

# 一酸化炭素中毒에 對한 實驗的研究

## Experimental Studies on the Carbon Monoxide Poisoning

### 第 1 篇 急性一酸化炭素中毒時 諸措置의 效果에 關한 檢討

#### Part 1. Study on the effects of different management on the Acute CO poisoning.

서울대학교 醫科大學 豫防醫學敎室

<指導 金仁達 敎授>

呂 卿 九

#### 第 1 章 緒 論

一酸化炭素가 人體에 미치는 危害는 人類가 火氣를 使用하므로써 始作된 것으로 現在 公衆保健上으로나 個人健康上 重要한 課題인 것이다. 即 工場에서나 職場에서나 集會場所에서나 家庭에서나 甚至於는 道路上에서도 多少를 不問하고 人體에 危害를 끼친다. 特히 우리나라의 境遇에는 最近 室內煖房을 爲始하여 調理用 溫水用으로 使用되는 煉炭은 家庭뿐 만 아니라 事務所, 學校, 工場 등 火氣를 必要로 하는 場所에는 이것이 一般化되었고 또 必須不可缺로 使用되고 있다. 煉炭이 普遍化됨에 따라 火源으로서 木材가 節約되어 山林綠化에 一紀元이 劃期되었고 또 生活相에 簡便을 招來한 것이 事實이다. 그러나 反面 副産物으로서의 一酸化炭素中毒은 每年 全國적으로 數千의 犠牲을내고 數十萬의 對象이 急性 또는 慢性中毒症으로 人體에 害를 받는다<sup>1)</sup>. 한편 一酸化炭素는 煉炭에서만 發生되는 것이아니고 모든 物質이 燃燒될 때 不完全燃燒로 하여금 發生되는 것은 周知의 事實이다. 뿐만아니라 어느 物質들의 化學的 課程에서 偶發되거나 또는 坑道에서 發生되는 境遇에도 事故를 자아낸다.

이와같이 一酸化炭素는 우리 人間生活에게 直接間接으로 또 程度의 差는 있으나 害毒作用을 끼치므로 이에 關한 解毒方法도 많은 學者들이 檢討研究되어 왔다<sup>2)</sup> 그러나 이에 關하여는 大體로 三範疇로區分하는 것이 妥當할 것이다. 即 煉炭을 對象으로 할때 煉炭燃燒時 一酸化炭素發生이 없거나 적도록 化學적으로 中和物質을 混入

케하는 것이 하나요 既히 發生을 보더라도 人體에 吸入됨이 없도록 煖爐의 構造改良 또는 室內를 環境衛生學的으로 具備하는 것이 그들이요 人體에 吸入되었다 하더라도 이를速히 HbCO에서 HbO로 CO가 解離토록 生理學的으로 措置하는 것이 그 세째일 것이다. 著者は 化學的 및 環境衛生學的의 調査에 關하여는 他編에 미루기로하고 生物學的의 檢討로서 動物을 使用하여 從來의 CO 解離方法으로서 或은 藥劑에 依한것 或은 化學劑에 依한 것을 再檢討하고 새로히 物理學的의 措置(壓力)을 加味하여 中毒恢復 即 一酸化炭素解離를 速히 또 보다 많이 이룩되도록하여 犠牲을 最少限度로 局限토록 1963年 4月부터 10 同月까지 이 研究를 企圖하였는데 萬若 公衆保健上 또는 個人健康에 있어 一酸化炭素中毒問題解決에 있어 補助資料가 된다면 是幸일까 생각한다.

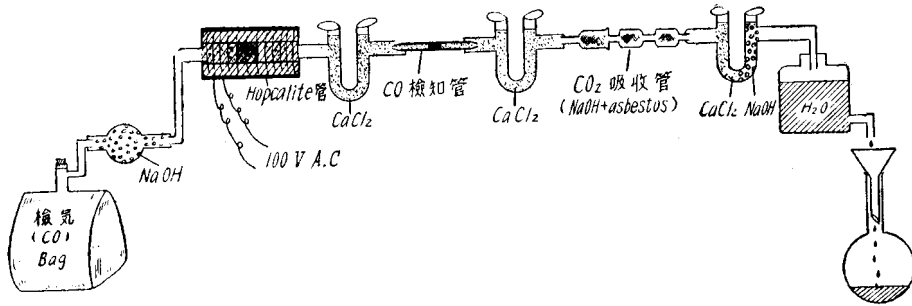
#### 第 2 章 實驗材料 및 方法

##### (1) 實驗材料

i. 實驗動物 : 140~180 g 까지의 숫 白鼠 135 마리를 使用하였다.

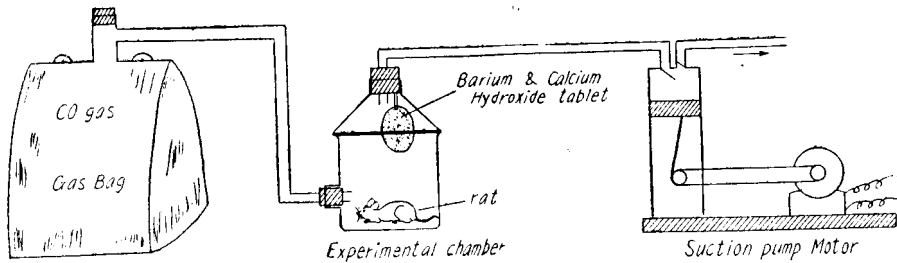
ii. CO 가스生成 : 100°C 에 加溫한 攪拌裝置에서 黃酸과 蟻酸을 反應시켜 96%純度 CO를 發生케하여 orsat 式 가스 分析器로 濃度를 確認하였다.

iii. 1% CO 氣體生成 : Wet gas meter 를 使用하여 98.96 容의 淸淨空氣와 1.04 容의 96% CO를 計量하여서 眞空펌프로 200 l 容의 Douglas bag 에 送入하였다. 作成된 1% CO 氣스의 濃度는 M-S-A製 CO indicating tube 와 hopcalite 法裝置(裝置圖 1)를 使用하여 確認하였다.



**Appratus 1. Micro-CO gas Measuring Set**

註: Hopcalite 管에서 CO→CO<sub>2</sub>의 變化가 일어나고 여기서 생긴 CO는 CO<sub>2</sub> 吸收管에 吸收되어 重量變化를 가져오며 이 重量의 變化를 가지고 CO量을 換算함



**Apparatus 2. Experimental Set-up for the exposure to CO.**

**(2) 實驗方法**

i. 實驗裝置(裝置圖 2): 裝置圖 2와 같이 實驗動物曝露中 CO 개스濃度의 變化를 막기 위하여 實驗室內의 Barium & Calcium Hydroxide tablet 가든 Bag 을 넣어 CO<sub>2</sub>를 吸着했으며 30分 마다 眞空펌푸를 使用하여 새로운 CO 개스를 充填하였다.

ii. 實驗節次: 實驗動物를 各各 다음의 2 群으로 나누어 實驗하였다.

**a) 耐力實驗群:**

對照群(25 마리)과 實驗群(25 마리)으로 나누어서 對照群은 室內空氣가 통한 實驗 chamber, 實驗群은 1% CO 濃度의 實驗 chamber 에 各各 曝露시켜 曝露中 活動 停止時間, 呼吸數의 變化, 致死時間, 致死後 血中 HbCO 飽和度 및 Hb 量을 測定하였다.

**b) 恢復觀察群:**

對照群(37 마리)과 實驗群(48 마리)으로 나누어서 對照群에 있어서는 1% CO 曝露時間을 各各 30分(14 마리), 60分(14 마리), 90分(9 마리)으로 하여 曝露가 끝난後 室內環境에서 恢復時間, (다시 活動할 수 있는 時間을 基準으로 하였음) 恢復期間中 呼吸數의 變化, 恢復時 血中 HbCO 飽和度 및 Hb 量을 測定하였다.

實驗群에 있어선 1% CO 環境에 60分間 曝露한後 다

음의 여러群으로 나누어서 恢復時間, 恢復期間中 呼吸數의 變化 및 恢復時 血中 HbCO 飽和度 및 Hb 量을 測定 하였다.

Vitamin C 注射群: 體重 100 g 當 10 mg 的 sodium ascorbate 溶液을 CO 曝露가 끝난後에 腹腔內에 注射.

Adrenalin 注射群: 體重 100 g 當 0.01 mg 的 Adrenalin 을 CO 曝露가 끝난後 腹腔 內注射.

100% O<sub>2</sub> 吸入群: OC 曝露가 끝난後 100% O<sub>2</sub> 環境에서 恢復시키.

95% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 吸入群: CO 曝露가 끝난後 95% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 環境에서 各各 1 氣壓 1.5 氣壓에서 恢復시키

**3) 血液中: HbCO 飽和度 및 Hb 量 測定**

i. HbCO 飽和度: Van Slyke 的 manometric blood gas apparatus 를 가지고 Van Slyke & Neill 氏<sup>1)</sup>에 依하여 測定하였다. 採血은 耐力實驗群에 있어선 죽은 狀態에서, 恢復觀察群에 있어선 恢復과 同時에 가는 棍으로 頸部를 絞扼하여 죽인後 即時 腹部를 切開하여 腹部 大動脈에서 氣密 syringe 를 가지고 採血하였다.

ii. Hb 量: Sahli 氏法에 依하여 測定하였다.

**第 3 章 實驗成績**

**(1) 耐力實驗群의 成績**

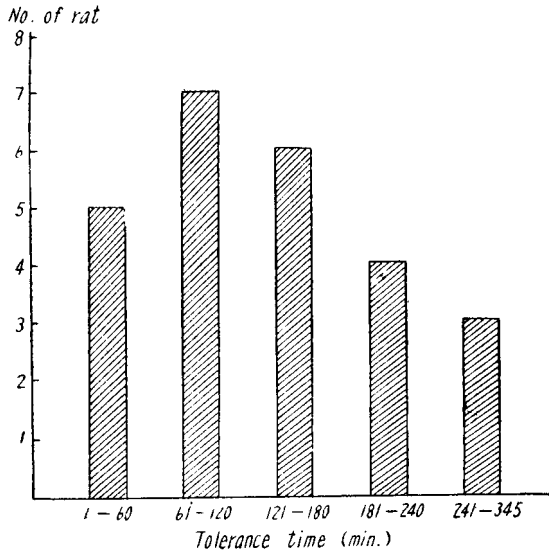
**i. 1% CO 에 對한 白鼠의 耐力時間.**

白鼠의 耐力時間은 第1表, 第1圖에서 表示되는 바와같이 耐力時間을 보면 60分까지는 5匹, 120分까지는 7匹 180分까지는 6匹, 240分까지는 4匹이 斃死하였고 345分에는 남은 3匹마자 斃死하였다. 그러므로 120分까지의 致死率은 50%에 達하며 240分까지는 거의 90%가 斃死하였다. 最短耐力과 最長耐力은 個體差가 1:11이 된다.

**Table 1.** Tolerance time of rats to 1% CO

| Tolerance time (in minute) | No. of rat. died | average tolerance time. (in min) | fatality rate |
|----------------------------|------------------|----------------------------------|---------------|
| 1 — 60                     | 5                | 43.6±13.1                        | 20%           |
| 61 — 120                   | 7                | 101.7±18.5                       | 48//          |
| 121 — 180                  | 6                | 151.6±23.4                       | 72//          |
| 181 — 240                  | 4                | 206.7±20.6                       | 88//          |
| 241 — 345                  | 3                | 308.3±27.1                       | 100//         |

\* minimal tolerance time : 30 min  
 maximal tolerance time : 345 min  
 average tolerance time : 162.4 :min



**Fig. 1.** Tolerance time of rats to 1% CO

**ii. 耐力時間에 따른 活動停止時間**

1% 曝露中 活動停止時間은 第2表 第2圖가 表示하는 바 耐力이 작을 수록 짧고 耐力이 클수록 길다.

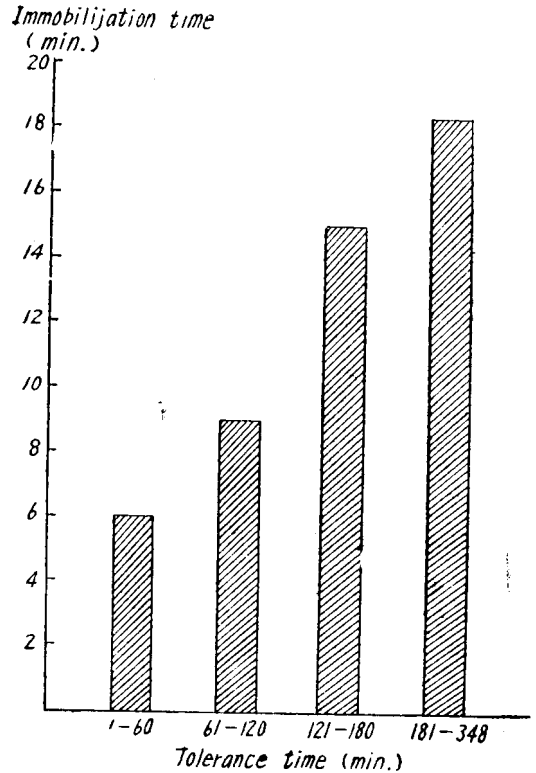
180分 以上 345分까지 견딘白鼠들의 活動停止時間은 18.4分으로써 60分까지 견딘 것인 6.2分에 比하면 3배에 가깝다. 各耐力時間別 活動停止時間平均의 信憑度는  $P < 0.001$  로서 매우 높다.

**iii. 1% CO 曝露中 90分耐力群과 120分耐力群에 있어서의 呼吸數의 變化.**

1% CO 曝露時間別에 依한 呼吸數는 第3表, 第3圖

**Table 2.** The immobilization time related to the tolerance time

| Tolerance time (in minute) | No. of rat. (immobilized) | Immobilization time(in minute) | Probability        |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 — 60                     | 5                         | 6.2±2.16                       | $P < 0.001$        |
| 61 — 120                   | 7                         | 9.2±2.05                       | $P < 0.001$        |
| 121 — 180                  | 6                         | 15.1±8.44                      | $P < 0.001$        |
| 181 — 345                  | 5                         | 18.4±6.83                      | $0.01 > P > 0.001$ |



**Fig. 2.** The Immobilization time related to the tolerance times

에 表示되었는 바 90分耐力群에 比해 120分耐力群의 呼吸數의 變化가 比較的 緩慢한 傾向을 보이고 있다.

그러나 曝露後 15分에 있어서는 正常平均呼吸數 每分 82에 比해 보다 增加되어 있다. 그後는 減少의 樣相이 相異함을 볼 수 있다.

**vi. 耐力時間別로 본 致死後 血中 CO 飽和度 및 Hb 量**

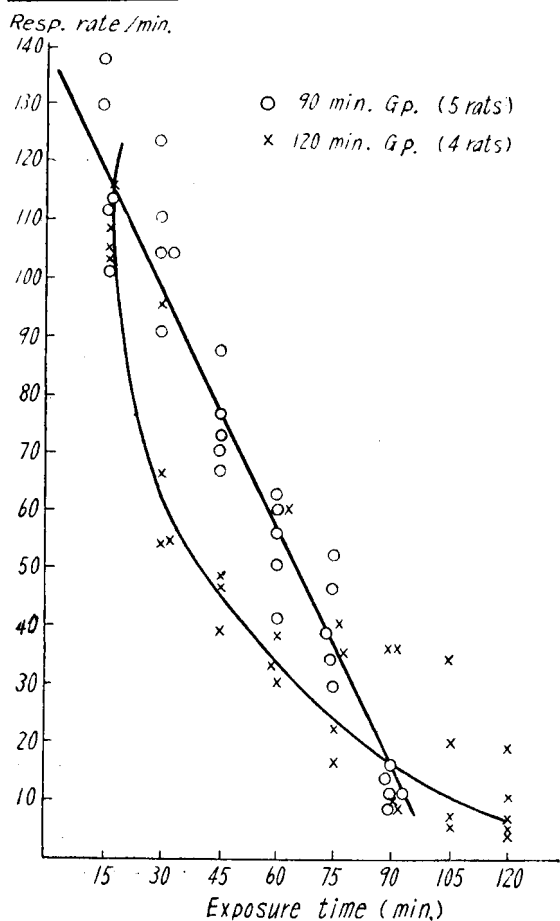
第4表, 第4圖에서 表示되는바 COHb 飽和度는 60分까지 斃死한 例에 있어서는 平均 71.5% 이었고 耐力時間이 延長될수록 HbCO의 飽和度는 減少되어 各各 120分에 56.7% 180分에 50.6% 345分에 48.4%로 나타내고 있다. 血中 Hb 量은 耐力時間이 긴것일 수록 增加하는 傾向을 보이고 있다. 即 60分耐力을 가진 例에서는 平

**Table 3.** Changes in the respiration rate in each tolerance group during (1% CO exposure) CO exposure.

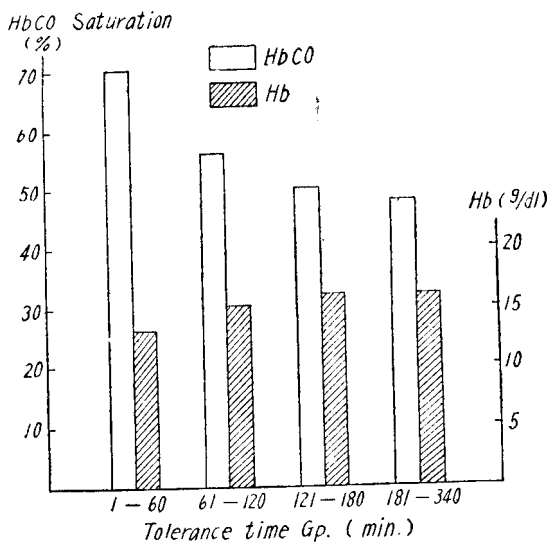
| Exp GP<br>Amittal Subject<br>Exposure time<br>(in min) | Resp. rate/min in the 90 minute Gp |      |      |      |      | Resp. rate/min in the 120 minute Gp |      |      |      |
|--|------------------------------------|------|------|------|------|-------------------------------------|------|------|------|
|  | No 1                               | No 2 | No 3 | No 4 | No 5 | No 1                                | No 2 | No 3 | No 4 |
| 15   | 138                                | 112  | 117  | 104  | 130  | 105                                 | 111  | 107  | 141  |
| 30   | 104                                | 104  | 110  | 90   | 125  | 56                                  | 66   | 56   | 87   |
| 45   | 72                                 | 74   | 88   | 70   | 80   | 54                                  | 49   | 50   | 65   |
| 60   | 54                                 | 63   | 58   | 61   | 41   | 63                                  | 36   | 40   | 29   |
| 75   | 48                                 | 54   | 38   | 35   | 30   | 40                                  | 25   | 18   | 37   |
| 90   | 18                                 | 12   | 17   | 12   | 11   | 36                                  | 10   | 9    | 36   |
| 105  |                                    |      |      |      |      | 20                                  | 7    | 6    | 34   |
| 120  |                                    |      |      |      |      | 11                                  | 5    | 4    | 19   |

**Table 4.** The amount of post mortem blood HbCO & Hb in each tolerance group.

| Tolerance time Gp.(in minute) | No of rat died | Amount of Hb(g/dl) | CO Vol% | HbCO % saturation | Probability |
|-------------------------------|----------------|--------------------|---------|-------------------|-------------|
| 1 - 60                        | 4              | 13.2±1.6           | 12.79   | 71.5±16.0         | P<0.001     |
| 61 - 120                      | 5              | 15.2±2.4           | 11.68   | 56.7±9.5          | //          |
| 121 - 180                     | 4              | 16.2±2.3           | 11.13   | 56.6±8.6          | //          |
| 181 - 345                     | 5              | 16.5±2.6           | 10.84   | 48.4±6.2          | //          |



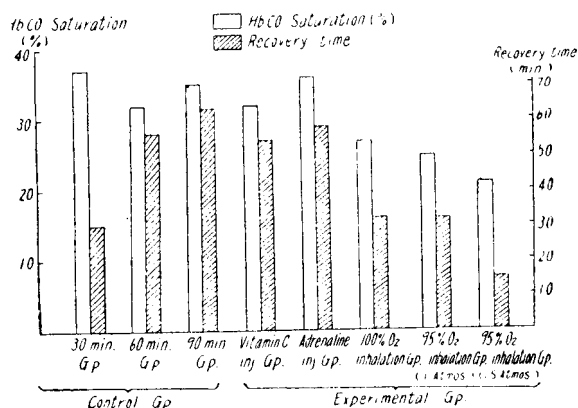
← Fig 3. changes in the respiration rate in each tolerance group. during 1% CO exposure



**Fig 4.** The amount of post mortem blood HbCO & Hb in each tolerance Group.

**Table 5.** The recovery time and the amount of HbCO when recovered in each control & experimental group exposed to 1% CO

| Gp.              | subgroup  | No of rat | recovery time(in min) | Probability  | HbCO saturation (%) | Probability | No of death during recovery |
|------------------|---|-----------|-----------------------|--------------|---------------------|-------------|-----------------------------|
| Control Gp.      | 30 min exposure Gp.   | 14        | 30±4.2                | P<0.001      | 37.6±5.7            | P<0.001     |                             |
|                  | 60 min exposure Gp.   | 14        | 56.3±5.7              | 0.01>P>0.001 | 32.3±5.3            | //          | 4                           |
|                  | 90 min exposure Gp.   | 9         | 63±8.2                | P<0.001      | 35.2±4.2            | //          | 3                           |
| Experimental Gp. | Vit. C. injection Gp. (10 mg/100g)                                | 8         | 55.4±4.2              | P<0.001      | 31.8±3.8            | //          | 1                           |
|                  | Adrenalin injection Gp. (0.01 mg/100g)                            | 9         | 58.3±4.3              | P<0.001      | 36.4±3.7            | //          | 2                           |
|                  | 100% O <sub>2</sub> Inhalation Gp.                                | 11        | 32±3.5                | P<0.001      | 27.2±2.7            | //          | 1                           |
|                  | 95% O <sub>2</sub> +5% CO <sub>2</sub> 1Atmosphere Inhalation Gp. | 10        | 30±2.7                | P<0.001      | 25.2±2.2            | //          | 1                           |
|                  | 1.5 Atmosphere Inhalation Gp.                                     | 10        | 15±1.9                | P<0.001      | 21.2±2.3            | //          | 1                           |



**Fig. 5.** The recovery time and the amount of HbCO when recovered in each control and experimental group exposed to 1% CO.

均 13.2g/dl 이든 것이 180 분 이상에서는 16.2g/dl 로 많은 차를 보이고 있다. 對照群에 있어서는 呼吸數 Hb 量에 있어 別다른變化가 없었다.

(2) 恢復實驗群의 成績

i. 各實驗群別 恢復時間 및 恢復時 HbCO 飽和度

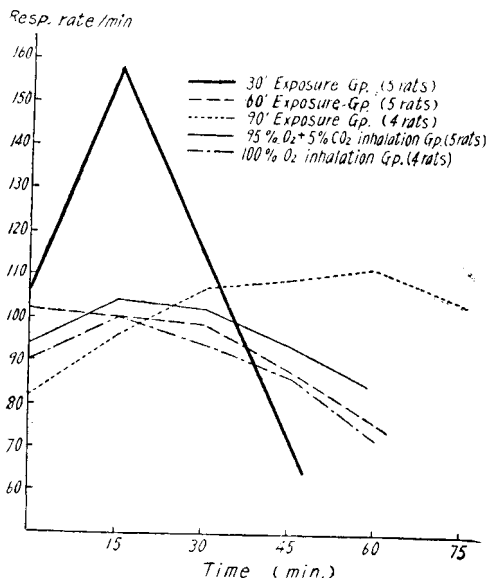
各實驗群別 恢復時間 및 恢復時 HbCO 飽和度는 第5表, 第5圖가 表示하는 바와 같다. 即 對照群에 있어서 30分 曝露群은 平均 30分에 恢復되었고 60分 曝露群은 56.3分 90分 曝露群은 63分으로서 오래 曝露되어 있을수록 恢復이 늦음을 볼 수 있다.

恢復當時의 HbCO 의 飽和度는 各各 37.6%, 32.3%, 35.2%로 큰 差가 없다.

實驗群에 있어서는 95% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 吸入群中 1.5氣壓이 15分으로 恢復時間이 가장 빨랐고 95% O<sub>2</sub>+5% CO<sub>2</sub> 1氣壓群이 30分 100% O<sub>2</sub> 吸入群은 32分으로 비슷하며 Vitamin C 注射群 및 Adrenalin 注射群은 各各 55.4分 58.3分으로써 가장 늦다.

對照群에 比較할때 60分 曝露時 平均 56.3分에 恢復되는 것으로보아 Vitamin C 注射群과 Adrenalin 注射群은 對照群과 別差가 없는 結果를 보이고 있다.

HbCO 飽和度 成績을 보면 酸素吸入을 시킨 實驗群에서 낮은 것을 볼 수 있고 이 群이 他實驗에 比하여 恢復時間이 훨씬 빠른 것으로 미루워 볼때 HbCO 飽和度의 減少(解離度)가 他實驗群에 比해 월등이 빠른 것을 알 수 있다. 恢復途中 斃死한 動物數는 大概 耐力實驗의 結果에 나타난 致死率과 거의 비슷한 比率을 나타내고 있다. 各群皆의 平均値 및 各群의 平均値間의 差는 統計學的으로 有意義한 結果를 보이고 있다. (P<0.001)



**Fig. 6.** changes in the respiration rate during recovery in each group.

ii. 各實驗群別로본 恢復期間中 呼吸數의 變化

恢復期間中의 呼吸數의 變化는 第6圖와 같이 各群

에 있어서 CO 曝露가 끝난後 15分까지는呼吸數의 顯著한 增加가 있고 30分 曝露群에서가 가장 甚하다. 90分 曝露群에서 恢復期間中 呼吸數가 계속 增加되었다가 恢復期에 이르러 正常呼吸數로 돌아가는 傾向을 보이고 있으며 95%O<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub> 吸入群은 60分 曝露群(曝露 끝난後 大氣中에 放置)에 비해 減少가 緩慢한데 이에 比하여 100%O<sub>2</sub> 吸入群의 減少가 더 빠르다.

#### 第4章 考 按

##### (1) 耐力實驗群成績에 對한 考察

###### i. 1%CO에 對한 白鼠의 耐力時間에 對한 檢討

1%CO에 對한 人體의 耐力를 보면 10分以上이면 危險하고 30分以上에서는 死亡하며<sup>6)</sup> Mouse에 있어서는 100分에 100% 斃死되는 것으로 報告되어있다<sup>4)</sup>, 本實驗에 나타난 白鼠의 耐力를 보면 180分에서 72%가 斃死하고 가장 耐力이 큰 것이 345分만에 斃死한 것으로 보아 사람이나 Mouse에 비해 耐力이 훨씬 높다고 볼 수 있다. 그러나 一定濃度에 曝露된 같은 動物에서도 耐力의 個體差가 매우 甚하다는 것은 여러 사람의 報告에서<sup>4,5,8,10)</sup> 指摘되어 있는 바 本實驗에 있어서도 最短耐力 白鼠와 最長耐力白鼠는 時間的으로 볼때 11 倍의 큰 差가 있음을 보여주어 CO에 對한 耐力이 個體差가 甚함을 알 수 있다. 이 個體差들의 原因에 對해서는 主로 血色素量의 變動相<sup>2)</sup>과 其他 여러 生理的反應<sup>1)</sup>의 差에 依하여 說明되고 있지만 아직 不明한 點이 많다.

###### ii. 耐力時間에 따른 活動停止 時間에 對한 檢討

耐力이 짧을수록 活動停止가 빠른 것을 보면 活動停止 時間이 個體의 耐加과 密接히 關聯되어 있음을 알 수 있다. 그러나 耐力時間에 比하면 相當히 빠른 時間內에 活動停止가 오는 것은 興味있는 事實이라 볼 수 있을 것이다. 왜냐하면 一酸化炭素의 濃度時間積作用으로 보아서 60分耐力群은 濃度時間積(時間(hour)×濃度(ppm))<sup>6)</sup>이 1000, 120分耐力群은 1500, 180分耐力群은 2500, 345分耐力群은 3000으로써 人體에서는 900에서 頭痛 및 嘔氣가 오고 1500以上이면 危險한 것과 比較하면 耐力이 훨씬 큰 白鼠에 있어 特히 60分 및 120分耐力群에 있어 比較的 낮은 濃度時間積值에서 活動停止가 오기 때문이다. HbCO의 飽和度에 있어서도 50%에 未達하는 時間에 白鼠의 活動停止가 온다는 것이 興味있는 일로써 그 機轉에 對해서는 더 追究해볼 餘地가 많으리라고 생각된다.

###### iii. 1%CO 曝露中 90分 耐力群과 120分耐力群에 있어서 呼吸數 變化에 對한 檢討

CO 개스에 曝露中 呼吸數는 15~30分까지는 계속 促進되었다가 그後는 계속 減少하는 傾向을 보이고 있는데 90分耐力群에 비해 120分耐力群의 減少가 相當히

緩慢한 것이 特異하다. 呼吸의 變化는 HbCO 增加로 인한 血中 酸素運搬能力에 低下에 起因한 生理的 代償으로 볼 수 있으며 이 代償기능의 持續性이 弱고 弱할수록 耐力은 弱한 것이 아닌가 생각된다.

###### iv. 耐力時間別로 본 致死後 血中 CO 飽和度 및 Hb 量에 對한 檢討

1% CO 環境에서 血液內 HbCO의 最大含有 百分率은 理論的으로  $Hb = \frac{TCO \times 300}{TO_2 + TCO \times 300} \times 100$ 에 依하여 計算될 수 있다. 이식에 依하면 1%CO 環境에서 HbCO가 95%까지 飽和될수있다. 그러나 이정도로 飽和 되려면 相當한 時間의 經過가 있어야 할것이다.

金<sup>4)</sup>에 依하면 0.45% CO에 曝露한 개에 있어서 30分에 45% HbCO 飽和度로 보이고 그後는 HbCO 形成速度가 緩慢하다고 報告하고 있다. 또 耐力이 클수록 HbCO 形成이 緩慢하며 耐力이 적은 것일 수록 [HbCO의 形成이 急速하였다고 報告하고 있다. 本實驗을 보면 짧은 時間內에 斃死한 例에 있어 오히려 HbCO의 飽和度가 높았으며 耐力時間이 延長될수록 斃死時 HbCO의 飽和度는 50%內外밖에는 보이지 않았다.

이는 CO에 曝露된 時間으로 생각할때는 矛盾이 있어보이나 이는 HbCO 形成의 個體差가 있는데 起因하는 것 같으며 이것이 곧 耐力을 左右하는 한 要素로 생각된다. Webster<sup>21)</sup>에 依하면 CO 中毒時 HbCO 飽和度가 60~80%에 達하면 死亡한다고 報告되어 있는데 本實驗에서는 이보다 낮은 飽和度에 있어서도 曝露時間이 오래되면 死亡하는 것을 볼 수 있다.

HbCO가 많아지면 血液의 酸素運搬能力의 低下로 組織의 Hypoxia가 올뿐 아니라 HbCO 飽和度가 比較的 높으면 組織에서의 O<sub>2</sub>의 解離가 잘 안되기 때문에 血中에 相當量의 HbO<sub>2</sub>가 있더라도 잘 利用되지 못하여 tissue hypoxia가 옴은 잘 알려진 事實이다<sup>23)</sup> 耐力이 큰 白鼠는 死亡時 HbCO가 50%內外 程度였지만 上述한 여러 事實로 미루어보아 긴 時間동안 Hypoxic damage가 컸으리라 推測된다.

Hb 量의 變動을 보면 曝露時間이 오래 될수록 Hb 量은 增加하고 있는데 이는 神戶<sup>19)</sup> 및 金<sup>4)</sup>의 實驗結果와 合致되는 傾向으로써 酸素運搬能力增加를 위한 生體反應의 結果라고 볼 수 있다.

##### (2) 恢復實驗群成績에 對한 考察

###### i. 各實驗群別 恢復時間 및 恢復時 HbCO 飽和度에 對한 檢討

1% CO에 30分, 60分, 90分 各各 曝露한 後大氣에 두어 恢復시켰을 때 曝露時間과 恢復時間이 比例하는 傾向이 있음은 首肯될 수 있는 事實이며 恢復時 血中 HbCO 飽和度는 恢復時間이 긴 것이나 짧은 것이나 비슷한 것은 曝露時間의 差에 依하여 形成된 HbCO 量도 달랐기 때문

이라 推測할수 있는 동시에 血中 HbCO 飽和度와 恢復과 密接한 關係가 있음을 보여주고 있다.

Vitamin. C 注射群이나 Adrenalin 注射劑에 있어서는 恢復時間이나 恢復時 HbCO 飽和도가 對照群인 60分 曝露群과 大差가 없었으며 이들 藥物投與에 依해 HbCO 解離나 恢復時間에 別로 影響을 주지 못하였다는 것을 알 수 있으며 上記 두 藥物의 藥理作用으로 보아서 直接的으로 HbCO 解離에 影響을 주는 것 같지 않으며 HbCO 解離와 密接한 聯關이 있는 恢復時間도 短縮시키지 못한 것 같다.

O<sub>2</sub> 吸入群은 對照群이나 藥物投與群에 比해 恢復時間이 훨씬 빨랐으며 恢復時 HbCO 量도 Haldane<sup>16)</sup>이 血中 HbCO 解離排出에 對한 時間的 觀察에서 報告한 結果와 비슷하다.

O<sub>2</sub> 吸入群中에서는 95% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> 1.5 氣壓吸入群에 있어서 훨씬 恢復이 빨랐으며 100% O<sub>2</sub> 吸入群과 95% O<sub>2</sub> 1 氣壓吸入群에 比해 그 時間이 1/2 밖에 되지 않는 것이 特記할만하다 할 것이다. 恢復時 血中 HbCO 量은 對照群보다 훨씬 恢復時間이 짧음에도 不拘하고 적은 값을 보이고 있음은 急性 CO 中毒時 O<sub>2</sub> 吸入이 가장 效果的인 HbCO 解離方法의 하나이며 O<sub>2</sub> 分壓이 높을수록 效果的이라는 것을 알 수 있다. 또한 높은 O<sub>2</sub> 分壓에 依하여 組織으로 供給되는 O<sub>2</sub> 의量(HbO<sub>2</sub> 形成이나 物理的溶解)의 增加가 恢復時間과 密接한 聯關이 있는 것 같다.

ii) 各實驗群別로 是 恢復期間中 呼吸數의 變化에 對한 檢討

各群에 있어 15분까지는 呼吸數가 계속 增加하다가 15分後서 부터는 감소하여 正常呼吸으로 돌아오는 경향을 보였으며 30分 曝露群에 있어서 15分까지 急激히 增加했다가 急激히 減少함은 曝露時間이 짧았든 關係로 呼吸反應의 余力이 많았으며 또 HbCO 的 飽和度도 적었기 때문에 急激히 平常呼吸으로 돌아온 것으로 생각되며 90分 曝露群은 계속 增加했다가 恢復時間 가까이에서 正常으로 돌아왔음은 曝露終末時 呼吸數가 他群에 比해 낮았으며 CO 環境을 벗어난後 HbCO 解離를 위한 努力이 呼吸相에 나타난 것이 아닌가 推測된다.

60分 曝露群과 O<sub>2</sub> 吸入群은 비슷한 經過를 取하고 있는데 其中 100% O<sub>2</sub> 보다 95% O<sub>2</sub> + 5% CO<sub>2</sub> 吸入群이 呼吸數가 빠른 것은 CO<sub>2</sub> 가 Respiratory Stimulant 로써 作用했기 때문이라 생각된다<sup>23)</sup>.

第 5 章 總括 및 結論

急性 一酸化炭素 中毒時 가장 效果的인 措置方法을 淸明할 目的으로 白鼠 135 마리를 1% CO 에 曝露시킨後 여러가지 措置를 하여 그 效果를 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 正常白鼠의 1% CO 에 對한 耐力은 mouse 나 사람에 比해 훨씬 커서 耐力時間은 平均 162.4 分이며 最短 30分, 長最 345 分으로서 個體差도 甚하다.

2. 1% CO 에 曝露後 活動停止시간이 짧을수록 耐力이 弱하며 길수록 耐力은 컸다.

3. CO 에 曝露中 呼吸數의 變化는 耐力이 클수록 緩慢하며 적을수록 急激했다.

4. 致死後 血中 HbCO 飽和度는 耐力이 짧은 群에서 오히려 높았고 耐力이 큰것에서는 50% 内外의 飽和度를 보였다.

5. Hb 量은 耐力時間이 {클수록 增加하는 傾向이 있다.

6. 1% CO 에 60分間 曝露後 Vitamin C 와 Adrenalin 을 各各 投與한 群에 있어서는 恢復時間 및 恢復時 HbCO 飽和도에 있어 對照群과 別差가 없으나 O<sub>2</sub> 吸入群에 있어서는 恢復時間이 對照群의 1/2 로 短縮되고 특히 1.5 氣壓 95% O<sub>2</sub> 吸入群에 있어서는 恢復時間이 1/4 로 短축 됨을 볼 수 있다.

恢復時 HbCO 量은 20~30% 로써 낮았으며 1.5 氣壓, 95% O<sub>2</sub> 吸入群에서는 21% 로써 가장 낮았다. 따라서 急性 一酸化炭素中毒의 應急措置에 있어 高濃度(95%) 및 高壓(1.5 氣壓) 酸素吸入이 매우 效果的인 일 것이다.

ABSTRACT

Experimental studies on the carbon monoxide poisoning.

Part 1 ; Study on the effects of different managements on the acute CO poisoning.

Ryo, Kyung Ku, M.D.

Dept. of Preventive Medicine, College, of Medicine  
Seoul National University, Seoul, Korea

(Directed: Prof. In Dal, Kim, M.D.)

In view of the frequent incident of acute CO poisoning among Korean residents, who are daily using briquette, the establishment of the effective measures to the poisoned as well as the preventive measures is urgent problems in the field of the public health. Author undertook a series of studies concerning 1) the tolerance of Albino rat to 1% CO, changes in the respiration rate during the exposure, the time of immobilization of rat, and the post-mortem HbCO concentration and the amount of Hb in the blood. 2) The comparison of the different recovery measures, such as, vitamin C injection (10mg/100g B.W. intra-peritoneal), Adre-

nalın injection(0.01mg/100g B.W. intra-peritoneal), 100% O<sub>2</sub> inhalation, 95% O<sub>2</sub> plus 5% CO<sub>2</sub> inhalation at 1 Atmos. & 1.5 Atmos., in relation to the recovery time, HbCO concentration when recovered, and the changes in the respiration rate during the recovery.

The results might be summarized as follows.

1) Average tolerance time of the Albino rat to 1% CO was 162.4 minutes and the minimal and maximal tolerance time was extended from 30 minutes to 345 minutes.

1) Much of the variations in the individual tolerance could be observed.

3) The time of the immobilization of rat was directly proportional to the tolerance time.

4) Changes in the respiration rate during the exposure to 1% CO showed a different patterns in the different tolerance group.

5) The saturation of the HbCO and the amount of Hb in the post-mortem blood in each tolerance group showed following results.

| tolerance time<br>(in minutes) | Gp. amount of Hb<br>(g/dl) | HbCO saturation<br>(%) |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 — 60                         | 13.2                       | 71.5                   |
| 60 — 120                       | 15.2                       | 56.7                   |
| 121 — 180                      | 16.2                       | 50.6                   |
| 181 — 345                      | 16.5                       | 48.4                   |

6) In the comparison of the effectiveness of different recovery measures, 95% O<sub>2</sub> mixed with 5% CO<sub>2</sub> inhalation at 1.5 Atmos. showed most excellent results in the view of the recovery time and rapid HbCO dissociation.

7) Above results indicates that one of most effective managements of acute CO poisoning, in view of rapid recovery and dissociation of HbCO, is the inhalation of the oxygen of higher tension(more than 1 Atmos.) and concentration (95% O<sub>2</sub> with 5% CO<sub>2</sub>)

## REFERENCES

- 1) Van Slyke, D. Donald.: *The determination of gases in Blood and other solutions by Vacuum Extraction and manometric measurement*, *J. Biol. Chem.* 61, 523, 1924
- 2) Wilks, S.S.: *Physiological effects of chronic exposure to Carbon monoxide*, *J. Appl. physiol.* 14, 305, 1959
- 3) Lawrence, T. Fairhall.: *Industrial toxicology W & Wilkins Co. p. 182, 1957*
- 4) 金玉在: 急性一酸化炭素中毒の生理的研究 航空醫學 第9卷 第1號 p. 1. 1961
- 5) Wilks, S.S.: *Effects of pure Carbonmonoxide gas injection into the peritoneal Cavity of dogs*, *J. Appl. physiol.* 14, 311, 1959
- 6) 原島進: 環境衛生學 改訂四版 p.140, 南江堂 昭和 25
- 7) Williams, S.S.: *Handbook of biological data U.S. A. F. W.A.D.C. Oct. 1956*
- 8) 日本藥學會編: 衛生試驗法註解 p. 601 金原出版社 1957
- 9) Cecils, W.J.: *Textbook of medicine p. 525 W.B. Saunders Co. 1956*
- 10) 吉屋芳雄: 公衆衛生學, p. 41 日本臨床社 1951
- 11) Maxcy, K.F.: *Preventive medicine and 8th ed.p. 1065. Appleton Co. 1956*
- 12) Best, C.H. and Jaylor, N.B.: *The physiological basis of medical practice 6th ed. p. 435, 1955*
- 13) Sturrock, P.E.: *An estimation of exposure to Carbon monoxide by breath analysis W.A.D.C. Tech. Report 57—291 1958*
- 14) 藤丹暢三: 生化學實驗法 11版 p.210 南山堂 1955
- 15) Smillie, W.G.: *Preventive medicine & public health 2nd ed. p.157 Macmillan Co. 1955*
- 16) Haldane, J.S. & Priestly, J.G.: *Respiration 2nd ed. 1933*
- 17) Sayers, R.R. & Davenport, S.J.: *U.S.P.H. Bulletin. No. 195, 1930*
- 18) 原島進: 一酸化炭素中毒の研究, 日新醫學 31, 42, 昭和 17
- 19) 神戸照雄: 一酸化炭素 反復吸入 による 血色素の變性に關する實驗的研究, 慶應醫學 24, 125 昭和 19
- 20) Forbes, W.H. etc: *The rate of Carbon monoxide intake by normal man. Ameri. J.physiol.* 143, 594, 1945
- 21) Webster, R.W.: *Legal Med. and Toxicol. W.B. Saunders Co. 1930*
- 22) Roughton, F.J.W.: *The Average time spent by the blood in the human capillary and its relation to the rate of CO-uptake and elimination in man. Amer. J.physiol.* 143, 621, 1945
- 23) Fulton, J.F.: *Textbook of physiol. 16th ed. W.B. Saunders Co. 1950*