氣胸 및 水胸이 心肺動態에 미치는 影響에 關한 實驗의 研究

慶北大學校 醫科大學 內科學教室

<指導 朴 熙 明 教授>

鄭 浩 鎔

—Abstract—

Experimental Studies on Cardiopulmonary Effects of Pneumothorax and Hydrothorax

Ho Yong Chung, M. D.

Department of Internal Medicine, Kyungpook National University

School of Medicine Taegu, Korea

(Director: Prof. Hi Myung Park, M. D.)

The cardiopulmonary effects of pneumothorax and hydrothorax induced by the injection of 300 ml. of air and 6% dextran, respectively, into the right pleural cavity were studied in mongrel dogs anesthetized with sodium thiopental, and the following results were obtained.

- 1) Respiratory rate and minute ventilation were significantly increased in both groups, whereas tidal volume was somewhat decreased in the hydrothorax group and was not significantly changed in the pneumothorax group.
- 2) Arterial O₂ saturation and CO₂ tension were considerably decreased and O₂ consumption was somewhat increased in both groups. These changes in arterial respiratory gases were thought to be due to uneven ventilation-perfusion ratio and hyperventilation.
- 3) Heart rate and total peripheral resistance showed no significant changes but cardiac index and femoral artery mean pressure were considerably decreased in both groups, and the fall in femoral artery pressure was thought to be caused by decreased cardiac output and hypocapnea.
- 4) Femoral venous pressure and right ventricular pressure were not significantly altered. Mean pulmonary pressure was somewhat declined and total pulmonary resistance showed some fluctuation in both groups.

緒 論

여러가지 疾患으로서 大量의 空氣나 液體가 肋膜腔內에 貯溜하면 그 自體만으로도 致命的인 境遇가 있을 뿐만 아니라 이미 다른 原因에 依해서 心肺機能이 障礙되어 있을 때는 비록 肋膜腔內에 貯溜된 空氣나 液體의 量이 比較的 少量이라 할지라도 患者의 心肺動態에 적지 않은 附加의인 影響을 미치게 된다.¹⁻³⁾ 따라서 肋膜腔內의 空氣 또는 液體의 貯溜가 心肺動態에 미치는 影響에 關한 正確한 把握은 이들 患者의 合理的인 診療에 많은 도움이 될 것으로 생각된다. 그러나 氣胸이 있는 예에 있어서의 이 方面의 研究는 抗結核劑와 胸廓外科의 發達로 말미암아 治療의 人工氣胸의 適應症이 없어

짐에 따라 차츰 그 자취를 감추게 되었고 水胸이 있는 예에서의 이 方面의 業績은 매우 드물고 또한 斷片的인 것 뿐이며 더욱이 血行動態에 關한 研究는 매우 드물 뿐만 아니라 이때까지 報告된 이들에 關한 成績에는 學者들 사이에 적지않은 差異가 있다.

著者는 肋膜腔內에 貯溜된 空氣나 液體가 心肺動態에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 實驗犬의 肋膜腔內에 空氣 또는 液體를 注入하여 各種 心肺動態의 變動을 觀察하여 그 成績을 報告하는 바이다.

實驗材料 및 方法

外觀上 健康한 體重 12~19kg.(平均 約 15kg.)의 雜種成犬 21匹을 다음 2群으로 나누어 實驗하였다. 그리

고 對照群으로서는 앞서 本 敎室에서 著者와 同一한 方 績을 引用하였다.
法으로 正常犬의 心肺動態를 觀察하여 報告한 洪⁴⁾의 成

Table 1. Ventilatory Changes Produced by Pneumothorax and Hydrothorax

		0 min.		30 min.		60 min.		90 min.	
		Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.
Respiratory rate (per minute)	Control	14	1.6	17	2.8	17	2.0	18	2.2
	Pneumothorax	30	2.7	42*	4.2	39*	3.8	37	3.8
	Hydrothorax	19	1.7	30*	3.1	28*	2.9	28*	2.8
Tidal volume (ml.)	Control	231	22.9	241	22.4	254	21.3	271	23.4
	Pneumothorax	178	12.7	180	12.1	188	12.2	198	15.2
	Hydrothorax	253	30.1	209	18.6	240	16.3	239	21.8
Minute ventilation (l./min/M ₂)	Control	3.09	0.41	3.70	0.42	3.78	0.40	4.24	0.41
	Pneumothorax	4.71	0.46	6.55*	0.51	6.28*	0.48	6.31*	0.48
	Hydrothorax	4.24	0.47	5.29	0.56	5.72*	0.58	5.64*	0.43
Ventilation equivalent(l.)	Control	3.49	0.33	3.74	0.51	3.66	0.48	3.76	0.39
	pneumothorax	4.13	0.28	5.12*	0.59	5.20*	0.58	5.83*	0.83
	Hydrothorax	3.48	0.21	3.86*	0.16	3.98	0.19	4.24	0.32

* Significant change from initial control period ($P < 0.05 \sim 0.001$).

1. 氣胸群(10匹)

Sodium thiopental 30~50mg./kg.을 靜注하여 麻醉한 實驗犬을 動物臺에 仰臥位로 四肢를 固定하고 heparin 5mg./kg.을 靜注하여 實驗中の 血液凝固를 防止하고 實驗犬이 定常狀態(steady state)가 되었을 때 心肺動態에 關한 基礎觀察(basal observation)을 한 다음 右側 第5肋間 前腋窩線上에서 氣胸針으로 300ml.의 空氣를 肋膜腔內에 注入한 後 30分 間隔으로 90分間에 걸쳐서 3回 心肺動態의 變動을 觀察하였다.

2. 水胸群(11匹)

本群에서는 처음에 氣胸群에서의 同一한 條件下에서 同一한 基礎 觀察을 한 다음 右側 第5肋間 前腋窩線上에서 氣胸針으로 300ml.의 6% dextran을 肋膜腔內에 注入한 後 亦是 30分 間隔으로 90分間, 3회에 걸쳐서 心肺動態의 變動을 觀察하였다.

그리고 氣胸群에서의 肋膜腔內壓은 氣胸前에 平均 -3.9~-7.3cm. H₂O였던 것이 氣胸後에는 -1.1~-5.3cm. H₂O로 되었고 水胸群에서는 水胸前에 平均 -4.2~-8.0cm. H₂O였던 것이 水胸後에는 -2.8~-6.2cm. H₂O로 되었다.

本研究에서 心肺動態의 測定에 使用한 모든 方法은 敎室의 崔⁵⁾가 使用한 그것과 同一하다.

實驗成績

1. 換氣

呼吸數, 一換量, 分時換氣量 및 換氣當量の 成績은

第1表 및 第1圖와 같다.

1) 呼吸數

對照群에서는 時間의 經過에 따라 若干 增加하였으나 有意한 變動은 없었다. 氣胸群에서는 氣胸前에 平均 30回(1分間)였던 것이 氣胸後 30分, 60分, 90分에는 各 各 42回($p < 0.02$), 39回($p < 0.05$), 37回로 되었으며 水胸群에서는 처음에 平均 19回(1分間)였던 것이 水胸後 30分, 60分, 90分에는 各 各 30回($p < 0.01$), 28回($p < 0.01$), 28回($p < 0.01$)로서 兩實驗群에서 다같이 呼吸數의 顯著한 增加가 있었다.

2) 一換量

對照群과 氣胸群에서는 漸次로 增加하는 傾向이 있었으며 水胸群에서는 若干 減少하였으나 對照群 및 兩實驗群에서 모두 有意한 變動은 없었다.

3) 分時換氣量

對照群에서는 分時換氣量이 呼吸數와 一換量의 增加로서 漸次로 增加하였으나 有意한 것은 아니었다. 氣胸群에서는 氣胸前에 平均 4.71l./min./M²였던 것이 30分, 60分, 90分後에는 各 各 6.55l./min./M²($p < 0.01$), 6.28l./min./M²($p < 0.05$), 6.31l./min./M²($p < 0.05$)로 增加하였고, 水胸群에서는 처음에 平均 4.24l./min./M²였던 것이 30分, 60分, 90分後에는 各 各 5.29l./min./M² 5.72l./min./M²($p < 0.05$), 5.64l./min./M²($p < 0.01$)로 增加하였으며 이들 兩實驗群에서의 分時換氣量의 增加는 主로 呼吸數의 顯著한 增加로서 招來되었다.

Fig. 1 Ventilatory changes produced by pneumothorax and hydrothorax. (Values were expressed as percentage of the initial control levels Blocked circle denotes a significant changes from the initial control period.)

4) 換氣當量

對照群에서는 큰變動이 없었으나 氣胸群에서는 처음에 平均 4.13L.였던 것이 氣胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 5.12L.($p<0.05$), 5.20L.($p<0.02$), 5.83L.($p<0.05$)로 增加하였고 水胸群에서는 처음에 平均 3.48L.였던 것이 30分, 60分, 90分後에는 各各 3.86L.($p<0.05$), 3.98L.

Fig. 2 Alterations of O₂ consumption and arterial respiratory gases produced by pneumothorax and hydrothorax (Values were expressed as percentage of the initial control levels. Blocked circle denotes a significant changes from the initial control period.)

4.24L.로 되었다. 即 換氣當量은 兩實驗群에서 모두 增加하였으나 그 增加의 程度는 氣胸群에서 더욱 顯著하였다.

2. O₂ 攝取量 및 動脈血의 呼吸性 Gas

O₂ 攝取量 및 動脈血의 O₂飽和度 및 CO₂ 分壓의 成績은 第2表 및 第2圖와 같다.

1) O₂攝取量

O₂攝取量은 對照群 및 兩實驗群에서 다 같이 增加하는 傾向이 있었으며 水胸群의 60分値는 有意하였다 ($p<0.05$).

2) 動脈血의 O₂飽和度

對照群에서는 처음에 平均 90.8%였던 것이 30分後부터는 거의 正常値로 上昇하였으나 氣胸群에서는 氣胸前에 平均 95.3%였던 것이 氣胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 83.0%($p<0.05$), 83.7%($p<0.05$), 81.8%($p<0.02$)로 되었다 水胸群에서는 처음에 平均 92.5%였던 것이 30分, 60分, 90分後에는 各各 89.5%, 87.1%($p<0.05$), 85.7%($p<0.02$)로서 兩實驗群에서 다 같이 뚜렷이 低下하였다.

Table 2.

Alterations of Oxygen Consumption and Arterial Respiratory
Gases Produced by Pneumothorax and Hydrothorax

		0 min.		30 min.		60 min.		90 min.	
		Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.
O ₂ consumption (ml./min./M ²)	Control	97	2.7	99	6.3	100	6.8	110	8.8
	Pneumothorax	94	6.7	111	8.9	105	8.9	99	8.7
	Hydrothorax	98	7.5	112	7.8	117*	7.8	114	10.4
O ₂ saturation (%)	Control	90.8	1.24	95.5*	1.10	96.0*	1.47	95.2*	1.96
	Pneumothorax	95.3	0.79	83.0*	4.66	83.7*	4.31	81.8*	4.61
	Hydrothorax	92.5	1.15	89.5	3.74	87.1*	2.96	85.7*	2.88
CO ₂ tension (mm.Hg)	Control	45.1	2.00	42.3	2.32	39.3	2.21	38.0	2.46
	Pneumothorax	39.2	2.56	31.3*	1.33	31.2*	1.90	28.7*	1.88
	Hydrothorax	43.4	2.01	33.6*	1.84	32.8*	2.02	31.1*	1.98

* Significant change from initial control period ($p < 0.05 \sim 0.001$).

3) 動脈血의 CO₂分壓

對照群에서는 漸次로 低下하여 90分後에는 有意한 低
値를 보였다. 群胸群에서는 처음에 平均 39.2mm.Hg였

던 것이 氣胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 31.3mm.Hg
($p < 0.02$), 31.2mm.Hg($p < 0.05$), 28.7mm.Hg($p < 0.02$)
로 되었고 水胸群에서는 처음에 平均 43.4mm.Hg였던
것이 水胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 33.6mm.Hg
($p < 0.01$), 32.8mm.Hg($p < 0.01$) 31.1mm.Hg. ($p < 0.001$)
로서 兩實驗群에서는 對照群에 比해서 더욱 顯著히 低
下하였다.

3. 心搏出量, 心搏數 및 1回心搏出量

心係數, 心搏數 및 1回心搏出量の 成績은 第3表 및
第3圖와 같다.

1) 心 係 數

對照群에서는 時間의 經過에 따라 漸次로 減少하였으
나 有意한 變動은 無었다. 氣胸群에서는 氣胸前에 平均
1.77l./min./M²였던 것이 30分, 60分, 90分後에는 各各
1.65l./min./M², 1.49l./min./M², 1.35l./min./M², ($p < 0.02$)로 減少하였고 水胸群에서는 처음에 平均 2.11l./
min./M²였던 것이 水胸後 30分, 60分, 90分에는 各各
1.90l./min./M², 1.55l./min./M², 1.45l./min./M² ($p < 0.02$), 1.45l./min./M² ($p < 0.001$)로서 亦是 時間의 經過에 따라 減少하
였다.

3) 心 搏 數

心搏數는 對照群 및 兩實驗群에서 모두 큰 變動이 無
었다.

3) 1回心搏出量

對照群에서는 30分後에 若干 減少하여 大體로 그 狀
態가 持續되었으나 氣胸群에서는 처음에 平均 11.9ml.
였던 것이 氣胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 11.1ml.,
8.7ml., 8.0ml.로 되었고 水胸群에서는 처음에 平均
13.4ml.였던 것이 各各 12.2ml. 10.2ml. ($p < 0.01$), 9.4

Fig. 3 Alterations of cardiac output, heart rate and stroke volume produced by pneumothorax and hydrothorax. (Values were expressed as percentage of the initial control levels. Blocked circle denotes a significant changes from the initial control period.)

Table 3. Alterations of Cardiac output, Heart Rate and Stroke Volume produced by Pneumothorax and Hydrothorax

		0 min.		30 min.		60 min.		90 min.	
		Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.
Cardiac index(l./min./M ²)	Control	2.22	0.25	1.92	0.13	1.83	0.22	1.78	0.25
	Pneumothorax	1.77	0.14	1.65	0.14	1.49	0.19	1.35*	0.18
	Hydrothorax	2.11	0.19	1.90	0.14	1.55*	0.13	1.45*	0.14
Heart rate (per minute)	Control	179	8.2	174	7.7	173	8.1	176	7.8
	Pneumothorax	180	11.9	186	8.9	187	10.1	186	10.1
	Hydrothorax	177	7.0	177	6.4	177	5.6	178	8.1
Stroke volume (ml.)	Control	14.4	2.01	12.7	0.84	12.0	1.38	12.0	1.61
	Pneumothorax	11.9	0.56	11.1	1.13	8.7	0.90	8.0	0.95
	Hydrothorax	13.4	1.42	12.2	1.04	10.2*	1.03	9.4*	0.95

* Significant change from initial control period ($p < 0.05 \sim 0.001$).

ml.($P < 0.01$)로 되어 兩實驗群에서 다 같이 氣胸 또는 水胸後 時間이 經過함에 따라 減少하였으며 그 減少의 程度는 水胸群에서 더욱 顯著하였다. 그리고 이들 兩實驗群에서 心搏出量の 減少는 1回心搏出量の 減少로서 招來되었다.

4. 體循環 血行動態

股動脈平均壓, 全末梢抵抗 및 股靜脈壓의 成績은 第4表 및 第4圖와 같다.

1) 股動脈平均壓

股照群에서는 처음에 平均 154mm.Hg였던 것이 漸次로 下降하여 90分後에는 132mm.Hg($p < 0.05$)로 低下하였다. 氣胸群에서는 氣胸前에 平均 139mm.Hg였던 것이 氣胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 124mm.Hg($p < 0.05$), 177mm.Hg($p < 0.02$), 114mm.Hg($p < 0.01$)로 되었고 水胸群에서는 처음에 平均 136mm.Hg였던 것이 水胸後 30分, 60分, 90分에는 各各 125mm.Hg, 115mm.Hg ($P < 0.01$), 116mm.Hg ($P < 0.05$)로서 兩實驗群에서 다 같이 氣胸 또는 水胸後에 股動脈平均壓이 顯著히 下降하였다.

2) 全末梢抵抗

對照群에서는 漸次로 增加하는 傾向이 있었으며 兩實驗群에서는 氣胸 또는 水胸後 30分에 若干 減少하였으나 그 後 時間이 經過함에 따라 增加하는 傾向이 있었다. 그러나 對照群 및 兩實驗群에서 다같이 有意한 變動은 없었다.

3) 股靜脈壓

對照群에서는 時間의 經過에 따라 輕微하게 低下하였고 兩實驗群에서는 多少의 起伏이 있었으나 對照群 및 兩實驗群에서 모두 有意한 變動은 없었다.

5. 肺循環 血行動態

肺動脈平均壓, 全肺抵抗 및 右心室 內壓의 成績은 第5表 및 第5圖와 같다.

a) 肺動脈 平均壓

對照群 및 水胸群에서는 時間의 經過에 따라 下降하

Fig 4 Alterations of systemic hemodynamics produced by pneumothorax and hydrothorax. (Values were expressed as percentage of the initial control levels. Blocked circle denotes a significant changes from the initial control period.)

Table 4. Alterations of Systemic Hemodynamics Produced by Pneumothorax and Hydrothorax

		0 min.		30 min.		60 min.		90 min.	
		Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.
Femoral artery mean pressure (mm.Hg)	Control	154	5.0	146	6.9	138	8.5	132*	9.3
	Pneumothorax	139	5.8	124	8.6	117*	10.6	114*	11.4
	Hydrothorax	136	6.5	125	6.1	115*	4.8	116*	6.6
Total peripheral resistance (dynes. sec./cm ⁵)	Control	4553	522.7	4857	391.7	5209	637.2	5402	514.9
	Pneumothorax	5918	499.5	5309	778.9	6175	552.7	6736	692.8
	Hydrothorax	4984	479.4	4902	332.5	5534	449.7	6026	703.4
Femoral venous pressure (mm.Hg)	Control	113	7.5	111	8.9	108	8.0	105	8.0
	Pneumothorax	95	4.5	92	9.1	94	7.0	98	9.2
	Hydrothorax	97	6.9	104	8.9	110	9.8	103	9.3

* Significant change from initial control period ($p < 0.05 \sim 0.001$)

는 傾向이 있었으며 氣胸群에서도 60분까지는 漸次로 下降하였으나 90分後에는 若干 上昇하였다. 그러나 肺動脈 平均壓은 對照群 및 兩實驗群에서 모두 有意한 變動은 없었다.

2) 全肺抵抗

對照群에서는 漸次로 減少하였고 氣胸群에서는 氣胸後 30분에 若干 減少하였다가 그 後 增加하였으며 水胸群에서는 처음부터 增加하였으나 對照群 및 兩實驗群에서 모두 有意한 變動은 없었다.

3) 右心室 內壓

收縮期壓은 對照群 및 兩實驗群에서 모두 時間의 經過에 따라 下降하였으며 水胸群의 90分後의 下降은 有意하였다($p < 0.05$). 擴張期壓은 水胸群에서는 對照群과 大差가 없었으며 氣胸群에서는 相當한 低下를 보였으나 對照群 및 兩實驗群에서 兩 같이 有意한 變動은 없었다.

總括 및 考按

여러가지 原因으로서 發生하는 氣胸이나 水胸 또는 滲出性 肋膜炎에서는 制限된 肋膜腔內에 空氣 또는 液體가 貯溜됨으로서 肋膜腔內壓을 上昇시키고 肺臟을 虛脫시키거나 壓迫하여 呼吸과 循環에 影響을 미치게 된다. 그리고 이러한 境遇의 換氣 및 循環障礙의 程度는 大體로 肋膜腔內에 貯溜된 空氣나 液體의 量, 肋膜腔內壓 및 肺臟의 虛脫의 程度等에 比例하며^{2, 6-12}) 또한 既存의 心肺疾患의 輕重과도 關係가 있다^{1, 13}). 한편 氣胸과 水胸은 그 原因은 다르나 病態生理學的으로서는 다 같이 制限性 換氣 不全을 惹起하며 制限性 換氣 障礙에서는 一般的으로 肺容量 및 그 區分이 一律적으로 減少한다^{3, 13}). 그러나 氣道の 狹窄이 없는 限 最大換氣量, 秒時肺活量 및 最大中間 氣速에는 큰 變動이 없고^{10, 11, 13}), 氣胸 및 肺容壓率은 減少하며 生理的 死腔은 增加

한다고 한다^{10, 11, 14}).

氣胸 및 水胸으로서 招來되는 換氣障礙에 關하여 Comroe¹³)는 呼吸數는 一般的으로 增加하고 換氣量은 正常 또는 增加하나 勞力性 換氣運動으로서도 肺臟의 制限을 克服할 수 없을 때는 오히려 減少한다고 하였으며 Hemingway⁷)는 麻醉한 實驗犬에서 氣胸率(肋膜腔內의 空氣量/機能的 殘氣量)이 2 또는 그 以上에 達하면 呼吸數가 氣胸前의 約 2倍 乃至 4倍로 增加하고 一換量은 半減하나 分時換氣量은 約 2倍로 增加함을 觀察하고 氣胸이 있을 때의 換氣量의 變動은 그 個體의 肺容量과 氣胸의 程度에 따라 다를 것이며 一般的으로 輕한 氣胸에서는 換氣量이 增加하고 甚한 氣胸에서는 減少한다고 하였다. 한편 Simmons¹⁵), Christie¹⁶) 및 Moore¹⁷) 등도 實驗動物의 氣胸에서 一換量은 減少하고 呼吸數 分時換

Fig. 5 Alterations of pulmonary hemodynamics produced by pneumothorax and hydrothorax. (Values were expressed as percentage of the initial control levels. Blocked circle denotes a significant change from the initial control period.)

Table 5. Alterations of Pulmonary Hemodynamics Produced by Pneumothorax and Hydrothorax

			0 min.		30 min.		60 min.		90 min.	
			Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.
Pulmonary artery mean pressure (mm.Hg)	Control		9.4	1.07	8.9	1.13	7.9	1.01	6.4	0.92
	Pneumothorax		8.8	0.96	7.5	0.89	7.1	0.75	8.3	0.85
	Hydrothorax		9.1	0.89	8.9	0.73	6.8	0.82	6.4	0.95
Total pulmonary resistance (dynes. Sec./cm ⁵)	Control		305	38.2	292	31.9	290	36.3	253	35.4
	Pneumothorax		322	44.4	266	37.4	308	43.0	396	62.7
	Hydrothorax		276	31.2	353	28.9	329	41.6	332	59.3
Right ventricular Pressure (mm·Hg)	Systolic	Control	40.5	3.40	39.0	3.41	37.5	4.01	34.7	2.85
		Pneumothorax	41.4	2.41	40.4	3.29	38.9	2.52	35.5	3.03
		Hydrothorax	38.9	2.55	38.5	2.79	36.6	2.51	32.3	2.98
	Diastolic	Control	-3.7	1.83	-2.4	1.50	-3.3	1.58	-4.1	1.60
		Pneumothorax	-3.2	0.98	-5.0	0.84	-5.3	0.72	-6.2	0.62
		Hydrothorax	-3.4	0.83	-3.1	1.02	-3.0	0.90	-4.0	0.86

* Significant change from initial control period ($p < 0.05 \sim 0.001$)

氣量 및 換氣當量은 增加함을 報告하였다. 한편 Richards¹⁸⁾는 治療의 人工氣胸을 施行한 結核患者에서, 그리고 Altschule²⁰⁾는 各種 原因으로 因한 水胸患者에서 呼吸數는 增加하고, 一換量은 減少하며 分時換氣量에는 큰 變動이 없음을 觀察하였다. 그러나 Means¹⁹⁾는 各種 原因으로 因한 氣胸患者에서 肺活量은 뚜렷이 減少하였는데도 呼吸數, 一換量 및 分時換氣量은 大體로 正常範圍였다고 하였으며 Leiner²⁰⁾도 肺結核患者에서 人工氣胸前後에 分時換氣量 一換量 및 呼吸數에는 큰 變動이 없었으나 O₂攝取量の 減少로 말미암아 換氣當量은 若干 增加하였다고 하였다. 또한 Leiner²⁰⁾는 左右別肺機能 檢査에서 氣胸側에서는 分時換氣量과 一換量은 約 25% O₂攝取量은 約 30% 減少함으로써 換氣當量은 若干 增加하며 反對側의 肺臟에서는 分時換氣量, 一換量 및 O₂攝取量이 代償으로 增加하고 換氣當量이 若干 減少하는 것으로 보아 合併症이 없는 片側氣胸에서는 安靜時에는 換氣障礙가 없으며 反對側 肺臟의 代償作用은 換氣의 增加보다 肺循環 血量的 增加로서 이루어 진다고 하였다.

氣胸에서 呼吸數가 增加하는 機轉에 關하여 Simmons¹⁵⁾는 麻酔한 實驗犬에서 氣胸後에 即刻으로 나타나는 알고 빠른 呼吸反應은 迷走神經의 求心纖維를 통한 反射作用이라 하고 그 根據로서는 ① 即刻의인 反應은 體液機轉보다는 神經性 反射일 것이며 ② 氣胸後 動脈血의 O₂飽和度는 正常으로 維持되었고 CO₂含量은 減少하였는데 動脈血의 呼吸性gas의 이러한 變動으로서는 呼吸數의 增加를 說明할 수 없으며 ③ 迷走神經을 切斷한

後에 施行한 人工氣胸에서는 呼吸數의 增加를 볼 수 없었다는 點들을 들고 있다. 또한 Hemingway⁷⁾는 呼吸數의 增加를 肺臟의 虛脫로 因한 Hering-Breuer反射의 亢進 또는 低酸素血症으로 因한 化學受容體의 刺激때문이라 하고 氣胸으로서 招來되는 低酸素血症을 O₂呼吸으로서 消失시키면 呼吸數도 相當히 減少함을 觀察하였으며 Christie¹⁶⁾도 Hering-Breuer反射의 亢進에 起因할 것이라고 하였다. 한편 McIlroy²¹⁾는 健康人에서 外部로 부터 100~150mm.Hg 程度의 壓力으로 胸廓을 壓迫하여 胸廓容量을 減少시키면 呼吸數 및 肺泡換氣가 增加함을 觀察하고 그 機轉은 肺臟의 伸張受容體(stretch receptor)의 興奮으로 因한 迷走神經反射에 依한다고 하였으며 이 反射는 肺內壓보다도 肺容量의 變動과 더욱 密接한 關係가 있다고 하였다. 또한 Culver²²⁾는 迷走神經을 切斷한 後 胸廓을 外部로부터 壓迫하면 過換氣가 招來되지 않는 것으로 보아 胸廓의 壓迫으로서 招來되는 過換氣는 肺臟에 分布되어 있는 迷走神經의 求心性纖維의 興奮으로서 惹起되는 Hering-Breuer反射의 亢進에 起因한다고 하였다. 한편 Campbell²³⁾은 呼吸筋에, 그리고 Weidmann²⁴⁾은 肋膜에 分布되어 있는 受容體의 興奮도 呼吸數의 增加에 關與할 것이라 하였다. 그리고 氣胸에서 一換量이 減少하는 理由로서 肺臟의 虛脫로 因한 肺容量 및 그 區分의 減少, 換氣의 障礙, 過換氣로 因한 動脈血의 CO₂分壓의 低下 등을 들 수 있다¹⁵⁾.

本 實驗에서 呼吸數는 兩實驗群에서 모두 顯著히 增加하였고 一換量은 氣胸群에서는 큰 變動이 없었으나 水胸群에서는 若干 減少하는 傾向이 있었으며 分時換氣量 및 換氣當量은 兩群에서 모두 뚜렷이 增加하였다.

이와같은 著者의 成績은 Hemingway,⁷⁾ Simmons¹⁵⁾ 및 Altschule²⁾를 비롯한 여러 學者^{13, 16~18)}들의 成績과 大體로 一致하며 本 實驗에서 呼吸數가 增加한 機轉은 明白하지는 않으나 Hemingway⁷⁾ 등이 主張한 바와 같이 肺臟의 虛脫로 因한 Hering-Breuer反射의 亢進 및 低酸素血症으로 因한 化學受容體의 刺激 等に 起因하는 것으로 推測된다.

氣胸 또는 肋膜炎에서의 O_2 攝取量에 關해서도 學者들 사이에 異見이 있다. 即 Leiner²⁰⁾는 片側性에 氣胸患者에서 O_2 攝取量이 若干 減少함을 觀察하였으며, 一般的으로 O_2 攝取量이 低下하는 傾向이 있는 肺結核과 같은 慢性 疾患에서는 人工氣胸으로서 그 傾向이 더욱 顯著해진다고 하였다²⁵⁾. 그러나 Stewart⁸⁾는 片側性 特發性 氣胸患者에서, Richards¹⁸⁾는 人工氣胸療法을 받고 있는 肺結核患者에서, 그리고 Simmons¹⁵⁾는 實驗犬에서 各各 O_2 攝取量에 큰 變動이 없었다고 하였으며 Hilton⁹⁾은 實驗羊의 片側性 氣胸에서 O_2 攝取量에는 큰 變動이 없거나 若干 增加함을 觀察하였고 Cournand²⁶⁾는 片側性 氣胸患者에서 若干 增加하는 傾向이 있다고 하였다. 그리고 Ramos²⁷⁾는 O_2 攝取量과 呼吸運動과는 直線的인 關係가 있고 換氣運動에 消耗되는 O_2 의 量은 基礎代謝의 重要한 部分을 차지한다고 하였다.

本 實驗에서 兩實驗群의 O_2 攝取量이 若干 增加하는 傾向을 보인 것은 Hilton⁹⁾ 및 Cournand²⁶⁾의 成績과 一致하며 또한 兩實驗群에서 分時換氣量과 O_2 攝取量의 增加가 大體로 比例한 것으로 보아 O_2 攝取量의 增加는 過換氣에 依한 呼吸筋勞作量의 增加에 起因한 것으로 생각되며 Ramos²⁷⁾의 見解를 首肯케 한다.

氣胸이나 肋膜炎과 같은 制限性 換氣 障礙에서 보는 動脈血의 呼吸性 gas의 變動에 關하여 Cherniack¹⁰⁾는 氣胸 또는 肋膜滲出液으로 因해서 肺臟이 虛脫되면 吸氣의 不均等한 肺內分布와 換氣·血流比의 不均等으로 말미암아 低酸素血症이 招來되나 虛脫되지 않았는 部分의 肺泡가 代償性 過換氣를 하면 CO_2 蓄積은 發生하지 않으며 이러한 機轉에 依한 低酸素血症이 數時間 持續하면 虛脫된 側의 肺血流의 一部가 反對側의 肺臟으로 轉流되기 때문에 靜脈血混合의 效果가 消失 또는 減少하는데 胸廓의 奇異運動이 있을 때는 虛脫된 側의 肺臟과 健康한 側의 肺臟 사이에 空氣가 相互 流通하므로서 死腔換氣가 增加하여 低酸素血症과 過炭酸血症이 招來될 수 있다고 하였다. 한편 Hemingway⁷⁾는 麻酔한 實驗犬에서 動脈血의 O_2 飽和度는 氣胸率이 增加할 수록 低下하며 CO_2 含量은 처음에는 氣胸率의 增加에 따라 過換氣에 依해서 漸次로 減少하나 氣胸率이 2.5以上이 되면 CO_2 含量이 急激히 增加하는데 이것은 動物이 頻死狀態가 되기 때문이라 하였다. 그리고 Richards¹⁸⁾는 治療의 人

工氣胸으로서 動脈血의 O_2 飽和度 및 CO_2 分壓이 低下함을 觀察하고 CO_2 分壓의 低下는 過換氣때문이라 하였으나 O_2 飽和度가 低下하는 機轉에 關해서는 言及하지 않았다. 또한 Cournand²⁶⁾도 氣胸患者에서 肺臟의 虛脫의 程度가 甚할 수록 動脈血의 O_2 飽和度 및 CO_2 含量이 低下하는 傾向이 있음을 報告하였으며 McIlroy²¹⁾는 胸廓을 100~150mm.Hg 程度의 壓力으로 壓迫하면 呼吸數와 肺泡換氣가 增加하고 動脈血의 O_2 飽和度 및 CO_2 分壓이 低下함을 觀察하고 低酸素血症은 換氣·血流比의 不均等때문이라 하였다.

그리고 Altschule²⁾는 水胸을 가진 心不全症患者에서 胸水を 除去한 後에 低酸素血症이 뚜렷이 改善되었다고 하였으며 Stewart⁸⁾와 Rossier²⁸⁾는 氣胸患者에서, 또한 Hilton⁹⁾은 實驗動物의 實驗의 氣胸에서 볼 수 있는 低酸素血症은 換氣·血流比의 不均等으로서 招來된다고 하였다. 그러나 Yoo⁶⁾는 片側性 肋膜炎 또는 肋膜肥厚症患者에서 肺容量, 容容壓率 및 擴散能 등은 減少하나 動脈血의 O_2 飽和度 및 CO_2 分壓에는 變動이 없는 것으로 보아 換氣·血流比의 不均等은 招來되지 않을 것이라 하였다. 또한 Simmons¹⁵⁾는 肋膜腔內에 機能的 殘氣量에 該當하는 空氣量을 注入한 實驗犬에서 動脈血의 O_2 飽和度에 큰 變動이 없는 것은 이와같은 적은 量의 氣胸에서는 換氣·血流比에 不均等이 招來되지 않기 때문일 것이라 하였고 動脈血의 CO_2 分壓이 低下하는 것은 過換氣에 起因할 것이라 하였다.

本 實驗에서 動脈血의 O_2 飽和度 및 CO_2 分壓이 兩實驗群에서 모두 漸次 低下하는 傾向이 있었던 것은 Cherniack¹⁰⁾, Richards¹⁸⁾ 및 Cournand²⁶⁾ 등 여러 報告者들의 成績과 一致하며 이러한 變化는 各各 肺臟의 虛脫로 因한 換氣·血流比의 不均等과 代償의 過換氣에 起因하는 것으로 생각된다. 그리고 Simmons¹⁵⁾ 및 Yoo⁶⁾의 觀察에서 動脈血의 O_2 飽和度에 큰 變動이 없었던 것은 氣胸이나 肋膜炎의 程度가 比較的 輕해서 肺臟의 虛脫이 甚하지 않으므로서 換氣·血流比의 不均等이 없었기 때문인 것으로 推測된다.

氣胸이나 肋膜炎에서의 心搏出量 및 心搏數의 變動에 關하여 Richards¹⁸⁾는 治療의 人工氣胸患者에서 心搏出量은 減少하고 心搏數는 增加하며 心搏出量이 減少하는 機轉은 虛脫로 말미암아 肺臟의 血管床이 減少하므로서 肺血流에 對한 抵抗이 增加하기 때문일 것이라 하였다. 그리고 Stewart⁸⁾는 心臟과 肺臟에 뚜렷한 既存病變이 없는 特發性 氣胸患者에서 Grollman²⁹⁾의 acetylene方法으로 心搏出量을 測定하였던 바 氣胸의 程度가 甚할 수록 1回心搏出量 및 心搏出量은 減少하고 心搏數는 增加하였으며 氣胸의 程度와 心搏出量과는 大體로 直線的인 關係가 있었다고 하였다. 또한 Cournand²⁶⁾는 氣胸患者에

서 Fick原理에 의한 CO₂再吸入 方法으로 心搏出量を 測定하여 6例中 3例에서는 心搏出량이 減少하였고 나머지 3例에서는 뚜렷한 變動이 없음을 觀察하고 氣胸에 있어서의 心搏出량의 減少는 橫隔膜의 運動과 密接한 關係가 있다고 하였으며 그들이 觀察한 氣胸患者中 心搏出량이 減少한 例에서는 橫隔膜의 運動이 甚히 障礙되었거나 또는 橫隔膜의 奇異運動을 볼 수 있었다 하고 肺血流는 肺臟의 虛脫의 程度보다 呼吸運動의 影響을 더욱 많이 받는다고 하였다. 그리고 Busacchi³⁰⁾는 肋膜滲出液을 가진 患者의 大多數에서 心搏出량의 顯著한 減少가 있었고 肋膜滲出液이 減少함에 따라 心搏出량도 漸次로 正常으로 復歸함을 觀察하였다. 한편 Ihaya³¹⁾는 肋膜炎患者에서 心搏出량이 큰 變動이 없음을 報告하였으나 大量的 肋膜滲出液을 가진 患者에서는 心搏出량이 減少할 것이라 하였다. 그러나 肋膜炎患者에서 Ringer³⁴⁾는 Henderson-Haggard³³⁾의 ethyl iodide方法으로, Altschule²⁾는 Starr-Gamble³⁴⁾의 ethyl iodide方法으로, 心搏出량을 測定하여 肋膜液의 除去 前後에 心搏數나 心搏出량에 큰 變動이 없음을 觀察하고 安靜時에는 肋膜滲出液이 心搏出량에 큰 影響을 미치지 않는다고 結論하였다.

한편 動物實驗에서 觀察된 心搏出량의 變動을 보면 Pock³⁵⁾는 人工氣胸을 施行한 家兎에서 心搏出량에 큰 變動이 없었음을 報告하였으나 Hilton⁹⁾은 兩側肋膜腔이 서로 通하지 않고 人間의 從隔洞과 비슷한 羊에서 Fick原理에 의해서 心搏出량을 測定하여 少量의 片側性 氣胸(200ml.)에서는 心搏出량이 約 20% 增加하였으나 大量的 氣胸(500ml.)에서는 約 30% 減少함을 觀察하고 少量의 氣胸에서 心搏出량이 增加하는 것은 努力性 吸氣와 低酸素血症에 起因하고 大量的 氣胸에서 心搏出량이 減少하는 것은 換氣運動의 機械的 效率이 減少함으로써 靜脈血還流가 障礙되기 때문이라 하였다. 또한 Törning³⁶⁾도 猫와 家兎의 肋膜腔內에 大量的의 空氣를 注入하였을 때 心搏出량이 減少함을 報告하였으며 Moore¹⁷⁾는 實驗犬에서 甚한 氣胸은 心搏出량을 減少시키나 그 減少는 氣胸의 程度나 一換量의 減少에 比例하지 않음을 觀察하고 이러한 境遇에 心搏出량이 減少하는 것은 氣胸에 依한 胸廓內壓의 上昇으로 因하여 靜脈血의 還流가 障礙되기 때문이라 하였다. 그리고 Simmons³⁷⁾는 實驗犬의 機能的 殘氣量에 該當하는 空氣量을 佐側肋膜腔內에 注入한 後 Fick原理에 의해서 心搏出량을 測定하였던 바 心搏出량이 減少함을 觀察하였다.

本 實驗에서 兩實驗群의 心搏量은 時間이 經過함에 따라 顯著히 減少하였고 心搏數는 兩實驗群에서 모두 基礎觀察時에 比하여 有意한 差異는 없었으나 對照群에 比하면 若干 增加하는 傾向을 보였으며 이와같은 成績은 Stewart,⁸⁾ Richards,¹⁸⁾ Courmand²⁶⁾ 및 Bussacchi³⁰⁾ 등

이 氣胸 또는 肋膜炎患者에서 觀察한 成績, 그리고 Hilton,⁹⁾ Moore,¹⁷⁾ Törning³⁶⁾ 및 Simmons³⁷⁾ 등이 動物實驗에서 얻은 成績과 一致하나 氣胸 또는 肋膜炎에서 心搏出量 및 心搏數에 變動이 없었다는 Ringer,³³⁾ Altschule²⁾ 및 Dock³⁵⁾ 등의 그것과는 相異하다. 그리고 報告者에 따른 이와같은 成績의 差異는 測定方法, 肋膜腔內의 空氣나 液體의 量 및 低酸素血症의 有無 및 程度³⁷⁾ 등의 差異에 起因하는 것으로 推測된다.

氣胸 및 水胸에서의 動脈壓의 變動에 關해서는 學者들 사이에 意見이 區區하며 그 機轉도 明確하지 않은 것 같다. 即 Simmons³⁷⁾는 實驗犬에서 人工氣胸 後 股動脈平均壓이 顯著히 上昇하며 그 上昇은 低酸素血症의 發生에 앞서서 惹起되는 것으로 보아 低酸素血症과는 無關하며 心搏出량의 減少에 따른 血管의 收縮에 依할 것이라 하였고 Chierichetti³⁸⁾는 擴張期壓은 上昇하나 收縮期壓은 下降하며 平均壓은 若干 上昇한다 하였다. 그러나 Stewart⁸⁾는 氣胸患者에서 動脈壓이 若干 上昇 또는 下降하여 一定한 傾向을 볼 수 없었다고 하였다. 한편 Richards¹⁸⁾는 治療的 人工氣胸患者에서, 그리고 Altschule²⁾는 各種 水胸 및 肋膜炎患者에서 治療 前後에 動脈壓에 큰 變動이 없었으나 大量的 水胸에서는 動脈壓이 下降할 것이라 하였으며 Törning³⁶⁾은 實驗犬에서 大量的의 氣胸에서는 動脈壓이 若干 下降한다고 하였다. 그리고 Simmons³⁷⁾ 및 Chierichetti³⁸⁾는 各各 實驗犬과 人體에서 氣胸後에 全末梢抵抗이 急激히 上昇함을 觀察하였으나 그 機轉은 明確하지 않다고 하였으며 Simmons³⁷⁾는 全末梢抵抗의 上昇이 低酸素血症과 過炭酸血症의 發生에 앞서서 나타나는 것으로 보아 全末梢抵抗의 上昇은 低酸素血症 및 過炭酸血症과는 無關하며 心搏出량이 減少하면 血壓을 正常으로 維持하기 爲하여 反射的으로 血管이 收縮하게 된다고 하였다. 한편 氣胸이나 肋膜炎에서는 代償的 過換氣로 因하여 低炭酸血症이 惹起될 수 있으며 7,^{15, 18, 21, 26)} 過換氣로 因한 低炭酸血症은 全身의 細小動脈의 擴張,³⁹⁻⁴⁴⁾ 末梢血管抵抗의 減少^{45, 46)} 및 心搏出량의 減少^{41, 45, 46)} 등에 依해서 血壓을 下降시킨다고 한다.

本 實驗에서 氣胸群과 水胸群에서 다 같이 股動脈平均壓이 뚜렷이 低下하였고 全末梢抵抗이 對照群에 比해서 若干 減少한 것은 心搏出량의 減少와 低炭酸血症에 依한 末梢血管의 擴張 및 末梢血管抵抗의 減少 등에 起因하였을 것으로 推測된다.

靜脈壓의 變動에 關하여 Altschule²⁾는 여러 報告者들의 成績을 綜合하여 肋膜炎 및 氣胸患者에서는 肋膜腔內壓의 高低에 따라 靜脈壓이 正常 또는 若干 上昇하나 肋膜液을 除去한 後에는 肋膜腔內壓의 下降에 比例해서 靜脈壓도 多少 下降할 것이라 하였으며 그 自身도 肋膜

炎症者에서 肋膜液을 除去하기 前에는 靜脈壓이 正常範圍 내에서 若干 變動하였으나 肋膜液을 除去한 後에는 下降함을 觀察하였다고 하였다. 그리고 Feinsilver⁴⁷⁾는 氣胸患者 15例中 7例에서 靜脈壓이 氣胸 後에 上昇하였음을 觀察하고 氣胸에서는 右心不全없이도 靜脈壓이 一時的으로 上昇할 수 있다고 하였다. 한편 Courmand²⁶⁾도 氣胸患者에서 靜脈壓이 肺臟의 虛脫의 程度에 大體로 比例하여 若干 上昇하는 傾向이 있다고 하였으며 Stewart⁸⁾는 그들이 觀察한 4例의 氣胸患者中 1例에서는 氣胸이 完全히 消失된 後에는 靜脈壓이 下降하였고 나머지 3例에서는 正常範圍에서 若干 變動하였음을 報告하였으며 Levinson⁴⁸⁾은 肺結核患者에서 一般的으로 氣胸 後에는 靜脈壓이 若干 上昇하는 傾向이 있으나 곧 正常水準으로 回復된다고 하였다. 한편 Hurst⁴⁹⁾는 甚한 緊張性 氣胸에서는 鎖骨下靜脈과 無名靜脈이 局所的으로 壓迫됨으로서 靜脈壓이 上昇한다고 하였다.

本 實驗에서 氣胸群과 水胸群에서 다같이 股靜脈壓에 큰 變動이 없었던 것은 大體로 여러 學者들^{3, 8, 26, 47, 48)}의 報告와 一致하며 本實驗에서와 같은 程度の 氣胸 또는 水胸으로서는 靜脈壓에 큰 變動이 惹起되지 않은 것으로 생각된다.

氣胸이 肺循環 動態에 미치는 影響에 關한 詳細한 報告는 드물며 더욱이 水胸(肋膜炎)에 關한 이 方面의 業績은 거의 없는 것 같다. Comroe¹³⁾는 氣胸이나 水胸과 같은 制限性 換氣 障礙에서는 肺臟의 瀰漫性 間質性 病變이 隨伴되어 있지 않는 限 肺血管抵抗이나 肺動脈壓에 큰 變動이 招來되지 않는다고 하였으나 Simmons³⁷⁾는 麻醉한 氣胸犬에서 肺動脈 平均壓은 氣胸後 3時間까지는 胸廓內壓의 上昇에도 不拘하고 變動이 없었으나 3時間 以後에는 上昇하였으며 이것은 低酸素血症과 血液으로부터 CO₂ gas가 肋膜腔內로 擴散함으로서 氣胸이 漸次로 甚해지고 따라서 胸廓內壓이 더욱 上昇하기 때문일 것이며 처음 3時間 동안에 肺動脈 平均壓의 變動이 없었던 것은 心搏出量の 減少에 起因할 것이라 하였다. 그리고 氣胸後 心搏出量이 減少하는데도 不拘하고 肺動脈 平均壓이 그대로 維持되는 것은 肺血管抵抗이 增加하였음을 暗示한다고 하였다.

또한 Richard¹⁸⁾는 氣胸에서는 肺臟의 虛脫로 因하여 肺血管床이 減少하고 肺血管抵抗이 增加하며 이것이 心搏出量이 減少하는 主要한 原因이 된다고 하였다. 그리고 Hilton⁹⁾은 羊의 人工氣胸에서 頸靜脈을 通하여 右心室內壓을 測定하였던 바 肋膜腔內壓이 大氣壓과 같을 때는 右心室內壓이 3例에서는 變動이 없었으나 1例에서는 若干 上昇함을 觀察하고 이 程度の 氣胸에서는 心臟으

로 부터의 血液驅出에 對한 抵抗의 增加가 없을 것이라 하였으며 Dunn⁵⁰⁾은 大量的의 滲出液이 肋膜腔內에 貯溜된 境遇에는 右心室內壓이 上昇한다고 하였다. 따라서 Hilton⁹⁾은 甚한 緊張性 氣胸이나 肋膜炎에서와 같이 肋膜腔內壓이 大氣壓보다 더욱 높을 때는 肺臟의 甚한 虛脫 및 從隔洞의 偏位로 因하여 右心室로부터 搏出되는 血流에 對한 抵抗 및 肺動脈壓이 增加할 것이라 하였다. 한편 低酸素血症이 肺循環動態에 變動을 招來한다는 것은 잘 알려진 事實이며 動脈血의 O₂飽和도가 約 80% 以下로 下降하면 肺動脈壓 및 肺血管抵抗이 上昇한다고 한다.^{51, 52)}

本 實驗에서는 氣胸群 및 水胸群에서 다 같이 肺動脈 平均壓에 뚜렷한 變動이 없었고 全肺抵抗은 兩實驗群에서 모두 若干의 起伏는 있었으나 有意한 變動은 없었으며 이와같은 成績은 氣胸 또는 水胸으로 因한 肋膜腔內壓의 上昇이 比較的 輕하였고 따라서 肺臟의 虛脫의 程度와 低酸素血症의 程度가 甚하지 않았기 때문이라고 생각된다.

結 論

氣胸 및 水胸이 心肺動態에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 實驗犬의 肋膜腔內에 300ml.의 空氣 또는 dextran을 注入한 後 各種 心肺動態의 變動을 比較 觀察하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 呼吸數는 兩實驗群에서 다같이 顯著히 增加하였으며 一換量은 氣胸群에서는 큰 變動이 없었으나 水胸群에서는 減少하는 傾向이 있었으며 分時換氣量은 兩實驗群에서 모두 顯著히 增加하였다.

2) 動脈血의 O₂飽和度 및 CO₂分壓은 兩實驗群에서 뚜렷이 低下하였고 O₂攝取量은 若干 增加하였으며 이들 變化는 換氣·血流比의 不均等 또는 過換氣와 關係가 있는 것으로 생각되었다.

3) 心搏數 및 全末梢抵抗은 兩實驗群에서 다 같이 큰 變動이 없었으나 心係數 및 股動脈平均壓은 顯著히 低下하였으며 股動脈平均壓의 低下는 主로 心搏出量の 減少와 低炭酸血症과 關係가 있는 것으로 생각되었다.

4) 股靜脈壓 및 右心室內壓은 兩實驗群에서 모두 큰 變動이 없었으며 肺動脈平均壓은 兩實驗群에서 다 같이 時間의 經過에 따라 大體로 下降하는 傾向이 있었으며 全肺抵抗은 兩實驗群에서 相當한 起伏이 있었으나 有意한 變動은 없었다.

(本 研究의 研究費의 一部는 大韓結核協會 學術研究費補助였음)

References:

- 1) Cardon, L.: *Significance of small pleural effusion in cardiopulmonary disease, and some other observations on pleural fluid in general.* *Ann. Int. Med.*, 53: 765 1960.
- 2) Altschule, M.D., and Zamcheck, N.: *The effects of pleural effusion on respiration and circulation in man,* *J. Clinical Invest.*, 23: 325, 1944.
- 3) Altschule, M.D.: *Physiology in disease of the heart and lungs.* Revised edition. *Havard University Press, Cambridge, Mass.*, 1954.
- 4) 洪善喜: 低酸素症 및 過炭酸症이 心肺動態에 미치는 影響에 關한 實驗의 研究, 第1編 對照群(正常犬)의 心肺動態, 大韓醫學協會誌, 6:1265, 1963.
- 5) 崔致翔: 輸液에 依한 肺水腫이 心肺動態에 미치는 影響에 關한 實驗의 研究, 大韓內科學會雜誌, 8:1108 1965.
- 6) Yoo, O.H., and Ting, E.Y.: *The effects of pleural effusion on pulmonary function,* *Am. Rev. Resp. Dis.*, 89:55, 1964.
- 7) Hemingway, A., and Simons, D.H.: *Respiratory response to acute progressive pneumothorax,* *J. Appl. Physiol.*, 13:165, 1958.
- 8) Stewart, H.J., and Baily, R.L.: *The effect of unilateral spontaneous pneumothorax on the circulation in man,* *J. Clin. Invest.*, 19:321, 1940.
- 9) Hilton, R.: *Some effects of artificial pneumothorax on the circulation,* *J. Path and. Bact.*, 37:1, 1933.
- 10) Cherniack, R.M., and Cherniack, L.: *Respiration in health and disease,* W.B. Saunder Co., Philadelphia, 1966.
- 11) Fenn, W.O., and Rahn, H.: *Handbook of physiology. Aoritical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts, Section 3, Respiration. Vol III,* *Am. Physiological Society. Washington, D.C.*, 1965.
- 12) Bonica, J.J., Wilson, J. F., Godson, D.N., Eiegler, T.Q., Downess, J.J., and Takamura, J.: *Effects of surgical pneumothorax on pulmonary ventilation,* *Anesthesiology*, 22:955, 1961.
- 13) Comroe, J.H., Forster, R.E., Dubois, A.B., Briscoe, V.A., and Carlsen, E.: *The lung: Clinical physiology and pumonary function tests,* 2 nd Ed., *Year Book Medical Publishers Inc., Chicago*, 1965.
- 14) Birath, G.: *Pulmonary function following pneumo-* *thorax,* *Am. Rev. Tuberc.*, 55:349, 1947.
- 15) Simmons, D.H., and Hemingway, A.: *Acute Respiratory effects of pneumothorax in normal and vagotomized dogs,* *Am. Rev. Tuberc.*, 76:195, 1957.
- 16) Christie, R. V.: *Pulmonary congestion following artificial Pneumothorax, Its clinical significance,* *Quart. J. Med.*, 29:327, 1936.
- 17) Moore, R.L., and Cochran, H.W.: *The effects of closed pneumothorax, partial occlusion of one primary bronchus, phrenicectomy, and the respiraiton of nitrogen by one lung on pulmonary expansion and the minute volume of blood flowing through the lungs.* *J. Thoracic Surg.*, 2:468, 1933.
- 18) Richards, D. W., Riley, C. B., and Hiscock, M.: *Cardiac output following artificial pneumothorax in man,* *Arch. Int. Med.*, 49:994, 1932.
- 19) Means, J.H., and Balboni, G.M.: *The various factors of respiration in persons with pneumothorax,* *J. Exp. Med.*, 24:671, 1916.
- 20) Leiner, G.C.: *Spirometric and bronchspirometric studies in pneumothorax,* *Am. Rev. Tuberc.*, 50:267, 1944.
- 21) McIlroy, M.B., Buttler, J., and Finley, T.N.: *Effects of chest compression on reflex ventilatory drive and pulmonary function,* *J. App. Physiol.*, 17:701, 1962.
- 22) Culver, G.A., and H. Rahn: *Am. Am. J. Physiol.*, 168:686, 1952. (Quoted by Hemingway⁷⁾)
- 23) Campbell, E.J.M., O.P. Dinnick, and J.R.L. Howell: *The immediate effects of elastic loads on the breathing of man,* *J. Physiol.*, 156:260, 1961.
- 24) Weidmann, H. B. Burde, and K. Bucher : *Helv. Physiol. et Pharmacol. Acta.*, 7:476. 1949. (Quoted by McIlroy²¹⁾)
- 25) Leiner, G.C., and Abramowitz, S: *Basal metabolism in pulmonary tuberculosis patients under collapse therapy,* *Dis. Chest*, 22:187, 1952.
- 26) Cournand, A Bryan, N. A., and Richards, D. W.: *Cardiac output in relation to unilateral Pneumothorax in man,* *J. Clin. Invest.*, 14:181, 1935.
- 27) Ramos, J. G., and Arjona, P.: *Oxygen consumption of the breathing processes,* *Am. J. Physiol.*, 184:359 1956.
- 28) Rossier, P.H., Bühlmann, A.A., and Wiesinger, K.: *Respiration, Physiologic principles and their clinical*

- applications, Mosby Co., St. Louis, 1960.
- 29) Grollman, A: *The cardiac output in man in health and disease*. C.C. Thomas Co., Springfield, 1932.
- 30) Busacchi, V.: *La portata circolatoria e la gittata sistolica in condizioni normali e patologiche*, Nota terza. *Pleuritici*, Arch. dipat. e clin. Med., 18:140, 1938. (Quoted by Altschule²⁾)
- 31) Ihaya, H.: *Studien über die Alveolarluft, Blutgase, Vitalkapazität und Minuten und Schlagvolumen des Herzens bei Beriberi, Herzklappenfehler und Pleuritis*. Mitt. D. Med. Gesellsch. zu Tokyo, 48:2167, 1934. (Quoted by Altschule^{2,3)})
- 32) Ringer, M., and Altschule, M.D.: *Studies on the circulation II. Cardiac output in diseases of the heart, and under the influence of digitalis therapy*, Am. Heart., 5:305, 1930.
- 33) Henderson, Y., and H.W. Haggard: *The circulation and its measurement*, Am. J. Physiol., 73:193, 1925.
- 34) Starr, I., and C.J. Gamble: *An improved method for the determination of cardiac output in man by means of ethyl iodide*, Am. J. Physiol., 87:450, 1928
- 35) Dock, W., and Harrison, T. R.: *The blood flow through the lungs in experimental pneumothorax*, Am. Rev. Tuberc., 10:534, 1925.
- 36) Tjørning, K.: *Experimental pneumothorax*, Acta. Tuberc. Scandinav., 7, 232, 1933.
- 37) Simmons, D.H., Hemingway, A., and Ricchiuti, N.: *Acute circulatory effects of Pneumothorax in dogs*, J. Appl. Physiol., 12, 255 1958.
- 38) Chierichetti, G. L., and C. Fanda: *Gior. Ital. Tuberc.*, 8, 182, 1954. (Quoted by Simmons³⁷⁾)
- 39) Dale, H.H., and Evans, C.L.: *Effects on circulation of changes in carbon dioxide content of the blood*, J. Physiol., 56, 125, 1922.
- 40) Richardson, D.W., Wassermann, A.J. and Patterson, J.L., Jr.: *General and regional circulatory response to changes in blood PH and carbon dioxide tension*, J. Clin. Invest., 4:31, 1961.
- 41) Little, R. C., and Smith, C. W.: *Cardiovascular response to acute hypocapnia due to overbreathing*, Am. J. Physiol., 206:1025, 1964.
- 42) Clark, R.S.J.: *The effect of voluntary overbreathing on the blood flow through the human forearm*, J. Physiol. 118:537, 1952.
- 43) Best, C.H., and Taylor, N.B.: *The physiological basis of medical practice*, 7th Ed., Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1961.
- 44) Jones, J.J., and McDowall, R.J.S.: *Activity of the vasomotor centers*, Circ. Res., 5:472, 1957.
- 45) Price, M.L., Conner, E.M., Elder, J.D., and Dripper, R.D.: *Effect of sodium thiopental on circulatory response to positive pressure inflation of the lung*, J. Appl. physiol., 4:629, 1952
- 46) Seevers, M.H., and Waters, R.M. *Respiratory and circulatory changes during spinal anesthesia*, J.A.M. A., 99:961, 1932.
- 47) Feinsilver, D. *Change in the rate of circulation and venous pressure following collapse therapy in pulmonary tuberculosis*, Dis. Chest, 9:514, 1943.
- 48) Levinson, J.P., Caldwell, D.M., Hetherington, L.H., and Marcy, C.H.: *Studies of venous pressure, vital capacity, circulation times and electrocardiograms in the course of pulmonary collapse therapy*. Dis. Chest, 14:19, 1948.
- 49) Hurst, A., and Brand, M.A.: *Study of venous pressure and circulation time in pulmonary tuberculosis*, J. Thoracic Surg., 6:638, 1937.
- 50) Dunn, J.S.: *Measurement of pressure changes in right ventricle by cardiac puncture*, Quart. J. Med., 13:46, 1919.
- 51) Lewis, B.M., and Gorlin, R.: *Effects of hypoxia on pulmonary circulation on the dog*, Am. J. Physiol., 170:574, 1952.
- 52) Fishman, A.P.: *Respiratory gases in the regulation of the pulmonary circulation*, Physiol. Rev. 41:244, 1961.