

正常 韓國成人의 食道內壓 測定

丁冕奎* · 趙成來* · 成始燦* · 鄭守相*

- Abstract -

Esophageal Pressure Monitoring in Normal Korean Adults

H.K. Chung, M.D.,* S.R. Cho, M.D.,* S.C. Sung, M.D.* and S.S. Chung, M.D.*

Here, I and We report the results of our studying about; 1. The length of esophagus and sphincters; 2. Resting pressure of upper sphincter, upper esophagus, mid-esophagus, lower esophagus and lower sphincter; 3. Pressure changes in swallowing at these points of esophagus; 4. Resting and swallowing pressure curves in these points in 50 normal Korean adults.

In addition to these we observed pressure inversion point, slow and fast components of phasic pressure which are originating from respiration and heart beat. And we studied transportation time and speed of peristalsis.

The speed of peristalsis is faster in the lower esophagus than in the upper.

I can probably be proud in the results of these study because these will become a standard criteria in the further evaluation of esophageal functional disturbances in such lesions as; Achalasia, Hiatal hernia, Esophageal cancer, Scleroderma, Diverticula.

序

食道는 오랜동안 하나의 不活性臟器로 삼킨 飲食物을 受動的으로 通過시키는 導管에 不過한 것으로 生覺하던 것이 食道內壓을 測定하는 技術의 導入으로 食道는 하나의 잘 調和된 機能을 遂行하는 活動的인 臟器로 삼킨 飲食物을 咽頭에서 胃까지 運搬하고 있다는 事實을 알게 되었다. 사람에게 있어서 食道內壓의 樣相과 그 運動을 分析하려는 試圖는 19世紀末 Kronecker²⁾, Meltzer³⁾ 등에 의해 始作되었고 二次大戰 以後 電子工學의 發達로 優秀한 電子壓力計에 의해 壓 變化를 正確하고 詳細히 觀察할 수 있게 되어 Fyke⁴⁾, Hightower⁵⁾, Ingelfinger⁶⁾ 등에 의해 壓變化에 對한 詳細한 分析의 結果가 繼續 報告되었다. 元來는 主로 生理學的인 研究의 對像으로서 食道內壓 測定과 同伴된 食道機能을 研究해 오던 것이 現代의 精巧한 方法으로 그 研究의 結

果가 大端히 成功的이어서 이들 檢査는 只今 標準診斷法의 하나로 받아들여지고 있다⁷⁾. 많은 外科醫들은 食道內壓 測定과 이와 關連된 技術이 食道疾患疑心 患者들의 診斷에 없어서는 안될 主要한 檢査라는 事實을 알고 있지만 歐美各國 및 가까운 日本에서는 벌써 저마다의 標準值를 定하고 이를 臨床에 應用하고 있다. 이에 著者들은 正常成人 韓國人의 休息時와 嚥下時의 食道內壓을 測定, 標準值를 마련하고 이에 準하여 앞으로의 病的인 狀態를 診斷하는 基盤을 마련코자 한다.

研究方法 및 對像

研究의 對像으로는 食道의 內壓에 影響을 미치지 않는다고 思料되는 學科의 來院患者 및 學生 小數의 職員을 對像으로 하였고 年齡分布는 22歲에서 65歲 사이 男子 37名, 女子 13名이었다.

食道內壓 測定法으로 Balloon을 食道內에 挿入, 이를 受壓裝置로 하는 Onchometric法이 옛부터 行하여져 왔으나 Balloon 自體가 比較的 커서 食道壁을 刺戟한 다던지 작은 範圍內의 變化를 分離測定할 수 없는 缺點

* 釜山醫大 胸部外科

* Chest Surgery Department, College of Medicine, Busan Natl. Univ.

이 있어 現在는 끝이 열린 管을 使用하는 manometry 法이 一般的으로 使用되어지고 있다⁸⁾. 著者들이 行한 法은 Open Tipped 法으로 內徑이 12 French, 길이 90 cm의 고무管을 그 先端을 막고 受壓面으로 直徑 1.5 mm의 側孔을 先端에서 1cm 近位部에 내어 그 導管의 末端을 Y管에 連結하고, Y管의 한쪽 가지는 Statham Pressure Transducer Model 377에 다른 한쪽 가지는 AIP-1H Automatic Infusion Pump에 連結하고 Infusion Pump에서는 5~6 Drops/min의 물이 繼續 導管内로 흐르도록 裝置했다(Fig. 1). Open Tipped 方法에서는 受壓面인 側孔이 電氣壓力計와 같은 높이에 있지 않으면 導管内의 물이 壓力計의 膜面에 觸 或은 陰의 壓力을 加하게 되므로⁸⁾ 側孔과 壓力計와 의 높이를 같은 位置에 두도록 注意하였고 Calibrator를 써서 壓의 幅을 調整하면서 나타나는 曲線을 Harvard Apparatus Biograph 2120을 써서 記錄하였다. 또 同時에 Impedance Pneumograph Model 2129를 써서 Electrode를 兩쪽 上胸部에 附着시키고 Pneumography를 施行하였다. 被檢者는 檢査前 한끼의 食事를 禁食시키고 5乃至 10 mg의 Valium으로 Sedation시켰다. Supine 位置에서 鼻孔으로부터 고무管

을 插入, 導管을 一斷 胃內에까지 插入했다가 0.5 cm 間隔으로 徐徐히 당겨내면서 食道下部 高壓帶, Pressure Inversion Point⁹⁾, 下, 中, 上部食道, 食道下部 高壓帶, 咽頭的 順으로 休息時와 嚥下時의 壓變化를 記錄 觀察하였다(Fig. 2, Table 1). 嚥下는 37°C의 湯水 5 cc와 10 cc를 最小限 1分以上の 時間 間隔을 두고 嚥下시켰다.

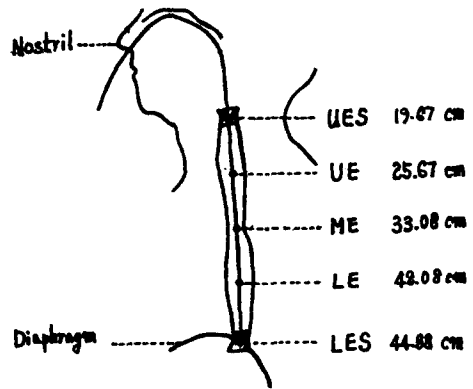


Fig. 2. Esophageal locations of pressure measurement from nostril.

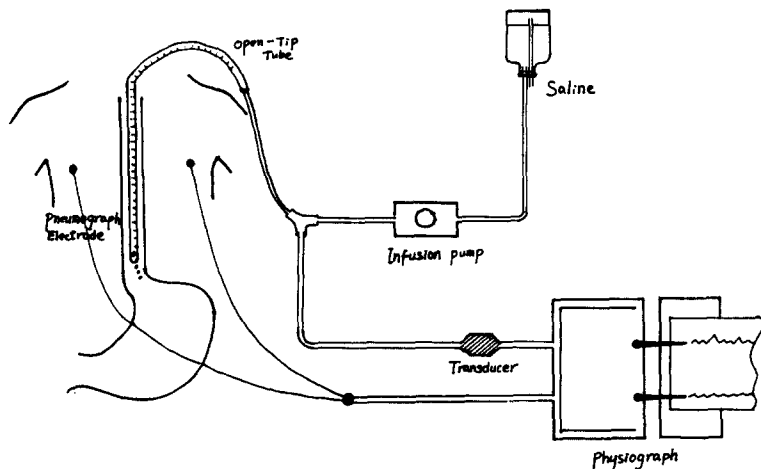


Fig. 1. Schema of assembly

Table 1. Levels of pressure monitored

	LES	LE	ME	UE	UES
Distance from nostril (cm)	44.88 ± 0.63** (39 ~ 49)	42.08 ± 0.95 (37 ~ 47)	33.08 ± 0.93 (29 ~ 38)	25.67 ± 0.80 (22 ~ 28)	19.67 ± 0.44 (16 ~ 22)
Distance from LES (cm)	0	2.78 ± 0.60 (2 ~ 6)	10.27 ± 0.86 (7 ~ 15)	20.33 ± 0.84 (18 ~ 24)	25.67 ± 0.37 (24 ~ 27)

* LES means lower esophageal sphincter; LE, lower esophagus; ME, mid-esophagus; UE, upper esophageal sphincter

** Mean ± S. E. (Range)

研究結果

胃 内에 선 Tonic Pressure : 1.07 ± 0.54 , Phasic Pressure : 2.63 ± 0.33 , Frequency 18.22 ± 1.33 의 比較的 一定한 모양의 壓力曲線을 나타내었고 嚥下에 依해선 아무런 變化를 나타내지 않았다(Fig. 3). 導管의

側孔이 鼻緣에서 44.88 ± 0.63 cm 되는 距離에 왔을 때 平均壓力 20.59 ± 1.82 , Phasic Pressure 0.54 ± 0.44 , Frequency 15.57 ± 1.17 의 食道下部 高壓帶가 나타나고(Fig. 4, Table 3), 이 下部 高壓帶의 平均 길이는 3.02 ± 0.23 cm였다(Fig. 2, Table 2). 嚥下時 下部高壓帶의 壓力變化는 嚥下 1.09 ± 0.25 秒後 20.50 ± 1.87 의 陰性下落 即 弛緩을 보였고 이 下降한 壓力의 持續時間은 13.58 ± 0.93 秒였다(Fig. 7-A, Ta-

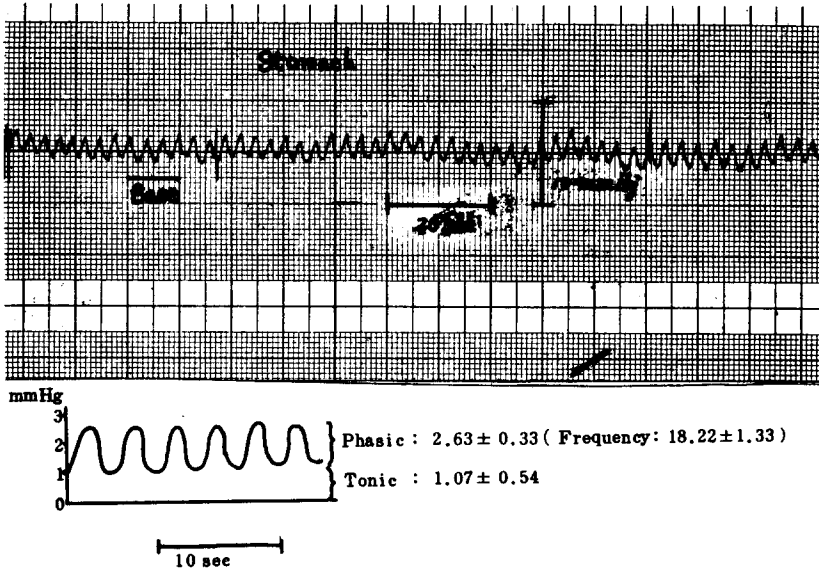


Fig. 3. Resting pressure in the normal human stomach.

Table 2. Length of sphincters(LES & UES)

Lower esophageal sphincter		Upper esophageal sphincter			
Distance from nostril (cm)		Length of LES (cm)	Distance from nostril (cm)		Length of UES (cm)
LB	UB		LB	UB	
$46.38 \pm 0.50^{**}$	43.39 ± 0.69	3.02 ± 0.23	21.02 ± 0.42	17.90 ± 0.48	3.0 ± 0.26

* UB; Upper border of sphincter, LB; Lower border of sphincter, ** Mean \pm S. E.

Table 3. Resting state pressure in both sphincter(mmHg)

	Minimum	Maximum	Mean	Phasic component	
				Pressure amplitude	Frequency (per min.)
LES	$3.18 \pm 0.98^{**}$ (0 ~ 7)	38.0 ± 3.90 (25 ~ 60)	20.59 ± 1.82 (14 ~ 30)	5.04 ± 0.44 (2 ~ 10)	17.57 ± 1.17 (16 ~ 25)
UES	10.70 ± 2.47 (3 ~ 27)	60.22 ± 8.43 (27 ~ 100)	36.0 ± 4.70 (17 ~ 53)	5.38 ± 1.63 (2.5 ~ 10)	17.67 ± 1.19 (16 ~ 20)

* LES means lower esophageal sphincter; UES, upper esophageal sphincter

** Mean \pm S. E. (Range)

ble 5). 下部食道高壓帶의 上 1/3 部位에선 橫膈膜의 附着部와 一致해서 Phasic Pressure 의 Slow Component 가 吸氣時 陽壓에서 陰壓으로 바뀌는 部位가 있었다(Fig. 4). 下部, 中部, 上部食道の 休息時 壓力은 各 各 Tonic Pressure : -9.97 ± 1.58 , -10.56 ± 1.53 , -7.0 ± 1.29 (Table 4)였고, 呼吸과 一置하는 Phasic

Pressure 의 Slow Component 는 下部食道에서 顯著했고 心拍과 一置하는 Phasic Pressure 의 Rapid Component 는 中部食道에서 顯著히 나타나고 上部食道에선 볼 수 없었다(Fig. 6). 嚥下時 食道內壓의 變化는 部位에 따라 2.20 秒乃至 4.13 秒의 時間 間隔後에 13 乃至 80 mmHg 의 壓上昇을 보였고(Table 6) 壓

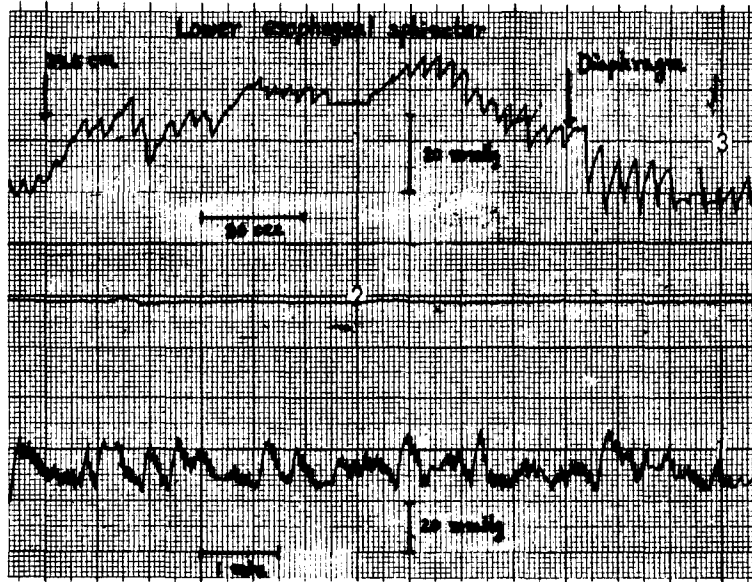


Fig. 4. Rest state pressure tracing of normal human lower esophageal sphincter

Table 4. Resting pressure in lower, mid and upper esophagus (mmHg)

	Tonic	Phasic			
		Slow component		Fast component	
		Pressure amplitude	Frequency (per min.)	Pressure amplitude	Frequency (per min.)
Lower esophagus	$-9.97 \pm 1.58^{**}$ (0 ~ -18)	5.23 ± 0.94 (1.3 ~ 10)	17.44 ± 0.83 (15 ~ 22)	2.30 ± 0.48 (1 ~ 5.5)	68.67 ± 6.24 (42 ~ 90)
Mid esophagus	-10.56 ± 1.53 (-1 ~ -15)	3.60 ± 0.54 (1.3 ~ 6)	17.18 ± 1.23 (13 ~ 22)	4.66 ± 0.83 (1.3 ~ 9)	70.70 ± 5.30 (42 ~ 108)
Upper esophagus	-7.0 ± 1.29 (2 ~ -10)	2.81 ± 0.18 (1.3 ~ 4.0)	17.63 ± 1.08 (14 ~ 22)		

** Mean \pm S. E. (Range)

Table 5. Manometric data in LES and UES during swallowing

	LES	UES
Pressure change (mmHg)	$20.50 \pm 1.87^{**}$ (N.D.) (15 ~ 35)	48.90 ± 6.18 (N.D.) (27 ~ 90)
Swallow and Relax interval (sec)	1.09 ± 0.25 (0.1 ~ 2.0)	0.64 ± 0.14 (0.2 ~ 1)
Wave duration (sec)	13.58 ± 0.93 (10 ~ 17)	0.5 ± 0.11 (0.48 ~ 0.6)
Lowest pressure after swallow (mmHg)	2.83 ± 1.21 (0 ~ 10)	13.25 ± 3.36 (0 ~ 20)

* N. D means negative deflection

** Mean \pm S. E. (Range)

Table 6. Manometric datas in lower, mid and upper esophagus after swallowing

	Lower	Mid	Upper
Pressure change(mmHg)	29.30 ± 3.66** (20 ~ 55)	52.70 ± 6.35 (25 ~ 80)	29.00 ± 4.56 (13 ~ 55)
Peristalsis interval after swallow(sec)	4.13 ± 0.56 (3 ~ 7)	3.62 ± 0.40 (2 ~ 6)	2.20 ± 0.25 (1 ~ 3)
Wave duration (sec)	12.62 ± 0.51 (10 ~ 15)	7.33 ± 0.61 (4 ~ 10)	7.54 ± 0.59 (5 ~ 12)
Maximum pressure rising level during peristalsis (mmHg)	18.18 ± 2.75 (7 ~ 40)	44.88 ± 5.88 (25 ~ 84)	24.14 ± 5.24 (8 ~ 52)

** Mean ± S. E. (Range)

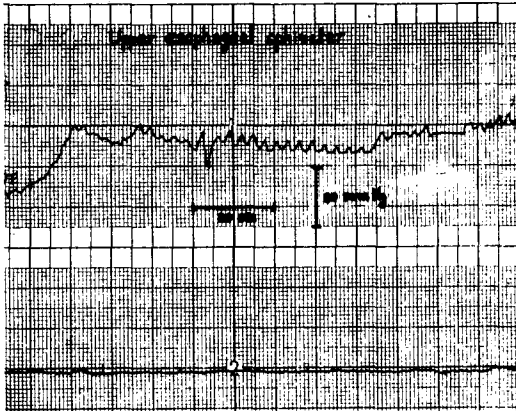


Fig. 5. Rest state pressure tracing of normal human upper esophageal sphincter

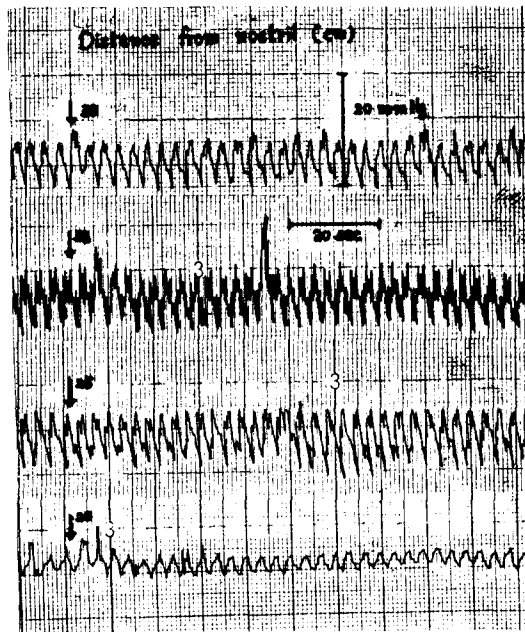


Fig. 6. Resting pressure tracings in lower, mid and upper esophagus

下降即弛緩없이以前の壓으로 돌아갔다(Fig. 8). 導管의側孔이鼻緣에서 19.67 ± 0.44 cm에 왔을 때 또 다른 하나의平均壓 36.0 ± 4.70 mmHg의高壓帶가 나타났는데(Fig. 5)여기가上部食道高壓帶에該當하는部位고 이高壓帶의平均 길이는 3.0 ± 0.26 cm 였다(Table 2). 이上部高壓帶의嚥下時壓變化는 0.64 ± 0.14 秒의時間間隔後 48.90 ± 6.18 mmHg의壓下降即弛緩을 가져왔고 이波의持續時間은 0.5 ± 0.11 秒였다(Table 5, Fig. 7, B₁B₂). 導管의側孔이咽頭に오면休息期壓力은零이고嚥下時壓力은 33.20 ± 3.92로上昇했다가 다음瞬間若干의下降即弛緩을 보이고正常으로 돌아갔다(Fig. 9, Table 8).

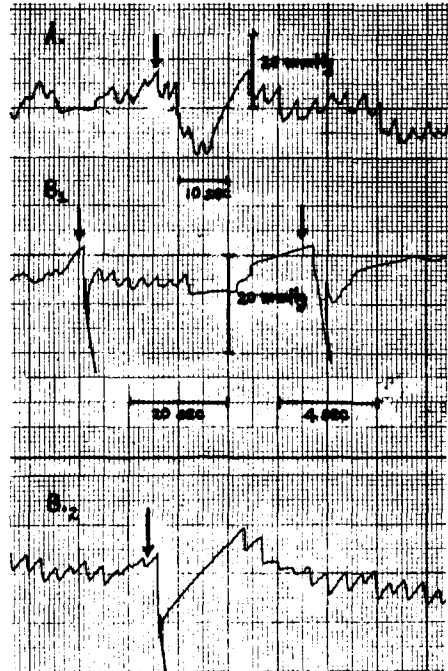


Fig. 7. Pressure tracings of lower esophageal sphincter (A) and upper esophageal sphincter (B) after swallowing. Arrows indicate initiation of swallowing

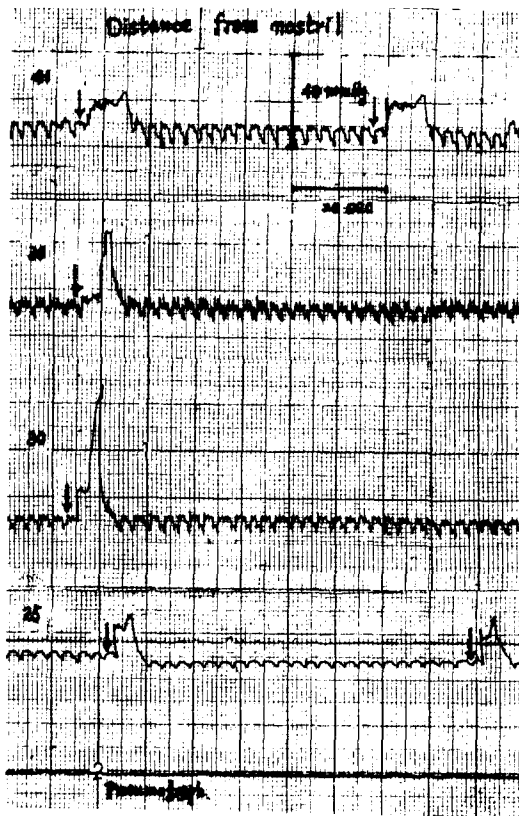


Fig. 8. Pressure tracings of different esophageal levels after swallowing. Arrows indicate start of swallow.

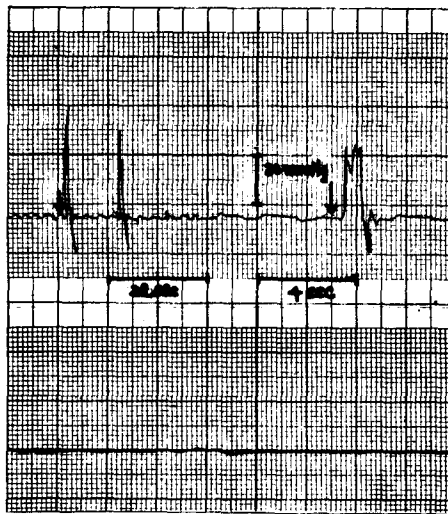


Fig. 9. Pressure tracing of pharynx during swallow. Arrows mean start of swallow.

Table 7. Transport time and speed of peristaltic wave

	Lower	Mid	Upper
Transport time(sec)	10.10±0.66** (7 ~ 12)	8.34±0.51 (6 ~ 10)	6.38±0.62 (3 ~ 8)
Speed of peristalsis (cm/sec)	2.26±0.10 (1.83~2.6)	1.48±0.13 (0.9~1.9)	1.10±0.25 (0.63~2.67)

* Transport time was measured from the initiation of swallow to the peak of the peristaltic pressure.

$$\text{Speed} = \frac{\text{Length of esophagus from UES}}{\text{Transport time}}$$

** Mean ± S. E. (Range)

Table 8. Manometric data in pharynx during swallowing

Pressure (mmHg)	Swallow-wave interval(sec)	Wave duration (sec)
33.20±3.92** (25 ~ 48)	0.33 ± 0.02 (0.1 ~ 0.4)	1.94 ± 0.33 (1 ~ 3)

** Mean ± S. E. (Range)

考 察

正常人에서 食道의 길이는 Henry¹⁾는 25 cm라 했으나 著者の 例들에서는 上部 Sphincter에서 下部 Sphincter까지의 길이는 25.67 cm였다. Onchometric 방법보다는 Manometric 방법이 여러가지 利點들 때문에 現在는 食道内壓의 測定에 一般의으로 使用되어지고 있고 兩者에 基本的 具備條件들이 갖춰지면 本質의 인 差는 없는¹⁾ 壓力曲線이 얻어진다. 今井⁸⁾ 등은 食道下部高壓帶의 길이가 2乃至 4cm라 한데 比해 著者들은 平均 3.02 ± 0.23 cm, 食道下部 高壓帶의 休息時 壓力이 6.2乃至 11.8 mmHg 라는데 比해 20.59 ± 1.82 mmHg, 食道内壓은 休息時 -4.7 mmHg乃至 -8.7 mmHg라는데 比해 -7.0 ± 1.29乃至 -10.56 ± 1.53 mmHg, 食道上部 高壓帶의 位置는 鼻緣에서 15乃至 20 cm 部位라는데 比해 19.67 ± 0.44 cm 部位였다. 食道上部 高壓帶의 길이도 2乃至 3cm라는데 比해 3.0 ± 0.26 cm였고, 靜止時 内壓이 約 20 mmHg 라는데 比해 36.0 ± 4.7 mmHg였다. 嚥下時 食道의 壓力은 今井⁸⁾ 등에 依하면 20乃至 30 mmHg, Henry¹⁾에 依하면 50乃至 100 cmH₂O라고 한 反面 著者の 例들에서는 29.00 ± 4.56乃至 57.70 ± 6.35 mmHg로서 近似한 壓上昇을 보였다. 上下 兩高壓帶에서 嚥下時 壓

의變化는 今井⁸⁾ 등은 그의 即時와 約 2.3 秒後 壓의 下降이 있다는데 著者の 例들에서는 各各 0.64 秒, 1.09 秒後 壓의 下降이 있었고, 持續時間은 0.8 秒, 5.0 秒라 한데 比해 著者들의 例에서는 各各 0.5 秒, 13.58 秒였다. 食道 胃 接合部 高壓帶에서 嚥下時 壓變化는 弛緩後 바로 以前의 壓力으로 돌아가는 型과 弛緩後 若干의 壓上昇 即 收縮後 正常壓으로 돌아가는 形態가 있었다. 嚥下時는 上部括約筋이 弛緩하고 다음 上 中 下部 食道가 차례로 各各 다른 時差를 갖고 收縮하고 마지막에 下部括約筋이 弛緩하고 弛緩後엔 若干의 收縮을 보여 嚥下過程이 끝나는데 이 全過程의 所要時間은 13.58 ± 0.93 秒였다. 休息時 食道內壓曲線에 影響을 미치는 두 가지 外因性 因子는 呼吸과 心臟拍動이 있는데 呼吸은 Slow Component 의 Phasic 樣相으로 心拍은 Rapid Component 의 Phasic 樣相으로 나타났다. Fast Component 는 下部食道에 Fast Component 는 中部食道에 顯著했고 上部食道에선 나타나지 않았는데 對해 今井⁸⁾ 등은 心拍으로 因한 Fast Component 가 下部食道에서 顯著하다고 했다. 下部括約筋의 上 1/3, 橫隔膜이 附着하는 部位와 一置해서 吸氣時 陽壓을 나타내는 點이 있는데 이를 Oomen¹¹⁾ 등은 Pressure Inversion Point 라 해서 橫隔膜의 附着部位를 알아내는 重要한 徵候이다. Transport Time (Table 7) 이란 食道의 어느 Level 에 嚥下後 最高壓의 蠕動波가 到着하는 時間이고 이 時間으로 上括約筋으로부터의 距離를 나누면 Peristalsis 의 速度가 된다. Per Ask¹⁰⁾ 등은 下部括約筋의 5 cm 上方에 가까와 지면서 蠕動의 速度가 빨라진다고 했으나 著者の 例들에서는 上部食道보단 中部에서 中部보단 下部에서 蠕動波의 進行이 빨랐다. 食道 各 部位에서 嚥下時 蠕動波의 持續時間이 Per Ask¹⁰⁾ 의 值보다 著者の 值가 길게 나온 것은 著者の 例에서는 收縮에서 回復까지의 時間을 記錄했기 때문이다. 飲食物의 量과 溫度는 正常人에서 食道蠕動의 速度, 크기, 波長에 影響을 미친다^{12,13)} 고 했으나 著者の 例들에서 37°C 의 찰물 5 cc 嚥下때와 10 cc 嚥下때는 壓의 크기, 持續時間, 蠕動速度에 變化를 볼 수 없었다.

結 論

正常 韓國成人 50 名에서 食道 및 括約筋들의 길이, 食道 各部位 및 上下括約筋들의 休息時 및 嚥下時의 壓變化, 그 曲線들의 樣相을 研究하여 正常值를 定하였고 이를 外國의 值들과 比較檢討하였다. 橫隔膜의 附着部에 生起는 Pressure Inversion Point, 呼吸과 心拍으로 因한 Slow 그리고 Fast Component 도 同時에 觀察하였고 Transportation Time, Peristalsis의 速

度도 研究하였다. 本 研究로서 手術時 食道內의 壓調節 및 食道內의 壓變化 Peristalsis 의 樣相을 變하게 하는 疾患들: Achalasia, Hiatal Hernia, Esophageal Cancer, Scleroderma, Diverticula 등의 診斷이 可能케 하는 壓變化의 研究에 基礎的인 資料가 되었으면 한다.

이 論文의 研究에 있어 始終 Data 에 神經을 써주시고 많은 協助를 주신 釜山醫大 生理學敎室 金용근 교수님을 비롯한 여러 人의 勞苦에 深深한 謝意를 表합니다.

REFERENCES

1. David C. Sabiston, Jr., M.D. and Frank C. Spencer M.D.: *Gibbon's Surgery of the Chest*. W.B. Saunders company 1976.
2. Kronecker, H.: a) *Über die Vorgänge beim Schlucken*, Arch. Anat. U. Physiol. 466, 1880.
b) *Die Schluckmechanismus, seine Erregung U, seine Hemmung*, Arch. Anat. U. Physiol. 355 1906.
3. Meltzer, S.J.: *On the causes of orderly progress of peristaltic movements in esophagus*. Am. J. Physiol. 2:266, 1899.
4. Fyke, F.E., Jr., Code, C.F. and Schlegel, J.F.: *The Gastroesophageal sphincter in Healthy Human Belings*. Gastroenterology 86:135-150, 1956.
5. Hightower, N.C.: a) *A comparlslon of the effects of acetyl-beta-methylchollne chloride (Mecholyl) on esophageal intralumlnal pressure in normal persons and patients with cardiospasm*. Gastroenterology 26:592, 1954.
b) *Esophageal motillty in health and disease*. Disease. Chest 28:150, 1955.
c) *Swallowing and esophageal motillty*. Am. J. Dig. Dis. 3:562, 1958.
6. Ingelfinger, J.F.: a) *The gastroesophageal vestibule, Its normal funclon and its role in cardiospasm and gastroesophageal reflux*. Am. J. Med. Sci. 228:417, 1954.
b) *Esophageal motillty*. Physiol. Rev. 38:533, 1958.
7. F. Henry Ellir, Jr, M.D., Ph.D.: *The Lahey clinic. Esophageal funclon tests; Their uses and lmltations*. Annals of thoracic surgery. Vol. 12. No. 4. October, 1971.
8. 今井康晴, 村江久忠 等

食道内圧 測定とその臨床的 應用

- 日本胸部外科 Vol. 18, No. 11, 昭和40年 10月
9. Jan P.C.M. Oomen, M.D., Paul Wittebol, M.D., Ph.D. et al.: *Lower Esophageal Sphincter Function After Highly Selective Vagotomy. Arch. Surg. Vol. 114, Aug. 1979.*
 10. Per Ask and Lita Tibbling: *Effect of time interval between swallows on esophageal peristalsis. Department of Biochemical Engineering and Otolaryngology, Linköping University, S-581, 85 Linköping, Sweden. Am. J. Physiol. 238:G485-G490 Jan. 1980.*
 11. 水を吸い・嚥み込む場合の 消化内圧變化
宮川清 信州医誌 第9巻, 第6號 昭和35年 11月
 12. Dodds, W.J., W.J. Hogan, D.P. Reid, E.T. Stewart, and R.C. Arndorfer.: *A comparision between primary peristalsis following wet and dry swallows. J. Appl. Physiol. 35:851-857, 1973.*
 13. Hollis, J.B., and D.D. Castell.: *Effect of dry and wet swallows of different volumes on esophageal peristalsis. J. Appl. Physiol. 38:1161-1164, 1975.*