幽門形成術と胃十二指腸運動機能について

東邦大学医学部 外科学第二講座

(主任: 継 行男教授)

橋 村 千 秋

PYLOROPLASTY AND MOTILE FUNCTIONS OF THE STOMACH AND DUODENUM

Chiaki HASHIMURA

The Second Department of Surgery, Toho University, School of Medicine, Tokyo

(Director: Prof. Y. Tsugu)

Mongrel dogs were prepared by attaching 2 and 1 silver needle bipolar electrodes on the gastric antrum and bulbus of the duodenum, respectively. Among the obtained active potential from these dogs at chronic stage, investigations were performed mainly on the discharge frequency of spikes, propagation pattern of electrical excitation, and relationship of the stomach and duodenum. In addition, barium was loaded as the stomach contents and extraction dynamics of the loads were observed radiologically. The following were these investigations concerning about the pyloroplasty and motile functions of the stomach and duodenum.

Experimental methods

- 1) Electromyography and extraction dynamics of stomach contents were observed in no treated control dogs.
- 2) Heineke-Mikulicz type pyloroplasty, Finney type pyloroplasty, or pylorotomy was performed on the above described control dogs. Electromyographical comparison was made among the types of pyloroplasty.
- 3) Dogs subjected to selective vagolysis (SV), selective proximal vagotomy (SPV), or gastric transection (Tr) were divided into groups with and without pyloroplasty. Electromyography and extraction dynamics of stomach contents were observed in these groups of animals.

Results

- 1) In the control dogs, the mean discharge frequency of spikes in the gastric antrum at fasting time was 4.86 cycle/minute. The spikes propagated to the pyloric side periodically. The discharge frequency of spikes was reduced by the load of stomach contents which took about 120 minutes to be extracted.
- 2) When the types of pyloroplasty were compared, smaller electromyographical changes were obtained in dogs subjected to Heineke-Mikulicz type pyloroplasty.
- 3) Pyloroplasty did not affect the discharge frequency of spikes at fasting time, whereas, high incidences of antiperistaltic propagation pattern of electrical excitation were observed in dogs subjected to SPV.
- 4) When stomach contents were loaded, drainage effects of pyloroplasty were suggested from the discharge frequency of spikes, propagation pattern of electrical excitation, and findings in extraction dynamics of the stomach contents. In the dogs subjected to SPV, pyloroplasty induced no significant fluctuations in the discharge frequency of spikes. Dogs subjected to Tr showed no improvement in the frequent antiperistaltic propagation pattern of electrical excitement after the pyloroplasty.

5) By pyloroplasty, the frequency of simultaneous generation of spikes in the gastric antrum and duodenum was decreased in the SV and Tr groups, while it was increased in the SPV group.

I. は し め に

胃十二指腸潰瘍の外科的治療として、従来、おもに胃切除術が施行されてきたが、欧米においては、胃切除術の小胃症状あるいは gastric cripple などの後遺症が問題となり、胃の温存という点から迷走神経切離術（以下、迷切）が検討されるようになった。本邦においても消化性潰瘍に対しては、迷切が減酸効果の面などから、より合目的な治療であるという認識から検討され、近年次第に普及してきた。しかし、迷切後の合併症のひとつとして胃運動機能障害による内容排出遅延があり、その対策として付加される幽門形成術（以下、幽成）の効用についてはなお不明な点が多い。この課題については諸家

により実験的、臨床的な検討がなされているが、迷切の術式と幽成の関係については詳述された成績は少なくない。そこで昭和53年以来著者が、選択的迷走神経切離術(selective vagotomy 以下、SV)、選択的近位迷走神経切離術(selective proximal vagotomy 以下、SPV)にそれぞれ幽成を付加した場合の運動機能の様相ならびに比較対象として胃角部で横切した胃横切(gastric transection 以下、Tr)がなされた場合の胃運動の変化と幽成の関係について、実験的に消化管筋電図法ならびに一部X線法により検討した結果について述べる。

II. 実 験 方 法

実験には、雑種成犬（体重7~10 kg）を使用し、Thiopental 静脈麻酔下に開腹し、表1のような実験群を作製した。対照群のほかに幽成の術式別比較をする目的で、無操作胃に Heineke-Mikulicz 型幽成(以下、HM 型)、Finney 型幽成（以下、F 型）および幽門切除を施行した実験犬を作製した。さらに迷切の術式別比較検討群としては、SV、SPV、Tr だけを施行した非幽成群と、これらを慢性期に同一犬で再開腹し幽成を加えた幽成群に分けて検討した。

筋電図用の電極は銀針双極電極とし、極間距離は1 mm、極間抵抗は50 K Ω 以下とした。電極の固定部位は表1.IIのように胃前庭部に E₁、E₂、十二指腸起始部に E₃ の3個の電極を埋没固定し、リード線は側腹壁を切開し腹腔外へ出し皮下を通して右腰背部皮下に留置し随時活動電位が導出できるようにした。増巾器は日本光電 RM-5 型を使用し、時定数は0.03 秒とした。筋電図の記録には Reticorder RJG 3004 型のペ

ンライターを用い、記録紙速度は10 mm/sec とした。

実験に際しては、前日より24時間絶飲絶食の空腹状態として塩酸ケタミン10 mg/kg の筋注麻酔下で活動電位の導出を行なった。活動電位は空腹時と胃内容負荷後3~4時間にわたり連続的に導出した。得られた筋電図パターンのなかではおもに放電頻度、胃前庭部から導出された活動電位の対応する2つのスパイク放電の伝播性からみた興奮伝播様式、さらに胃の幽門前部における放電と同期的に増強する十二指腸の放電すなわち胃・十二指腸間の電氣的活動の関連について検討した。

胃内容排出動態の検討には、バリウム100 ml の胃からの排出時間を経時的（30分毎）にレントゲン透視下に観察した。この際、バリウム注入後の minimum mucosal pattern が観察されるまでの時間を gastric emptying time (GET) とした。

表 1. 方 法

I. 実験群

1. 対照群：無操作犬
2. 術式別比較検討群
 - (a) 非幽成群：SV, SPV, Tr. のみ
 - (b) 幽成群
 - SV
 - SPV + 幽成 (Heineke-Mikulicz 型)
 - Tr.

II. 活動電位導出部位

III. 観察項目

1. 筋電図学的検討（空腹時および胃内容負荷時）
 - (a) spike 放電頻度 (b) 興奮伝播様式
 - (c) 胃と十二指腸の関連
2. 胃内容排出時間 (GET)

III. 実 験 成 績

A. 筋電図学的検討

1. 対照犬の筋電図 (図 1)

活動電位の導出は開腹術後 1, 2, 3 週目にそれぞれ行なった。対照犬における空腹時の胃筋電図パターンをみると、胃前庭部では平均 4.86

cycle/min の周期的な放電が観察され幽門側に伝播する。この放電頻度は術後 1 週目では 4.58 ± 0.05 cycle/min, 2 週目では 4.80 ± 0.03 cycle/min, さらに 3 週目では 4.86 ± 0.19 cycle/min で各時期間に有意差はないが, spike

図 1. 対照犬の筋電図パターンをみると、空腹時胃内容負荷時ともに胃前庭部には周期的な放電が観察され幽門側に伝播するが、空腹時にくらべ胃内容負荷時の放電頻度は 10% 減少した。

図2. 開腹術後1, 2, 3週目の対照犬の胃前庭部の放電間隔をdiagramでみると次第に安定していく傾向がみられた。

放電の周期性は図2のように術後次第に安定していく傾向がみられ、興奮伝播様式でも逆蠕動性放電様式の発現率は術後1週目で3.6%，2週目では3.1%，さらに3週目では2.2%と減少し、開腹手術の影響は時間の経過とともに減少する傾向がみられた。また、術後1ヶ月以上になると植込電極の腐蝕、脱落などが生じやすくなるので開腹術後3週目頃がもっとも適当な時期と判断し、以下の実験はこの時期を選んで行なった。

バリウム100 mlを胃内容として胃ゾンデを用いて注入負荷し、その10分後の放電頻度は平均4.37 cycle/minで空腹時に対して10.0%の放電頻度の減少をみたが、負荷後20分には投与前の放電頻度に回復し、spike放電の周期性や伝播速度には変化はみられなかった。また十二指腸における活動期では平均19.13 cycle/minの頻度でspike放電が観察されるが、この相は休止期、spikeが散発的に発生する時期とともにいわゆるmyoelectric complexを形成して下方に伝播する。

2. 無操作胃における幽成の術式別比較 (表2, 表3)

幽成の術式としてはHM型、F型を採用し、この他に幽門機能の完全除去、脱落ということに関して幽門切除（以下、幽切）犬を追加作製し、空腹時、胃内容負荷時それぞれの筋電図学的検討を行なった。

a. 放電頻度

空腹時の放電頻度はHM型幽成の場合平均

表2. 幽成の術式別比較（空腹時）

型	Heineke-Mikulicz	Finney	幽門切除
放電頻度 (C/min.)	4.20±0.22	4.65±0.05	4.33±0.66
逆蠕動性伝播様式 (%)	1.6	1.8	0
十二指腸との関連性 (%)	58.5	45.4	0

表3. 幽成の術式別比較（胃内容負荷時）

型	Heineke-Mikulicz	Finney	幽門切除
放電頻度 (C/min.)	4.15±0.08	3.75±0.29	3.66±0.49
逆蠕動性伝播様式 (%)	0	2.0	0
十二指腸との関連性 (%)	81.4	58.0	0

4.20 cycle/min、F型幽成では平均4.65 cycle/min、幽切では平均4.33 cycle/minで各術式間に有意差はみられなかった。

胃内容負荷後の放電頻度は投与後10分ではいずれも減少するが、HM型幽成の減少率は1.1%で、F型幽成時の減少率は19.3%および幽切時の減少率は15.4%にくらべて低率であった。さらに胃内容負荷後の放電頻度を経時的に検討すると、HM型幽成では、投与後約20分で投与前の放電頻度に回復したが、F型幽成では投与後20分以降、逆に放電頻度の増加がみられ、幽切犬では投与前の放電頻度に回復するのに約60分を要した。

b. 興奮伝播様式

興奮伝播様式についてみると、空腹時、対照犬に2.2%みられた逆蠕動性放電様式は、これらにHM型幽成付加時には1.6%、F型幽成を付加した場合には1.8%の頻度で逆蠕動性放電様式の発現がみられたが、胃内容負荷によりHM型幽成では対照犬と同様にこの伝播様式が消失したのに対し、F型幽成ではほとんど変わらず2.0%の逆蠕動性放電様式がみとめられた。幽切時には、逆蠕動性放電様式の発現は、空

図 3. 空腹時の HM 型幽成, F 型幽成および幽切時の胃の放電間隔を diagram でみると HM 型幽成が他に比べて規則的な安定したパターンを示した。

図 4. 胃内容負荷時においても, HM 型幽成が F 型幽成や幽切にくらべて規則的で安定したパターンを示した。

腹時, 胃内容負荷時ともにみられなかった。

c. 胃と十二指腸の関連

胃と十二指腸の関連についてみると, 空腹時に HM 型幽成に 58.5%, F 型幽成では 45.4% にみられた関連頻度は胃内容負荷により HM 型幽成で 81.4% と空腹時に比べ 39.1% 増加し, F 型幽成ではこの頻度は 58.0% と空腹時に比べ 21.1% 増加した。幽切時には, 空腹時, 胃内容負荷時ともにこの胃と十二指腸の関連は今回みとめられなかった。これら HM 型, F 型幽成および幽切犬の空腹時放電間隔を diagram でみると, HM 型幽成において他に比べて規則的な安定したパターンを示し, 胃内容負荷後も同様であった (図 3, 図 4)。

以上, 筋電図学的な幽成の術式別検討の結果, HM 型幽成が胃の電氣的活動そのものに対しては影響が少ないと判断され, 以降の実験には HM 型幽成付加時の迷切胃または横切胃における胃十二指腸運動機能への影響について検討した。

B. 術式別比較検討

1. 筋電図学的検討

a. 放電頻度

(i) 迷切時, 横切時および幽成付加時の胃前庭部の放電頻度。

空腹時, 無操作対照群の放電頻度は, 平均 4.86 cycle/min で, これに幽成を付加しても平均 4.20 cycle/min で非幽成, 幽成群の間に有意差はみられなかった。SV 群では, 非幽成犬の放電頻度は平均 4.87 cycle/min, 幽成犬では平均 4.86 cycle/min, SPV 群では, 非幽成, 幽成犬ともに放電頻度は平均 5.37 cycle/min で, 空腹時には対照と迷切群の間に有意差はみとめなかった。横切犬についてみると, 横切下部胃では放電の周期性に乱れを生じ, 後述するように逆蠕動性放電様式の多発によりスパイク数から算出する放電頻度は空腹時で平均 10.27 cycle/min となり, 幽成を付加した場合には胃前庭部の放電頻度は平均 5.54 cycle/min で減少を示した (表 4)。

胃内容負荷時には, 一般に胃前庭部の放電頻度は減少するが, 対照群では前述のごとく非幽成犬では放電頻度の減少率は 10.0% で, 幽成付加時にはその減少率は 1.1% となった。SV 群でも, 非幽成時, 胃内容負荷後 10 分の放電頻度は平均 4.31 cycle/min で空腹時の放電頻度にくらべ 11.5% 減少したが, 幽成付加時の胃内容負荷後の放電頻度は平均 4.80 cycle/min でその減少率は 1.2% と対照犬と類似した結果であった。

表 4. 各群における胃前庭部の放電頻度(C/min) 空腹時

	非 幽 成 群	幽 成 群
対 照	4.86±0.19	4.20±0.22
SV	4.87±0.05	4.86±0.07
SPV	5.37±0.09	5.37±0.05
Tr.	10.27±6.67	5.54±3.20

表 5. 各群における胃前庭部の放電頻度(C/min) 胃内容負荷時

	非 幽 成 群	幽 成 群
対 照	4.37±0.07	4.15±0.08
SV	4.31±0.21	4.80±0.16
SPV	5.05±0.16	5.09±0.14
Tr.	5.19±4.90	4.02±2.66

一方, SPV 群では, 胃内容負荷後の放電頻度は非幽成群で平均 5.05 cycle/min と空腹時の放電頻度にくらべその減少率は 5.9% であり, 幽成付加時では放電頻度は 5.09 cycle/min で空腹時にくらべて 5.2% の放電頻度の減少で非幽成, 幽成間に差はなく, 幽成による影響はみられなかった。

横切群の胃内容負荷後の放電頻度は, 非幽成犬では平均 5.19 cycle/min で空腹時にくらべ 48.4% の放電頻度の減少をみたが, 幽成を付加した場合, 胃内容負荷後の放電頻度は平均 4.02 cycle/min と空腹時にくらべ 20.7% の減少がみられた (表 5)。

(ii) 各術式における胃内容負荷後の放電頻度の経時的変動

SV 群では, 非幽成時, 胃内容負荷直後の放電頻度の減少率は幽成付加時にくらべて大きい, 負荷後 60 分経過すると空腹時の放電頻度に回復する。これに対して幽成群では, 負荷直後から内容負荷による放電頻度の減少率は低く経時的に観察しても非幽成時より安定した経過を示した (図 5)。

SPV 群では, 非幽成, 幽成付加群ともに胃内容負荷後 10 分では放電頻度は約 5% 減少し両者間に差はみられなかったが, 負荷後 60 分以降では, 非幽成時の放電頻度はさらに減少する傾

図 5. SV 群の胃内容負荷後の胃前庭部の放電頻度は, 非幽成時にくらべ幽成時に安定した経過を示した。

図 6. SPV 群の胃内容負荷後の胃前庭部の放電頻度は非幽成時にくらべ幽成時に比較的安定した経過を示した。

図 7. 対照群と SPV + 幽成群の胃内容負荷後の放電頻度の安定性にくらべ, SV + 幽成群では負荷後 60 分の時点での放電頻度の回復はみられなかった。

向を示したのに対し, 幽成群では比較的安定した経過を示した (図 6)。

無操作対照群と迷切幽成付加群の胃内容負荷時の放電頻度の経時的変動をみると, 対照群と SPV 群では胃内容負荷後 20~30 分で比較的安定化し, 負荷後 60 分で投与前の放電頻度に回復したのに対し, SV 幽成群では, 投与後 60 分の

図8. 横切群では迷切群にくらべて胃内容負荷直後の放電頻度の減少率は著しいが、幽成を付加した場合には非幽成時と対称的に次第に恢復する傾向を示した。

時点では放電頻度の恢復はみられなかった(図7)。

横切群では、胃内容負荷後10分の放電頻度の減少は非幽成、幽成犬とともに迷切群にくらべて著しく、負荷後30分まで減少傾向は持続する。負荷後60分以降、幽成犬では放電頻度が次第に恢復する傾向にあり非幽成犬とは対称的な経過を示した(図8)。

b. 興奮伝播様式

逆蠕動性伝播様式の発生頻度についてみると、空腹時、対照犬で2.26%、これに幽成を付加した場合には1.62%であるが、胃内容負荷により減少あるいは消失した。SV群では、空腹時、非幽成犬で3.67%、幽成犬では2.09%と対照群

にくらべて逆蠕動性伝播様式の頻度はやや増加を示したが、胃内容負荷により対照群と同様にこの伝播様式の頻度は減少あるいは消失した。SPV群では、空腹時、非幽成犬の逆蠕動性伝播様式の頻度は0.70%と低いが、幽成付加時には6.36%と高率に発生した。しかし、これらは胃内容負荷により前2群と同様に減少ないしは消失した。横切群では、空腹時、非幽成犬では16.08%、幽成付加時には31.31%の逆蠕動性伝播様式が高頻度に発生した。これらは胃内容を負荷しても非幽成犬で13.89%、幽成犬で27.73%とやや減少はするものの対照群、迷切群にくらべて頻発する傾向を示した(図9、表6)。

c. 胃前庭部と十二指腸の電気的活動の関連性について

胃と十二指腸のスパイク放電のパターンについて観察すると、胃における放電と同期的に十二指腸にスパイク放電の発現や、放電活性増強などの所見がみられる場合があり、今回の実験例では非幽成群14頭中9頭(64.2%)、幽成群では15頭中7頭(46.6%)計29頭中16頭(55.1%)にこの所見が観察された(図10、表7)。

これら関連を示す犬について胃と十二指腸における電気的活動の関連の頻度を観察時間内の胃前庭部の全放電数から算出すると、空腹時、対照群非幽成犬には89.2%みられた関連が幽成を付加すると63.0%と減少し、胃内容負荷によっても、胃と十二指腸の関連の頻度は非幽成

図9. 胃前庭部の放電の伝播性の観察で、時に--->のような幽門側から逆行するような伝播様式がみられる場合がある。(SPV+幽成)

図 10. 胃と十二指腸のスパイク放電のパターンの中で、胃における放電と同期的に十二指腸にスパイク放電の発現や放電活性増強などの所見がみられる場合がある。(SPV+幽成)

表 6. 逆蠕動性放電様式の頻度

(%)

	非 幽 成 群		幽 成 群	
	空腹時	胃内容負荷時	空腹時	胃内容負荷時
対 照	2.26	0	1.62	0
SV	3.67	0.84	2.09	0
SPV	0.70	0	6.36	0.74
Tr.	16.08	13.89	31.31	27.73

表 8. 胃前庭部ならびに十二指腸の関連

(%)

	非 幽 成 群		幽 成 群	
	空腹時	胃内容負荷時	空腹時	胃内容負荷時
対 照	89.2	68.8	63.0	40.1
SV	55.4	39.8	21.9	35.6
SPV	28.0	25.0	46.9	49.1
Tr.	8.4	25.8	0.02	22.5

表 7. 胃前庭部と十二指腸の電気的活動の関連性

(%)

	対照	SV	SPV	Tr.	計
非幽成	75	66.6	33.3	75	64.2
幽 成	20	75	66.6	33.3	46.6

表 9. 胃内容排出時間 (Ba. 100 ml)

(分)

	非 幽 成 群	幽 成 群
対 照	120	
SV	210	180
SPV	150	150
Tr.	210	210

犬で 68.8%，幽成犬では 40.1% と減少した。

SV 群では、空腹時、非幽成犬に 55.4% みられた関連が、幽成犬では 21.9% と減少した。これらに胃内容を負荷した場合、非幽成犬で 39.8%，幽成犬では 35.6% の関連がみられ、SV 幽成群で胃内容を負荷した場合に胃と十二指腸の放電の関連の増加傾向がみられた。

一方、SPV 群では、空腹時非幽成犬で 28.1%

みられた関連が、幽成を付加すると 46.9% と増加し、対照群や SV 群と対称的であった。しかし、これらに胃内容を負荷しても非幽成犬に 25.0%，幽成犬では 49.1% と空腹時とくらべても変化はみられなかった。

横切群では、空腹時、非幽成犬には関連所見

は8.2%, 幽成犬でも0.02%と対照群や迷切群とくらべて少なかったが, 胃内容負荷によりこの所見は非幽成犬で25.8%, 幽成犬でも22.5%と増加した(表8).

2. 胃内容排出時間

無操作対照犬のGETは約120分であったが, SV群では非幽成時のGETは約210分と延

長し, これに幽成を付加した場合には約180分と胃内容排出時間が約14.2%の短縮傾向を示した. これに対し, SPV群では, 非幽成, 幽成犬ともにGETは約150分で幽成による影響はみられなかった. 横切群では, 非幽成, 幽成付加時ともにGETは約210分と遅延し, 幽成付加の影響はみられなかった(表9).

IV. 考

従来, 胃十二指腸の消化性潰瘍に対する外科的治療の主流は, 胃酸分泌域の広範囲切除であったが, 近年, 胃の温存, 減酸を目的とした迷切が検討され臨床的にも広く応用されるようになった. 迷切はDragstedt (1943)らによって幹迷切(TV)が初めて報告されたが, 本法は術後の胃運動機能の低下による胃内容停滞が著しく, ひいては潰瘍再発などの問題もあった. この対策としてDragstedt (1945)が胃腸吻合を, Weinberg (1951)が幽成を提唱し, 以来ドレナージ手術の付加が必要とされるようになった. 迷切のうちTVは胃以外の臓器に分布する神経も影響をうけることになることから, これら臓器への影響を考慮しJackson & Frankson (1948)が胃に分布する迷走神経のみを選択的に切離し肝枝や腹腔枝を温存するSVを提唱したが, 本法でも胃内容停滞はまぬがれずドレナージ手術の付加が必須と考えられるにいたった. ついで, 胃の運動機能を温存することが消化性潰瘍の治療上重要であるという考えからHolle & Hart (1967)が減酸と同時に迷走神経の幽門洞枝を温存して胃の排出能を保持しようとするSPVを考案し比較的よい方法として応用されるようになった. しかし, 一般的にはSPVにも幽成が付加され, 一方ではAmdrup (1969)らのように十二指腸に狭窄のない限り幽成は不要とする研究者もあってSPVと幽成については統一された見解はみられないまま推移している. 本邦でも田北(1970)らがpartial antrectomy+SPVを報告して以来, SPV時の幽成の必要性の有無や幽成の胃十二指腸へおよぼす影響などについて検討されてきたが未だ充分に解明されていない.

察

一方, Wangestein (1952)や大井(1957)らにより高位潰瘍に対する術式として分節的胃切除が報告, 検討されまた評価されてきた. しかし, 本邦でも当初は付加されなかった迷切や幽成が切除範囲の縮小化や胃内容停滞などの問題の解決のために付加されるようになり実験的, 臨床的に検討されてきた. 幽成の術式として代表的なものは, 幽門筋切開縦方向縫合のpyloroplastyを加えるHeineke-Mikulicz型と, 胃と十二指腸を吻合するFinney型がある. これらの幽成が幽門狭窄の解除, 胃内容排出促進の効果につながる一方で, 幽成術自体による瘢痕狭窄あるいはダンピング症状などの合併症の要因となることも報告され検討の余地を残していることも事実である.

幽成型の別による検討については, レ線学的に, あるいはradio isotopeを用いた胃排出能の観察があり, William and Barnes (1969)やCowley (1972)らはHeineke-Mikulicz型, Finney型幽成ともに術後早期には胃内容の排出遅延がみられ, 幽成の手術操作自体の影響が大きいと述べている. また, Davies (1974)らは幽成によってつくられた新しい胃のstomaにおける胃内容の排出動態は, stomaの大きさに関係なく術後約1年で幽成型別の差はなくなり, とくに大きな胃のstomaを作製する必要はないと報告している. 本邦でも, 白鳥(1968)や田中(1974)は幽成により胃における逆蠕動性放電様式の頻度が増加し, 幽門がこの放電様式のpace makerの様な役割をはたすと考え, 胃運動機能面から考えるとむしろ幽門切除の方が合理的であるとし, 大井(1966), 長尾(1975)らは幽成による静力学的な内容排出の増加は認

めるが、蠕動性排出はむしろ減少するので逆蠕動の抑制にはかえって逆効果であると述べている。著者は幽門切除を含め幽成の術式別の今回の実験から Heineke-Mikulicz 型幽成が筋電図上もっとも変化が少なく、さらに手術操作の簡便性などから本幽成術式を各迷切胃、横切胃に付加して検討することにした。

一方、消化管の運動機能の観察法としては、今回は筋電図学的検討と一部 barium study で胃からの排出状態の観察を併用した。犬の胃筋電図では規則的な棘波型放電と、これに Bozler (1945) のいう T wave が時折みられ幽門側へ伝播する。空腹時の対照犬の胃前庭部の放電頻度は Bozler (1954) や守谷 (1960) らはじめ諸家の報告でも 4.9~5.7 cycle/min で今回の実験と同様であったが、これに胃内容を負荷すると放電頻度が減少することはすでに知られている。また、正蠕動性放電の減少は胃運動の減弱を表わすと考えられ、SV では清水 (1975) らのようにこの正蠕動性放電の減少による胃内容排出遅延を述べる研究家が多く、SV 時には幽成の付加が必要であると考えられている。今回の実験においても、SV 群での胃内容負荷後の放電頻度を経時的に観察した場合、幽成犬の方が非幽成犬にくらべ放電頻度の安定性の面で優る結果であった。また野沢 (1979) によれば、インスリン刺激による SV 犬の胃前庭部の運動機能の低下から幽門洞枝の役割の存在も考慮すると、SV 時の胃運動機能低下に対する幽成の必要性が示唆されており、SV には幽成を必要とするという点では一致した見解が得られているといえる。

一方、SPV では、田中 (1974) の報告と同様に著者も幽成付加時の胃内容負荷後の経時的な放電頻度の推移が対照犬に類似するという結果を得たが、益子 (1981) は対照でも胃体部にくらべて少ない胃前庭部の放電頻度が、SPV により減少し、これに幽成を付加することによりさらに減少することから SPV 時の幽成付加は不要であると報告しているように、SPV 時の幽成付加の必要性については放電頻度の面からの検討に限ると意見の別れるところである。著者は、

SPV 群の胃前庭部の放電頻度の検討からは、空腹時、胃内容負荷直後の非幽成、幽成犬の差異は認めないものの、それ以降の経時的観察では SPV 時の幽成付加が胃運動機能保持にとってより有利であると考えられている。

横切下部胃の異常運動は、白鳥ら (1969) が迷切に起因するものではなく、横切すること自体による結果と報告し、桑田 (1983) は、この異常運動が内容の排出障害をひきおこし、幽成を加えることにより胃運動機能の安定性が得られたとしているが、今回の著者の実験では、横切時の胃における幽成ではこのような効果は認められず、横切による筋の連続性の遮断による BER 頻度の減少と考えた。胃の活動電位を筋電図パターンでみると、時に幽門側より噴門側へ向う興奮伝播様式がみられ、白鳥 (1959) はこれを逆蠕動性放電と呼びその頻度は正常対照犬でも高いもので 7.4% (清水, 1975) という報告もあるが、多くは 1% 前後 (野沢, 1979) で著者の実験成績では 2.26% とほぼ同様であった。

迷切後の胃内容排出障害について、白鳥 (1968) は、迷切が胃アトニーを生じ内容停滞と内圧亢進が生じ、これが痙攣様異常運動および逆蠕動をもたらす、さらに胃の内容物排出障害を来すと報告している。田中 (1974)、清水 (1975) らは、逆蠕動性伝播様式が空腹時、SV で対照の約 4 倍、SPV では約 2 倍の頻度で発現すると報告しているように、SPV 時の逆蠕動性伝播様式の発現率は SV 時にくらべ低率というものが多い。この逆蠕動性伝播様式については前述のように白鳥 (1965) は、幽門が逆蠕動の pace maker となると考えられるので、幽成よりも幽切がより合目的な術式と述べているが、著者らの実験では SPV+幽成群で空腹時にこの逆蠕動性伝播様式がより高率に発現するという特異的な所見がみられた。その根拠については定かではないが、術後の瘢痕など幽門部の器質的变化は迷切の場合には共通する要因と思われた。しかし、胃内容負荷により対照群や SV 群と同様に逆蠕動性伝播様式が減少あるいは消失した所見が得られ、胃内容負荷時には幽成によるそのような影響は少ないと考えた。

横切下部胃の逆蠕動性伝播様式の発現率は、白鳥(1963)、槇(1965)、岡林(1967)らの報告にもみられるようにかなり高く約30~50%で著者の成績でも同様であった。槇ら(1965)は、この横切時の逆蠕動性伝播様式の発現率は幽成を加えることにより減少し正蠕動が増加すると報告し、桑田(1983)も横切時の幽成による胃の異常運動の抑制について述べているが、古根川(1978)は横切時の幽成付加によるこの伝播様式の発現率に変化はないとしており、著者の成績でも同様であった。

次に、胃と十二指腸の電気的活動の関連性についてみると、まず Allen and Davenport (1966) がはじめて胃の basic electrical rhythm (BER) が十二指腸起始部まで記録されたことを報告している。Alvarez (1923) や Rosenbaum (1968) らのように胃と十二指腸間にわずかに存在する縦走筋線維を介して胃から十二指腸へ伝播するという説や、Daniel (1963) らの神経伝播説などがあり胃と十二指腸の間には蠕動について何らかの関連がみられるとする報告も多い。しかし一方で、Code (1952) や Bass (1961) は筋電図上この関連を認めず、Reinke (1967) らも幽門部の解剖学的見解と mechnogram の所見から volume conduction 説を唱えている研究家もいる。本邦においても、この関連に関する研究は多く、豊原(1973)も実験例の50%以上にこの関連がみられるとし、著者の実験でも実験例の55.1%に関連がみられほぼ同様の結果であった。しかし、これら胃と十二指腸の関連のみられるものでは、迷切時のような胃運動の抑制状態下ではこの関連の頻度は減少するが、横切時のような胃運動の亢進時には関連頻度が増加するとも報しており著者の成績とは対称的な結果であった。松原(1976)は、胃と十二指腸の関連は胃内容負荷によって増加すると述べているが、今回、著者の実験でも幽成を付加した迷切群と横切群に胃内容負荷時の関連の増加する傾向がみられた。これは幽門洞枝切離による胃前庭部の運動が抑制されたSVで

は幽成付加により胃内容の静力学的排出がやや促進し、十二指腸への流出、直接刺激によって両者の関連が増加したが、胃前庭部の運動機能が温存されたSPVでは、蠕動性排出に加え、幽成による静力学的排出によって胃と十二指腸の関連がSVの場合より増加しているものと考えられる。しかし、胃の異常運動が頻発する胃横切時には、蠕動性排出よりむしろ幽成による静力学的排出の増加にもとづく胃内容の排出が考えられる。

つぎにX線学的に消化管の運動を検討したのは Cannon (1898) に始まり、その後 Rieder (1911) が健康人の胃内容の十二指腸への排出時間(GET)は1~2時間であることを報告した。

SV胃については Griffiths ら(1957)が、SPV胃については Klempa ら(1971)がそれぞれ幽成付加によるGETの短縮について報告しているが、今回の実験では、対照にくらべ迷切群にGETの遅延がみられたが、幽成によるGETの短縮はSPV時がSV時に優る結果であった。一方、田中ら(1974)は、流動食負荷の場合、幽成付加SV犬が正常パターンに近づくものの、固形食ではSPV幽成付加犬が正常パターンに近づくと報告しているように摂取内容を考慮する場合、胃内への負荷材料の種類という観点から実験を追加する必要があると思われるので今後の課題とした。

胃横切時、著者の実験で、非幽成、幽成群ともにGETは対照にくらべかなり延長したが、Nissen (1952) は人の胃横切時のX線学的検討で、胃体部の atonic state と胃幽門洞部の spastic state が相まって胃内容の排出障害を生じると報告している。横切時のこれら胃内容排出障害に対する幽成のドレナージ効果についてX線学的に検討した研究は少ないが、胃内容排出障害が将来的には潰瘍形成の危険率の上昇につながることを考え併せると、迷切時と同様、幽成は有用は外科的対策のひとつといえる。

V. ま と め

幽成と胃十二指腸運動機能との関係について筋電図学的、X線学的に検討し、次のような所見が得られた。

1. 幽成では Heineke-Mikulicz 型幽成が筋電図学的にみて変化が少なかった。

2. 幽成は、空腹時の胃前庭部の放電頻度に対して影響を及ぼさない。

3. 胃内容負荷時

(i) SV では、放電頻度、興奮伝播様式および GET 観察上、幽成によるドレナージ効果が示唆された。

(ii) SPV の場合には、幽成における放電頻度の有意変動はみとめられず、GET 観察上からも幽成のドレナージ効果はみとめられなかった。

(iii) 横切犬において頻発する逆蠕動性放電は幽成を付加しても修正されなかった。

4. SPV では、幽成により空腹時の逆蠕動性

放電の頻度が増加する所見が特異的であった。

5. 幽成は SV、横切時には胃前庭部と十二指腸の同期的スパイク放電の頻度を減少したが、SPV では増加する傾向を示した。

6. 以上の所見から SV、横切時には幽成を付加することの有意性が筋電図学的にみとめられた。SPV に対しては、幽成付加の必要性について有意な所見にとぼしかったが、今後、迷切が完全になされているか否かの判定法あるいは、幽成の胃十二指腸運動への影響について、さらには胃内容負荷物の種類による変化などについて検討を重ねていく必要があると思われる。

稿を終るに臨み、ご指導とご校閲を賜った継行男教授に深甚なる謝意を捧げるとともに、終始直接ご指導、ご教授下さった小沢哲郎助教授、龍礼之助元講師に深謝し、また、研究にあたりご協力をいただいた教室諸兄に心から感謝の意を表します。

文 献

- Allen, G.L., Poole, E.W. & Code, C.F. (1964). Relationship between electrical activities of antrum and duodenum. *Amer. J. physiol.* **207**: 906-910.
- Alvarez, W.C. & Mahoney, L.C. (1923). The relations between gastric and duodenal peristalsis. *Amer. J. Physiol.* **64**: 371-386.
- Amdrup, B.M. & Giriffth, C.A. (1969). Selective vagotomy of the parietal cell mass. *Ann. Surg.* **170**: 207-214.
- Bass, P., Code, C.F. & Lambert, E.H. (1961). Electrical activity of gastroduodenal junction. *Amer. J. Physiol.* **201**: 587-592.
- Bozler, E. (1945). The action potentials of the stomach. *Amer. J. Physiol.* **144**: 693-700.
- Cannon, W.B. (1898). The movement of the stomach studied by means of the Röntgen rays. *Amer. J. Physiol.* **1**: 359.
- Cobb, J.C., et al. (1971). Gastric emptying after vagotomy and pyloroplasty relation to some postoperative sequelae. *Digest. Disease.* **16**: 207-215.
- Collins, E.N. et al. (1948). Follow up of vagotomy plus gastroenterostomy or pyloroplasty for ulcer. *Gastroenterology.* **11**: 453-456.
- Cowley, D.J., Vernon, P., Jones, T., Glass, H.I. and Cox, A.G. (1972). Gastric emptying of solid meals after truncal vagotomy and pyloroplasty in human subjects. *Gut.* **13**: 176-181.
- Daniel, E.E. et al. (1963). Electrical activity of the gastrointestinal tract as an indication of mechanical activity. *Amer. J. Digest. Disease.* **8**: 54-102.
- Davenport, H.W. (1966). *Physiology of the digestive tract*. 2nd ed., Yr.Bk. Pub. Chicago.
- Davis, W.T., Griffth, G.H., Owen, G.M. and Sihelds, R. (1974). The effect of vagotomy and drainage operations on the rate of gastric emptying in duodenal ulcer patients. *Br. J. Sur.* **61**: 509-515.

- Dragstedt, L.R. (1945). Vagotomy for gastroduodenal ulcer. *Ann. Surg.* **122**: 973-989.
- Ferguson D.J. *et al.* (1960). Segmental gastrectomy with innervated antrum for duodenal ulcer. *Surg.* **47**: 548-556.
- Franksson, C. (1948). Selective abdominal vagotomy. *Acta. Chir. Scand.* **96**: 409-412.
- Griffith, C.A. and Harkins, H.N. (1957). Partial gastric vagotomy; an experimental study. *Gastroenterology*, **32**: 96-102.
- H.J. Sheiner *et al.* (1980). Gastric motility and emptying in normal and post-vagotomy subjects. *Gut* **21**: 753-759.
- Holle, E.F., Hart, W. (1967). Neue Wege der Chirurgie des Gastroduodenalulkus. *Med. Kin.* **62**: 441-450.
- 金泉年郁ら (1982). 選択的近位迷走神経切離術後の胃内容排出動態の変化. 日平滑筋誌 **18**: 331-338.
- Klempa, I., *et al.* (1971). The effect of selective proximal vagotomy and pyloroplasty on gastric secretion and motility in the dog. *Arch. Surg.* **103**: 713-719.
- 古根川龍司 (1978). イヌ胃における近側胃切除術後の筋電図学研究. 日平滑筋誌 **14**: 29-41.
- 桑島輝夫 (1977). 各種迷切のイヌ胃運動機能に及ぼす影響についての研究. 日平滑筋誌 **13**: 55-67.
- 桑田博文 (1983). 分節的胃切除術の幽門洞枝温存の意義についての実験的研究. 胃横切・端々吻合術後1年の空腹時筋電図. 日消外会 **16**: 943-952.
- 槇 哲夫 (1965). 近側胃切除をめぐる2, 3の間題. 治療 **47**: 789-793.
- 益子 博 (1981). 選択的近位迷走神経切離術に対する幽門形成術付加の効果に関する筋電図学的研究(犬). 日平滑筋誌, **17**: 115-130.
- 宮島良征 (1979). 選択的近位迷走神経切断後の胃運動機能に関する実験的研究. 日平滑筋誌 **15**: 51-64.
- 守谷 明 (1960). 胃の筋電図学的研究. 東北医誌 **62**: 80-82.
- 長尾房大, 田中直樹 (1975). 迷走神経切離術と胃運動機能について. 臨床と研究 **52**: 132-137.
- Nissen, V.R. (1952). Funktionelle und organische Störungen nach gastro-ösophagealen Anastomosen. *Helvet. Chir. Acta.* **19**: 314-323.
- 野沢晃一 (1979). 同一犬における各種迷切術前後の筋電図学的変化に関する研究-筋電図測定装置の改良も含めて-. 日消外会誌 **12**: 522-533.
- 大井 実 (1957). 胃潰瘍症. 南江堂. 東京.
- 大井 実 (1963). 胃運動機能に関する筋電図学的研究. 外科 **25**: 1333-1342.
- 大井 実ら (1966). 幽門機能について-幽門形成術および幽門筋切離術の意義-. 外科 **28**: (1326-1332.
- 岡林敏彦 (1967). 胃横切離の幽門機能におよぼす影響. 日平滑筋誌 **3**: 70-79.
- Reinke, D.A., Rosenbaum, A.H. & Bennett, D.R. (1967). Patterns of dog gastrointestinal contractile activity monitored in vivo with extraluminal force transducers. *Amer. J. Dig. Dis. New series.* **12**: 113-141.
- Ritvo, M. and Shaffer, L.A. (1948). Roentgenographic studies of the gastrointestinal tract following section of the vagus nerves for peptic ulcer. *New Eng. J. Med.* **238**: 496-510.
- 清水保雄 (1975). 迷走神経切断術後の胃運動異常に関する実験的研究. 日平滑筋誌 **11**: 55-77.
- 白石義光, 及川俊彦 (1984). 筋電図および収縮曲線の日内変動からみた犬の胃十二指腸間の関連. 日平滑筋誌 **20**: 13-24.
- 白鳥常雄ら (1959). 胃の筋電図学的研究. 東北医誌 **60**: 885-891.
- 白鳥常雄 (1963). 消化管における筋電図. 筋電図からみた胃の運動機能について. 日消病会誌 **60**: 990-992.
- 白鳥常雄, 篠福哲彦, 関根 毅 (1965). 胃酸分泌領域におよぼす迷走神経支配の影響. 日平滑筋誌 **1**: 223-228.
- 白鳥常雄ら (1968). 迷走神経切離後の胃排出障害に関する実験的研究. 日平滑筋誌 **4**: 15-21.
- 白鳥常雄ら (1969). 横切離下部胃における運動機能の異常亢進の原因に関する実験的研究. 日平滑筋誌 **5**: 27-32.
- 白鳥常雄 (1984). 運動機能から見た胃の手術. 日消外会誌 **17** (3): 507-516.
- Sugawara, K. (1964). An electromyographic study on the motility of canine stomach after transection and end-to-end anastomosis. *Tohoku J. exp. Med.* **84**: 113-124.

- 田北周平 (1970). Selective proximal vagotomy and partial antrectomy. 国際外科学会日本部会, 盛岡.
- 田中直樹ら (1974). 迷走神経の胃運動に及ぼす影響に関する実験的研究—特に選択的迷走神経切断術と近位選択的迷走神経切断術の意義について—. 日平滑筋誌 **10**: 269-285.
- Thomas, J.E. & Crider, J.O. (1935). Rhythmic change in duodenal motility associated with gastric peristalsis. *Amer. J. Physiol.* **111**: 124-129.
- 豊原一字 (1973). 胃と十二指腸の関連についての筋電図学的研究. 日平滑筋誌 **9**: 123-136.
- 上西紀夫ら (1983). 高位潰瘍に対する選択的近位迷走神経切離兼分節的胃切除術の遠隔成績—とくにドレナージ術付加の問題点と関連して—. 日消外会誌 **16**: 8-16.
- W.D. George *et al.* (1975). The effect of the size of the gastric outlet on gastric emptying after vagotomy for duodenal ulcer. *Br. J. Surg.* **62**: 879-881.
- Wangensteen, O.H. (1952). Segmental gastric resection for peptic ulcers. Method permitting reoperation of anatomic continuity. *JAMA.* **49**: 18-32.
- Williams, J.A. and Barnes, A.D. (1969). Postoperative gastric retention. In: *Williams, J.A. and Cox, A.G. (ed) After vagotomy*, ch. 14. London, Butter Worths, pp: 175-187.
- Willkinson, A.R., *et al.* (1973). Effect of truncal, selective and highly selective vagotomy on gastric emptying and intestinal transit of a food-barium meal in man. *Ann. Surg.* **178**: 190-193.
- 横路 洋ら (1976). 各種迷切術と胃筋電図. 日平滑筋誌 **12**: 15-24.

(1988年6月1日受付)