

# 妊婦의 Flack test에 關하여

慶北大學校 醫科大學 產婦人科學教室

金 元 宰\* · 南 泰 鉉\*\*

生理學教室

金 圭 秀 · 蔡 義 業

=Abstract=

## Flack Test in Pregnant Women

Won Jae Kim,\* M.D., Tae Hyun Nam, M.D,\* Kyu Soo Kim, M.D. and E Up Chae, M.D.

*Department of Physiology School of Medicine Kyungpook National University*

The change of heart rates during Flack Test was observed in the pregnant women, 24~48 weeks, of gestational age, to analyze mechanical and neural regulatory factors in responses to the positive lung inflation.

The results obtained were summarized as followings:

- 1) Endurance time of Flack Test was 37.6 sec. in the nonpregnant women, and 25.1 sec. in the pregnant women.
- 2) When Flack Test was employed, heart rate was decreased in early stage of Flack Test in the pregnant women, while heart rate was increased in the nonpregnant women.
- 3) In the pregnant women bradycardia due to abdominal mechanical intervention in early stage of Flack Test was prominent, while tachycardia was found in the nonpregnant women.
- 4) During Flack Test, tachycardia due to sympathetic central reflex activation was observed immediately after bradycardia in early stage of Flack Test.
- 5) It may be noted that Flack Test employed in the present study is a useful model to evaluate and analyze the neural and mechanical abdominal intervention factor in response to the positive inflation of lung in pregnant women.

### 緒 言

呼吸機械學의 初創期 關心事는 胸廓內 呼吸 循環의 機械的인 相關性을 追求함에 있었다<sup>1)</sup>. Carson<sup>2)</sup>은 肺의 彈力性이 血液을 분출하는 原動力이 된다고 생각했

으며 Donder<sup>3)</sup> 등은 呼吸機械學과 循環과의 相關性을 論하였던 것이다.

Valsalva maneuver 때에는 聲門을 閉鎖하고 呼吸筋을 收縮시켜 胸廓內壓 및 腹腔內壓이 上昇하고 末梢血管鬱血이 오며 頭部下肢의 靜脈壓은 上昇되고 心搏出量은 減少되며 動脈血壓은 下降되며 特히 心搏數는 增加되며 肺擴張이나 陽壓呼吸時는 物理的으로 心臟이나 胸廓內血管을 壓迫하게 되고 繼續하여 心臟脈管反應을 調節하는 神經性 및 機械的調節因子가 關與될 수 있는은 周知의 事實이다<sup>1,3,7)</sup>. 또 肺內壓 增加時 心臟

\* Formerly in Department of Obstetrics and Gynecology

\* 前產婦人科學教室大學院課程

\*\* 前產婦人科科長

Table 1. Physical characteristics of cases

Subjects	No. of CS.	Characteristics			
		Age (years)	Body weight (kg)	Height (cm)	Gestational age (weeks)
Pregnant	20	23~39	46~71	150~164	24~42
Nonpregnant	11	19~29	44~60	151~163	0

脈管反應에 影響을 주는 重要한 因子는 mechanical intervention(機械的干涉)인 것이다. 卽 Hayashi<sup>8)</sup>等에 依하면 高度陽壓肺擴張이 維持되던서도 機械的操作으로 胸部 및 腹腔의 擴張이 防止되어질 때는 Phase 4에서 動脈血壓의 overshooting(急上昇)이 다시 나타나고 phase 1에서 動脈血壓上昇이 더 顯著하다고 하며 특히 phase 3의 動脈血壓下降은 正常 Valsalva phenomenon에서도 顯著히 나타난다고 하며 phase 4에서 心搏數는 減少하게 된다고 하였다.

娠婦에 있어서 所謂 分娩第二期에는 腹壓이 150에서 200 mmHg 까지 增加되고 子宮의 收縮力과 더불어 胎兒分娩의 原動力이 된다고<sup>9,10)</sup> 한다. 이때 胸廓內壓은 上昇할 것이고 呼吸에 關係되는 筋肉은 收縮常態로 維持되어 잠시동안의 呼吸休息常態가 된다. 이때 動脈血炭酸가스 分壓의 增加와 動脈血酸素分壓의 減少로 因하여 呼吸中樞가 刺戟되고 呼吸休息은 中斷되며 吸引筋의 運動開始와 함께 다시 正常呼吸으로 돌아갈 것이다.<sup>11)</sup>

呼吸中止時의 胸廓內 心臟活動은 처음에는 徐脈이 오고 곧 이어서 頻脈이 招來된다고<sup>12)</sup> 한다. 著者들은 妊婦에 對하여 Flack Test<sup>13)</sup>를 施行하여 胸廓內壓을 一定한 水銀柱 높이로 維持하여 肺內壓을 增加시키고 呼吸止息 및 Valsalva maneuver에 該當케 하여 止息時間을 測定하고 同時에 心搏動數를 觀察하였다. 특히 肺內壓增加에 對한 心臟脈管反應에 미치는 mechanical intervention 卽 妊婦腹壓上昇의 影響을 考慮하였던바 興味있는 結果를 얻었다.

實驗材料 및 方法

A) 實驗材料

本院(慶北醫大附屬病院) 產婦人科에 來院 及 入院한 合併症이 全然 없는 妊娠中 末期의 妊婦 20名을 實驗群으로 하고 非妊婦 11名을 對照群으로 하여 本實驗對象으로 삼았다.

B) 實驗方法

a. 裝置 及 器具

1. 水銀柱  
內徑 1 cm 의 U字 水銀柱管 一側에는 plastic 管을 連結하여 이 끝에 mouth piece 를 附着시키고 他一側에서는 乾電池와 buzzer 를 連結하여 水銀柱가 一定한 높이에 達할 때 buzzer 가 울리도록 裝置하였다.

2. Timer

3. E.C.G.

b. 實驗方法

1. Flack Test

U 管一側에 連結된 mouth piece 를 被檢者의 齒牙와 口唇 사이에 넣고 充分한 吸氣後 mouth piece 를 通해 呼吸시켜 水銀柱의 差가 20, 30, 40 mm Hg 에 達하여 buzzer 가 울리기 始作할 때 timer 를 가동하고 이때부터 呼吸止息을 繼續하여 더 以上 水銀柱를 維持하지 못할 때까지 卽 buzzer 의 울림이 그칠 때까지의 時間을 秒로 읽어서 Flack test 成績으로 삼았다.

2. 心搏數의 測定

心搏數는 心電圖記錄을 通하여 測定하였는데 心電圖記錄은 첫째 被檢者는 檢査前 臥位에서 30分 以上の 充分한 安定을 시킨 後 標準誘導의 正常心電圖를 取하며 둘째 Flack test 하는 동안 및 直後까지 記錄을 繼續하였으며 셋째 Flack test 終了後 2分부터 30秒間隔으로 完全回復時까지 心電圖記錄을 繼續하였다.

實驗結果

本實驗對象의 physical characteristics 는 表 1에 나타난 바와 같으며 Flack test 施行時 呼吸止息을 할 수 있는 耐性時間은 表 2에 보이는 바와 같이 妊婦群은 25.1秒 非妊婦群은 37.6秒로서 韓國男子의 42.9秒보다 짧았다<sup>14)</sup>. Flack test 施行時 妊婦群의 肺內壓 增加

Table 2. Endurance time of Flack test

Time, sec.	Cases		
	Nonpregnant	Pregnant	ROKAF
Mean	37.6	25.1	42.9
S.D.	13.5	11.9	14.0
No. of case	11	20	223

Table 3. Change of heart rate (HR) during and after Flack test

	Pres- sure mmHg.	Rest HR/min.	Flack Test(HR/min.)			*Recovery(HR/min.)		
			Beginning	During	End.	I	II	III
Pregnant	20	87.6±4.6	83.2±2.3	93.5±3.4	101.3±6.8	100.3±4.8	84.4±1.0	85.4±3.5
	30	101.7±7.7	86.2±2.3	94.0±2.5	98.0±1.9	101.3±2.9	85.0±5.6	86.2±6.1
	40	97.5±5.7	94.1±7.0	108.5±4.5	111.2±5.3	107.7±10.6	84.5±5.8	94.8±6.4
	20~40	94.4±3.5	87.8±3.0	93.3±2.7	103.7±3.65	103.5±3.8	84.5±2.5	90.0±3.6
Nompre- gnant	40	77.7±2.7	82.3±3.2	98.6±4.8	95.5±3.4	94.3±1.0	73.5±3.1	74.3±3.5

\* I : Immediate after termination of test  
 III : 4~6 min. after termination of test

II : 2~4 min. after termination of test  
 ±: S.D.

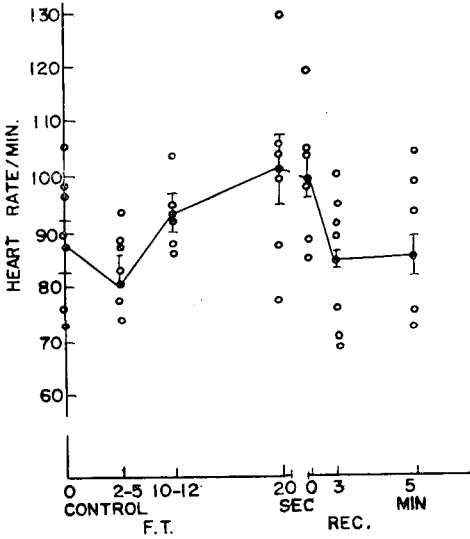


Fig. 1. Changes of H.R. during and after F.T.(40 mmHg IPPI, nonpregnants)

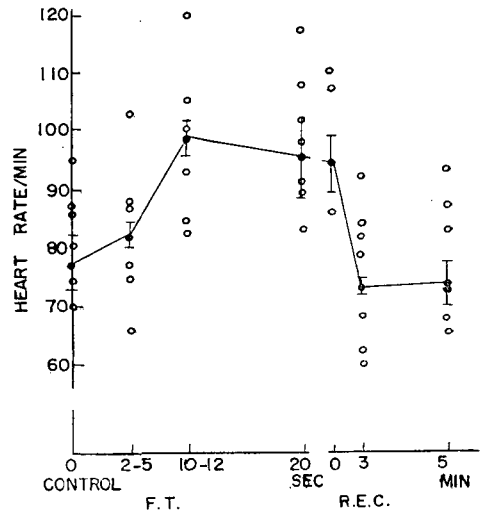


Fig. 2. Changes of H.R. during and after F.T.(20 mmHg IPPI, pregnant)

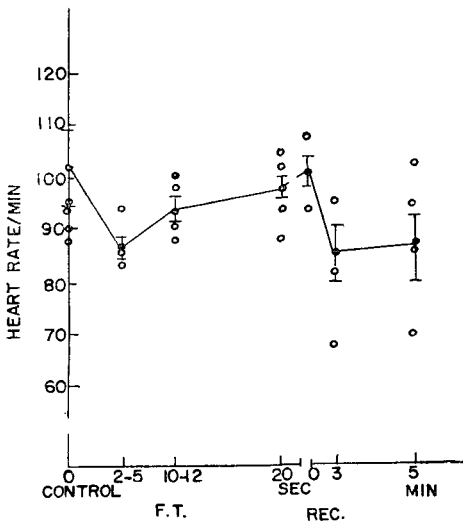


Fig. 3. Changes of H.R. during and after F.T.(30 mmHg IPPI, pregnant)

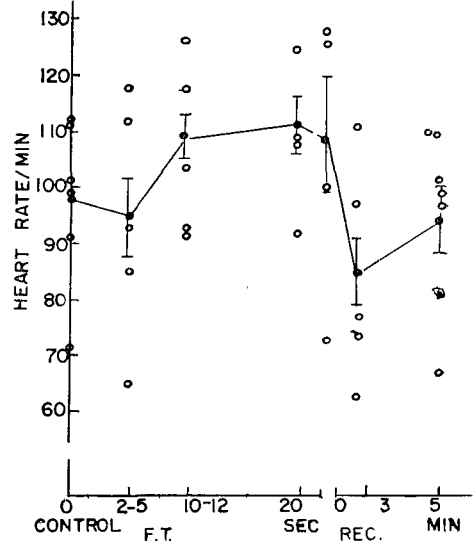


Fig. 4. Changes of H.R. during and after F.T.(40 mmHg IPPI, pregnant)

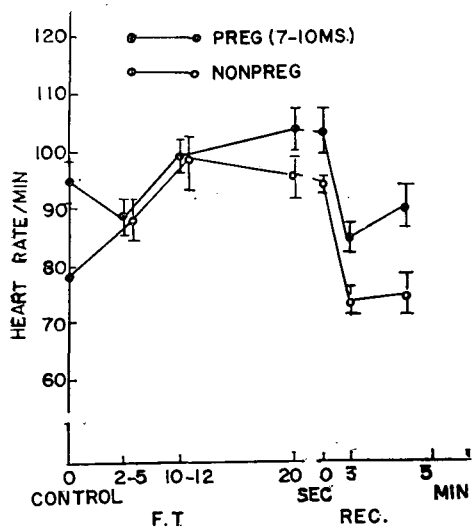


Fig. 5. Changes of H.R. during and after F.T.(20 ~40mmHg IPPI; pregnants, nonpregnants)

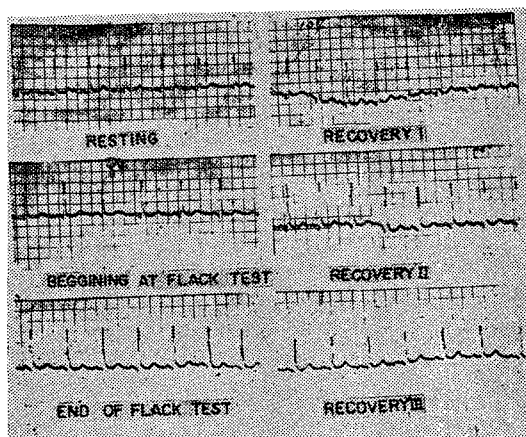


Fig. 6. Typical ECG during Flack test

Table 4. Changes of heart rate at the Beginning of Flack test

Subject	Changes of heart rate		Bradycardia No. of case(%)	Tachycardia No. of case(%)	no change No. of case(%)
	mmHg	No. of CS.			
Pregnant	40	8	5(65)	2(12)	1(23)
	30	5	5(100)	0	0
	20	7	3(43)	1(14)	3(43)
	20~40	20	13(65)	3(15)	4(20)
Nonpregnant	40	11	3(27)	7(64)	1(9)

20, 30, 40 mmHg 및 非妊婦群 40 mmHg에서의 心搏變動을 보던 表 3 및 圖 1, 2, 3, 4, 5에서 보는 바와 같다. 心搏變動은 安定時 Flack test 初(2~5秒)中(10~12秒)末期(20秒)에서 觀察하였으며 繼續하여 回復時 0分, 3分, 5分の 心搏變動을 各各 觀察하였다. 安定時와 Flack test 初期와의 心搏變動을 比較하여 볼 때 그 樣相이 一定하지 않았으며(表 4) 妊婦群의 경우에서 全體의으로 볼 때 肺內壓增加時 初期에는 徐脈이 招來됨을 알 수 있었다. 即 8名의 妊婦에서 肺內壓을 40 mmHg로 增加시켰을 때 Flack test 初期에 徐脈을 招來한 것이 5例, 頻脈이, 2例 無變化가 1例로서 大體的으로 徐脈이 招來됨을 알 수 있고 30 mmHg로 肺內壓을 增加시킨 5例에서는 全 5例에서 完全히 徐脈을 觀察했었고 20 mmHg로 肺內壓增加시킨 7例에선 徐脈 3例, 頻脈 1例, 無變化 3例로 나타나 全體의으로 妊婦 20例中 13例 即 65%가 徐脈을 招來했고 3例가 頻脈, 4例

가 無變化였다. 反面 非妊婦 11例에서 肺內壓을 40 mmHg 增加했을 때는 3例에서 徐脈, 7例에서 頻脈, 1例에서 無變化였다.

典型的인 Flack test 中 E.C.G.는 圖 6에서 보는 바와 같은 心搏數를 呈하였다. 各波形的 變化는 뚜렷하지 않으며 呼吸性不整脈(respiratory arrhythmia)이 있을 때는 心搏數比較가 困難하였다.

Flack test 施行 2~5秒, 10~12秒, 20秒에서의 心搏數 및 回復 0, 3, 5分에서의 心搏數의 變動은 圖 1~5에서 나타난 바와 같고 특히 妊婦와 非妊婦群의 比較는 圖 5에서 보는 바와 같다. 即 妊婦群은 Flack test 初期에 徐脈, 中末期에 繼續 頻脈이 維持되었다가 回復期 3분에 다시 徐脈, 5분에 正常心搏으로 回復되는 反面 非妊婦群에서는 Flack test 初, 中, 末期까지 繼續 頻脈狀態로 維持되었다가 回復期 3분에 徐脈, 5분에 正常心搏으로 回復됨을 볼 수 있어 肺內壓 增加時 妊婦群이 非

Table 5. Breath holding time

Time(sec.) \ Case	Nonpregnant	Caucasian*
Mean	39.1	47
Deviation	14.0(S.D.)	30~77(Range)
No. of case	11	not available

\* from reference no. 15

妊婦群에 比해서 Flack test 初期에는 徐脈이 招來되고 이는 Valsalva maneuver 時나 呼吸止息時의 樣相과 同一하고 그 以後는 交感神經亢進이 招來됨을 알 수 있다.

妊婦에서는 Flack test 를 施行함으로써 呼吸止息時 間을 耐性時間(表 2參照)으로 代表시킨다면 表 2에서 보이는 바와 같이 25.1秒였으며 非妊婦群의 呼吸止息時 間 39.1秒와 比較가 되었으며 歐美人들의 그것은 47秒였다(表 5參照).

考 按

Hong<sup>12)</sup> 등은 止息으로 因하여 心搏은 減少한다고 하며 實驗犬에서 肺內壓增加時 心搏의 減少 및 心搏出量의 減少등은 Claude 等<sup>13)</sup>에 依하여 詳細히 記述되었으나 著者들의 實驗結果로는 Flack test 中 肺內壓이 增加되었고 止息이 수반되므로 徐脈이 잘 招來될 것으로 생각하였으나 오히려 Flack test 初期 2~5秒 동안만 徐脈이 보였고 그것도 非妊婦群에서는 볼 수 없었다(表 3 및 圖 1~5參照).

이와같이 肺를 擴張시키면 初期에 妊婦群에서 徐脈이 招來됨은 非妊婦群에 比하여 abdominal mechanical intervention 이 作用되었기 때문이라 생각되며 특히 妊娠月數別로 잘 分類가 된다면 定量的으로 關與된 mechanical intervention 의 程度를 區別할 수 있었을 것이다.

初期의 徐脈이 지나 肺擴張이 계속 유지되고 있음에도 不拘하고 頻脈이 招來되는데 이는 非妊婦群 및 妊婦群 共히 같은 樣相을 보였다. 妊婦群의 肺擴張時 初期 徐脈은 隨意的이든 非隨意的이든 肺內壓增加時 心搏이 減少됨과 同一한 이유이며<sup>1,3,4,6,12)</sup> 頻脈이 招來됨은 心搏數의 減少 및 心搏出量의 減少는 中樞反射性交感神經의 興奮을 誘發케 되어 오히려 더 큰 心搏數의 增加를 보이게 된다. 非妊婦보다 妊婦에서는 腹壓이 關與되므로 初期徐脈이 더 顯著하며 낮은 肺內壓力增加에 對하여 서로 2次的인 中樞反射性交感神經의 興奮이 더 크게 나타나는 것이다.

肺擴張時 心搏數의 變動은 肺內壓增加의 程度에 따라 다르게 나타날 것으로 豫想하였는데 表 3에서 보이는 바와 같이 肺內壓增加에 比例하지 않았다. 이는 前述한 바와 같이 妊娠月數의 區別이 確然치 않았기 때문이다.

Hayashi<sup>8)</sup> 등에 依하면 낮은 IPPI (low interapulmonary pressure increase) 경우 phase 2에서 反射性頻脈이 있고 phase 4에서는 overshooting 이 顯著하다고 하며 높은 IPPI 의 경우 phase 2에서 paradoxical bradycardia 가 나타나고 phase 4에서는 overshooting 이 없다고 하며 이때 mechanical intervention 이 加重되면 phase 4에서 動脈血壓은 다시 overshooting 이 나타난다고 한다. 보통 正常 Valsalva phenomenon 에서도 phase 3 動脈血壓 下降은 明白하고 phase 4에서 overshooting 을 보이기도 하는 것이다.

phase 2는 本實驗에서는 Flack test 初期에 該當되며 이때 肺擴張은 迷走神經의 興奮性을 높이고 動脈血壓은 下降하며 脈壓은 적어지게 되며 心搏數는 느려지게 된다. 이것이 하나의 刺戟이 되어 反射性交感神經興奮을 招來하게 되고 이어서 오히려 頻脈이 招來될 수도 있다는 것이다.

本實驗에서 回復前까지 오히려 頻脈이 招來됨은 上記反射性交感神經興奮과 連關을 지을 수 있는 것이다.

交感神經의 中樞는 corpus callosum 의 genu 를 둘러싸고 있는 cingulate gyrus 의 rostral part 에 交感神經抑壓中樞가 있고 또 血管運動中樞의 medullary depressor area 와 連關이 있다.

迷走神經이 肺擴張時의 求心性神經 纖維로 作用함은 周知의 事實이고 迷走神經切斷實驗에서 肺를 擴張시키더라도 心搏의 變動이 없음을 보아 알 수 있다<sup>16)</sup>.

또 Eastman 과 Hill<sup>9)</sup>에 依하면 妊婦의 心搏數는 中等度의 增加를 보이며 妊娠中 末期에는 心搏數가 增加한다.

이는 交感神經의 興奮狀態로도 說明되지만 本實驗結果와 直接的인 連關은 없지만 腹壓이 加重되어짐은 考察하였는지의 如否는 모르고 있는 것이다.

回復時에 다시 徐脈이 招來됨은 rebound phenomena 및 BP oscillation 에 依하여 나타난다고 생각되었으며 以上을 綜合하여 Flack test 中 心搏數를 測定함은 abdominal mechanical intervention 을 評價하는 測定手段이 될 수 있으며 이에 隨伴된 神經性調節機轉을 說明할 수 있는 좋은 model 이라 思科되는 것이다.

妊婦의 呼吸止息時間은 非妊婦나 成人男子보다 짧으며 Flack test 耐性時間도 同一한 傾向이다. 이는 妊婦

의 身體適性(physical fitness)이 떨어진 것을 意味하며 呼吸止息時間의 短縮은 妊婦에서 볼 수 있는 呼吸數의 增加와 더 많은 換氣가 要求되는 事實에 비추어 呼吸止息時間의 短縮이 招來될 것으로 思料된다.

### 結 論

妊産婦에 肺內壓增加時 心臟脈管(cardiovascular)反應(response)은 mechanical intervention(腹壓)이 作用하는 程度와 本態를 究明키 爲하여 24~42週 妊産婦 20名과 非妊群 11名을 對象으로 Flack test를 施行했 던바 다음의 結論을 얻었다.

1) Flack test를 施行할 때 其耐性時間은 非妊群 37.6秒, 妊婦群 25.1秒이며 成人男子 42.9秒의 그것보다 적었다.

2) Flack test를 施行하면 肺內壓增加와 더불어 肺擴張이 되며 Flack test 初期에 非妊群은 頻脈을 呈하고 妊婦들은 徐脈이 나타났으며 이는 妊婦群에 있어 非妊群보다 abdominal intervention이 作用되었기 때문이며 隨意的이거나 肺內壓增加時 徐脈이 招來됨과 같은 理由이다.

3) 受動的肺內壓增加時 mechanical abdominal intervention이 作用하면 徐脈이 더 顯著하다.

4) Flack test 初期를 除外하고는 比較的 頻脈이 招來됨은 壓迫된 心臟이나 伸展反受容器로부터 傳達된 impulse가 中樞反射性交感神經興奮을 招來하기 때문이다.

5) 妊婦는 非妊婦보다 더 오랫동안 徐脈이 나타나고 또 頻脈으로 나타날 時 對照群보다 더 增加하였다.

6) Flack test는 妊婦의 mechanical intervention의 程度와 本態를 把握하는데 良質의 手段이라 생각되었다.

### REFERENCES

- 1) Mead, Jere & Whittenberger, J.L.: *Lung inflation and hemodynamics, Handbook of physiology, Section 3, Resp., Vol. I. American Physiol. Societ., 1964, p. 477.*
- 2) Carson, G.: *On the elasticity of lungs, Phil. Trans. Rey. Soc., London, Ser. B., 110:29, 1820.*
- 3) Lenfant, Claude, and Howell, B.J.: *Cardiovascular adjustment in dogs during continuous pressure breathing, J. Appl. Physiol. 15:425, 1960.*
- 4) Hamilton, W.F.: *Circulation, Section II, Handbook of Physiol., Vol. II., Am. Physiol. Societ Washington, D.C., 1963, p. 1710.*
- 5) Best, C.H. and Taylor, N.B.: *The physiological basis of medical practice, 7th ed. Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1961.*
- 6) Whittenberger J.L.: *Influence of state of inflation of lung on pulmonary vessel resistance, J. Appl. Physiol., 15:878, 1960.*
- 7) Keele' C.A.: *Samson Wright's Applied physiology, 11th ed., Oxford Univ. Press., London, 1965.*
- 8) Hayashi, K.D.: *Responses of systemic arterial pressure and heart rate to increased intrapulmonary pressure in anesthetic dogs, Preceding of Societ. for Exp. Biol. and Med., 131:426, 1969.*
- 9) Eastman, N.J. and Hellman, L.M.: *William's Obstetrics. 13th ed, Appleton-Centurycofts, New York, 1966, p. 235.*
- 10) Comroe I.H., JR.: *Physiology of respiration, 1st ed., Year Book Med. Pub. Inc. Chicago, 1966, p. 100.*
- 11) Fowler, W.S.: *Breathing point of breath-holding, J. Appl. Physiol 6:539, 1954.*
- 12) Hong, S.K., Song, S.H., Kim, P.S., Suh, C.S., and Rahn, H.: *Cardiac rhythm during breath holding, in Rahn, H., Hong, S.K., and Rennie, D.W.(eds): Korean Sea Women, University of New York, Buffalo, pp. 61, 1964.*
- 13) Powell, A.T. J., and Sunabara, F.A.S.: *Physiologic evaluation of the Flack Test, J. Aviat. Med., 29:444, 1958.*
- 14) 문영환, 채의업, 문성빈 : 空中勤務者の 適性檢査, 航空醫學 14:47, 1966.
- 15) Dittmer, D.S., and Grebe, R.M.: *Handbook of respiration (WADC, USAF, Dayton) p. 263, 1958.*
- 16) 金圭秀, 吳相由, 崔秉玉, 李重吉 : 肺內壓增加時의 動脈血壓 및 心搏動變動에 關하여. 대한생리학회지, 3:93, 1969.