イヌ胃における近側胃切除術後の筋電図学的研究

徳島大学医学部 第一外科学教室

(主任: 古味信彦教授)

古根川 龍 司

ELECTROMYOGRAPHICAL STUDY ON THE RESIDUAL STOMACH FOLLOWING PROXIMAL GASTRECTOMY

Ryuzi KONEGAWA

First Department of Surgery, School of Medicine, University of Tokushima

(Director: Prof. N. Komi)

The role of the antral gastric vagi and the pyloric sphincter on the residual stomach following proximal gastrectomy were studied electromyographically, using adult mongrel dogs. At the first stage of surgery, proximal gastrectomy was performed preserving the bilateral antral gastric vagi followed by esophagogastrostomy by end-to-side anastomosis. The residual stomach was equipped with four bipolar silver needle electrodes and two waterproof strain gauges on the wall of the stomach.

At the second and third stage of surgery, the same dog subsequently underwent truncal vagotomy and pyloromyotomy at 4 weeks intervals.

Following proximal vagotomy, the interval of the BER in fasting was prolonged. Dysrhythmia was observed quite frequently, and the amplitude and rhythmicity of contractile activities of the residual stomach became lowered and distorted, however, after feeding the interval of the EBR was shortened and dysrhythmia was altered to a regular rhythmic pattern.

Frequent episodes of vomiting were observed following over feeding.

Subsequent truncal vagotomy showed increased incidence of dysrhythmia in fasting, and gave no favourable effects on the vomiting episodes or the amount of feeding. After pyloromyotomy, the amount of feeding could be increased by about 50% from the original optimal amount.

は じ め に

近側胃切除術は、本邦では久留、水上 (1952)、砂田 (1952)、および村上ら (1956) によって提唱され、欧米でも時期を同じくして Leger (1953) や Holle ら (1955) によって行われていた。以来多くの手術法、治療成績、及び実験的研究が発表されている。この手術後にはしばしば逆流性食道炎、嚥下障害、残胃内容の排出障害等の術後障害がみられるが、これらの障害の原因として Tanner ら (1951) は迷走神経切離による残胃の

アトニーを考え、また Franke (1959) は幽門痙攣を重視している。また実験的には近側胃切除術後障害の原因を筋電図学的に観察した横 (1965)、鳴海 (1964)、渡辺 (1959) 等の報告がみられるが必ずしも明解な結果が得られたとはいえない。著者はイヌ胃を用いた慢性実験によって近側胃切除術後の残胃の運動を筋電図学的に観察し、これに及ぼす迷走神経幽門洞枝の温存、及び幽門形成術の影響に関して興味ある所見を得たので報告す

る。

実験方法

実験動物としては体重 10kg 前後の健康な雑種成犬を用いた。ラボナール 30 mg/kg の静脈麻酔にて無菌的に上腹部の正中切開で開腹し、ついで選択的近位迷走神経切離術を行った上さらに近側胃切除術を加えた。切除範囲の決定は図 1 に示すように、食道部切離は食道胃移行部より口側約 1 cm の部とした。また胃側切離は小彎側では迷走神経幽門洞枝の幽門洞部への進入点より約 1 cm 口側、大彎側では左胃大網動静脈の最終枝が胃壁に進入する部位より 1 cm 口側で、これらを結ぶ線で行った。

食道胃吻合は図 2 に示すように残胃前壁で行った。この際幽門洞枝を損傷しないよう配慮した。ついで自家考案の双極電極（極間 1.5 mm, 極間抵抗 25 k Ω ）を胃壁に縫着した。電極 E₁ は口側胃縫合閉鎖部より約 1.5 cm 肛門側にて大彎側寄りに縫着し、電極 E₄ は幽門括約筋部より約 1.5 cm 口側で大彎側寄りに縫着した。ついで電極 E₁ と電極 E₄ との間にほぼ等間隔になるよう E₂, E₃ を縫着した。さらに胃壁の収縮状態を記録する目的で防水型ストレインゲージ（KFW 120.0 $\pm$ 0.3 Ω , 共和電業製）S₁ を残胃口側に縫着し、S₂ を幽

図 1. 近側胃切除範囲

イヌ胃における近側胃切除範囲を破線で示す。食道胃切離部は食道胃接合部より 1 cm 口側、胃切離部は小彎側では迷走神経幽門洞枝が胃壁に進入する部位より約 1 cm 口側、大彎側では左胃大網動静脈の最終枝が胃壁に進入する部位より 1 cm 口側とした。

図 2. 食道胃吻合術後電極、歪計配置図

口側胃縫合閉鎖部より約 1.5 cm 肛門側で大彎側寄りに電極 E₁ を、幽門括約筋部より 1.5 cm 口側で大彎側寄りに E₄ を、これら E₁, E₄ 間に等間隔になるよう E₂, E₃ を縫着した。残胃口側中央に歪計 S₁ を、幽門洞部中央に S₂ を縫着した。

門洞部中央に縫着した。これらの電極及びストレインゲージの導線は側腹部より皮下を通して背部の小皮膚切開口より体外に誘導し、9ピンコネクターに接続した。接続部は acrylic resin で絶縁した。

術後イヌが実験食摂食可能になった 1 週間前後より、16~24 時間の空腹状態並びに摂食刺激としてドッグフード 100 g と即席ラーメン 100 g を与えた状態で、直後から経時的に胃筋電図並びに胃壁収縮状態の記録を行った。幽門洞枝が温存されていることの確認はイヌにインスリン 0.4 U/kg 静注して、胃壁の収縮能が亢進する現象によって判定した。近側胃切除術後の観察が終ってから、同一イヌを用いて約 1 カ月後、左第 7 肋門で開胸して両側の迷走神経幹の切離（以下、幹迷切と略す）を行った。この際迷走神経を約 1 cm 切除し、両断端を絹糸で結紮した。さらに幹迷切の 4 週間

後に幽門形成の目的で幽門輪口側 2cm, 肛門側十二指腸約 1cm の範囲で漿膜筋層切離を加えた。なお幹迷切後, 及び幽門部漿膜筋層切離後の筋電図並びに胃壁収縮状態の記録の条件は近側胃切除後におけると同様に行ない, 約 4 週間のあいだ経時的に筋電図を記録した。記録には三栄測器製移動式 4 系統脳波装置 EG-402 にペン描き記録器を接続したものをを用い, 時定数は 0.03 秒とした。

機械曲線の記録にはストレインゲージをホイストンブリッジに連絡し, さらに D. C Amplifier AD2-20 に, ついで上述のペン描き記録器に接続した。漿膜筋層切離してより約 4 週後に, イヌをラボナール麻酔下に屠殺し食道末端近くから十二指腸にかけての残胃を摘出し, 中村 (1970) の方法で筋層を露出した。また食道胃移行部の病理組織学的検索も合わせて行った。

実 験 結 果

I. 空腹時の筋電図と歪曲線

近側胃切除を行ったイヌの空腹時の筋電図には

基本的に図 3, 図 4 のごとく 2~15 分間隔で繰り返される action potentials を伴った基本的電気

図 3. 近側胃切除術後の空腹時電気活動と胃壁の歪曲線。
術後比較的早期の放電間隔を示す。

図 4. 近側胃切除, 幹迷切, 幽門部漿膜筋層切離術後の筋電図。
比較的安定した時の筋電図である。放電間隔 20 秒前後と延長をみとめ, またそのバラツキも大きい。Dysrhythmia も一部に認める。

律動が認められた。このときみられる action potentials は歪曲線上胃壁の収縮運動を反映していることが理解できた。図5、図6にみられるような幽門洞部に phase lead を持つ電気的興奮の乱れ dysrhythmia (Kelly, 1972) の頻発する現象がみられた。これらの dysrhythmia が発生するとき、歪曲線上では胃壁の収縮形式も乱れる一方

微小となる現象がみられた。dysrhythmia のみられないときの基本的電気律動の放電間隔を検討すると、近側胃切除直後では $13.5 \pm 1.5 \text{ sec}$ であるが、術後10日前後から放電間隔は著明に延長を示し、dysrhythmia の頻発をみとめた。放電間隔は約2週間後から3週間以内には $18.5 \pm 3.6 \text{ sec}$ と安定した。表1は個々のイヌの放電間隔を示

図5. 近側胃切除術後空腹時の筋電図と歪曲線。

E₁ から E₄ に伝播していた電気活動が E₂ E₃ 間、E₃ E₄ 間、または E₄ より下部に発生した phase lead により dysrhythmia が発生しているのがわかる。また dysrhythmia 発生時には歪曲線上運動は極く微弱であった。

○印は想定される phase lead の位置を示す。

↑印は電気活動の伝播方向を示す。

図6. 近側胃切除術後空腹時の筋電図と歪曲線。

Dysrhythmia の頻発とその時は歪曲線上運動が認められない。

表 1. 空腹時の放電間隔

	prox (sec)	prox+TV (sec)	prox+TV+PP (sec)
Dog 1	20.8±4.4	20.6±4.8	21.7±4.1
Dog 2	17.6±2.9	17.6±3.3	19.5±2.4
Dog 3	17.0±1.2	16.5±0.7	17.4±1.8
平均	18.5±3.6	18.2±4.1	19.5±3.26

prox, 近側胃切除 (迷走神経幽門洞枝温存)

prox+TV, 近側胃切除兼幹迷切

prox+TV+PP, 近側胃切除兼幹迷切兼幽門部漿膜筋層切離.

す. これらのイヌに幹迷切を行うと放電間隔は 18.2 ± 4.1 sec となり, さらに幽門部漿膜筋層切離術を加えると 19.5 ± 3.26 sec となったが有意な差はみられなかった. 一方 dysrhythmia については phase lead が E_1 以下に求められる場合の全てを含め, 60 分間の観察期間中における全放電数に対する割合で dysrhythmia の頻度を検討すると, 近側胃切除術直後での dysrhythmia はほとんど認められないが日時の経過と共に増加し, 10 日目より 14 日目までに最も多く発生した. しかしその後 dysrhythmia は減少する傾向を示した.

図 5, 図 6 は dysrhythmia の筋電図である. E_1 より E_4 に伝播していた電気活動は新しく E_3 E_4 間に, 或いは E_4 より下部に発生した phase lead により電気的興奮が惹起せられる現象がみられた. 近側胃切除術後残胃の dysrhythmia の発生頻度は $16.8 \pm 13.1\%$ であった (表 2). このイ

ヌに幹迷切を加えると $40.4 \pm 28.9\%$ となり, これらの二者の平均値を比較すると有意の差が認められた. 次にこれらのイヌに幽門部漿膜筋層切離術を付加すると $33.2 \pm 20.0\%$ となり, 近側胃切除兼幹迷切イヌとの間には有意の差を認めなかった. ($t_{25} = 2.43$, $P < 0.025$), ($t = 0.64$, $p > 1$). 表 3 には空腹時伝播速度を示した. 近側胃切除後残胃での正放電時の電極 E_1 から E_4 までの伝播速度の平均は 0.70 ± 0.04 cm/sec であった. これらのイヌに幹迷切を加えると 0.67 ± 0.04 cm/sec となり, 二者間には有意の差を認めなかった. さらに幽門部漿膜筋層切離術を付加すると 0.64 ± 0.04 cm/sec となり近側胃切除イヌと, また近側

表 2. Dysrhythmia の出現頻度

	proximal %	prox+TV %	prox+TV+PP %
Dog 1	12.2± 4.3	34.5±25.3	39.3±23.5
Dog 2	13.0± 8.9	22.7±20.9	26.4±17.4
Dog 3	26.5±18.0	71.5±14.8	30.3±15.5
平均	16.8±13.1	40.4±28.9	32.2±20.0

表 3. 空腹時の伝播速度

	prox cm/sec	prox+TV cm/sec	prox+TV+PP cm/sec
Dog 1	0.70±0.05	0.70±0.04	0.65±0.03
Dog 2	0.79±0.04	0.74±0.05	0.69±0.05
Dog 3	0.62±0.03	0.59±0.02	0.60±0.03
平均	0.70±0.04	0.67±0.04	0.64±0.04

図 7. 近側胃切除, 幹迷切, 幽門部漿膜筋層切離術イヌの摂食直後の筋電図. 摂食前の放電間隔 20 秒前後であるが摂食後は極端な短縮と乱れが出現し, E_3 E_4 間への移動をみる.

胃切除兼幹迷切イヌとの間にはいずれも有意の差を認めなかった。($t_4=0.4$, $p<1$), ($t_4=0.33$, $p<1$), ($t_4=0.60$, $p<1$)。

II. 摂食後の筋電図と歪曲線

近側胃切除イヌ胃の摂食直後の筋電図は放電間隔の短縮とその不整化, 及び *dysrhythmia* の頻発を示した(図7)が, この状態は数分後に消失した。しかし15分後にはほぼ一定の放電間隔を保ち, E_1 より E_4 に整然と伝播する基本的電気律動と, 強い活動電位を伴っているのが認められた(図8)。摂食後の放電間隔の変動は空腹状態での 18.5 ± 3.6 sec から摂食後15分で 13.3 ± 1.3 sec, 30分で 12.7 ± 0.3 sec, 45分で 13.1 ± 1.4 sec, 60分で 12.6 ± 0.4 sec となり空腹時と比較すると著

明に減少するのが認められた。($t_{21}=6.9$, $p<0.005$), ($t_{21}=3.82$, $p<0.005$ 以下), ($t_{20}=4.33$, $p<0.005$) (図9)。またこれらのイヌに幹迷切を付加すると空腹時の 18.2 ± 4.1 sec から摂食後15分で 12.7 ± 1.2 sec, 30分で 12.5 ± 0.9 sec, 45分では 12.0 ± 0.6 sec, 60分で 12.9 ± 1.2 sec と同様の減少がみとめられた ($t_{14}=6.28$, $p<0.005$), ($t_{14}=5.7$, $p<0.005$), ($t_{14}=6.65$, $p<0.005$), ($t_{14}=5.17$, $p<0.005$)。

幽門部漿膜筋層切除術付加後にも同様な傾向がみられた。即ち空腹時 19.5 ± 3.3 sec, 摂食後15分で 12.7 ± 0.7 sec, 30分で 13.2 ± 0.8 sec, 45分で 13.7 ± 0.9 sec, 60分で 13.5 ± 0.6 sec であった。($t_{10}=9.11$, $p<0.005$), ($t_{11}=7.64$, $p<$

図8. 近側胃切除, 幹迷切, 幽門部漿膜筋層切除後, 摂食後15分の筋電図。放電間隔13秒前後のほぼ規則正しい電気活動となる。また *dysrhythmia* も消失する。

図9. 摂食後の放電間隔。摂食前21秒前後であった放電間隔が摂食後には極端に短縮した。この現象は幹迷切付加後にも, さらに幽門部漿膜筋層切除付加後にも認められた。

0.005), ($t_{11}=6.5$, $p<0.005$), ($t_{11}=6.75$, $p<0.005$). しかし近側胃切除群と幹迷切群, 幹迷切群と幽門部漿膜筋層切離群, 近側胃切除群と幽門部漿膜筋層切離群との間には有意の差を認めなかった.

一方 dysrhythmia は術後数日から2週間以内では摂食によっても消失せず, 頻発することが多い. しかし3週間以後では摂食によって空腹時に頻発していた dysrhythmia は消失した. この所見は幹迷切後も, また幽門部漿膜筋層切離術後にも同様にみられた. 次に個々のイヌの摂食後電気活動の伝播速度を示す. この平均値は摂食前 0.70 ± 0.04 cm/sec で摂食30分では 0.63 ± 0.06 cm/sec,

45分では 0.64 ± 0.05 cm/sec, 60分では 0.62 ± 0.05 cm/sec となった. これらのイヌに幹迷切を加えると摂食後30分で 0.57 ± 0.03 cm/sec, 45分では 0.57 ± 0.02 cm/sec, 60分で 0.59 ± 0.03 cm/sec であった. また幽門部漿膜筋層切離術を付加すると30分では 0.60 ± 0.05 cm/sec, 45分では 0.61 ± 0.02 cm/sec, 60分では 0.60 ± 0.05 cm/sec であった (表4). すなわち伝播速度は摂食により遅くなる傾向を示したが, 術式による変化はみられなかった.

III. インスリン投与時の筋電図と歪曲線

レギュラーインスリン 0.4 U/kg を静脈内投与後には迷走神経幽門洞枝温存例では投与直後より

表4. 食後の伝播速度

		30 分後 cm/sec	45 分後 cm/sec	60 分後 cm/sec
Dog 1	proximal	0.66 ± 0.04	0.66 ± 0.08	0.61 ± 0.01
	prox+TV	0.55 ± 0.02	0.53 ± 0.01	0.57 ± 0.03
	prox+TV+PP	0.63 ± 0.05	0.64 ± 0.02	0.61 ± 0.05
Dog 2	proximal	0.71 ± 0.04	0.71 ± 0.01	0.71 ± 0.01
	prox+TV	0.66 ± 0.02	0.66 ± 0.01	0.64 ± 0.01
	prox+TV+PP	0.66 ± 0.02	0.67 ± 0.01	0.63 ± 0.03
Dog 3	proximal	0.52 ± 0.08	0.54 ± 0.04	0.54 ± 0.12
	prox+TV	0.52 ± 0.03	0.51 ± 0.02	0.57 ± 0.03
	prox+TV+PP	0.53 ± 0.05	0.53 ± 0.02	0.55 ± 0.05

図10. インスリン投与後の基本的電気律動と歪曲線.

選迷切時の電気活動ではインスリン投与後20分前から著明な活動電位が出現し, 歪曲線上, 著明な収縮運動をみとめる. このイヌに選迷切を付加し, 同様な刺激を加えると上記の変化は出現しなかった.

図 11. 近側胃切除術後嘔吐時における筋電図。
幽門洞部に phase lead があり，口側への伝播がみとめられる。

20 分前後まで反応はないが，これ以後血糖値の低下にしたがって歪曲線上収縮運動が増強ははじめ 30 分前後で最強となった。インスリン静脈内注射後 20 分後の筋電図と歪曲線を図 10 に示す。

伝播速度をみると運動と一致して速くなる傾向にあった。この変化は選迷切後には全く消失していた（図 12 下段）。

IV. 嘔吐時の筋電図

近側胃切除後にはしばしば嘔吐がみられる。嘔吐時には筋電図上幽門洞部に dysrhythmia がみられた（図 11）。すなわち E₁ より E₄ に整然と伝播していた電気活動が幽門洞部に発生した異所性の電気活動によってさえぎられ，その電気活動が

摘出標本筋層図

図 13. 図 12 の筋構築像の模式図

1. 食道輪状筋. 2. 幽門洞部輪状筋. 3. 境界輪状筋束. 4. 斜走筋束. 5. 十二指腸輪状筋

図 12. 近側胃切除術後残胃筋層構築像。
残胃に少量の斜走筋束部が残っている にすぎないことを示す。

E₁に、すなわち口側に向かって伝播している。このような電気活動は無処置胃の空腹時にも認められるが、近側胃切除後では頻発した。

V. 近側胃切除後のイヌの食事摂取量

手術直後は手術の影響のため少量のミルクをも摂取しない。しかし以後回復と共にミルク摂取量は嘔吐を反復しながらではあるが増加した。5日目頃からほぼ180 mlの牛乳を摂取し、多くの場合嘔吐をしない。さらに数日後からドッグフード、ラーメン混合物200 gまでは嘔吐せずに摂取するようになる。この状態は8日目前後から変わらず観察された。またこのイヌに幹迷切を付加しても同様であった。しかしこのイヌに幽門部漿膜筋層切離術を付加するとドッグフード、ラーメン混合物摂取量は約50%増加したが、これ以上摂取すると嘔吐した。幽門部漿膜筋層切離術は食事摂取量を増加することができたが嘔吐を防止することは出来なかった。

VI. 摘出標本の解剖学的並びに病理組織学的所見

摘出標本(図12)、およびその模式図(図13)

図14. 摘出標本食道末端部の病理組織学的所見。(H. E. ×50)

角化扁平に皮の一部が薄くなり、又部位によっては遊離がみられる。粘膜下組織には細胞浸潤をみとめ、食道炎をみとめる。

から残胃はほとんど幽門部輪状筋からなり、一部に斜走筋束を残すのみである。又全例において食道末端部組織は上皮の角化扁平上皮が一部薄くなり、また部位によっては遊離がみられる。粘膜下組織には細胞浸潤をみとめ、食道炎が存在している(図14)。

考

友田ら(1950)は積極的に胃全剝術を行った後に消化吸収不全や悪性貧血などの術後障害がおこることを認め、できるだけ胃を残す術式の重要性をみとめている。久留(1952)および水上(1952)、砂田(1952)らは噴門側切除によって胃の幽門側を残す術式を報告したが、それ以来胃良性疾患にも積極的にこの術式が応用されるようになった。しかしこの術式を行った後に起こる逆流性食道炎、嚥下障害、残胃内容の排出障害等の問題がTanner(1951)、Franke(1959)、槇(1959)に指摘され、この術式に伴う術後愁訴が新しい問題として注目された。

これらの問題を残胃運動機能からとらえる試みから、この障害が近側胃切除に際して迷走神経が切離されることによって胃アトニー Tanner(1951)、あるいは幽門痙攣 Franke(1959)に起因するとの考え方が報告された。渡辺(1959)は近側胃切除兼迷切で幽門部機能が完全な失調にいたることをみとめ、筋電図学的には胃は主として弛緩的であるが時に痙攣状態を示すものがあり迷走神経を温存すると正常の胃運動に回復するのが

察

早く、食道炎も認めないと報告している。また鳴海(1964)、小野(1964)、木村(1972)は残胃においてはおそらく迷切により胃内容排出の主役をなす幽門前庭部、括約筋部における協同運動の失調が招来され、そのため胃内容の停滞が生じるものと述べている。いずれにしても術後の胃運動障害の原因を迷切に求めている。

しかし槇、白鳥ら(1965)、(1966)は迷走神経が残胃運動を規制しているとすれば近側胃切除、すなわち迷切後の胃運動は切除範囲に関係なくほぼ同様の運動を示すべきであるとした。

しかし噴門側胃の切除範囲が広い程残胃の運動が亢進することを認めて、迷切による影響というよりは胃壁の切離ということに残胃運動規制因子を求めている。西島ら(1968)は食道胃吻合口をバルーンで閉塞することによって幽門前庭部の蠕動性収縮状態がほぼ正常例と同様になり幽門の流通障害がなく、前庭部収縮相に伴って胃内容の十二指腸への排出を認めるとのことから、噴門切除後にみられる障害は噴門括約機能の脱落による胃内圧形成維持能力の障害にもとづくものとしてい

る。著者の行なった空腹時の筋電図学的観察では、幽門洞枝を温存した場合、近側胃切除直後から数日間は放電間隔の延長を認めないが、以後回復するに従って徐々に延長し約2~3週間後に安定した。この慢性期の放電間隔は20sec前後で桑島ら(1976)の発表した無処置胃の10.8~13.7secに比較して著明に延長しており放電間隔の変動も著明であった。

一方胃壁の歪曲線から検討すると *dysrhythmia* の見られない時はほぼ2~15分ごとに、1ないし5コの強い収縮運動が反復して認められたが、乱れの発生頻度が高くこのような収縮が見られることは少なかった。これらのことから空腹時の胃運動は無処置胃のそれに比較して乱れが多く、減弱していると考えられる。Kelly & Code (1974)が行った胃底部切除では放電間隔は無処置のそれとの間に差が認められなかったことを報告しているが、これは噴門側胃の切除量が少ないこと、食道胃噴門部の切除を行っていないためと考えられる。次に近側胃切除を施行したイヌに食物を与えると、無処置胃における桑島ら(1976)の云う放電間隔の延長はなく、むしろ30%前後の短縮と強い活動電位を伴った基本的電気律動がみとめられた。又歪曲線上では筋電図上整然とした活動電位に一致して収縮運動が見られた。以上のことから、摂食後の残胃のTanner (1951)の云う胃アトニーは考えられない。また榎(1965)、榎ら(1966)の云う逆蠕動発生に伴う幽門部の異常興奮も認められなかった。

この相違は胃の切除範囲の広さに関連しているのかも知れないが、榎の急性実験とは明らかに条件を異にしている。次に幽門痙攣の有無についてみると著者の実験から前庭部に摂食直後にごく一過性の *dysrhythmia* をみとめたが、この現象は急激な胃壁伸展によって惹起せられた幽門洞部の一時的異常興奮と考えられる。しかし筋電図上継続して発生することはなく徐々に整然としたリズムに回復した。このことから幽門痙攣が *dysrhythmia* を意味するとすれば、いわゆる幽門痙攣は空腹時、摂食直後の数分を除いてはみられなかったことになる。

次に平島ら(1966)は近側胃切除後残胃運動機能と胃の蠕動発生の機序の解明の目的でバルーン法による内圧測定を行ない、近側胃切除後残胃運

動は休止期のない運動期のみで、蠕動波は等高、等間隔性の調律波であり、残胃の大きさに逆比例して波高が高くなる傾向を示すとし、このことを迷走神経支配の脱落による残胃壁在神経節の自動能の支配のための自動運動と考えている。平島ら(1966)の実験は胃壁をバルーンによって持続的に刺激を加えていることになり、著者の摂食実験と考えあわせればその機序が同様であることから理解できる。

著者の行なった近側胃切除後の歪曲線上の観察では幽門洞枝の温存例と幹迷切例の両者間には収縮運動に差を認めなかったが、選近迷切では幽門洞枝温存によって幽門洞部の胃壁の収縮運動は無処置胃におけると同様の *waxing and waning* のパターンを維持するという桑島(1977)の実験報告がある。しかし近側胃切除残胃での空腹時の *dysrhythmia* 発生頻度は幽門洞枝を温存することで減少するが、摂食後は迷切に関係せず消失することから、残胃運動は迷走神経よりはむしろ壁在神経節に影響をうけているものと考えられる。横山(1968)は、胃は拡張刺激部位により反応が異なり幽門洞部刺激時に一番強い蠕動運動と逆蠕動をみとめ、又電気活動では放電間隔の延長、伝播速度の増加、逆蠕動放電の頻発等を観察し、野崎(1969)も同様の所見を述べている。しかし著者の行った近側胃切除イヌの摂食後では幽門洞部拡張刺激と同様な刺激と考えられるにもかかわらず横山(1968)、野崎(1969)らの実験結果とは逆に放電間隔の短縮、乱れの減少ないし消失がみられた。同様な現象が胃横切再吻合の際にもみられ横切下部胃において延長した放電間隔が摂食刺激により短縮することが森下ら(1976)により認められている。

一方この現象は蔵本ら(1975)の胃ペーシング実験によって明らかにされたように幽門洞部のペースレートは体部のそれに比較して高くなることから証明出来るかも知れない。一方噴門側切除は食道胃接合部に存在する逆流防止機構、(蔵本, 1961)を切除することにある。この切除によって起こる逆流性食道炎や胃内容の排出障害の原因はTanner (1951), Franke (1959)等の報告もみられるが、まだ結論をみていない。榎ら(1965, 1966)は胃横切離端々吻合術後に高頻度に逆蠕動を認め、これに幽門形成術を施行すると逆蠕動放

電が減少し正蠕動放電の出現が増加したことから幽門形成術は肉眼的にみて胃動運を弱勢化させ、逆蠕動の発生に対してこれを抑制するように作用すると述べているが、森下ら (1976) の胃横切慢性実験では術後逆放電は数日間続くが次第に減少し、その後全例に上部胃の放電に追従した正放電を認めている。

また著者が施行した幽門部漿膜筋層切離術後の逆放電発生頻度は術前と比較して有意の差を認めなかった。すなわち幽門形成術そのものは胃の活動電位には大きな影響を与えないものといえる。

これらの実験結果の相違は実験方法の相違、すなわち急性実験と慢性実験の相違によるものかも知れない。鳴海 (1964) は胃底部切除後における幽門括約筋の切離はX線透視下において低運動状態にある幽門部の内腔を機械的に拡張することによって内容排出の遅延が改善され、その結果食道への逆流を防止できると述べている。大井ら (1966) は幽門形成術、又は幽門漿膜筋層切離術は幽門内腔の拡大ということであり蠕動による排出力はむしろ減弱していることを認めている。著者の実験では、近側胃切除イヌは 200 g まで嘔吐せずに摂取したが、これ以上摂取すると嘔吐した。筋電図学的には幽門痙攣と考えられる現象とは判定し難いが、幽門洞部には明らかに嘔吐時に *dysrhythmia* が認められた。ここで幽門筋切離を行うと食物摂取量は形成前と比較して 50% 前後まで増量した。それ以上食物を摂取すると幽門部漿膜筋層切離以前と同様の嘔吐時の電気活動を示

し、嘔吐した。これらのことから筋電図上放電間隔、伝播速度、胃壁収縮形式等は空腹時と摂食後のいずれの場合にも幽門部漿膜筋層切離前後で著変を認めないことから幽門部漿膜筋層切離（形成術）はある程度の食物摂取量を増加せしめることが出来るが、胃の電気活動そのものには影響を与えないものと考えられる。すなわち逆流現象は胃蠕動によりもたらされる胃内圧の上昇に対し逆流を防止する噴門括約作用の脱落により起ってくるものと考えられ、残胃に相応の適量摂取では摂食直後に一過性の *dysrhythmia* がみられるが胃内圧の上昇が弱いため嘔吐をみないと考えられる。この点から近側胃切除は胃内腔の減少と共に胃内圧の維持力の低下から摂取量を異常に減少させるといえる。

一方このことは西島ら (1968) が述べるごとく胃内圧形成維持能力の障害が逆流の原因となっていることを示唆しているが、近側胃切除術後の愁訴は噴門括約作用と胃貯留能の喪失によるものであり、幽門括約筋の切開もしくは幽門形成術のみでは解決されるものではない。

一方これらの対策として逆流防止弁機能の作成方法として Fundic patch 法 (Thal-Hatafuku, 1975), 落下傘吻合 (西ら, 1955), 空腸の食道胃間への移植 (Melendino, 1955), (Skinner, 1955), (Sirak, 1954), 分節運動による逆流防止 (井口, 1964), 回盲部移植 (円山, 1971) 等種々の術式が考案されているが一長一短があり、今後この逆流防止機構の完全な術式の開発が望まれる。

ま と め

1. 近側胃切除術後の残胃の放電間隔は正常胃の放電間隔に比較して延長した。またこの延長は幹迷切付加、幽門部漿膜筋層切離付加後にも変化を受けなかった。

2. 近側胃切除術後の空腹時には *dysrhythmia* が頻発し、正常胃の発生率 1.7% 以内に比較して $16.8 \pm 13.1\%$ 、幹迷切付加後 $40.4 \pm 28.9\%$ 、幽門部漿膜筋層切離術後 $32.2 \pm 20.0\%$ と多発し、近側胃切除等と幹迷切群との間には有意の差を認めた。すなわち迷走神経は空腹時胃の *dysrhythmia* の発生を抑制すると云える。しかし幹迷切群と幽門部漿膜筋層切離群との間には有意の差を認めなかった。

3. 基本的電気律動の伝播速度は、近側胃切除術群と幹迷切付加群、幽門部漿膜筋層切離付加群との間に有意の差はなかった。

4. 摂食により、近側胃切除術群、幹迷切付加群、幽門部漿膜筋層切離付加群共に著明な伝播速度の減少をみるが、それぞれの間に有意の差は認めなかった。

5. *Dysrhythmia* の頻度は摂食により、近側胃切除術群、幹迷切付加群、幽門部漿膜筋層切離付加群のいずれの場合にも消失し、それぞれの間に差は認めなかった。

6. 近側胃切除術後幽門部漿膜筋層切離を付加することにより 1 回の摂食量を増加させることが

出来た。しかし筋電図上には変化はみられなかった。

本論文の要旨を日本消化器病学会中国四国第25回地方

会、第16回、第17回日本平滑筋学会総会で報告した。

稿を終るにあたりご校閲とご指導を賜りました恩師古味信彦教授、桑島輝夫助教授、蔵本守雄講師に心から謝意を表します。

文 献

- Franke, H.U. and Ney, H.R. (1959). Die Chirurgie des Kardiocarcinomas, ein Problem der Frühdiagnose und der Refluxoesophagitis. *Chirurg.* **30**: 152-157.
- 平島 毅 (1966). 噴門側切除後残胃運動機能の検討. 臨床外科, **21** (9): 49-58.
- Holle, F. and Heinrich, G. (1955). Subdiaphragmatic fundusersection in gastric surgery. *Surgery* **101**: 385-394.
- 井口 潔 (1964). 胃手術後の逆流性食道炎. 外科治療 **10**: 381-391.
- Kelly, K.A. and La Force R.C. (1972). Pacing the canine stomach with electric stimulation. *Am. J. Physiol.* **222**: 588-594.
- Kelly, K.A. and Code, C.F. (1974). Effect of gastric fundectomy on canine gastric electrical and motor activity. *Amer. J. Physiol.* **226**: 1445-1449.
- 木村克明 (1972). 近側胃切除後における残胃運動の映像工学的観察. 日平滑筋誌 **8**: 112-125.
- 古根川龍司 (1975). 胃平滑筋々電図の dysrhythmia について. 日平滑筋誌 **11**: 255-256.
- 古根川龍司ら (1974). 胃運動における迷走神経幽門洞枝の役割. 日平滑筋誌 **10**: 230-231.
- 蔵本守雄 (1975). 胃平滑筋電気活動のペースングについて. 日平滑筋誌 **11**: 253-254.
- 蔵本俊吉 (1961). 食道胃移行部及びその付近に於ける胃内容の逆流防止機構に関する研究. 日外会誌 **6**: 615-625.
- 久留 勝, 水上哲次 (1952). 余等の行いつゝある噴門切除術式に就いて. 日外会誌 **57**: 505-506.
- 桑島輝夫 (1977). 各種迷切のイヌ胃運動に及ぼす影響についての研究. 日平滑筋誌 **13**: 55-67.
- 桑島輝夫ら (1976). イヌの正常胃筋電図と収縮運動. 日平滑筋誌 **12**: 1-8.
- Leger, L. & Kanocci, F. (1953). La gastrectomie fundique. *Press Med.* **61**: 962-964.
- 榎 哲夫 (1965). 近側胃切除をめぐる 2, 3 の問題. 治療 **47**: 789-793.
- 榎 哲夫, 伊藤良己 (1959). 横隔膜下胃底部切除術について. 手術 **13**: 915-923.
- 榎 哲夫, 白鳥常男, 山口 巖ら (1966). 近側胃切除術式の検討—特に幽門成形術の必要性について—. 手術 **20**: 45-51.
- 榎 哲夫, 白鳥常男, 金子靖征 (1968). 噴門の機能, 特に逆流防止機能について. 治療 **50**: 2793-2746.
- 榎 哲夫, 鈴木泰三 (1966). 平滑筋々電図の基礎と臨床. 金原出版
- 円山八郎 (1971). 代用胃形成術. 外科治療 **24**: 186-195.
- Melendino, K.A. and Dillord, D.H. (1955). The concept of sphincter substitution by an interposed jejunal segment for anatomic and physiologic abnormalities at the esophagogastric junction. *Ann. Surg.* **192**: 486-569.
- 森下和哉 (1976). 横切後再吻合胃のペースングについて. 日平滑筋誌 **12**: 298-300.
- 村上忠重 (1976). 胃の外科の盲点. 外科 **18**: 706-709.
- 中村紀夫 (1970). 胃筋層の構成並びに胃瘍瘍の発生部位と筋層特に縦走筋との関係について. 日平滑筋誌 **6**: 245-262.
- 鳴海裕行 (1964 a). 胃括約筋機能と胃内容排出機転についての電気生理学的研究. 最新医学 **19**: 2539-2547.
- 鳴海裕行 (1964 b). 胃括約筋機能と胃内容排出機転についての電気生理的研究. 最新医学 **19**: 3302-3308.
- 西 満正 (1970). 近側胃切除術における術式の検討. 外科治療 **23**: 290-305.
- 西島早見 (1968). 噴門切除術に関する研究, とくに残胃の機能よりの検討. 外科 **30**: 1549-1559.
- 野崎 修 (1969). 各種胃切除術後における胃内容排出機転について I 報, II 報. 日平滑筋誌 **5**: 9-18. 日平滑筋誌 **5**: 19-26.
- 小野慶一 (1964). 横隔膜下胃底部切除術と幽門部括約機能. 外科治療 **11**: 127-144.
- 大井 実 (1966). 幽門機能について. 外科 **28**: 1326-1332.
- Sarna, S.K., Daniel, E.E. and Kingman, Y.J. (1972). Premature control potentials in the dog

- stomach and in the gastric computer model. *Am. J. Physiol.* **222**: 1518-1523.
- Sirak, *et al.* (1954). An evaluation of jejunal and colic transplants in experimental esophagitis. *Surgery* **36**: 399-411.
- Skinner, H.H., and Merendino, K.A. (1955). An experimental evaluation of an interposed jejunal segment between the esophagus and the stomach combined with upper gastrectomy in the prevention of esophagitis and jejunitis. *Ann. Surg.* **141**: 201-207.
- 砂田輝武 (1952). 余等の行いつゝある噴門切除術式について. 追加. 日外会誌 **7**: 506.
- Tanner, N.C. (1951). Neue Probleme der Magen-chirurgie. *Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir.*, **267**: 369-373.
- Thal, A.P., Hatafuku, T., and Kurtzman, R. (1965). A new method for reconstruction of the esophagogastric junction. *Surg. Gynecol. & Obstet.* **120**: 1225-1231.
- 友田正信 (1950). 胃癌に対する胃全摘手術適応の拡大に就て. 臨外 **5**: 189-195.
- 渡辺裕一 (1959). 迷走神経切断後の胃, 特に幽門括約部機能主として活動部位による研究. 東北医誌 **60**: 576-593.
- 横山成樹 (1968). 胃の各部の拡張刺激と幽門機能に関する研究. 日平滑筋誌 **2**: 183-190.

(受付 1978 年 4 月 11 日)