓦旗人, 主管医师, 从事劳动卫生职业病防治工作。

表 1 各作业点检测浓度、体检情况

序号	地点	浓度 (mg/m ³)	体检总人数	异常人数
1	办公楼	0.0055	25	0
2	动力机修	0.0065	25	0
3	注塑区	0.0075	19	0
4	维修	0.0100	19	2
5	铲车	0.0140	1	0
6	库工、化验	0.0190	9	0
7	化成	0.0250	63	4
8	包片	0.1050	19	11
9	干燥	0.1240	1	1
10	装配	0.1270	1	1
11	铅粉	0.1510	6	4
12	质检	0.1630	8	0
13	铸片	0.1790	34	4
14	封结	0.1850	15	12
15	极板	0.1860	2	0
16	风焊	0.1930	23	17
17	涂板和膏	0.2260	11	7
18	封片切片	0.2600	13	9
19	合金	0.3170	1	1

表 2 各剂量组累计接尘量及体检情况

序号	累计接尘量 (mg/m ³ ·年)	累计接尘量中位数 (mg/m ³ ·年)	体检总数	异常人数
1	0.0018~	0.00325	17	0
2	0.0050~	0.00825	11	0
3	0.0100~	0.01050	16	1
4	0.0120~	0.01450	20	0
5	0.0200~	0.02700	22	2
6	0.0400~	0.04719	25	2
7	0.0600~	0.07518	50	7
8	0.1000~	0.12000	31	6
9	0.2000~	0.34368	40	16
10	0.5000~	0.62725	19	13
11	1.0000~	2.02765	44	26

其中: Probit (p) 为概率单位, x 为各工段铅尘 (烟) 的浓度。经皮尔逊最优配合卡方检验, $\chi^2 = 61.891$, $P < 0.05$, 表明该模型配合不理想。见表 3。

2.2 对累计接尘量做以 10 为底的对数转换后, 进行 Probit 分析得回归模型为: $\text{Probit}(p) = 0.12899 + 1.03518(x)$ 。经皮尔逊最优配合卡方检验, $\chi^2 = 7.478$, $P = 0.587$, 虽非最理想模型, 但模型的拟合度较好。经转换后得累计接尘 (烟) 量与异常例数发生率的关系, 见表 4。

表 3 各工段工人尿铅实际异常例数和预期异常例数频数表

序号	铅尘(烟)浓度 (mg/m ³)	接尘(烟)人数	实际异常例数	预期概率	预期异常例数	残差
1	0.005 5	25	0	0.043 34	1.084	-1.084
2	0.006 5	25	0	0.044 22	1.105	-1.105
3	0.007 5	19	0	0.045 10	0.857	-0.857
4	0.010 0	19	2	0.047 38	0.900	1.100
5	0.014 0	1	0	0.051 22	0.051	-0.051
6	0.019 0	9	0	0.056 37	0.507	-0.507
7	0.025 0	63	4	0.063 07	3.973	0.027
8	0.105 0	19	11	0.218 00	4.157	6.843
9	0.124 0	1	1	0.275 14	0.275	0.725
10	0.127 0	1	1	0.284 64	0.285	0.715
11	0.151 0	6	4	0.365 75	2.195	1.805
12	0.163 0	8	0	0.409 00	3.272	-3.272
13	0.179 0	34	4	0.468 33	15.923	-11.923
14	0.185 0	15	12	0.490 83	7.363	4.637
15	0.186 0	2	0	0.494 59	0.989	-0.989
16	0.193 0	23	17	0.520 88	11.980	5.020
17	0.226 0	11	7	0.641 73	7.059	-0.059
18	0.260 0	13	9	0.752 77	9.786	-0.786
19	0.317 0	1	1	0.888 76	0.889	0.111

表 4 尿铅异常例数发生率与累计接尘(烟)量的关系

异常例数 发生率	累计接尘量 (mg/m ³ ·年)	95%可信限	
		下限	上限
0.01	0.004 25	0.001 06	0.010 08
0.02	0.007 79	0.002 35	0.016 58
0.03	0.011 44	0.003 88	0.022 80
0.04	0.015 28	0.005 65	0.029 01
0.05	0.019 34	0.007 66	0.035 33
0.06	0.023 63	0.009 92	0.041 84
0.07	0.028 17	0.012 43	0.048 58
0.08	0.032 97	0.015 20	0.055 58
0.09	0.038 04	0.018 22	0.062 88
0.10	0.043 39	0.021 52	0.070 50
0.15	0.074 85	0.042 36	0.114 60
0.20	0.115 44	0.071 14	0.171 94
0.25	0.167 43	0.108 79	0.248 44
0.30	0.233 78	0.156 28	0.352 48
0.35	0.318 54	0.214 90	0.495 82
0.40	0.427 22	0.286 67	0.695 13
0.45	0.567 55	0.374 69	0.974 61
0.50	0.750 57	0.483 56	1.370 69
0.55	0.992 62	0.620 03	1.940 29
0.60	1.318 65	0.794 18	2.776 01
0.65	1.768 56	1.021 57	4.036 11
0.70	2.409 76	1.327 52	6.007 88
0.75	3.364 83	1.756 12	9.255 95
0.80	4.879 95	2.391 70	15.017 28
0.85	7.526 75	3.419 36	26.467 05
0.90	12.983 64	5.345 92	54.152 59

2 3 2002年初, 对该厂部分工段进行健康检查, 并与预测结果比较, 见表 5。

表 5 2002 年部分工段体检异常例数与预测例数比较

工段名称	体检人数	异常例数	预测概率	预测例数	残差
化 成	43	2	0.063 07	2.71	-0.71
包 片	14	5	0.218 00	3.05	1.95
铅 粉	4	1	0.365 75	1.46	-0.46
铸 片	17	3	0.468 33	7.96	-4.96
封 结	11	3	0.490 83	5.40	-2.40
风 焊	17	12	0.520 88	8.85	3.15
涂 板	14	10	0.641 73	8.98	1.02
分 片	9	3	0.752 77	6.77	-3.77
合 计	129	39		45.18	

3 讨论

3 1 表 3 可见各车间在目前的铅尘(烟)浓度下, 铅作业工人尿铅异常的例数、预期例数及预期概率, 其中包片、铸片、风焊各工段的预期值和实际值残差较大, 这是造成方程拟合不理想的主要因素, 可能是由于人员工作岗位流动等造成的。预期概率可做为铅作业工人异常发生例数的参考指标。

3 2 表 4 显示了不同水平累计接尘量的铅作业工人发生尿铅异常的百分率。若全厂整体控制异常的发生概率为 5%, 且设铅尘(烟)的浓度为 0.03 mg/m³ (国家标准), 其发生异常年限为 (lg⁻¹ 0.019 34)/0.03 = 34.85 年, 下限为 (lg⁻¹ 0.007 66)/0.03 = 33.93 年, 上限为 (lg⁻¹ 0.035 33)/0.03 = 36.16 年。如包片工段控制异常的发生概率为 5%, 就目前该工段铅尘(烟)浓度的情况下, 工人工作年限为 (lg⁻¹ 0.019 34)/0.105 0 = 9.96 (9.69~10.33) 年, 在上述条件下合金工段工人的工作年限为 3.30 (3.21~3.42) 年。

3 3 2002 年该厂铅作业工人健康体检实际尿铅异常率为 30.23% (39/129), 而预测异常发生率为 35.02% (45.18/129), 这是该厂对部分接尘(烟)工人进行调离、疗养及治疗的结果。如能在大样本的情况下应用该法, 效果可能更好。

3 4 降低有毒有害物质浓度, 改善劳动条件是预防职业病发生的根本方法。在无法降低有毒有害物质浓度的条件下, 应用该法可以作为一种补救措施, 但重点仍须放在研究、寻找降低有毒有害物质浓度的方法上。

参考文献:

- [1] 胡功成, 张书成, 李俊峰. 加权综合法在铅中毒发病预测中的应用 [J]. 中国工业医学杂志, 1997, 10 (6): 341.
- [2] 阮桂海. SPSS 实用教程 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000. 157.

防治职业病, 保护劳动者健康。