

급성 실혈시의 식도운동

서울대학교 의과대학 생리학교실

박 순 일 · 신 동 훈

=Abstract=

The Motility of Esophagus in Acute Hemorrhage

Soon Il Park and Dong Hoon Shin

Department of Physiology, College of Medicine, Seoul National University

Two polyethylene tubes were inserted into the esophagus of anesthetized rabbit in order to record the fluctuation of the intraluminal pressure through the orifices located near the tips of the tubes. The orifice of the first tube was 10 cm apart from the incisor of the rabbit and the orifice of the second tube was 5 cm below that of the first one. The tubes were filled with saline solution running at various rates ranging from 1.5 ml/min. to 4.2 ml/min.

The tubes were connected to the pressure transducers and the electrical signals were recorded by the physiograph.

When the peristaltic wave approached to the orifice a rise in the pressure was recorded, returning to the base line when the portion of the orifice was quiescent.

The frequency of the peristaltic motion and the velocity of the wave were studied in connection with the flow rate of saline solution through the tubes and in the case of massive acute hemorrhage.

The results obtained were as follows:

1. There was reflux of fluid induced during the procedure of the experiment. This outward flow through the pharynx seemed to elicit swallowing reflexes. Accordingly, the frequency of peristalsis of the esophagus was largely dependent on the flow rate of the fluid through the inserted tubes. By the flow rate of 1.5 ml/min., 2.5 ml/min., or 4.2 ml/min., the frequencies of the peristalsis were revealed to be $8.6 \pm 3.6/10$ min., $14.5 \pm 4.8/10$ min. or $21.1 \pm 6.3/10$ min., respectively. The velocity of peristalsis also coincided with the enhanced motility of the esophagus, showing 6.6 ± 1.5 cm/sec., 8.9 ± 3.9 cm/sec., or 12.4 ± 4.6 cm/sec., respectively.

2. By acute hemorrhage, amounting to 2% of the body weight, the frequency of the peristalsis increased to twofold of the control and the propagation velocity also increased by 52 percent.

3. Retransfusion of the shed blood resulted in divergent responses. In some cases there were noticeable ameliorations of the effects brought by acute hemorrhage, and in the others there were still increasing tendencies of the motility after the transfusion.

4. Some speculation was made about the possibility of a kind of relationship between the irreversibility of the hemorrhagic shock and the absence of responses by transfusion.

5. The peristalsis persisted even after complete disconnection at the midportion of the esophagus, reaffirming the view of a central regulation of the spatiotemporally coordinated motility, peristalsis.

서 론

식도는 인두와 위사이를 연결하는 음식물의 통로이

며, 식도벽을 구성하는 근육층은 관벽으로서 물리적인 역할을 할 뿐 아니라, 음식물을 위쪽으로 추진시키는 압력이 근수축에 의하여 만들어진다. 즉, 운동을 일으

커서 식도내용을 차례로 위방향으로 밀어낸다.

근육총의 조성은 동물의 종에 따라서 혈관한 차이가 있으며, 사람에서는 상부는 횡문근으로 되어 있고, 위쪽으로 내려감에 따라서 평활근섬유가 많아져 식도의 중하부에서는 평활근으로 된 판이라 보아도 좋으나 개에서는 전체가 횡문근으로 되어 있다(Ingelfinger, 1958)

실험동물로서 흔히 쓰이는 토끼도 식도전반의 근육총이 횡문근조직으로 되어 있어 식도에서의 연동이 걸보기에는 위장에서와 같이 근총에 대체하는 조절기구에 의하여 질서있는 근운동이 이루어질 것 같은 예상을 매우 곤난하게 하고 있다.

사실상 식도의 연동은 반사에 의존하는 것이며, 구심적 자극과 연하증추 및 원심로가 완전하여야 연하반사는 이루어지는 것이다. 한편 수의적으로도 일으킬 수 있으나 이때에도 인두부에 타액이나 식과(bolus)가 있어 구심적자극이 있어야 연하동작이 이루어지는 것이며, 수의적인 영향은 연하운동을 촉진하거나 혹은 억제하는 보조적인 역할에 그친다.

연하작용에 있어서 식도근의 질서있는 수축이 불가결의 요소이기는 하나 근육벽의 연속성이 절단되더라도 식도각부가 중추로부터 원심지배를 받고, 중추에서 질서가 이루어짐으로 해서 식도에서 보는 연동이 일어난다는 것은 식도를 도중에서 짧았을 때에 단적으로 볼 수 있다. 즉, 이때에 신경지배만 상하지 않고 있다면 식도관의 도중에 근육총의 연결이 없음에도 불구하고 질서있는 하향운동이 그대로 유지되어 절단말초 부위에서도 연동이 진행되는 것이다.

식도운동기록에는 일찌기 풍선이 달린 관을 식도에 삽입하여 근수축으로 발생한 압력증가를 외부에서 기록하는 방식이 적용되었으나 풍선은 비교적으로 용적이 커서 그것을 삽입한 자체가 식도운동에 영향을 미칠뿐더러 그의 용적의 크고 작기에 따라서 기록된 성적에 적지 않은 차이가 있었던 것이다.

근년에는 풍선대신에, 삽입된 polyethylene tube의 말단을 폐쇄하고, 끝부분의 측벽에 작은 구멍을 뚫고 외부로 부터 계속하여 액체를 유입시키는 장치에서 그 작은 구멍을 통하여 식도관내의 압력이 외부에 전달된 것을 적당한 transducer를 사용하여 전기적변화로 바꾸어 기록하는 방법으로 만족할 만한 결과를 얻고 있다(Code and Schlegel, 1968).

이 실험에서는 취급이 비교적 쉬운 토끼를 실험동물로 사용하였으므로 일어진 성적이 반드시 사람 것과 같다고 할 수는 없겠으나, Ingelfinger(1958)가 지적한 바와 같이 횡문근과 평활근의 조성비율이 다를지

라도 종체적인 연동 그 자체의 성질은 어느 경우에나 특이하리 만큼 비슷하다는 사실을 참고로 할 필요가 있다.

식도에서는 평활근 일지라도 주로 신경의 지배하에서 움직이기 때문이다.

이 실험의 목적에는 두 가지가 있다. 그 첫째는 식도연동에 대한 몇가지 특성을 구명하는 일이다. 임상적으로 흔히 홍부에 둔한 통통을 호소할 때가 있는데 이때에 홍부장기의 기질적인 변화가 없더라도 위나 식도의 운동항진으로 그와 같은 증상을 동반할 때가 있다(Kelley, 1963). 그러므로 식도운동에 대한 정확한 이해는 어떠한 증상의 원인규명에 도움을 줄 것이고, 그를 위한 기초적인 연구로서 동물실험을 한 것이다.

둘째 목적은 급성실혈이 연하증추기능에 어떠한 영향을 주는지를 보기 위한 것이다.

근년에 급성실혈의 기회는 격증하고 있다. 질병이 아니더라도 교통사고등으로 다양한 실혈을 급격하게 일으키는 것이다. 이때에는 신체내에서 실혈초기에 혈류의 재배정을 하여 복부장기, 근육 및 피부등에 가는 혈관은 축소하는 대신에 뇌, 심장등 생명유지에 긴밀하게 관여하는 장기에는 되도록 많은 혈액을 보내고 있다. 그러나 다양실혈상태가 오래 지속되면 다시 수혈하더라도 증상이 회복하지 못하는 비가역적 쇠(irreversible shock)의 상태에 빠지고 만다. 이러한 상태에서 중추신경의 기능이 어떠한 변화를 받는가에 관하여는 연구가 많지 않다. 박(1967)은 비가역적 실혈성 쇠에서 중추신경의 세포막 투과성이 달라져 이를 바 혈액—뇌장벽이 변질할 것이라 거론하고 있다. 급성실혈시 식도의 운동성을 관찰함으로써 뇌간에 있는 연하증추의 기능변화를 직접, 또 정확하게 판단할 수는 없을 것이나 어떠한 추론의 재료는 얻어질 것이라는 기대하에 이 실험을 하였다.

실험방법

1. 실험동물

성을 가지지 않고 체중 1.7~2.7 kg의 성숙한 토끼를 사용하였으며, 실험전 3시간이상 먹이를 주지 않았다.

식도운동만을 보려면 마취없이도 가능한 일이겠으나 기관을 절개하여 기관카뉼을 삽입하는 것과 채혈을 목적으로 경동맥을 노출하기 위하여 nembutal 30 mg/kg 정맥주사로 마취하고 실험 조작을 하였다. 채혈전에

식도운동을 기록하고 나서 미리 경동맥에 삽입한 포리에 틸렌관을 통하여 약 15분에 걸쳐 토끼 체중의 약 2%에 해당하는 혈액을 채혈하였다. 채혈기간중 및 채혈 후에도 계속하여 식도운동을 관찰하였다.

수혈할 때에도 역시 같은 시간에 걸쳐 서서히 경동맥을 통하여 채혈하였던 혈액을 다시 수혈해 주었다.

2. 실험장치

내경 2 mm의 가느다란 polyethylene tube 2개를 사용하였다. 각 튜브의 말단은 폐쇄하고, 말단부근에 직경 1.5 mm의 작은 구멍을 한개씩 뚫어 놓았다. 두개 튜브의 구멍은 5 cm의 간격을 가지도록 위치를 잡고 실로 한데 묶어 놓았으므로 이것을 식도에 삽입하였을 때에는 한쪽 튜브의 구멍은 문치로 부터 10 cm 거리에 자리잡고 다른 한쪽 튜브의 구멍은 15 cm의 거리에 위치하게 되었다.

튜브를 인두를 통하여 삽입할 때에는 절경을 입에 물리고 조작하는 것이 튜브의 보호와 밝은 시야를 위하여 도움이 되었다.

이들 튜브를 통하여 일정한 속도로 생리적 식염수를 유입시켰다. 유입속도는 constant infusion pump로 변 경시킬 수 있었으나 처음에 액체유입속도와 식도운동성을 관찰한 실험이외에서는 항상 1.5 ml/min로 고정시켰다.

식도에 삽입한 포리에틸렌 튜브의 바깥 끝은 각각 Bourdon transducer (Narco 회사제)를 경유하여 Physiograph (Narco PMP4A)에 연결하여 기록되었다.

연하운동은 자발적으로 일어나나 실험도중에 유입된 액체, 즉 식염수가 역류하여 구강을 통하여 밖으로 나오게 됨으로 그로 인한 자극에 의하여 구심적 홍분이 발사되는 것으로 믿어지며, 이는 꼭 어느 때에 일어난다고 예상할 수는 없어 끝을 둥글게 한 유리앰풀을 연한 철선끝에 단 것을 인두부에 접촉시켜 인위적인 연하운동을 유발시킬 수 있었다. 철선이 꿈에 연하고 탄력성이 있으므로 접막과의 접촉부위에서 누르는 힘은 대체로 일정한 것이라 할 수 있었다. 즉 강하게 눌려도 철선이 구불 뿐 유리앰풀이 접막을 누르는 힘이 커지는 것은 아니었다.

3. 식도운동관찰

이 실험에서 관찰한 것은 자발적 연하운동의 빈도와 자발적연하 혹은 인위적 유발 연하시의 식도연동의 전파속도이었다. 자발적연하라 할지라도 위에 적은 바와 같이 액체역류로 인한 자극이 가해진 것은 의심할 바

없다. 원래 어떠한 형태로든지 자극이 가해지지 않으면 연하반사는 생기지 않는다.

폴리에틸렌으로 만들어진 비교적 딱딱한 소관내를 계속적으로 소량의 액체가 흐르고 있으므로 식도와 봄밖에 있는 transducer 사이에는 언제나 액체가 충만되어 있으며, 식도내압이 충실히 전달되는 것이다. 기록지면에서 보면 식도에 삽입한 소관의 구멍부위를 연동파가 지날 적마다 뾰족한 파형을 나타내었다.

연동발생 빈도 : 기록지면에는 동시에 시간경과도 나타나게 되므로 단위시간내에 몇개의 연동파가 구멍부위를 지나갔는가 하는 것을 쉽게 알 수 있으며, 이 실험에서는 10분간 연동이 지나간 회수로 확산하였다.

연동파의 전파속도 : 위에 적은 바와 같이 식도연동은 근육총에 내재한 전도기구에 의하여 전파되는 것은 아니고, 중추에서 공간적 및 시간적으로 정밀하게 조정하여 식도근총의 각 점을 차례로 수축시킴으로써 의견상 연동으로 나타나는 것이다. 식도에 삽입한 두개의 폴리에틸렌 튜브의 각 구멍 간격이 5 cm이므로 기록상에 나타나 2개의 연동파의 시차를 보고 그의 전파속도를 계산할 수 있었다.

4. 식도운동의 중추적 지배확인

두개의 폴리에틸렌 튜브는 각기 다른 두개의 transducer를 경유하여 physiograph의 각기 다른 두개의 channel에 연결되어 있어 표기도면에 어느 것이 위에 위치한 구멍부근의 연동이고, 또 어느 것이 아래구멍부위의 것인가를 알 수 있다. 두개의 구멍사이에서 식도를 실로 결찰하여 근육총에 있을지도 모를 전도로를 차단 하였어도 연동이 계속 하달하는가의 여부를 보았다. 도 결찰하는 대신에 완전히 절단하였을 때에는 절단부위보다 위에 가까운 측에도 연동이 계속 일어나는가의 여부도 보았다. 이는 식도각점의 계시적인 수축, 즉 연동이 근육총에 내재한 기구로 이루어지는가 혹은 중추의 주재하에 이루어지는지를 판단케 할 것이다.

실험 결과

1. 식도내압의 기록

식도에 삽입한 polyethylene 관의 측벽에 뚫린 구멍을 통하여 식도내압이 기록장치에 전달되어 제1도와 같이 표기되었다. 위에 있는 두 줄은 식도내압이고 그 밑에 있는 것이 호흡곡선이다. 가장 밑부위에 시간 경과가 기록되고, 간간히 그은 작대기는 연동이 눈으로 보였을 때에 표기한 것이다. 시간은 1초간격이었고, 군데

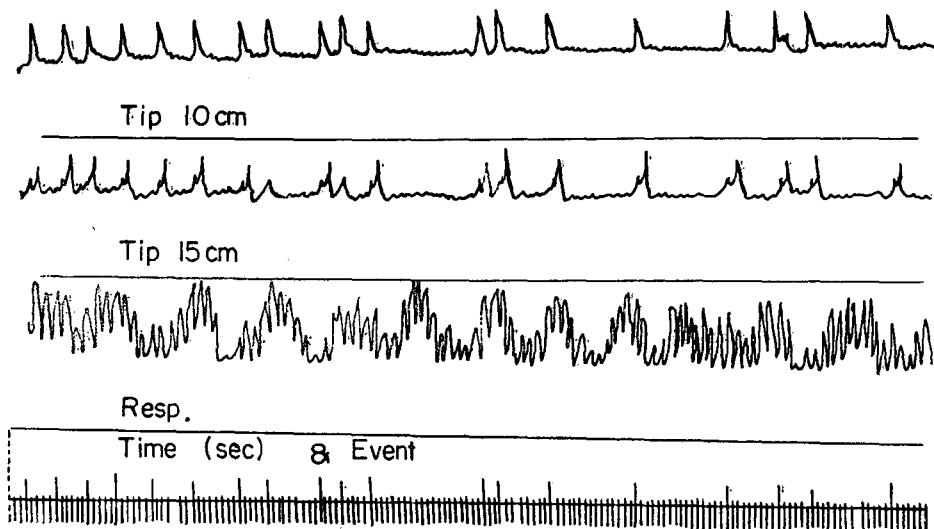


Fig. 1. Intraluminal pressure of the esophagus of a rabbit recorded through the orifice of the tip. Event-mark represents a visible peristalsis. Time in second.

근데에 빈틈이 있는 것은 1분경과를 뜻한다.

식도내압곡선에서 위의 줄은 문치에서 10 cm의 거리에 있는 식도의 내암이었고, 밑에 있는 줄은 그보다 5 cm 더 횡격막쪽으로 내려온 위치의 내암이다.

이 그림에서 알 수 있는 것은 연동발생의 빈도이다.

상하의 두 곡선을 자세히 보면 상응하는 파(wave) 사이에 약간의 시차가 있음을 알 수 있다. 즉 아래 곡선에서 압력변동이 조금 늦게 발생하였으며, 정점사이에도 시차가 있어 식도하부의 압력 상승이 식도상부보다 뒤늦게 나타나 식도연동이 위로 부터 밑으로 진행되었음을 보여 주고 있다.

이때의 연동진행속도를 정확히 알기 위하여 기록지의 진행속도를 10배로 늘여서 기록한 것이 제2도이다. 밑에 있는 1초간격과 두개의 파 사이의 간격을 비교하여 두파사이의 경과시간을 알 수 있으며, 그 시간은 연동이 5 cm 거리를 진행하는 데에 걸린 시간일 것이다. 따라서 연동진행속도를 v , 또 두개의 파사이의 시간경과를 t 라고 하면,

$$V = \frac{5}{t} \cdot \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

로 셉할 수 있다.

2. 식염수 유입속도와 운동성

식도내암을 측정하기 위하여 삽입된 관에는 계속 소량의 식염수가 흐른다.

이는 식도나 폴리에틸렌관이 막히지 않고 언제나 액

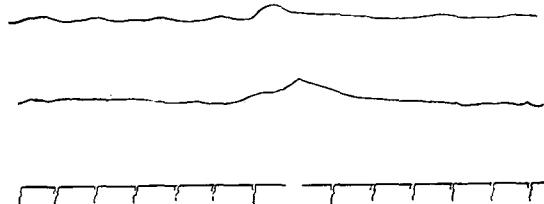


Fig. 2. Peristalsis seen in an enlarged scale of the time-marker. Tips are located in 10 cm and 15 cm from the incisor, respectively.

체로 채워져 있어 압력을 전달할 수 있게 하는 방편이 되다.

제 1표에서 보는 바와 같이 유입속도 1.5 ml/min 이었을 때 보다 2.5 ml/min 을 유입 시켰을 때에 자발적인 연동이 자주 일어났고, 유입속도를 더욱 늘려서 4.2 ml/min 로 하였을 때에는 더 자주 일어났음을 보이고 있다. 실험동물의 개체차가 많으나 어느 경우에나 액체 유입속도가 를 수록 연동발생빈도가 커졌다. 평균치를 취하면 1.5 ml/min, 2.5 ml/min 및 4.2 ml/min 의 유입속도에서 각각 $8.6 \pm 3.6/10 \text{ min}$, $14.5 \pm 4.8/10 \text{ min}$ 및 $21.1 \pm 6.3/10 \text{ min}$ 이라는 값을 보이었다.

제 2표에는 액체유입속도에 따른 연동전파속도의 증가와 인두부위에 인위적으로 압박을 가하였을 때의 속도를 나타내었다.

유입속도를 크게 하면 전파속도가 빨라지는 것은 의심할 바 없이 뚜렷한 현상이라 하겠다. 즉, 1.5 ml/

Table 1. The Effects of Flow Rate on Peristalsis-Frequency. (in 10 minutes)

Animal No.	Flow Rate		
	1. 5 ml/min	2. 5 ml/min	4. 2 ml/min.
1	5	11	24
2	4	12	34
3	8	12	13
4	14	20	15
5	9	21	23
6	4	4	13
7	12	16	19
8	12	18	24
9	7	11	15
10	4	11	20
11	12	19	26
12	13	20	28
Mean	8.6	14.5	21.1
S.D.	3.6	4.8	6.3
	p<0.005	p<0.05	

Table 2. The Effects of Flow Rate on Peristalsis-Velocity

Animal No.	Flow Rate			
	1. 5 ml/min		2. 5 ml/min	4. 2 ml/min
	Artificial	Spontaneous	Spontaneous	Spontaneous
1	20.4	6.9	18.2	20
2	16.7	8.3	11.1	14.3
3	19	8.3	10	13
4	16.7	7.7	8.6	15.3
5	14	6.7	10	12.5
6	8.3	3.6	4.3	4.8
7	11.1	7.1	10	14.3
8	8.3	4.8	4.6	5
9	18.1	9.1	12.5	14.2
10	9.1	4.3	4.2	7.4
11	8.3	4.1	5.8	6.3
12	11.7	6.7	8.1	11.7
Mean	12.5	6.6	8.9	12.4
S.D.	4.4	1.5	3.9	4.6
	p<0.05		p>0.05	

min 이었을 때에 평균 6.6 ± 1.5 cm/sec 의 전파속도이면 그것이 2.5 ml/min 의 유입속도에서는 평균 8.9 ± 3.9 cm/sec 이어서 뚜렷이 의의있는 증가를 보이었다. ($p < 0.05$)

유입속도 4.2 ml/min 이었을 때에는 전파속도가 12.4 ± 4.6 cm/min 로 역시 증가를 보이고 있으나 평균치의 비교에서 의의있는 차는 아니었다. 개체차가 큰 까닭으로 그와 같이 나타났으나 매개체를 2.5 ml/min 때와 4.2 ml/min 때를 비교하면 어느 예에서나 후자에서 증가하였다.

인위적으로 인두를 자극하여 연동을 유발시켰을 때에는 연동의 전파속도가 12.5 ± 4.4 cm/sec 로 매우 빠른 값을 보이고 있어 유입속도를 4.2 ml/min로 하였을 때의 전파속도와 비등하게 나타났다.

3. 급성실혈시의 식도연동

토끼체중의 2% 내외에 해당하는 양, 즉 40~50 ml의 채혈을 하고난 후 및 수혈한 뒤의 자발적 연동발생빈도를 제 3 표에 나타내었다. 채혈은 약 15분에 걸쳐 서서히 이루어졌으며, 채혈을 끝마친 후 약 20분간 동물을 방치하였다가 다시 전량을 수혈하였다.

채혈전후 및 수혈후에 일어나는 연동발생빈도를 채혈전값의 백분율로 나타내었다.

실혈후의 동물에서는 연동발생빈도가 예의없이 격증하여 실혈전값의 200%에 이르렀다. 채혈도중에 관찰한 발생빈도를 실혈량과 관련시켜서 도시한 것이 제 3 도이다. 실혈량증가에 따라서 식도운동은 활발하여졌다음을 나타내고 있다.

채취하였던 혈액전량을 다시 수혈하였을 때에는 일부 토끼에서는 연동발생빈도가 다시 줄어 들었으나 나머지 토끼에서는 감소를 보이지 않고 오히려 계속증가하는 양상을 나타내었다. 제 3 표에 있는 바와 같이 3

Table 3. The Effects of Bleeding and Transfusion on Frequency of Peristalsis

Animal No.	Bleeding Amount (ml)	Before Bleeding (%)	After Bleeding (%)	After Transfusion (%)
13	45	100	220	175
14	40	100	123	131
15	40	100	150	187
16	40	100	165	324
17	50	100	422	242
18	50	100	130	92
19	50	100	200	235
Mean		100	200	196.6
S.E.			36.2	26.8

S.E.: Standard error of the mean.

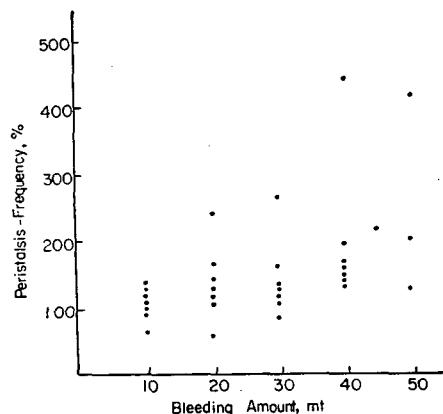


Fig. 3. The Effects of Bleeding on Peristalsis-Frequency (% of Initial Frequency)

Table 4. Propagation Velocity of Peristalsis

Animal No.	Bleeding Amount (ml)	Before Bleeding (cm/sec)	Affer Bleeding (cm/sec)	After Transfusion (cm/sec)
13	45	7.1	12.5	11.7
14	40	10	15.6	25
15	40	5	6.3	10
16	40	10.5	12.5	15.3
17	50	8.7	17.2	12
18	50	6.6	10.2	8.4
19	50	7.3	10	14.2
Mean		7.9	12.0	13.8
S.D.		1.8	3.4	4.9
		p<0.05		

마리에서는 감소를, 또 4마리에서는 증가를 보이고 있어 수혈후의 반응이 일정하지 않음을 말하고 있다.

제 4 표에 채혈전후 및 수혈후의 연동파 전도속도를 보이었다.

채혈전에는 전파속도가 평균 7.9 ± 1.8 cm/sec 이었던 것이 채혈후에는 12.0 ± 3.4 cm/sec로 대폭 증가하여 실혈과 더불어 연동파는 빨리 진행하였음을 보이었다. ($p < 0.05$). 그러나 혈액전량을 수혈하였을 때에는 그 반응이 일정하지 않아 제 3 표에서 보는 바 연동발생빈도의 경우와 마찬가지로 일부 토끼는 수혈로 인하여 전파속도가 느려졌고 나머지 일부 토끼에서는 계속 속도가 커져가는 경향을 나타내었다.

수혈후에 이와 같이 발생빈도와 전파속도에서 개체에 따라 상이한 반응을 나타내고 있으나 실험동물을

개별적으로 살펴보면 수혈후에 발생빈도가 줄어든 토끼에서는 연동의 전파속도도 역시 줄어들어 속도의 운동성 자체가 보이는 반응임을 시사하고 있다.

4. 식도절단시의 연동

두개의 폴리에틸렌관이 식도내에서 구멍이 뚫린 부위가 5cm의 간격이 있음은 상술한 바이거니와 그 중간에서 실로 식도를 졸라매어 기능적 연락을 절단하였을 때의 연동이 상하 두개의 구멍부위에서 어떻게 변하였는가를 제 4 도에서 본다. 위에 위치한 구멍부위에서는 커다란 수축파를 보이었고, 밑에 있는 구멍부위에서는 압력증가를 보이기 보다는 오히려 압력강하를 나타내고 있다. 즉 졸라맨 부위보다 하위에서는 식도운동의 억제가 나타났다. 이때에 졸라맨 부위의 바로 위에는 식도내용 즉 액체가 고이어서 팽창해지는 것을 볼 수 있었다.

그러나 졸라맨 부위 바로 위에 식도에 구멍을 뚫어 액체가 고이는 것을 방지하였을 때에는 밑에 위치한 구멍부위에서도 근수축이 일어났다. 즉 연동은 진행되었던 것이다.

졸라맨 부위를 완전히 절단하고 압력곡선을 관찰하면 상하 두개의 구멍부위에서 다같이 수축파가 일어나서 근육총의 단결에도 불구하고 연동파는 진행되는 것을 나타내었다.

고 졸

끝에 구멍이 뚫린 관을 삽입하고 소량의 액체를 계속 유입시켜서 식도내압을 측정하는 것이 식도의 운동성을 관찰하는 데에 가장 적합하다는 것은 정설이다 (Doty, 1968; Neschis, et al., 1970).

일반적으로 연동은 급한 속도로 진행되는 일과성인 수축상태이므로 소공부위에 머무는 시간은 극히 짧은 시간에 불과하다. 그러므로 수축분이 구멍을 폐쇄할지라도 그 짧은 시간내에 삽입관내에 충분한 압력을 발생시킬 만큼 액체유입량이 크지 못하면 기록된 파형은 상승도중에서 다시 내려가게 마련이다. 이러한 점으로 보아서 Pope(1968)가 지적한 바와 같이 액체유입속도는 파형에 심대한 영향을 미친다.

그러나 이 실험에서는 압력 그 자체의 크기 보다는 연동발생빈도와 경과속도만을 보려고 한 것이므로 기록파의 높이는 문제될 것이 없었다.

이 실험의 결과로 보면 연동의 발생빈도와 전파속도 까지도 액체유입량이나 자극방법에 크게 의존하고

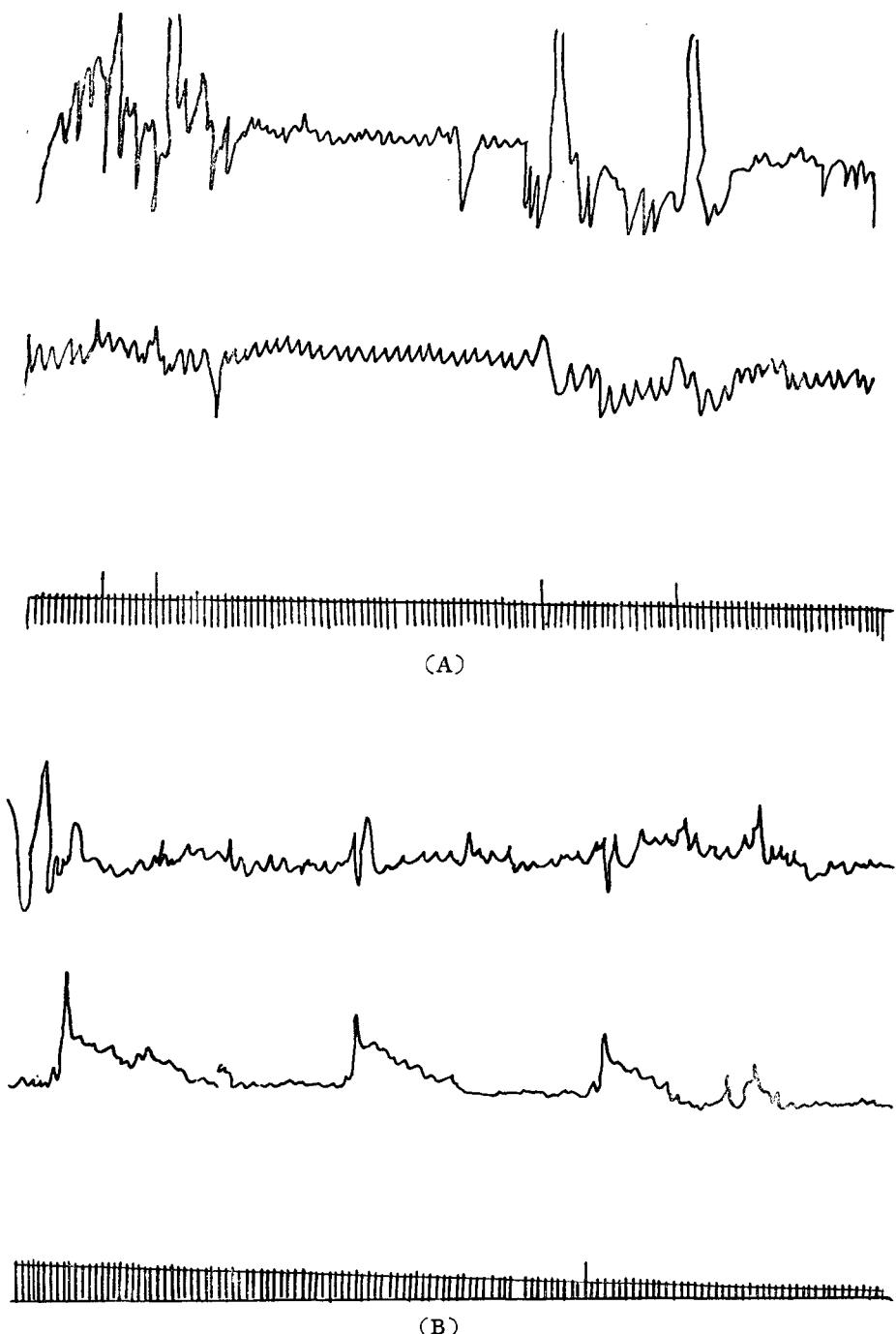


Fig. 4. A. Pressure waves taken after ligation of the esophagus between the orifices.
B. Pressure waves taken after the disconnection of the esophagus between the orifices.

있음을 명백히 하고 있다.

연동의 발생은 반사적 기전에 의하여 이루어진다. 인 두부 혹은 구강내 점막으로부터 시작하는 구심적 홍분에 의하여 연하운동이 야기되는 것이다(Doty, 1968). 자극으로는 타액 등 액체나 식과의 존재가 유효한 것이다.

식도내 강의 압력측정을 위하여 외부로 부터 액체를 계속 유입시키면 그의 일부는 위내로 들어갈 것이 분명하지만 상당한 양이 구강을 통하여 외부로 나오게 된다. 이때에 외향성인 액체유동이 유효자극으로 작용하는 것으로 보인다.

따라서 유입량이 많을 수록 외향성인 유출량이 많아져서 빈번한 식도연동반사를 일으킬 것이다. 이때에 연동의 전파속도도 동시에 증가하는 것으로 보아 연하에 관련하는 전체 운동기구, 특히 반사를 주재하는 중추신경계통에서의 소통이 촉진되는 것으로 짐작되는 바이다.

기계적으로 인두를 압박하여 인위적인 연동을 유발시켰을 때에 연동전파속도도 자연발생에서 4.2 ml/min 의 유입속도일 때와 비등한 것으로 보아 이 두 경우는 자극으로서는 충분히 큰 것으로 보인다.

이와 같이 액체의 유입속도가 연동에 미치는 영향이 큰 점을 감안하여 실현시의 식도연동을 관찰하는 실험에서는 액체유입 속도를 1.5 ml/min 로 고정시키고 시행하였다. 이 속도는 Neschis 등(1970)이 인체에 적용한 방법과 비슷한 유입속도이었다.

식도의 운동성은 그 벽의 구성조직인 근조직에 유래함은 재언의 필요조차 없겠으나 근육의 종류는 동물의 종에 따라 크게 다르며, 주지하는 바와 같이 인체에서는 상부는 횡문근이고, 하부는 평활근으로 구성되었으며 중간부위에서 양자의 이행이 있는 것이다.

개나 토끼에서는 사람에서는 매우 달라서 전적으로 횡문근으로 되어 있는 등 조직학적 차이가 있을 뿐 아니라 연동으로 인한 추진력도 사람에서 보다 강하여 50 gm 에 해당하는 힘을 나타낼 수 있다.(Ingelfinger, 1958).

동물에 따라서 구성 근조직의 종류와 그의 비율에 대차가 있음에도 불구하고 기능적인 양상, 즉 연동의 양상은 특기할 만큼 비슷한 모습인 것이 지적되어 왔다. 구심홍분은 삼차신경, 철인신경 및 미주신경속을 상향하여 끝내는 고속핵(nucleus solitarius)에 폭주하며 횡문근에 대한 원심로는 의해(nucleus ambiguus)에서 나오나 연수의 망상체에서 정밀한 조절을 받는다. 그리고 식도근의 지배는 미주신경에 의해서 이루어지

는 것이다(Doty, 1968). 식도에 나타나는 운동이 연동이라는 공간적 및 시간적인 정밀조절의 발현으로 나타나는 바, 이에는 근총의 연속성이 불가결한 것은 아니며, 심지어 식도를 절단하였어도 절단된 이하의 부분에 연동이 파급되는 것은 연동의 질서가 실로 중추신경의 질서임을 말한다.

특히 토끼에서와 같이 횡문근으로 되어 있는 식도에서는 이점이 더욱 강조되는 바이다. 사람에 있어서 음식물의 온도가 식도운동에 큰 영향을 미치어 높은 온도의 음식물로 식도운동이 항진되는 것을 Winship 등, 1970)은 보고하고 있어 마치 식도의 운동성을 좌우하는 기구가 근에 있는 것과 같은 인상을 주나 그들도 식도의 횡문근부위에는 이와 같은 온도의 영향이 없는 것을 확실히 하였다.

급성으로 다행의 실혈이 있었을 때에 식도의 운동성이 변하는 기전을 중추신경의 기능상태와 관련시켜 고찰하는 것은 이 장기의 운동성을 직접 주재하는 것이 바로 신경계통이기 때문이다.

다량실혈시에는 위장동, 복부장기나 피부에 가는 혈액유통을 줄이고, 그 대신 뇌나 심장등 생명유지에 긴밀하게 관계되는 장기로 가는 혈액유통은 보전하는 방향으로 혈유의 재배정이 일어난다(Abel and Murphy, 1962; Bond, et al., 1967). 그러나 실혈량이 너무 많거나 또 그 상태가 오래 방치되면 뇌순환까지도 장애를 받지 않을 수 없으며(Kaihara, et al., 1969), 마침내 비가역적 속의 상태에 이르러 여하한 방법, 즉 수혈로서도 생체기능을 회복할 수 없는 것이다.

이러한 상태에서 뇌의 기능이 어떻게 변하는가는 매우 중요한 일이기는 하나 자세하게는 알려져 있지 않다.

박(1967)은 비가역적 속에서는 뇌에서의 물질투과성이 달라져 이를 바 혈액-뇌장벽(blood-brain barrier)이 부분적으로라도 무너지는 것이 아닌가 하고 추론하였으며, Bedford(1957)는 빈혈상태가 뇌세포에 손상을 준다고 발표한 바 있다. 이때에 설사(diarrhea)등 소화기계통의 운동성 항진 증상을 나타낸을 보고하였다.

이 실험결과는 급성실혈시에 식도운동이 항진되어 있음을 나타내고 있는 바, 아마도 심한 실혈로 인하여 뇌에 대한 혈액유통까지도 감소한 결과로 일시적 혹은 비가역적으로 뇌의 기능변화를 일으킨 것이 아닐가라고 추측되는 바이다.

채혈한 것을 전량 수혈하였을 때의 반응을 보면 두 갈래로 나눌 수 있었다.

그 하나는 실혈시에 증가하였던 연동발생빈도와 연

동전파속도가 줄어 들어 실혈시의 증상이 시정되는 경향이고, 다른 하나는 이러한 경향이 전연 보이지 않는 예들이다. 이것이 실혈로 인한 속의 가역성 혹은 비가역성과 관련이 있는 것인가에 대해서는 생리학적인 다른 기능의 변화와 더불어 고찰 연구하지 않으면 단정하기 어려운 문제이다.

총 팔

마취한 성숙토끼의 식도에 두개의 폴리에틸렌관을 삽입하고, 각관의 끝에 가깝게 한개씩 직경 1.5 mm의 구멍을 뚫고 두 구멍의 거리를 5 cm로 하였다. 이 구멍이 문치로부터 10 cm와 15 cm에 위치하게끔 관을 삽입하였고, 외부로부터 이를 관을 통하여 일정한 속도로 생리적 식염수를 유입시키면서 식도내 압을 측정하였다. 연동의 수축률이 이 구멍을 폐쇄할 때에 급격한 압상승이 기록되었다. 이러한 장치로써 식도내 압을 측정하여 연동의 발생빈도와 연동파의 진행속도등 식도의 운동성에 관하여 기록장치의 액체유입속도를 다르게 하였을 때와 다량의 급성실혈이 있었을 때에 각각 관찰하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 외부로 부터의 액체유입속도가 커질 수록 연동발생빈도와 그의 전파속도는 커졌다. 즉 액체유입속도가 1.5 ml/min, 2.5 ml/min 및 4.2 ml/min 일 때에 연동발생빈도는 각각 $8.6 \pm 3.6/10$ min, $14.5 \pm 4.8/10$ min 및 $21.1 \pm 6.3/10$ min 이었고, 연동파의 전파속도는 각각 6.6 ± 1.5 cm/sec 8.9 ± 3.9 cm/sec 및 12.4 ± 4.6 cm/sec 이었으며, 1.5 ml/min의 유입속도를 유지하면서 인두에 기계적인 압박을 가하는 인위적 자극으로 유발한 연동의 전파속도는 다량유입, 즉 4.2 ml/min 유입 때 비슷한 전파속도, 즉 12.5 ± 4.4 cm/sec를 보이었다.

- 체중의 약 2%에 해당하는 급성실혈이 있으면 연동발생빈도는 대조치에 비하여 100%의 증가를 보이었고 연동의 전파속도는 52%의 급격한 증가를 나타내었다.

- 체혈하였던 전량을 다시 수혈하였을 때에는 실현에의 약 반수에서는 실혈시의 운동성 항진이 시정되는 방향으로 반응하였고, 나머지 약 반수에서는 그와 같은 경향을 볼 수 없고 계속 항진된 운동성이 관찰되었다.

- 이들 상이한 두 경향이 실혈성 속의 가역성여부와 관련이 있는 것인지는 단정하지 못할 일이다.

- 토끼의 식도근은 횡문근으로 되어 있다는 것과 또 식도를 중도에서 절단하였을 때에도 연동이 전파되는 것을 보고 식도연동은 중추신경계통에서 주재한다

는 것을 다시 확인하였다.

(본 연구를 도와주신 안승운선생, 김중수선생 및 권희정양에게 감사한다.)

REFERENCES

- 박조열 : 실혈시의 혈액—뇌장벽 투과성 변화와 뇌조직 손상. 부산의대 잡지 7권 2호 1-11, 1967.
- Abel, F.L. and Q.R. Murphy.: Mesenteric, renal and iliac vascular resistance in dogs after hemorrhage. *Am. J. Physiol.* 202:978-980, 1962.
- Bond, R.F. E.S. Manley, J.R. and H.D. Green.: Cutaneous and skeletal muscular responses to hemorrhage and irreversible shock. *Am. J. Physiol.* 212(2):488-497, 1967.
- Bedford, P.D.: Cerebral damage from shock due to disease in aged people. *Lancet* 2:505, 1957.
- Code, C.R. and J.F. Schlegel: Motor action of the esophagus and its sphincters. *Handbook of Physiology, Section 6: Alimentary Canal, volume IV. Motility*, American Physiological Society, Washington, D.C.: 1968.
- Cohen, B.R., H.P. Lazar, B.S. Wolf, and H.D. Janowitz: The Clinical Value of Esophageal Motility Study. *J.A.M.A.* 187:819-825, 1964.
- Creamer, B. and J. Schlegel: Motor responses of the esophagus to distention. *J. Appl. Physiol.* 10: 498-504, 1957.
- Doty, R.E.: Neural organization of deglutition. *Code, C.F. ed.: Handbook of Physiology, Section 6. Alimentary Canal, Volume IV. Motility*, American Physiological Society, Washington, D.C. 1968.
- Greever, C.J. and D.T. Watts.: Epinephrine levels in the peripheral blood during irreversible hemorrhagic shock in dogs. *Circulation Res.* 7:192-195, 1959.
- Haddy, F.J. J.P. Scott, and J.L. Molnar.: Mechanism of volume replacement and vascular constriction following hemorrhage. *Am. J. Physiol.* 208 (+):169-181, 1965.
- Ingelfinger, F.J.: Esophageal motility. *Physiol. Rev.* 38:533-584, 1958.

- Kaihara, S., R.B. Rutherford, [E.F. Schwentker, and H.N. Wagner, Jr.: *Distribution of cardiac output in experimental hemorrhagic shock in dogs.* *J. Appl. Physiol.* 27(2):218-222, 1969.
- Kelley, M.L. Jr.: *The clinical Application of Esophageal Motility Test.* *Annals Intern. Med.* 59: 338-350, 1963.
- Neschis, M., S.S. Siegelman, J. Rotstein, and J.G. Parker.: *The Esophagus in Progressive systemic Sclerosis. A. Manometric and Radiographic Correlation.* *Digestive Diseases* 15:433-447, 1970.
- Treacy, W.L., A.H. Baggenstoss, C.H. Slocumb, and C.F. Code.: *Scleroderma of the esophagus: a correlation of histologic and physiologic findings.* *Ann. Internal Med.* 59:351-356, 1963.
- Winship, D.H., S.R. Vieags De Andrade, and F.F. Zboralske.: *Influence of Bolus Temperature on Human Esophageal Motor function.* *J. Clin. Invest.* 49:243-250, 1970.