

港九海底铁路建设中的减压病

——工作条件与发病关系探讨

吴植恩* 冯承忠** 吴家伟**

摘 要 本文介绍香港九龙海底铁路建设中高气压作业与减压病发病情况。该工程有11条坑道,共计259 448个高压工作日,减压288 140人次,发生减压病1 534例。根据不同的工作压力,以暴露次数、高压工作日数及暴露4小时以上次数3种方法分别计算减压病发病率。结果表明:各种方法计算出的发病率都有随工作压力增高而上升的趋势,说明现用的减压表对不同的工作压力达不到同样的预防效果。本文还对3大主要工种和14个小工种的减压病作了分析。

关键词 隧道工 压缩空气 减压病

香港九龙海底铁路的首期工程是隧道开凿。为了保持作业环境不致渗水,需要在高气压下施工。隧道开凿历时两年半(1976年12月至1979年7月)。共使用259 488个高压工作日,有288 140人次减压,发生1 534例减压病。

材料与方 法

资料主要来自工地医疗中心保存的1534例减压病医疗记录。记载的项目有:工种、发病前高气压作业的日期和班次、作业坑道工作压力和持续作业时间,及其它与发病有关的因素。

资料还来源于11条坑道的每周减压记录表。该记录按工作压力分类,并把工作时间分为4小时以下及4小时以上(含4小时)者。

在不同压力下的工作日数亦有记载。

工地所用的减压表和施工现场用的压力计都用英制单位“磅/时²表压(psig)”表示,psig即正常大气压外的附加压强,本文仍用此单位(1psig=68.95毫巴=0.06805大气压)。

结 果

11条坑道的高压施工时间和工作压力以及减压病发病率都不相同(表1)。11条坑道分布在A、B、C三条隧道中。A2坑道的工作压力最低,最大加压数是13 psig,施工历时6周,没有发生减压病。而A3坑道最大加压数是36 psig,历时96周,发生减压病1065例。说明发病率与坑道工作压力有关。

表1 港九铁路坑道工程中发生减压病的情况

坑道号	高压作业周数	最高加压数(psig)	高压作业工作日数	减压次数	减压病例数
A1	14	33	3 798	4 298	31
A2	6	13	1 586	2 512	—
A3	96	36	105 745	108 505	1 065
A4	43	29	24 744	28 450	23
A5	39	17	29 037	34 381	1
A6	30	34	9 809	10 817	71
A7	20	19	8 023	8 976	1
B1	61	29	28 375	35 185	44
B2	60	31	20 787	24 867	84
B3	49	36	15 375	16 907	122
C1	27	33	12 171	13 242	92
合 计	135	36 (最大值)	259 448	288 140	1 534

* 同济医科大学公共卫生学院

** 澳大利亚悉尼大学职业卫生教研室

把1534例病例按工作压力与暴露时间分析,可看出只15例加压数低于20 psig(1.0%), 51例在20~24psig之间(3.3%),其余1468例加压数均在24 psig以上(95.7%)。加压24 psig以下而暴露不到4小时者,未发现病例。加压24 psig以上(含24 psig)而暴露不到4小时者,有34个病例(2.2%)。压力越高、暴露时间越长,发病率也越高。

$$\text{暴露次数发病率} = \frac{\text{某工作压下发生的病例数}}{\text{同一工作压下暴露的总人次}} \times 100\%$$

$$\text{劳动工作日数发病率} = \frac{\text{某工作压下发生的病例数}}{\text{同一工作压下的劳动工作日数}} \times 100\%$$

$$\text{暴露4小时以上次数发病率} = \frac{\text{某工作压下发生的病例数}}{\text{同一工作压下暴露4小时以上的次数}} \times 100\%$$

表2 不同压力下减压病的发病率与暴露情况的关系

作业环境加压数 (psig)	减压病发病率		
	按暴露人次计算(%)	按暴露工作日计算(%)	按暴露4小时以上的人次数计算(%)
<14	0.00	0.00	0.00
14~	0.01	0.01	0.02
16~	0.01	0.01	0.02
18~	0.09	0.11	0.15
20~	0.15	0.16	0.24
22~	0.29	0.33	0.45
24~	0.48	0.57	0.90
26~	0.67	0.74	1.01
28~	0.86	0.89	1.27
30~	0.90	0.94	1.10
32~	1.19	1.23	1.51
34~	1.33	1.36	1.60
36~	0.96*	1.00*	1.58*
合计	0.53	0.59	0.78

* 发病率降低是因为达到36 psig时, 工作时间从8小时减到6小时

总的来看,表2中各种工作压力的各种暴露情况下减压病的发病率都低于2%,这是通常容许的发病率限度。但按周分析11条坑道前13周的最大工作压力与发病率的关系,发现A1坑道第7周工作压增加24~28psig时,发病率达2.56%,在第12周维持在32psig时,发病率达到2.68%。A3坑道一开始就用32psig的压力,头两周的发病率分别为7.64%和7.29%。A6坑道于第9周压力增加33 psig和B3坑道第5周压力增加28psig时,发病

按不同的工作压力,分别计算暴露次数、劳动工作日数和暴露4小时以上(含4小时)次数的减压病发病率,结果表明当压力越高时,3种方法计算出的发病率越接近。但压力加到36 psig时则例外,因在这种压力下,工作时间从8小时减到6小时(表2)。3种计算方法公式如下:

率分别为2.45%和2.10%,均超过2%的容许限度。

工种与减压病的关系:隧道掘进面作业人员1169人,发病411人,发病人数占35.16%,病例919例,占总病例的59.9%。其它隧道职工774人,发病266人,发病人数为34.37%,病例572例,占总病例的34.37%。隧道监督员人数不详,发病18人,病例43例(2.8%)。掘进工与坑长/领班的发病例数比例是2.75:1,这一比值较掘进工与坑长/领班的人数之比

14.38:1 之值为低,说明班组长发病率高于掘进工。其它隧道职工中,安装和焊接工发病185例,密封工95例。监督员中只发现工程监督员发病,未发现安全监督员发病。

其它与减压病发病有关的因素:病例中有193例是新参加高压作业的工人;有77例中断高压作业至少7天;有33例发病前曾受凉;有47例受累部位有过损伤;有7例曾过度使用四肢;有26例在一天内多次暴露于高气

压;有116例直接出闸,未经减压舱减压;有10例未遵守减压表规定减压。

从病例分析看,掘进工夜班发病(442例)比白班(294例)多。

1534例减压病例实际发生在695名高压作业职工中,只患一次减压病的345名(49.6%),而患过5次或更多次减压病的有72名(10.4%)(表3)。

表3 各工种减压病每人发病次数

工 种	每 人 减 压 病 发 病 次 数											合 计
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
隧道掘进面工人												
坑长/领班	23	8	4	12	4	6	3	4	3	1	—	68
掘进工	180	78	47	17	11	4	3	—	2	—	1	343
其他隧道工人												
工程师/检查员	15	8	4	6	—	—	2	—	—	—	—	35
工 长	7	4	2	2	—	1	—	—	—	—	—	16
装配工/电焊工	33	16	4	3	6	5	4	1	—	—	—	72
电 工	3	2	4	1	—	1	—	—	—	—	—	11
木 工	7	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	10
压力舱看守工	10	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	16
密封工	17	13	5	4	—	2	—	—	1	—	—	42
司 机	9	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	15
放炮工	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
其他工种	32	9	2	3	1	—	—	—	—	—	—	47
隧道监督员												
工程建设监督员	8	4	2	—	3	1	—	—	—	—	—	18
其他监督员	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 计	345	151	77	50	26	20	13	5	6	1	1	695

讨 论

合理减压是预防减压病的最主要措施。高压作业人员与潜水员由于作业时的环境气压和操作时间不同,所用的减压表也不同。目前英国用1966年的 Blackpool 减压表^[1],美国用1963年 Seattle 减压表。中国海军医学研究所于1980年也制订出高压作业减压表^[4]。本文资料使用香港标准^[3]为 Blackpool减压表。

根据施工过程中的观察,施工气压下减压病发病率,按暴露次数、高压工作日数及暴露4小时以上次数计算,都未超过2%的容许限

度。但按周计算某些坑道某一时期特别在压力很高的情况下,发病率则可能超过。这一现象不能完全用快速减压出闸来解释,如A1坑道基本采用快速减压出闸,但总发病率只占减压次数的0.7%;也不能用不遵守减压表规则来解释,因发现不守规则发病的只10例。这一现象只能说明使用英国的 Blackpool 减压表不能对各种压力下的工人达到同样满意的保护作用。

采取两种方法应用 Blackpool 减压表能获得良好的效果。第一,当工作压力增加到24psig时,新工人应先经过几天的适应然后才上全

班。第二,当工作气压增加 36psig 时,把每工作班的劳动时间从 8 小时改为 6 小时。

虽然对某些与发病有关的因素进行了分析,除快速减压出闸外,很难决定某种因素对引起减压病起多大作用。对 24 小时内多次暴露的工人,以总的暴露时间和最后暴露压力作为确定减压的依据,这样做既简单又安全。

文中在工种与减压病关系中提到坑长/领班的发病率要高于工人,故对此要特别注意。

关于快速减压出闸,有两个原因:第一是有的坑道因没有地方放置减压舱,如 A1 坑道,职工是从高压作业区经缓冲闸(高压作业区与外界正常压力之间的一个空间,工人出闸时要在缓冲闸中停留一段时间,并在此较快地进行减压)而出闸。第二是设计欠佳,减压舱过分拥挤,因此也有人快速减压出闸。因为法律规定减压舱不能过分拥挤,但不限制快速减压出舱,所以在减压中遵守法律规定而不遵守预防法规。也有的工人走捷径,早出闸。这次观察中,至少有 10 个病例不遵守减压表进行减压。这类事件虽很少,但应该是可以避免的。

得病工人中,有 72 名患病 5 次以上,其中

1 名多达 10 次,1 名达 11 次,值得注意。

通过对上述 1534 例减压病的分析,说明目前还不可能完全防止减压病发生,因为还没有一个理想的、可靠的减压表。要尽量避免不合理减压,对容易引起减压病的各种因素加以注意,对新工人或离职较久者加以照顾,把发病率控制在 2% 以下。

(本文承陈炎磐教授审阅,特此致谢)

参考文献

1. Hempleman HV. Calculation of the Blackpool trial tables. Royal Naval Physiological Laboratory. Alverstoke. Hants. 1968; 1~13.
2. CIRIA Report 44. A medical code of practice for work in compressed air. construction Industry research and information association, London. 1973; 15~33.
3. Ng TK. An introduction to the Hong Kong factories and industrial undertakings (work in compressed air) regulations. Bull HK Med Assoc. 1975; 27; 95~105.
4. 龚锦茜主编,潜水医学。北京:人民军医出版社,1985; 531~538.

钨矿工人“晚发”矽肺 167 例

江西省赣州地区工业卫生研究所 陈蕙芬 夏又洲

江西省画眉坞钨矿职工医院 严匡炳

钨矿机械干式作业时期,生产场所粉尘浓度高达 1000mg/m³ 以上,曾发生一大批典型的矽肺病例,发病工龄最短的仅半年,有一部分“快”型矽肺初诊时已是“Ⅱ”期或者 1 年左右即进展;另有部分工人在脱离粉尘作业(以下简称离尘)后发病,称晚发性矽肺或离尘后尘肺。现介绍江西省画眉坞钨矿总接尘人数 4500 人,尘肺病例约 1400 例,脱离粉尘 3 年以上。经查有 1 次以上为 0 或 0⁺,而后发生矽肺的有 167 例。其中以手锤工最多,87 例,占 52.1%;爆破工最少,仅 8 例,占 4.8%。本组病例平均年龄为 47.8 岁(最小 34 岁,最大 71 岁);平均累计接尘年限为 11.4 年(最短 2.1 年,最长 21 年);从接尘至发病平均年限为 27.0 年(最短 14 年,最长 45 年),85% 以

上集中在 20~29 年之间;离尘至发病平均 14.5 年(最短 3 年,最长 29 年),近 80% 在离尘 8~22 年间发病。以上各工种间无大差异。

全部 167 例 X 线表现为不规则小阴影与类圆形小阴影同时存在。类圆形小阴影集中分布于两中下肺区者占绝大多数,计 128 例,不规则小阴影则半数弥漫分布,限于两中下者约三分之一,小阴影形态除 1 例外,全为 s、t 或 p、q。合并肺气肿 34 例,占 20.4%;肺结核 13 例,占 7.8%;肺癌 1 例,占 0.6%;有胸膜增厚 15 例,占 9.0%;淋巴结蛋壳样钙化 5 例,占 3.0%。死亡 7 例,病亡率 4.2%,死于肺结核 2 例,肺癌、胃癌、脑瘤及猝死各 1 例。

results indicated that all dust samples exceeded the MAC in this country, the free silica content of the samples of settled dust from elevator was found to be over 10%. 61.47% of grain workers complained of one or more respiratory symptoms on exposure to grain dust. The incidence of chronic bronchitis was 30.50% of grain workers who smoked and 22.45% of nonsmokers. 15.61% of the workers had had episodes of grain fever. The frequency of abnormal lung function for FVC, $\dot{V}_{75}$, $\dot{V}_{50}$, and $\dot{V}_{25}$ was greater among grain workers than control group. The incidence of abnormal lung function increases with increasing duration of exposure to grain dust. For the acute effect on lung function, however the workers exposed to grain dust under 10 years showed more changes than those with longer exposure. No significant changes compatible with the diagnosis of pneumoconiosis were found in any of the chest films of the grain workers.

Key words, grain dust respiratory symptoms epidemiologic survey

Decompression Sickness in a Hong Kong Mass Transit Railway Construction Site (part I)

Z. E. WU, et al

This paper presents the compressed air work and the incidence of decompression sickness in a mass transit railway construction site in Hong Kong. There are 11 tunnelling projects, 288 140 decompressions, 259 448 workdays worked in compressed air and 1534 cases of decompression sickness. Pressure specific decompression sickness rates are computed by three methods, with respect to all exposure periods, exposure periods exceeding four hours and workdays worked in compressed air. The incidence tends to increase with increase in the working pressure, indicating that the decompression tables in use do not give the same protection for different working pressure. The incidences of decompression sickness in the three major and fourteen minor occupational groups are presented and discussed.

key words, tunnel worker compressed air decompression sickness