

一酸化炭素中毒의 藥物治療效果에 關한 實驗的 研究

— 過酸化水素 灌腸法을 中心으로 —

漢陽大學校 醫科大學 豫防醫學教室**

서울大學校 醫科大學 豫防醫學教室***

崔東昱** · 柳槿永*** · 朴恒培**

=Abstract=

An Experimental Study on the Effect of Hydrogen Peroxide in the Treatment of Carbon Monoxide Poisoning

D.W. Choi, M.D., *K.Y. Yoo, M.D., **H. Park, M.D.

Dept. of Preventive Medicine, College of Medicine, Hanyang University

Dept. of Prev. Med., College of Medicine, Seoul National University

The ultimate goal of treatment of carbon monoxide poisoning is to promote dissociation of carboxyhemoglobin and to maintain arterial PO_2 above 50mmHg throughout the course of treatment to protect vital organs from damage caused by hypoxia. The hyperbaric chamber designed and manufactured for this purpose has obviously made an enormous contribution and yet has several handicaps to be overcome by any means. These handicaps are: the financial impact to purchase the chamber (especially in a small, remote community), an extra manpower requirement to operate the device, limitation in the capacity of the chamber (one man type), and the possible hazard of oxygen intoxication and dysbarism. The primary objective of this study is to develop a new therapeutic measure as an alternative to the hyperbaric chamber when it is not available or contraindicated.

The effect of intestinal perfusion with hydrogen peroxide has been studied by many investigators and was known to be an excellent way of extrapulmonary oxygen supply. The advantage of this method will include;

- 1) much more amount of oxygen is delivered to the tissue than one would expect from 100% saturation with oxygen at 1 ata, 2) the procedure is simple and most economical, 3) neither sophisticated equipment nor extra manpower is required.

As a study preliminary to the clinical application, authors conducted a series of experiment to observe the effect of hydrogen peroxide enema on dissociation of carboxyhemoglobin in intoxicated rabbit blood. Using an animal gas chamber, 20 rabbits were exposed to CO gas of 6,000 ppm for 60 minutes. Ten rabbits of control group were given 10cc of warmed normal saline solution by rectal perfusion and for the other 10 of the experimental group, the same amount of 1% H_2O_2 solution was given by the same way.

*本研究은 1979年度 峨山社會福祉財團의 研究費 支援으로 이루어졌음.

Two blood specimens were drawn from each rabbit: the first one immediately following the exposure and the second one after rectal perfusion, about 30 minutes after the first sampling. The result was as follows;

1) The decrease in carboxyhemoglobin concentration during the first 30 minutes in the control and experimental group were $18.18 \pm 4.49\%$ and $23.03 \pm 4.13\%$ respectively showing the significant difference ($p < 0.05$) between the two groups.

2) Hemoglobin and hematocrit value showed no significant difference between two groups and not altered significantly by intestinal perfusion with H_2O_2 .

I. 緒 論

家庭에서의炊事, 暖房用 熱源을 大部分 煉炭에 依存하고 있는 우리나라에서 一酸化炭素中毒은 最近 數十年間에 걸쳐 國民保健上의 가장 큰 問題로 指目되어 왔다. 그間 가스中毒의 發生防止를 위하여 燃燒裝置의 改善, 發生된 가스의 除去方法等 工學的分野에서의 研究가 끊임없이 進行되어 왔으나 實際로 事故의 빈도를 減少시킬만큼 効果의인 方案이 發見되지 못하고 있는 가운데 1974年度 서울시에 對한 實態調査에서도 人口 10,000名當 306名이라는 높은 中毒發生率을 보이고 있다.¹⁾ 醫學的으로는 煉炭가스中毒患者의 治療를 위한 高壓酸素裝置의 開發로 死亡 및 重大한 後遺症을 減少시키는데 劃期的인 成果를 거두었음이 事實이나 아직은 모든 患者에게 即刻의인 應急治療를 施行할수 있을만큼 充分한 普及를 보지못했고 裝置가 1人用이라는 點, 操作에 訓練된 要員이 必要한 點, 事故發生의 可能性 및 減壓症의 問題等 몇가지 難點을 解決치 못하고 있다. 藥物療法으로는 Cytochrome C, Sodium Succinate의 投與로 組織에서의 酸素利用을 增進시키며²⁾ 交換輸血로 有効血色素을 大量供給해주는 方法³⁾ 등이 試圖되었으나 모두 效果面에서 未洽하거나 實際通用上의 制約이 따르기 때문에 臨床에서 別로 利用되지 못하고 있다.

本研究의 目的은 적어도 100%酸素 供給에 匹敵하는 成果를 期待할수 있고 어떤 小規模의 醫療機關에서나 손쉽게 施行할수 있는 治療方法을 開發하기 위한 것이며 그 基礎資料를 얻기 위하여 酸化炭素에 中毒된 實驗動物에 過酸化水素의 灌腸을 行한바 有意義한 結果를 觀察하였기에 報告하는 바이다.

過酸化水素의 非經口의 投與에 依한 肺外呼吸의 方法은 1920년에 Oliver가 肺炎治療에 利用한 以來 많은 研究者들이 動物實驗과 臨床適用을 통하여 그 效果를 觀察하였으며 Urschel等은 0.5% 過酸化水素液의 靜脈內注入으로 血漿의 酸素分壓이 3~8氣壓의 高壓酸素環境下에서와 同一한 程度로 增加하므로 그 臨床的價値가 크다고⁴⁾ 報告한 反面 一部 學者들은 酸素栓塞의

危險을 들어 否定的인 見解를 表明하기도 하였다. 著者들이 一酸化炭素中毒治療에 過酸化水素液 灌腸法을 利用코져 着眼한것은 다음과 같은 利點을 期待할수 있기 때문이다.

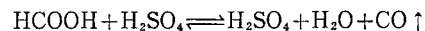
1) 過酸化水素는 體內에서 大量的 酸素를 分離하여 理論上 1氣壓下에서의 100%酸素供給以上の 效果를 가져올수 있다. 2) 過酸化水素液 灌腸은 長時間 繼續 또는 反復이 可能하고, 3) 單 1人의 醫師가 特別한 施設이나 裝備없이 施行할수 있으며, 4) 高壓酸素療法에서와 같은 減壓症, 酸素中毒等の 副作用의 憂慮가 없다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗動物: 암 수 區別없이 體重 1.8~2.5kg의 家兔 各各 10마리씩을 實驗群과 對照群에 使用하였으며 實驗前 12時間은 禁食시켰다.

2. 實驗方法:

1) CO가스發生 및 稀釋:



100°C로 加溫된 水槽안에 濃黃酸을 넣은 3-way cock flask를 裝着하고, 黃酸에 개미酸을 點滴시켜 CO가스를 發生시켰으며 그 純度는 Orstat가스分析器에 依해 檢定, 95~97%임이 確認되었다. 물을 채운 유리병속에 捕集된 CO가스는 大型 Douglas bag속에서 空氣와 混合, 稀釋하여 6,000 ppm으로 만들어 Kitagawa檢知管으로 檢定하였다.

2) 가스曝露: 動物用高壓酸素裝置內에 實驗群, 對照群 各 1마리씩의 家兔를 넣고 Rotary pump를 利用, Douglas bag으로부터 CO가스를 連續流入(continuous-flow)시켜 裝置內 CO濃度를 一定하게 維持하면서 60分間 폭로시켰다(그림 1).

3) H_2O_2 灌腸 및 採血: 토끼는 60分間 폭로後 高壓裝置로부터 꺼내서 全身麻醉下, 腹壁에 4cm길이의 十字切開를 加하여 門脈을 露出하고 30分間隔으로 두번 採血하였다. 1,2次 採血時刻은 gas폭로 終了時부터 各 平均 7分 39分이었으며, 1次採血直後 實驗群은 토끼의 體溫(39°C)으로 加溫한 1% H_2O_2 液을 體重 kg當 5cc, 對照群은 同量의 生理食鹽水를 各各 灌腸注入

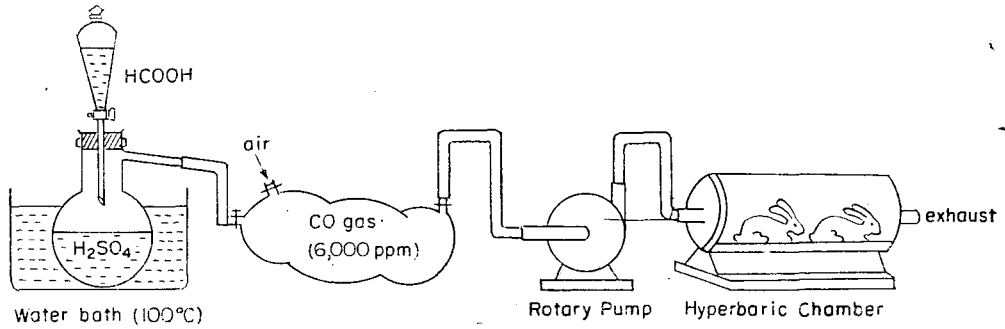


Fig. 1. CO gas formation, dilution and exposure.

하였다.

4) carboxyhemoglobin飽和度測定: 各 2回 採血한 試料(3cc)에 對하여 spectrophotometer를 利用(van Kampen-Zielstra法), HbCO飽和度를 測定하였으며 이에 關하여는 比較를 爲하여 30分補正值를 算出했고 아울러 參考로 血色素, hematocrit值도 測定했다.

III. 成績 및 考案

高壓酸素裝績內에서 6,000 ppm의 CO가스에 60分間 폭로시킨 對照, 實驗群 各 10마리의 토끼에 關하여 測定한 血中 HbCO濃度(表 1, 2), 血色素量(表 3), 血沈值(表 4)는 다음과 같다.

1) HbCO濃度: 第1次 採血된 試料에서 HbCO濃度는(폭로後 約 7分 經過) 對照群과 實驗群이 各各 38.3% (29.9~47.5) 40.8% (31.3~49.1)였고 生理食鹽水와 1% H₂O₂液으로 灌腸後 採取한 第2試料에서는 各各

19.0% (11.8~28.4), 16.8% (9.8~26.3)였다. 1, 2次 採血間隔이 30~37分으로 多少 差異가 있으므로 比較를 爲하여 30分値로 補正하였던바 30分間에 減少된 HbCO濃度는 對照群에서 18.18±4.49% 實驗群에서는 23.03±4.13%로 有意한(p<0.05) 差를 보였다.

1次採血後 곧 灌腸을 實施하고 그後 2次採血까지는 腹部切開創을 生理食鹽水에 적신 gauze로 덮은채 大氣中에 放置했으며 門脈部에 壓迫을 加하여 止血을 시켰다.

2) 血色素 및 hematocrit: 血色素量은 對照群이 9.80gm/dl(±0.89), 實驗群이 9.83gm/dl(±1.23)로 事實上 差異는 없었으나 兩群에서 모두 家兔의 正常血色素值 11.0±0.4gm/dl보다⁶⁾ 多少 낮은 狀態이며 이는 測定方法의 差異外에도 使用된 實驗動物의 榮養狀態와 關聯이 있을것으로 생각된다.

Hct值는 各各 40.43%(±2.91), 36.31%(±4.27)로서 兩者間 또는 家兔 正常值인 33~44%와의⁶⁾ 사이에

Table 1. Decrease of HbCO concentration, Control Group, before and after Enema with Normal Saline solution

Rabbit No.	1st ㉑ Specimen % HbCO	2nd ㉒ Specimen % HbCO	Time lapse between ㉓ Samplings min	Decrease ㉔ % HbCO	Calculated Decrease ㉕ in 30 min % HbCO
1	31.6	14.4	34	17.2	15.2
2	41.8	14.4	35	27.4	23.5
3	47.5	24.6	31	22.9	22.2
4	30.1	19.1	33	11.0	10.0
5	42.5	19.8	31	22.7	22.0
6	29.9	11.8	30	18.1	18.1
7	36.9	16.3	30	20.6	20.6
8	41.9	21.7	30	20.2	20.2
9	38.4	19.3	32	19.1	17.9
10	42.5	28.4	35	14.1	12.1

$$d = a - b, e = \frac{30 \times d}{C}$$

Table 2. Decrease of HbCO concentration, Experimental Group, before and after Enema with 1% H₂O₂ solution

Rabbit No.	1st @ Specimen % HbCO	2nd* @ Specimen % HbCO	Time lapse between @ Samplings min	Decrease @ % HbCO	Calculated Decrease @ in 30 min % HbCO
1	49.1	26.3	30	22.8	22.8
2	43.3	12.1	30	31.2	31.2
3	42.3	21.2	30	21.1	21.1
4	41.1	18.6	31	22.5	21.8
5	36.6	12.8	33	23.6	21.5
6	31.3	9.8	37	21.5	17.4
7	37.0	18.0	31	19.0	18.4
8	45.5	18.7	30	26.8	26.8
9	43.2	15.8	31	27.4	26.5
10	38.6	14.4	32	24.2	22.7

$$d = a - b, e = \frac{30 \times C}{d}$$

Table 3. Hemoglobin Value (gm/dl)

Rabbit No.	Control Group		Experimental Group	
	1st sample	2nd sample	1st sample	2nd sample
1	10.5	9.8	7.9	8.2
2	8.4	8.3	8.6	8.5
3	9.2	8.8	9.8	9.6
4	11.3	11.4	9.4	9.8
5	11.0	10.3	10.4	10.6
6	10.6	9.8	10.0	11.3
7	9.4	9.2	10.4	10.4
8	10.8	9.9	9.9	8.8
9	9.0	9.5	12.0	12.8
10	10.0	8.8	9.6	8.8

Table 4. Hamatocrit Value (%)

Rabbit No.	Control Group		Experimental Group	
	1st sample	2nd sample	1st sample	2nd sample
1	43.0	41.0	30.5	28.5
2	42.0	42.5	32.5	30.5
3	44.5	43.5	33.0	30.5
4	42.5	45.0	41.0	37.0
5	40.5	41.0	34.5	36.0
6	41.0	40.0	40.0	37.0
7	38.0	41.5	45.5	40.5
8	36.0	32.5	38.5	36.5
9	37.5	38.0	39.0	38.0
10	40.5	39.0	39.5	40.0

注目할만한 差異가 없었으며 對照群 實驗群에서 모두 1,2次 試料間에 有意한 變化를 發見할 수 없었다.

H₂O₂는 體 내에서 peroxidase와 catalase에 依해 물과 酸素로 分解되며 이때 遊離되는 O₂는 1氣壓環境에서 100%酸素를 吸入할때보다 動脈血의 PO₂를 더 높게 維持할수 있는 量에 達한다. 사람의 血中에는 必要以上의 많은 peroxidase와 catalase가 含有되어 있어 上記 化學變化는(H₂O₂의 分解) 迅速히 進行되며 Ackerman과 Brinkley는 0.2% H₂O₂液을 每分 0.5~2cc의 速度로 動脈內에 注入한 結果 最少限 2氣壓의 100%酸素吸入을 한 경우와 同一한 效果를 얻었고⁹⁾ Fuson等은 3% H₂O₂를 돼지에게 靜注함으로써 全體酸素要求量의 20%를 充足시킬수 있었다⁸⁾.

H₂O₂의 非經口的 投與은 오래前부터 心筋 其他 主要臟器의 乏血狀態를 緩和시키고 肺의 病變으로 gas交換이 阻害된 狀況에서 局所 혹은 全身의 低酸素狀態를 改善할 目的으로 자주 利用된바 Feldman等은 窒息된 고양이에게 3% H₂O₂를 胸部動脈으로 注入하여 1時間以上 生存시키는데 成功했고⁹⁾ urschel도 H₂O₂液을 冠狀動脈에 注射하거나 心囊內에 灌流시켜 心臟蘇生에 成功한바 있다¹⁰⁾. 그러나 한편으로는 그 臨床的 價値에 對해 否定的인 結果를 報告한 例도 많아서 Morgan은 0.3% H₂O₂를 토끼의 腹腔內에 注入했더니 動脈血의 PO₂가 처음 若干 上昇했다가 그後에는 오히려 下降함을 觀察했고¹¹⁾ Lorincz等은 몇몇 動物에게 稀釋된 H₂O₂液을 靜脈內注射한 後 심한 酸素栓塞을 이르게했으며

Shaw等은 新生兒의 meconium ileus症에 H_2O_2 로 腸洗滌을 한다음 腸의 壞疽現象을 報告한면서 이러한 危險한 治療法은 臨床에 適用할수 없다고 하였다¹²⁾.

그러나 酸素栓塞에 關해서는 Stern이 개와 고양이 두 動物을 對象으로 한 一連의 實驗에서 이러한 副作用의 出現이 動物에 따라 다르게 나타남을 證明하였는데 即 1.5~6.0%의 H_2O_2 를 개와 고양이에게 靜脈注射한 後 개에서는 甚한 가스栓塞이 觀察되었으나 고양이에서는 그렇지 않았다.¹³⁾ Painker는 여러 動物의 血液內 catalase含有值를 測定 報告한바 있는데¹⁴⁾ 그에 依하면 사람은 15.1單位(Katalase-fähigkeit) 고양이 17.8單位 토끼 10.4單位, 개는 0.4單位이며 Lorincz의 測定으로는 人血 19.7~36.1單位, 고양이 15.9~27.0, 토끼 12.7~15.6, 그리고 개는 0.3單位에 不過하며 兩者間 測定值에 多少의 差는 있으나 개의 體內 catalase量이 極히 적은것은 事實이고 이 때문에 H_2O_2 靜注로 甚한 가스栓塞이 일어나는것으로 思料된다. 이 點尹은¹⁵⁾ 개에 H_2O_2 灌腸을 함에 있어 體重 1kg當 사람의 全血 1cc를 灌腸液에 混合注入함으로써 血管內에 酸素氣泡이 나타나지 않으면서 높은 酸素分壓을 長期間 維持할수 있음을 確認하고 catalase의 缺乏으로 腸內에서 H_2O_2 가 分解되지 않은채 腸粘膜으로 吸收되면 methemoglobin과 酸素氣泡이 形成되고 따라서 血中 酸素分壓이 오히려 減少될수 있다고 하였으며 이러한 見解는 全이¹⁶⁾ 개를 가지고 다시 實驗하여 그 妥當함이 確認되었다.

即 개에 H_2O_2 灌腸을 施行한後 時間이 흐름에 따라 動脈血의 PO_2 는 漸次 減少되는데 灌腸時 catalase와 peroxidase를 同時 投與하거나 人全血을 混合注入한 경우에는 PO_2 는 현저히 上昇하였다. 또한 事前에 腸內容物을 排出하고 灌腸했을때는 PO_2 의 上昇이 抑制되는데 反해서 排便을 안시킨 경우에는 PO_2 上昇效果가 增大함을 보아 實驗動物의 腸內容物속에 catalase, peroxidase가 含有되어 있을 可能性을 示唆하고 있다 또 1975년에 金은¹⁷⁾ 이같은 治療法을 臨床에 適用한 結果를 報告했는데 이에 依하면 靑色症을 同伴한 先天性心臟疾患 19例와 甚한 肺炎 1例에 0.5% H_2O_2 를 灌腸한 結果 動脈血의 酸素分壓이 30분만에 最高로 높아져 58.82 ± 2.16 mmHg에 이르렀고(術前 40.10 ± 2.94) 이때 血壓, 脈搏, 呼吸, Hct值, 動脈血의 pH 血中 CO_2 分壓等은 影響을 받지 않았다 한다. 그밖에도 H_2O_2 液 灌腸으로 인한 가스栓塞, methemoglobin形成 및 肝臟에의 損傷與否等에 關하여 白,¹⁸⁾ 李¹⁹⁾ 등이 0.75% H_2O_2 의 灌腸實驗을 한 結果 이 濃度에서는 上記의 여러 副作用이 出現하지 않았고 다만 使用한 實驗動物中 개에서만 甚한 가스栓塞과 methemoglobin形成을 觀察했다고 했다.

以上 諸實驗의 結果를 要約하면

1) 稀釋된 H_2O_2 의 非經口的 投與로 血中 酸素分壓을 充分히(組織低酸素症을 緩和시켜 生命을 維持할수 있을 만큼) 높일수 있고, 2) 靜脈注射에 比하여 灌腸法을 H_2O_2 濃度를 適切히 調節할 경우(1%以下) 가스栓塞 methemoglobin形成等の 危險을 除去할수 있을뿐 아니라 血中酸素分壓도 臨床의으로 充分한 水準까지 維持할수 있으며, 3) 體內에 catalase, peroxidase를 充分히 못가진 動物에게는 이들 酵素를 同時에 供給해 줌으로써 結果를 改善시킬수 있다.

CO中毒治療의 窮極의인 目的은 CO와의 結合으로 機能을 喪失한 血色素로부터 CO의 解離를 促進시키고 그間 腦, 心筋等 重要組織의 酸素分壓을 50mmHg以上으로 維持시켜줌으로써 이들 vital organ의 損傷을 防止하는데 있다. H_2O_2 가 體內에서 分解되어 血中 酸素分壓을 높인다는 事實은 理論上으로나 過去 여러 研究者들의 實驗에서 밝혀진 바이지만 著者들은 H_2O_2 의 灌腸으로 이미 血色素와 結合된 CO를 解離시키는데 어느程度의 效果를 期待할수 있는지 보기위하여 本實驗을 施行하였다. 實驗動物로 使用한 家兎는 體內 catalase值가 15~10單位로 사람에게 比해 크게 不足되지 않으므로 H_2O_2 分解酵素 또는 人全血의 別途供給은 하지않았으며 灌腸液의 濃度는 從前의 實驗結果를 보아 가스栓塞의 危險을 排除할수 있는 限度에서 最大의 值인 1.0%를 取하고 注入量은 約 10cc로 하였다. 結果的으로 灌腸後 30分間의 CO解離度는 對照群의 $18.18 \pm 4.49\%$ 에 比해 H_2O_2 灌腸群에서는 $23.03 \pm 4.13\%$ 의 減少를 보여 有意한 값을 얻었으나 全身麻痺 및 手術的侵襲으로 인한 影響等을 極少化시킨다면 效果는 더욱 顯著해질것으로 思料된다. 또한 이같은 試料採取를 위한 操作以外에도 60分間의 CO폭으로 實驗動物의 狀態가 매우 不良하였고 血色素值에도 나타난 바와같이 가스폭로前의 生理的狀態도 好適한 편이 못된 點 등이 역시 實驗結果에 影響을 미쳤을 것이다.

H_2O_2 灌腸에 依한 CO中毒의 治療方法은 副作用이 적고 單 1人的 醫師에 依해 複雜한 施設이나 裝備없이 손쉽게 施行할수 있으며 1氣壓下의 100% 酸素吸入보다 優秀한 效果를 期待할수 있다는 여러 長點을 지니고 있으므로 우리나라의 現實 與件으로 보아 高壓酸素治療와 併行 또는 不得已한 경우 이를 代置할수 있는 次善의 方法이라 생각되나 臨床適用까지에는 本實驗의 結果를 土臺로 보다 廣範圍한 實驗과 方法의 改善 및 補充이 必要할 것이다.

IV. 總 括

우리의 生活環境가운데 가장 큰 危害要因의 하나인

一酸化炭素中毒의 治療를 위하여 이미 高壓酸素裝置가 開發되었으나 經費 및 施設所要 등의 理由로 充分한 普及이 어렵고 治療人員의 制限(1人用), 酸素中毒이나 減壓症等 副作用의 憂慮, 裝置의 操作을 위한 要員의 訓練과 人力等 몇가지 問題點을 지니고 있다. 이같은 問題點을 補完하고 어디서나 손쉽게 施行할수 있는 藥物治療方法을 開發하기 위하여 過酸化水素의 灌腸이 中毒된 家兎의 血中 HbCO解離에 미치는 影響을 實驗 觀察하였다. 6,000ppm의 一酸化炭素環境에 60分間 曝露시킨 家兎 20마리中 對照群 10마리에는 生理 食鹽水를, 實驗群 10마리에는 1% 過酸化水素液을 灌腸한後 血中 HbCO濃度, Hemoglobin, Hematocrit值의 變動을 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 對照群과 實驗群에 있어서 gas폭로後 血中 HbCO는 各各 38.3%(29.9~47.5), 40.8%(31.3~49.1)였으며 灌腸後에는 19.0%(11.8~28.4), 16.8%(9.8~26.3)로 減少하여 解離된 HbCO는 30分間에 對照群이 $18.18 \pm 4.49\%$ 인데 비하여 實驗群에서는 $23.03 \pm 4.13\%$ 로 有意한 差($p < 0.05$)를 보였다.

2) 血色素의 平均値는 兩群이 各各 9.80gm/dl, 9.83gm/dl로 家兎의 正常値보다 多少 낮았으며 灌腸을 前後하여 有意한 變化는 없었다.

3) Hematocrit值는 兩群 모두 正常範圍의 값을 보였고 灌腸에 依하여 有意한 變化를 보이지 않았다.

參 考 文 獻

1. 尹德老, 趙秀憲: 煉炭가스中毒의 發生 및 診療實態에 關한 調查研究, 大韓醫協誌, 26:705, 1977
2. 韓鳳傳: 急性一酸化炭素中毒의 藥物療法에 關한 實驗的研究, 釜山醫大誌, 11:197, 1971
3. 尹德老, 金益洙: 高壓酸素療法時 藥物療法 併行的 效果에 關한 研究, 豫防醫學誌, 6:11, 1973
4. 張益柱: 急性一酸化炭素中毒에 對한 交換輸血의 效果에 關하여 大韓醫協誌, 8:1127, 1965
5. Urschel, H.C. Jr., Finney, J.W., Morales, A.R., Balla, G.A., Race, G.J., and Mallams, J.T.: *Effects of hydrogen peroxide on the cardiovascular system.* p. 307, *Proc. of the 3rd Int'l. Conf. on Hyperbaric Medicine, Nat. Acad. of Science, Nat. Res. Council, 1966*
6. 鄭淳東: 實驗動物의 生理, 航空醫學, 9:230, 1961
7. Ackerman, N.B., and Brinkley, F.B.: *Com-*

parison of effects on tissue oxygenation of hyperbaric oxygen and intravascular hydrogen peroxide. *Invest. Surg.*, 63:285, 1968

8. Fuson, R.L., Kylstra, J.A., Hochstein, P., and Saltzman, H.A.; *Intravenous hydrogen peroxide infusion as a means of extrapulmonary oxygenation.* *Clin. Res.*, 15:74, 1967
9. Feldman, S.A., Hoyle, J.R., and Blackburn, J.P.; *Oxygenation of cats by hydrogen peroxide during temporary ventilatory arrest.* *Brit. Med. J.*, 2:28, 1966
10. Urschel, H.C., Morales, A.R., Finney, J.W., Bella, G.A., Race, G.d., and Mallams, J.T.; *Cardiac resuscitation with hydrogen peroxide.* *Ann. Thorac. Surg.*, 2:665, 1966
11. Morgan, B.C., Guntheroth, W.G., Breazele, D., and McGough, G.A.; *Failure to achieve oxygen supplementation with hydrogen peroxide.* *Pediatrics*, 41:531, 1968
12. Shaw, A., and Danis, R.; *Dangers of hydrogen peroxide in enemas or lavage.* *Pediatrics*, 39:146, 1967
13. Stern, C.A., and Brennock, W.E.; *Extra-pulmonary oxygenation by continuous hydrogen peroxide infusion.* *South Dakota J. Med.*, 20:43, 1967
14. Painker, N.V., and Iyer, G.Y.N.; *Erythrocyte catalase and detoxication of hydrogen peroxide.* *Canad. J. Biochem.*, 43:1029, 1965
15. 尹德鎭: 過酸化水素水 灌腸에 依한 肺外呼吸에 關한 研究, 小兒科, 12:445, 1969
16. 全世鍾: 몇가지 물질 및 과산화수소 관장이 저산소상태 개의 동맥혈 산소분압에 미치는 영향에 관한 연구. 연세의대논문집, 6:134, 1973.
17. 金德熙: 과산화수소 관장이 저산소증 인체의 동맥혈 산소분압에 미치는 영향에 관한 연구. 연세의대논문집, 8:46, 1975
18. 白泰宇: 과산화수소 관장이 가토 간장에 미치는 영향에 대한 조직학적 연구. 소아과, 13:447, 1970
19. 李升圭: 과산화수소 투여가 메트헤모글로빈 형성에 미치는 영향. 연세의대논문집, 5:285, 1972