

胃の電氣的活動に対する幹迷切の影響

東邦大学医学部第2外科教室（指導：栗津三郎教授）

曾 布 川 憲 充

〔原稿受付：昭和54年11月10日〕

Effect of Truncal Vagotomy on Canine Gastric Electrical Activity

NORIMITSU SOBUKAWA

Second Department of Surgery, School of Medicine, Toho University

(Director : Prof. Dr. SABURO AWATSU)

Abstract : Truncal vagotomy (TV), one of the surgical treatment for gastric peptic ulcer was performed in dogs at the subphrenic or cervical region and the electric activity on the gastric body and gastric antrum was recorded with implanted electrodes. Further gastric motility had been observed by method of strain gage. TV group was compared with the control group. After TV, observations over many weeks showed decreasing tendency of the spike discharge activity, changes in its regularity or a decrease of the propagation velocity.

The amplitude became low and showed reduction for 33 to 50 % compared with the control group particularly at the gastric antrum.

The frequency of spike discharge remained unchanged or showed a slight increase at the gastric antrum. The propagation velocity decreased for 18 to 32% at the gastric antrum. The spike discharge pattern tends to resemble those of normal peristalsis in 2 to 3 weeks after TV, but there was no complete recovery with the motor function fallen or abnormality in rhythm left behind.

Dog food, decrease in the spike discharge frequency was the finding common to the both groups. The rates of variation in the spike discharge frequency at the gastric antrum 2 hours after feeding were compared.

Cold milk, changes in basic electrical rhythm were studied when the cold milk was given as liquid meal, the both groups showed a decrease in the spike discharge frequency.

Insulin, the rate of increase in the spike discharge frequency averaged 8.4% in the control group and 1.4% in the TV group.

Key words : Gastric motility, Basic electrical rhythm (BER), Discharge frequency, Truncal vagotomy, Propagation velocity, Electromyography, Insulin, Tetragastrin.

索引語：胃運動，基本的電氣律動，放電頻度，幹迷切，伝播速度，インスリン，テトラガストリン。

Present Address : Second Department of Surgery, School of Medicine, Toho University 6-11-1 Ohmorinishi, Ohta-ku, Tokyo, 143, Japan.

Tetragastrin, the rate of increase in the spike discharge frequency averaged 20% in the control group and 16% in the TV group.

The above data may be responsible for the disturbance of elimination of stomach contents.

はじめに

胃, 十二指腸潰瘍の治療のひとつとして, 保存的外科治療法となる迷走神経切断術が再認識され, 近年積極的に行なわれるようになって来た。しかし, 迷走神経切断に付随する問題も残されており, とくに迷走神経切断後の胃運動機能に関しては, 不明な点が少ない。Truncal vagotomy (以下 TV とする) の歴史は, Brodie²⁾ らの実験にはじまるが, 胃の電気的活動としての興奮が胃体部から胃前庭部に向って伝播することは多くの研究で認められている。Dragstedt⁵⁾ は, 十二指腸潰瘍患者に対して, 幹迷走神経切断術を施行したが, 胃内容の停滞が著しく, 必ずしも好結果は得られなかった。迷走神経切断による治療効果は, 主として, 胃分泌, すなわち減酸の面より論じられているが, 迷走神経切断に伴う胃運動機能の変化については, 充分解明されないまま今日に至っている。そこで著者は, イヌを用いて TV の場合における胃運動の変化について筋電図を指標として観察した。

実験方法

1. 実験には, 体重8~15kg の雑種成犬を使用した。50頭中, 20頭は対照群とし, 15頭は両側迷走神経を腹部横隔膜直下にて切断した。そして, 5頭は頸部迷走神経を切断し, 10頭は急性実験としてストレインゲージ用とした。

2. 胃の外科的操作

約12時間絶食後, チオペンタールナトリウム20~30 mg/kg の静脈麻酔とし, 正中切開にて開腹し, 活動電位導出部として, 対照群, 幹迷走切群, とともに4点 (A, B, C, D) を選び, 胃角部を中心として, AB が胃体部, CD が胃前庭部となるようにした。なお, その間隔は, $AB=BC=CD=2.0\text{cm}$, となるように胃前壁に銀針双極電極を装着した。幹迷走切は, 横隔膜直下で, 前幹, 後幹を約 1cm 切除した。ストレインゲージ曲線は, 1週間後, 塩酸ケタミン 20mg/kg を筋注し, 腹部正中切開にて, C の電極と同一横軸上に金属ストリップにフォイルゲージが接続してあるフォー

ストランデューサをCの電極操着部位に固定し, そのまま活動電位とストレインゲージ曲線を同時記録した (Fig. 1.)。

3. 活動電位の導出, および観察

a) 電極

市販されているイヤホンコードに銀針をハンダ固定し, マニキュアにてコーティングした銀針双極電極を作成した。極間距離 1.0mm, 極間抵抗 50k Ω 以下, リード線の長さ約 40cm のものを使用した。電極装着には, 胃前壁漿膜より胃軸にそって直角となるように筋層に刺入し, 血管縫合糸を用いて, 縫合固定した。リード線は, 腹腔より皮下を通し腰背部に埋没した。この電極より, 約1ヶ月にわたって活動電位を導出した。

b) 増巾器, および記録装置

活動電位導出には, 日本光電社製生体用前置増巾器, APB-20-トランジスター-直結増巾器を用い, 記録には, AD45TR インク書きペンライター-W1-250, を使用した。時定数はすべて0.03秒とした。ストレインゲージ曲線の記録は, 日本光電社製トランジューザー-GT-17, ひずみ圧力用アンプ RP-3-直結増巾器 AD-45TR, 記録器は W1-250 を使用した。

c) 導出方法

術後活動電位の導出に際しては, 約12時間の絶食後, 塩酸ケタミン 10~15mg/kg を筋注し, できるだけ麻酔深度を浅くした。さきに述べたように腰背部皮下に埋没したリード線を皮下切開部より取り出し, 増巾器を接続し, 開腹することなく活動電位を導出した。

以上の操作で得られた活動電位は, 種々の波形があるが, これらの中より基本的律動波 basic electric rhythm (BER), およびこれに続くスパイク成分を採用した。そして, 分時放電頻度, 放電間隔, 放電持続時間, 放電周期, 振幅, 伝播速度について観察した。慢性犬における活動電位の導出には, 対照群, 迷走切群ともに1~3週であるが, 電気活動の比較的安定する3週目を選んで観察した。

4. 実験条件

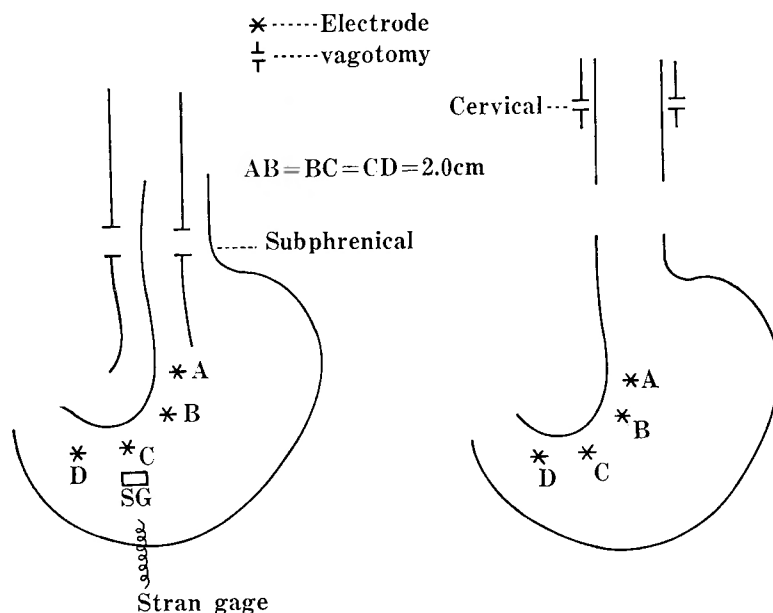


Fig. 1. The points of implanted electrodes and strain gage in canine gastric wall.

無操作対照群, および幹迷切群における実験の内容としては,

- 少なくとも12時間以上絶食した空腹時
- 胃内容投与として, 固形食 dog food 400gr および10°Cにした冷牛乳 300ml を投与した場合
- 薬物刺激として Insulin 2.0 μ /kg および Tetragastrin 4.0 μ g/kg 静注時の変化を検討した。

実験成績

1) 空腹時対照群の活動電位

術後1週目では, BER は不安定で基線の動揺が激しく, 胃体部 A, B より胃前庭部 C, D への放電周期性は不規則であり, スパイク放電が胃前庭部 C の部分でやや散見される。振巾は一定せず A~D まで, 30~150 μ V であり, 分時放電頻度は, 胃体部から胃前庭部 5.15~5.0 cycle であり, A~D への伝播速度は不規則である (Table 1.)。

2週目になるとやや規則的な BER に続くスパイク放電が出現してくるが, 1週目と同様, まだ BER は

不安定である。しかし, 1週目より基線の動揺があまりみられなくなり, 胃体部より胃前庭部にかけて伝播様式がやや正常にもどつつある。胃体部, および胃前庭部 A~D の振巾は 30~120 μ V であり, 分時放電頻度は, 5.0~4.5 cycle で, A~D までの伝播速度も1週目に比較するとやや安定しつつある。放電持続時間は, 1週目, および2週目ではともに変動があり, 厳密に計測は不能であった (Table 1, Fig. 2, Table 2)。

3週目になると放電様式が一定となり, 胃体部から胃前庭部にかけて規則的に伝播するようになる。振巾も増加し, ほぼ一定して, 胃体部 AB で, 40~60 μ V 胃前庭部 CD で120~150 μ V で, 幽門部に近づくほど増大する。放電持続時間は, 胃体部 AB では, 平均2.0秒, 胃前庭部 CD では 2.8~1.2秒, であるが, 胃前庭部で放電持続時間が増加する。分時放電頻度は, 胃体部Aで, 6.1 cycle 胃前庭部 CD では 6.0 cycle であり, 部位的に有意差は認められなかった。スパイク数は胃体部, 胃前庭部ともに増加するが, 胃体部 AB では, 4.0~5.0, 胃前庭部 CD では, 8.0~3.0

Table 1. Alterations in gastric electrical activity of fasting state in control group.
(I week after operation)

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	30 ± 9.8	2 ± 0.2	(-)	5.15 ± 0.75	irregular
	B	40 ± 5.0	3 ± 0.1	(-)	5.0 ± 1.20	irregular
Gastric antrum	C	150 ± 24.4	3 ± 0.1	(-)	5.0 ± 1.25	irregular
	D	150 ± 24.4	2 ± 2.0	1 ± 2	5.0 ± 1.25	irregular

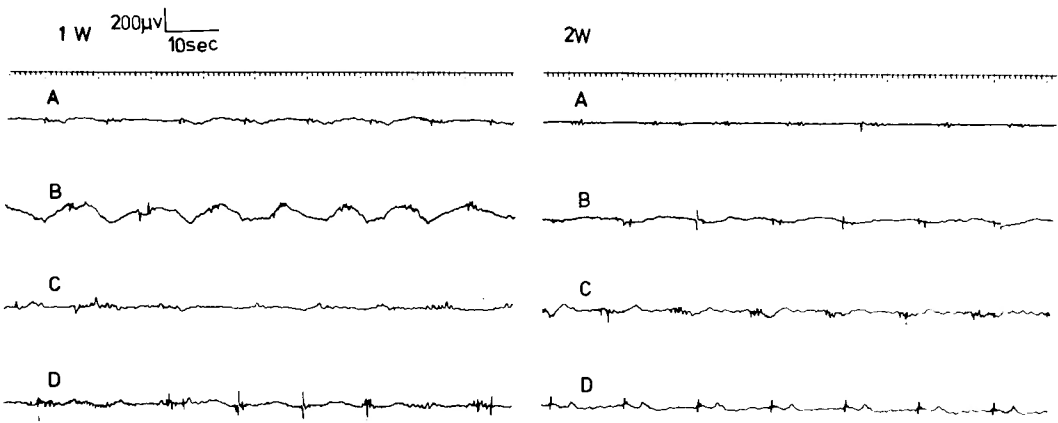


Fig. 2. Electromyograms of control group (1-2 weeks after operation).

Table 2. Alterations in canine gastric electrical activity of fasting state in control group (2 weeks after operation).

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	30 ± 1	2.0 ± 1.0	(-)	5.0 ± 0.9	irregular
	B	40 ± 7	2.0 ± 1.0	2.0 ± 1.0	5.0 ± 1.2	irregular
Gastric antrum	C	110 ± 20	3.0 ± 0.7	3.0 ± 0.1	5.0 ± 1.6	irregular
	D	120 ± 13	1.2 ± 0.1	2.0 ± 0.1	4.5 ± 1.5	irregular

で、胃前庭部においてやや増加する。興奮の伝播速度は、胃体部 AB で、平均 1.0 cm/sec BC で平均 1.0 cm/sec 胃前庭部 CD で平均 2.0 cm/sec であった。すなわち、対照群では、術後 2 週間前後ではじめて正常な放電パターンを示すようになるものと思われる (Fig. 3, Table 3).

2) 急性実験による胃活動電位とメカノグラムによる胃の収縮動態

急性実験において胃活動電位とメカノグラムを同時記録によると、初期の BER のみの場合にはメカノグラムで収縮曲線はみられないが、スパイク放電の発現とともに機械曲線の収縮波が観察されるようになる (Fig. 4, Fig. 5).

3) 空腹時の TV 群における活動電位

術後 1～2 週の放電様式をみると、対照群と同様に不安定であり、長時間の記録では、時々逆蠕動性放電

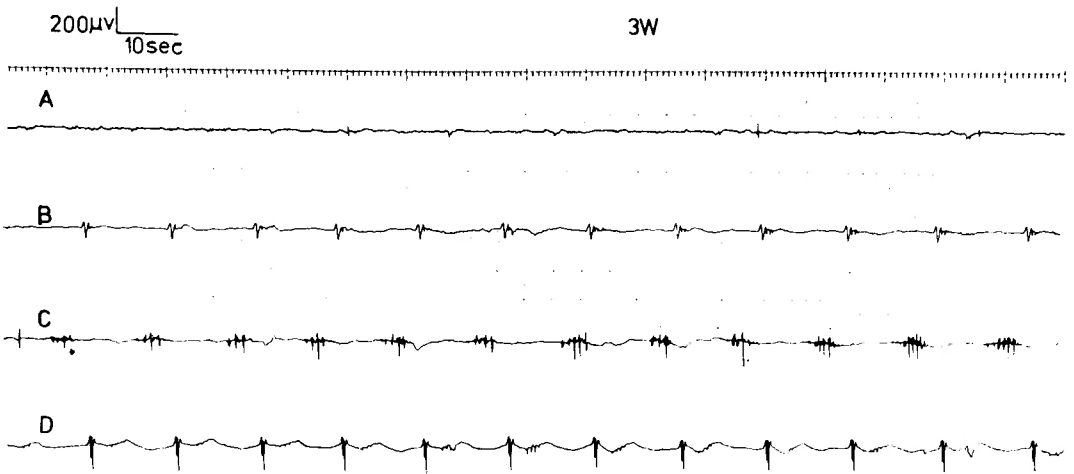


Fig. 3. Electromyograms of fasting canine stomach in control group 3 weeks after operation.

Table 3. Alterations in gastric electrical activity of fasting state in control group.
(3 weeks after operation)

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	40 ± 3.4	2.0 ± 0.17	4.0 ± 0.34	6.1 ± 0.51	regular
	B	60 ± 5.1	2.0 ± 0.19	5.0 ± 0.42	6.0 ± 0.51	regular
Gastric antrum	C	120 ± 10.2	2.8 ± 0.23	8.0 ± 0.75	6.0 ± 0.51	regular
	D	150 ± 13.3	1.2 ± 0.10	3.0 ± 0.15	6.0 ± 0.48	regular

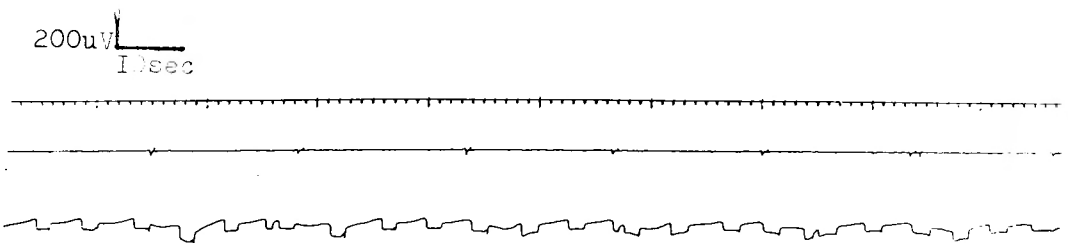


Fig. 4. BER and mechanogram by strain gage were recorded at the same time.

と思われるような所見がある。

1週目においては、胃体部 AB における振巾は $7.5 \sim 10 \mu V$ であり、放電持続時間は胃体部、および胃前庭部において、平均約 1.0 秒前後である。放電頻度は、胃体部、および胃前庭部 AB~CD で、 $4.7 \sim 4.5$ cycle であり、放電パターンは不規則である (Table 4)。

2週目では、振巾は胃体部で $40 \mu V$ と増大するが、胃前庭部では、1週目との有意差はない。放電持続時間は、胃体部、胃前庭部で 1.2 秒前後となり、やや増加する。スパイク数は胃体部においてやや増加する傾向が見られる。分時放電頻度は、胃体部 A で、7.9 cycle, B で 5.8 cycle, 胃前庭部 CD では、 $5.0 \sim 5.5$ cycle と 1週目よりやや増加している。しかし、放電

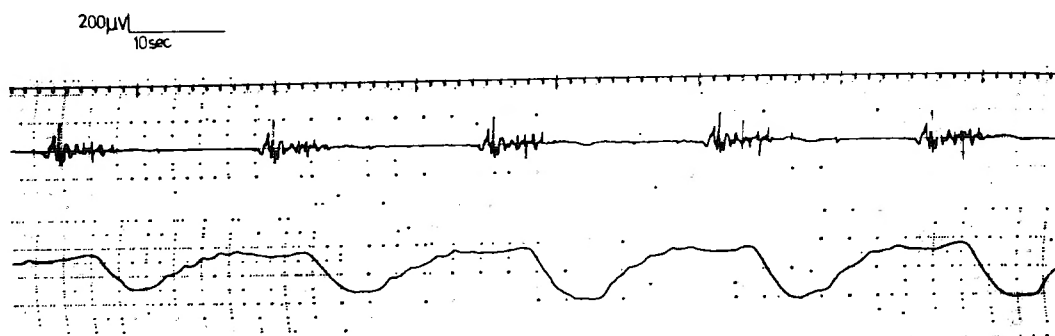


Fig. 5. Spike discharge and mechanogram by strain gage were recorded at the same time.

Table 4. Alterations of gastric electrical activity in TV group in fast.
(1 week after operation)

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	7.5 ± 1.0	1.0 ± 0.1	(-)	4.7 ± 0.5	irregular
	B	10 ± 5	1.0 ± 0.1	3.0 ± 0.7	4.0 ± 0.7	irregular
Gastric antrum	C	60 ± 12	1.2 ± 0.2	3.0 ± 0.1	4.0 ± 0.1	irregular
	D	40 ± 2	1.0 ± 0.1	3.0 ± 0.5	4.5 ± 0.1	irregular

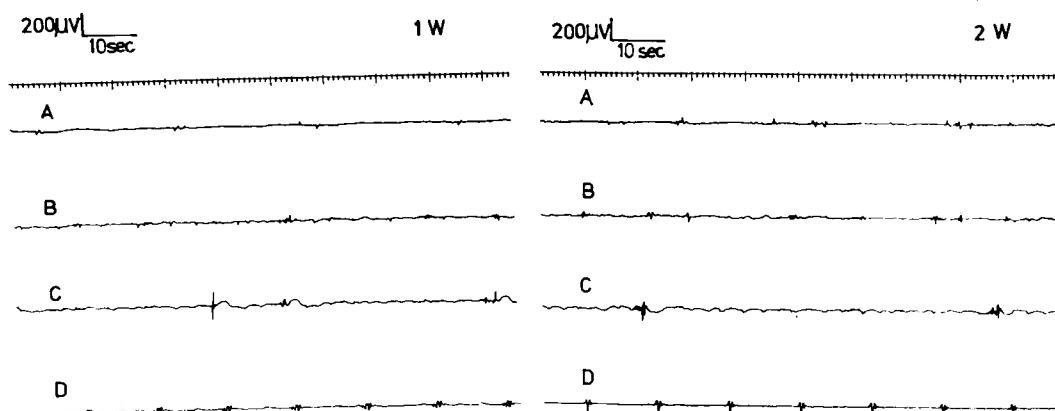


Fig. 6. Electromyograms of canine emptying after truncal vagotomy 1-2 weeks after operation

周期は不整であり、放電様式は不規則であるがやや規則的になりつつある。放電の伝播速度も対照群と比較し、A~D までの伝播はやや抑制される (Fig. 6, Table 5)。

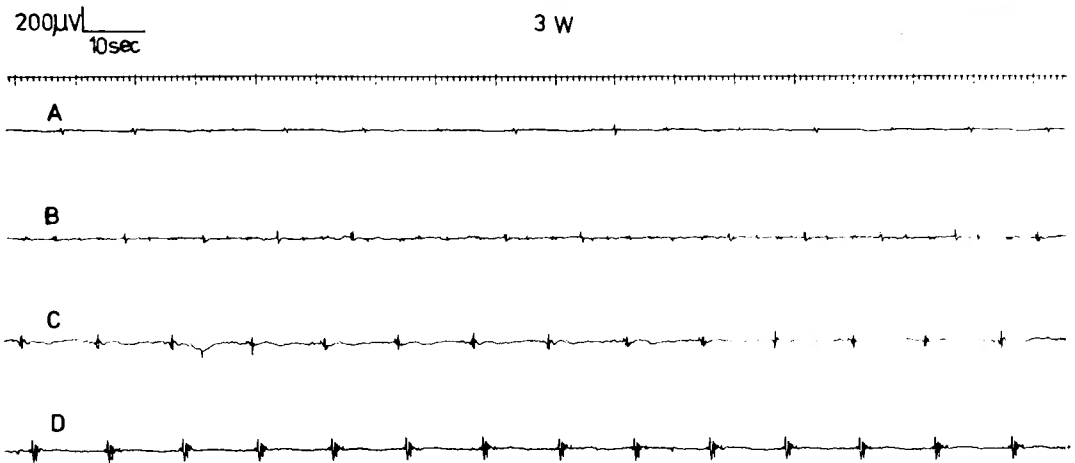
3週目では、A~D までの各部とも対照群の放電様式に近づいてくるが、完全な回復ではない。そして、

長時間の観察では、電気的放電活性の抑制傾向の減少が見られた。

すなわち、対照群に比較すると振巾は減少し、胃体部から胃前庭部 A~D まで、 $40 \sim 100 \mu V$ であり、とくに胃前庭部では、 $33 \sim 50\%$ の減少を示した。放電持続時間は、胃体部において平均 1.2 秒、胃前庭部で

Table 5. Alterations of electrical activity in TV group in fast.
(2 weeks after operation)

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	40 ± 2	1.2 ± 0.10	3.0 ± 1.0	7.9 ± 0.10	irregular
	B	40 ± 2	1.2 ± 0.11	5.8 ± 0.01	5.8 ± 0.01	irregular
Gastric antrum	C	60 ± 2	1.2 ± 0.11	3 ± 1.0	5.0 ± 0.08	irregular
	D	57 ± 3	1.2 ± 0.11	3 ± 1.0	5.5 ± 0.50	irregular

**Fig. 7.** The discharge is getting close to that of control group in 3 weeks after truncal vagotomy.**Table 6.** Alterations of gastric electrical activity in TV group in fast.
(3 weeks after operation)

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	40 ± 3.4	1.2 ± 0.10	3.0 ± 0.3	5.8 ± 0.49	irregular
	B	30 ± 2.6	1.2 ± 0.11	4.0 ± 0.1	5.8 ± 0.49	irregular
Gastric antrum	C	60 ± 5.2	1.6 ± 0.10	4.0 ± 0.1	5.5 ± 0.27	irregular
	D	100 ± 9.5	2.8 ± 0.14	4.0 ± 0.1	5.5 ± 0.49	irregular

の、平均1.6~2.8秒であり、対照群と比較し胃体部で60%の減少を示すが、胃前庭部では変化は見られない。スパイク数は、胃前庭部Cにおいて、対照群と比較し、50%近く減少が見られる。分時放電頻度は、胃体部において、5.8 cycle とやや増加の傾向が見られ、胃前庭部では、5.5 cycle と不変であり、有意差は認

められない (Fig. 7, Table 6)。

興奮の伝播速度は、AB 平均 0.18 cm/sec, BC 平均 1.3 cm/sec CD 平均 1.0 cm/sec となり、胃体部から胃前庭部への伝播速度は TV 群が遅延する (Fig. 8)。

頸部 TV 2 週目では、胃体部における振幅は 30 μV

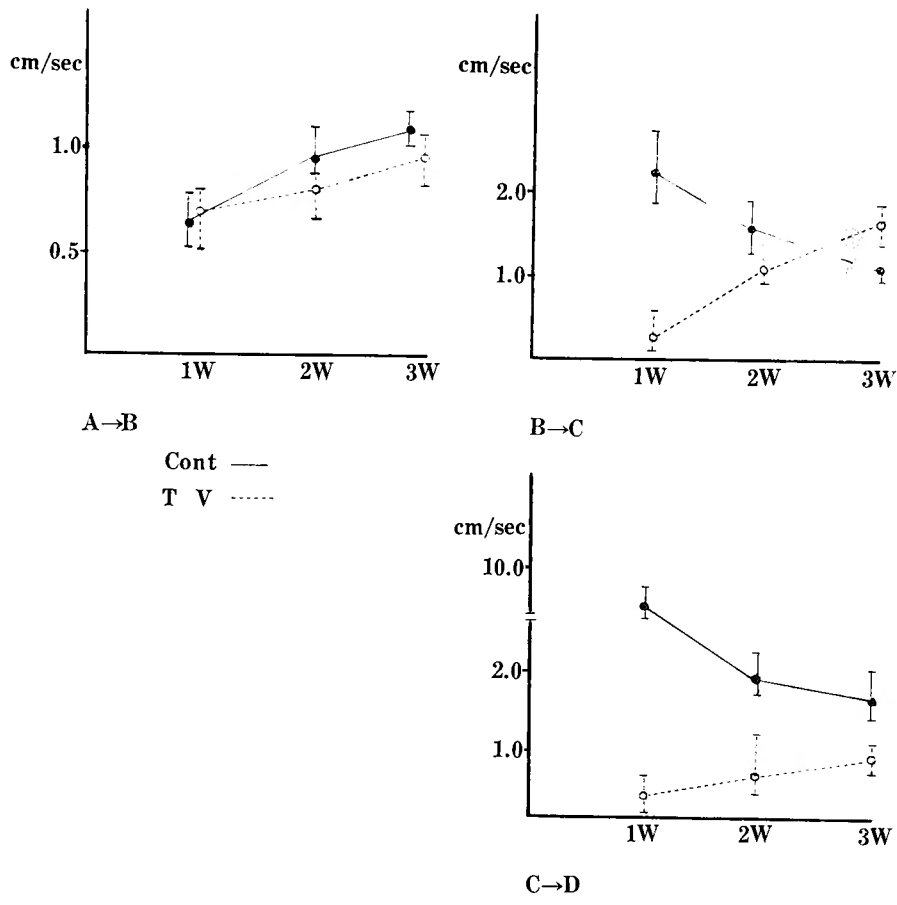


Fig. 8. Comparison of propagation velocity between control group and TV group.

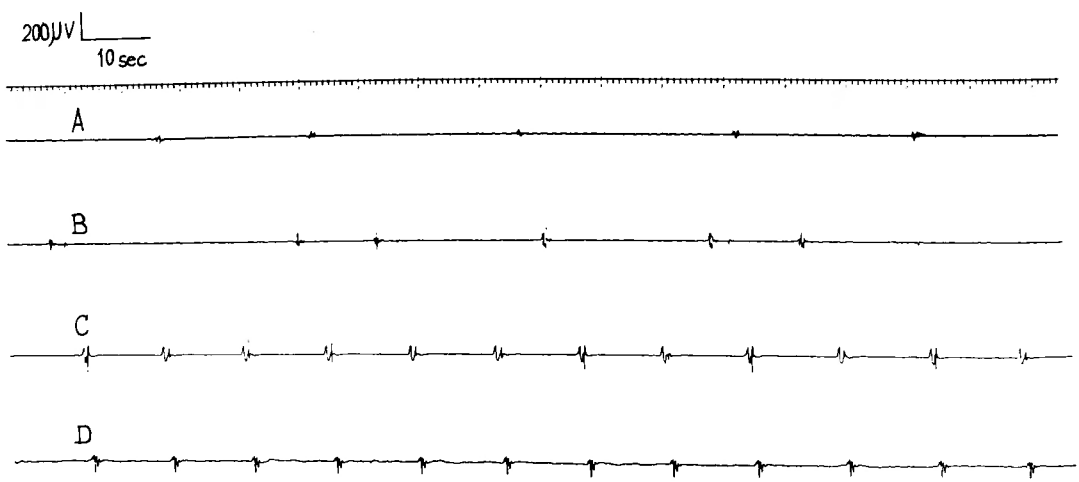


Fig. 9. Electromyogram after neck TV (2 weeks after operation).

Table 7. Alterations of gastric electrical activity in neck TV group in fast (2 weeks after operation)

Portion		Amplitude μV	Duration sec	Number of Spike	Frequency cycle/min	Rhythm
Gastric body	A	30 ± 3	1.2 ± 0.1	2.0 ± 0.1	4.5 ± 0.5	irregular
	B	30 ± 2	1.2 ± 0.1	2.0 ± 0.1	4.5 ± 0.5	irregular
Gastric antrum	C	60 ± 6	1.9 ± 0.1	2.0 ± 0.1	5.5 ± 0.3	irregular
	D	100 ± 10	2.0 ± 0.1	3.0 ± 0.1	5.5 ± 0.2	irregular

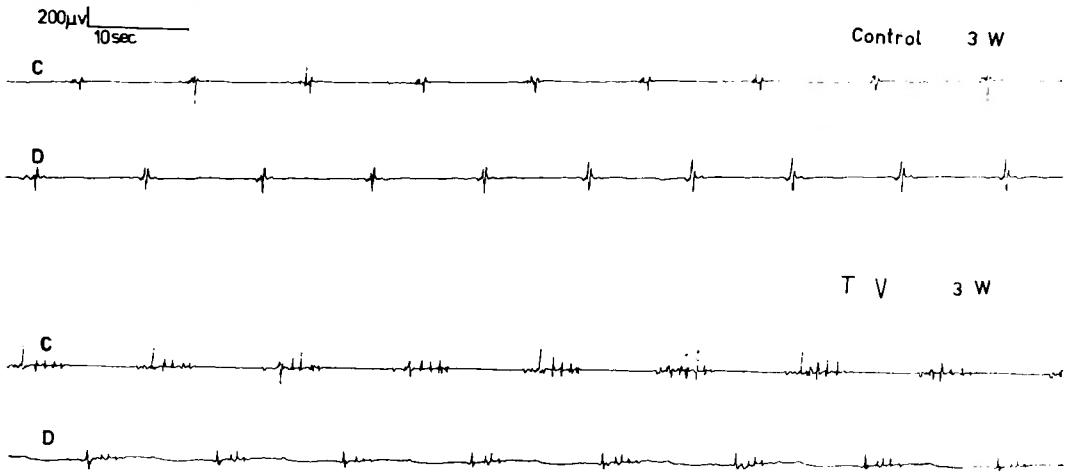


Fig. 10. Electromyograms of control group and TV group after feeding of solid diet. (400 group of dog foods)

であり、胃前庭部において腹部 TV との有意差はなくなり、 $60 \sim 100 \mu V$ であり、放電持続時間は、胃体部、胃前庭部において、 $1.2 \sim 2.0$ 秒と、これも有意差は見られない。スパイク数は、胃体部、胃前庭部とも $2.0 \sim 3.0$ と腹部 TV と比較し低値を示す。分時放電頻度は、胃前庭部では、 4.5 cycle、胃体部では、 5.5 cycle と腹部 TV と比較し、胃体部のみやや放電頻度は延長している (Fig. 9, Table 7)。

TV 3 週目では、多くのものは正常の運動に近づく傾向を示すが、完全な回復はなく、運動機能の低下や律動異常が残存することが示唆された。

4) 胃内容投与による変化

術後 3 週間を経過したイスで dog food 400gr を投与した場合、両群に共通してみられた所見は、分時放電頻度の減少である。約 2 時間の観察で、分時放電頻度は、60 分前後で対照群において $6.0 \sim 4.5$ cycle、

TV 群においては、 $5.5 \sim 4.9$ cycle に減少した (Fig. 10)。

これを Interval diagram でみると両群とも放電間隔が延長するが、投与後 30 分の変動率は、対照群の平均 11.2 ± 1.0 秒、 10.7% 、TV 群では、平均 12.0 ± 1.1 秒、 9.2% で、両群の間に有意差は認められないが、60 分前後より、対照群での、平均 12.8 ± 1.1 秒、変動率 21% 、TV 群では、平均 13.1 ± 1.2 秒、変動率 23% と、両群とも放電間隔は延長する傾向を示し、投与時の放電間隔に復帰する時間は、120 分であった (Fig. 11)。

$10^\circ C$ の冷牛乳 300ml を投与した場合、約 2 時間の観察で、30 分前後では、対照群における分時放電頻度は、 $6.0 \sim 5.0$ cycle、TV 群では、 $5.5 \sim 4.0$ cycle と減少した。これを interval diagram で経時的にみると、投与後 30 分の変動率は、対照群において、平均

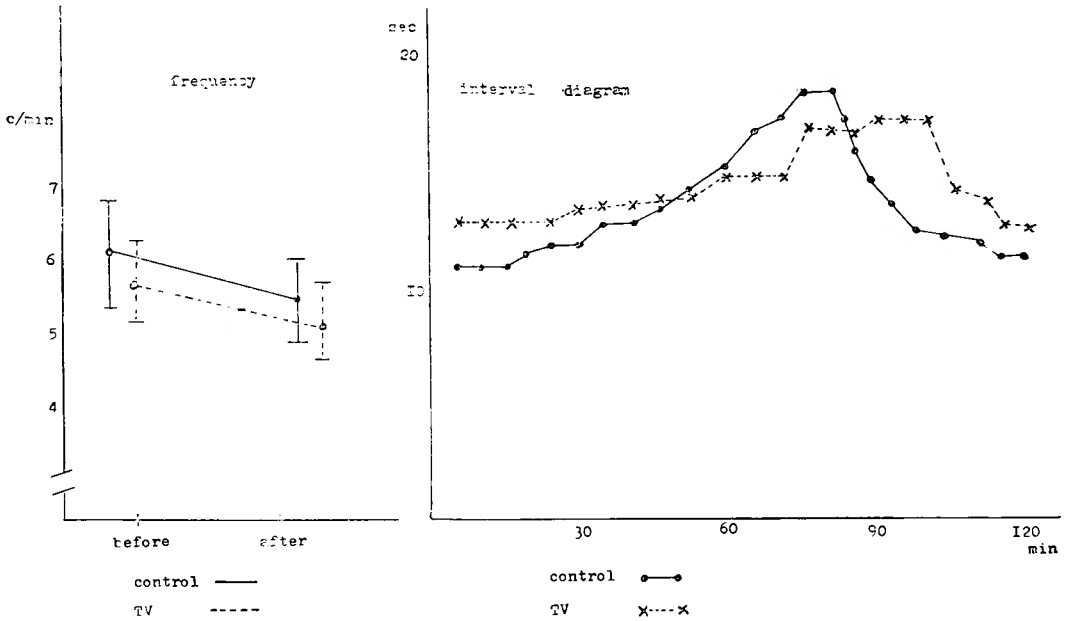


Fig. 11. Changes of discharge frequency and time-course changes of discharge interval after feeding (solid diet) in control group and TV group.

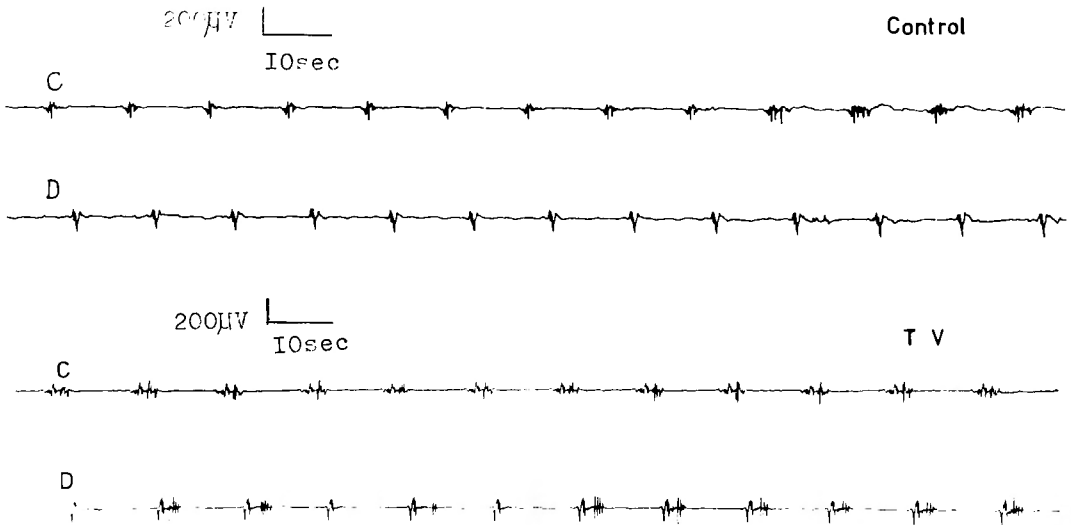


Fig. 12. Electromyogram after dietary stimulation (cold milk) in control group and TV group.

16.6%, TV 群において、平均27.3%とTV群での減少率が大きく、固形食の場合と異なる様相を呈した。投与後の放電間隔を見ると、対照群では、 15.0 ± 0.1 秒、TV 群では、 14.9 ± 0.01 秒となり、40~70分後で、放電間隔は、対照群で 13.0 ± 0.8 秒、TV 群 13.9

± 1.2 秒となり、90分前後で投与時のパターンに復帰した (Fig. 12, Fig. 13).

5) 薬物刺激による影響

術後3週間を経過した犬で、空腹時にインスリン、およびテトラガストリンを静注した場合の影響を検討

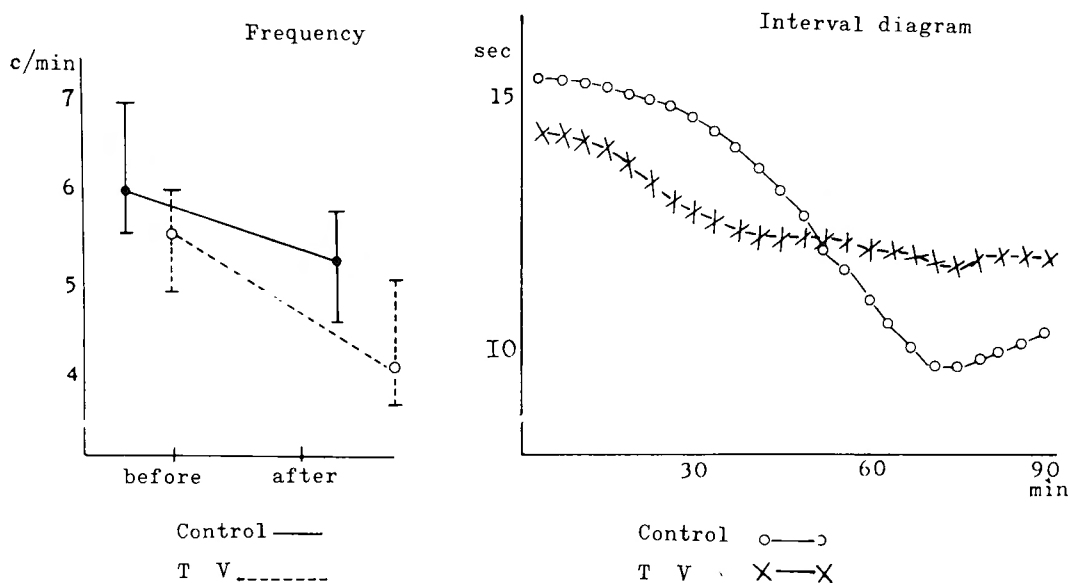


Fig. 13. Changes of discharge frequency and time-course changes of discharge interval after feeding (cold milk) in control group and TV group.

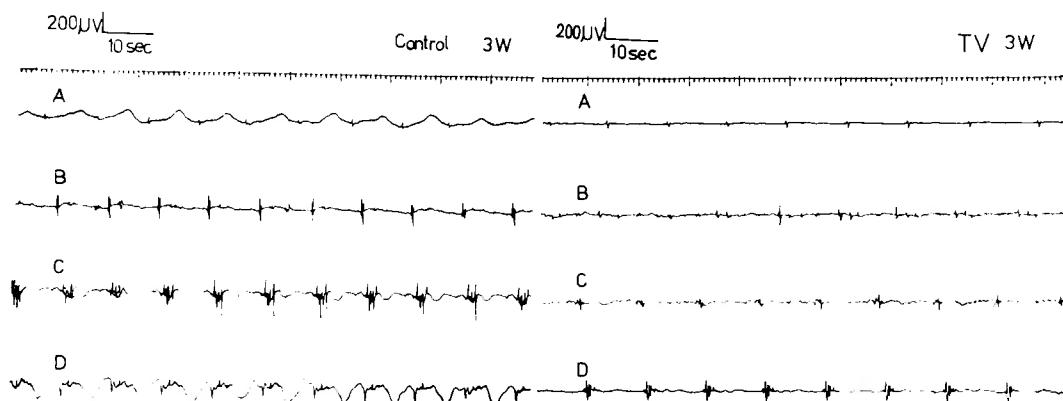


Fig. 14. Post truncal vagotomy insulin test after intravenous administration of insulin, (2.0 μ /kg).

した。はじめに、インスリン静注の場合、10~30分間、放電は活発となり、とくに胃前庭部での反応が著明であった。対照群のA~Dまでの分時電頻度は、6.5 cycleと増加しているが、TV群では、5.5 cycleとともに増加している。これを変動率でみると、対照群8.4%に比較し、1.4%とTV群の変動は少なくなり、放電持続時間は両群ともに増加する。

すなわち、TV群では、インスリンには反応を示さなかった (Fig. 14, Fig. 15)。

テトラガストリンを静注した場合、静注後7分で、対照群における分時放電頻度は、7.2 cycle、TV群において6.38 cycleとA~Dまでは平均的に増加している。その変動率は対照群において、20%、TV群において、16%である。放電持続時間は、一般に胃体部に比して胃前庭部でより大であるが、ガストリン刺激により、両群ともに増加している。これはTV群でもテトラガストリンによる刺激運動性が亢進する傾向が見受けられる (Fig. 16, Fig. 17)。

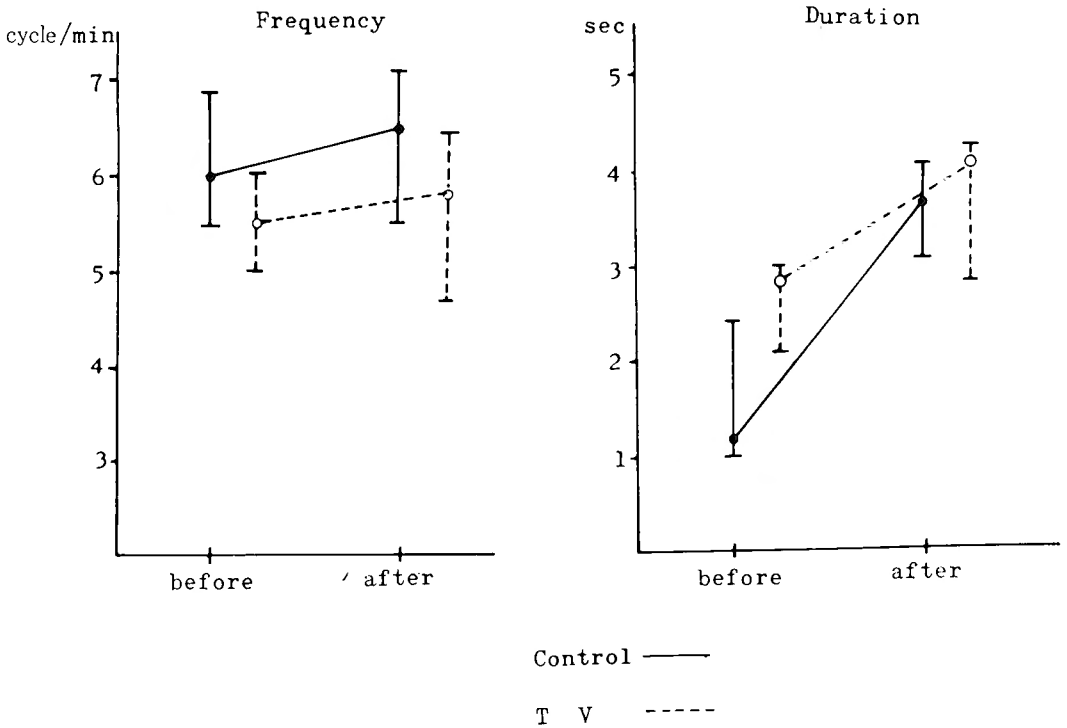


Fig. 15. Spike discharge and discharge duration after insulin stimulation.

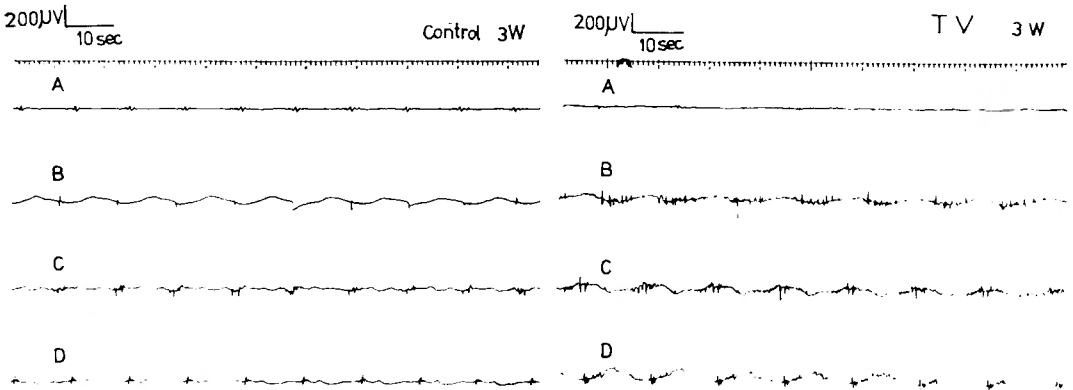


Fig. 16. Post truncal vagotomy tetragastrin test after intravenous administration of tetragastrin, (4.0 µg/kg) the discharge frequency was increased in both group and the rate of increase was greater in the control group.

考 察

全幹迷切術が盛んに施行されるようになったのは、Dragstedt⁵⁾ 以来である。彼等は、十二指腸潰瘍における胃酸分泌機構には、迷走神経支配が優位であると

とから、十二指腸潰瘍に対して迷切を施行することを主張した。経胸的に迷切は施行されたが、その後は、専ら経腹的に迷切が施行された。しかし、この全幹迷切施行後には、胃の運動機能の低下により、胃内容停滞が起り、愁訴も多く、成績はそれほど良いものでは

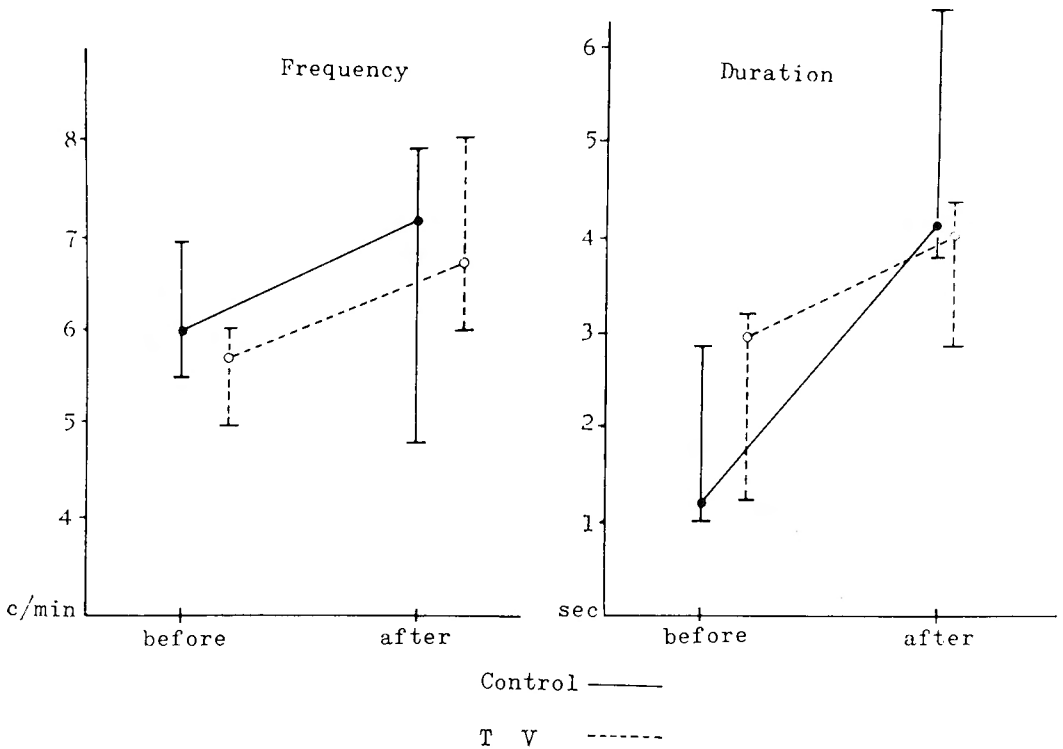


Fig. 17. Spike discharge and discharge duration after tetragastrin stimulation.

なかった。手術を改良するため、多くの臨床医は、その後種々の方法を考えたが、Weinberg¹⁹⁾ が、幽門形成を行なうと成績が多少良好となり、胃内容排出障害もやや良くなった。そのため、1960年代において、盛んに施行された。しかし、依然として、幹迷切を行った患者たちの、胃内容排出遅延による消化不良のため、下痢、および胃アトニー、腹部膨満等の愁訴が多く、他の術式が施行されるようになった。そこで、著者は、動物実験により、TV の場合における胃運動の変化について筋電図学的に観察した。

平滑筋活動電位の導出法として、Bozler²⁾ が胃活動電位として spike potential と Slow potential が存在することを発表して急激に進展した。活動電位の導出方法として、細胞内導出法と細胞外導出法とがあるが、著者は、銀針双極電極による細胞外導出法を用いた。この方法で、電極を胃前壁漿膜面より、筋層内に装着し、慢性犬を製作した。急性実験によるストレインゲージ法の機械曲線では、スパイク放電後に、機械曲線の収縮波が観察される。このことから、スパイク

放電が胃の収縮を表わしていると考えられることのできる⁸⁾¹⁷⁾。

ストレインゲージは、力が作用することによって生じる歪を電氣的出力として検出するものである。従って、バルーン法が消化管内腔から全周の運動を促えるのと異なる。当然、バルーン法のごとく、粘膜面からの刺激は与えない。また、バルーン法は、露出部位の固定が蠕動運動のため困難であるが、ストレインゲージは確実に固定される。従って、胃のように内腔の大きな器官の観察には好都合である。

しかし、活動電位と同一横軸上で、ストレインゲージ曲線を同時記録すれば、スパイク放電と同時に、胃の収縮曲線が記録される。術後、早期の、BER のみの場合には、ストレインゲージ機械曲線では収縮が認められないが、長時間にわたり観察すると、徐々にスパイク放電が記録され、それに続いて収縮波がみられるのは、おそらく BER のみの場合には機械曲線の収縮力が極小であるためと思われる。

ストレインゲージの機械曲線との相関関係を定量的

に測定することは困難である。空腹時対照群の1~2週までは、不規則な BER であり、散発性のスパイク放電が観察される。

3週後のTVの胃における変化としては、ほとんど変化は認められないとする少数の報告があるが、大多数のものは、何らかの形でTV後の異常を指摘している。その異常は、電気活動の抑制、伝播機構の異常、律動異常、あるいは、刺激に対する反応の変化等で表現されている。

すなわち、多くの実験研究の中で、Nelsen¹³⁾ は、electric activity の変化と、BER の伝播速度の減少を指摘している。この変化を、desynchronization という言葉で表現し、これが胃内容の排出遅延をもたらすと推測した。Kelly らは、TV 後には、pacesetter potential は複雑に発生し、放電の振巾、および頻度、伝播速度もまちまちであることを指摘している。

また、桑島⁹⁾ は、筋電図とストレーンゲージを用いた実験で、TV による desrhythmia および propulsive movement の消失が胃内容排出障害因子となることを示唆している。

著者の実験では、TV 後早期より放電活性の低下、放電周期の不整、伝播速度の減少がみられ、前述の報告とはほぼ同様であったが、放電頻度の変化は、刺激時を除いて大きな変化はなかった。

Carlson³⁾、および桑島⁹⁾ らの報告によると、TV 後の BER の伝播方向の変化については、対照群に比較し、逆蠕動放電の頻度が増加し、これが内容の排出を妨げると示唆している¹⁶⁾。著者の実験においてもそのような所見を僅かに認めたが、TV 後の放電の不整を考え併せると、筋電図のパターンとしては、desrhythmia を示す部位をお互いに比較することになり、確実に、逆蠕動放電ときめつけるには、やや危険を伴ったのでこの点については言及することは困難である。次にTVによって、変化した胃運動は、術後、時間的経過とともにやや回復することは、著者がすでに指摘したところである。この点に関しては、筋電図学的に、Nelsen¹³⁾ および Kelly¹⁰⁾ らが同様の報告をしている。

Kelly¹⁰⁾ は、TV 後5日目には、不規則であるが規則的な放電に近づくものが、60%あるとしている。

横路²¹⁾は、術後、2週間前後に不規則ではあるが、やや対照群のパターンに近づくとして述べている。著者の実験成績では、TV の場合、2~3週後より正常な放電にやや近くなるものが大部分で1週間以内の回復傾

向はみられなかった。術後、早期の放電はスパイクを伴わないものが多いのでこの時期の胃の収縮は欠如するか、あるいはきわめて弱いものであろうと想像される。しかし、このような変化は対照群でも同様に認められるので、TV 後、早期の放電異常がTVによる特異的な変化と考えることは出来ない。

すなわち、手術侵襲によって局所の十分な自動能が働くまでは、不整なパターンが続くものと思われる。従って、迷切の影響をみるためには、術後、長時間を経過した後に検討することが重要な条件のひとつであると思われる。TV 後の異常なパターンが持続する期間について、Nelsen¹³⁾ らは、5例中2例(犬)は3ヶ月以上にわたって不整な放電を示したことを認め、一時的な変化ではないとしている。

桑島は、TV 後の desrhythmia は長い間、存続すると述べている。

著者の実験では、TV 後3週までは、放電様式の正常放電に復帰するものはなく、永久に異常放電が残存する所見が示唆された。

TV 後、伝播速度が減少するというのは、大方の意見の一致するところである。

著者の実験において、TV 3週間の犬で、正常犬に比較し、伝播速度が18~32%と減少度が大であった。このことは、前述の desrhythmia の残存、収縮能の低下とともに、胃内容排出障害の要因となるものと思われる。

TV 後の幽門括約筋部の運動に関して Louckes¹¹⁾ は、括約筋部が正常の開閉運動を営んでいるという所見から特に注目すべき変化を認めなかったと述べ、幽門括約筋部は、胃内容排出機序にほとんど関与していないと結論している。Nelsen¹³⁾ も幽門括約筋部は多くの場合、括約筋部の収縮が減弱すると述べている。一方、Grimson⁶⁾、Dragstedt⁹⁾、Muren¹²⁾ らは、胃内圧が上昇すると述べている。このように幽門部の運動は様々であり、一定の見解はない。

著者は、TV 後の幽門部については検討していないが、selective vagotomy を行った犬で観察すると収縮がやや単調になったと思われるだけで、幽門部の変化が迷切に直接的な影響なのか、相対的な結果なのかは判断することは困難であった。つぎにTVを行った胃における各種刺激に対する反応を観察すると、食餌刺激として、固形物や液体を投与すると筋電図のパターンとしては、放電頻度の減少、伝播速度の増加がみられることは、ほぼ一致した見解となっている。白鳥¹⁵⁾

は、胃内容投与により内圧が上昇すると逆蠕動が起こりやすくなると述べている。

著者は、dog food 400gr を投与したが、放電頻度の減少の様相は、対照群と TV 群では有意差はなく、減少率もほぼ同程度であるが、投与直後の状態に回復しはじめる時間にやや差があるように思われた。すなわち、TV 群における放電頻度の減少開始は、20~30 分遅延する傾向にあり、このことは、胃内容排出に対して、TV を受けた胃が、機能的不利を有することを示している。同時に、TV 群では、反応の遅延はあっても自動能による運動性は保たれ、被刺激性も存続することを示唆しているといえる。

固形食と液体では、排出の様相が異なるのは当然である。冷牛乳を投与した場合、放電頻度の減少率は、TV 群において、より大であったが、固形食に比較し回復が早い。これは、固形食より流通がスムーズであることを考えれば容易に説明できる。胃内容では、TV 群における排出をみると、固形食が最も障害とされていると思われる。

薬物刺激のうち、インスリンは正常胃運動を中枢性に刺激して亢進させるが、TV によって、この反応が消失することが、横路²¹⁾および、柳沢²⁰⁾によって指摘されている¹⁸⁾。

著者の実験でも、同様の結果が得られ、TV による Insulin induced hypoglycemia に対する反応は、ほぼ完全に消失することが判明した。この事実、胃に対する迷走神経支配の重要性を裏付けるものである。

テトラガストリン刺激の場合は、インスリン刺激と異なる反応を示した。

Sugawara¹⁸⁾、柳沢²⁰⁾らは、ペンタガストリンを使用し、胃の強い収縮力を引き起こし、収縮頻度にあまり変化のないことを述べている。

著者の実験での、TV 群で刺激後、スパイク放電の増加がみられた。これらの事実、TV がガストリン刺激による運動に対して促進的に働くことを示している。

ま と め

1. TV を施行した場合、空腹時では、胃壁の電気現象、つまり、放電の発生は抑制され、胃体部から胃前庭部への伝播は障害されることを示した。

2. 胃内容投与では、TV 群において、流動食より、固形食で放電間隔は、より延長した。この結果は、長時間の Interval diagram で明確となる。

3. TV 群では、インスリン、およびテトラガストリン刺激に対しての影響をみると、インスリンは胃運動に抑制的に作用し、テトラガストリンでは TV による影響はほとんどみられなかった。

本論文の要旨は、第64回東邦医学会例会(1974年 東京)、第18回日本平滑筋学会総会(1976年 山梨)において発表した、

稿を終るに臨み、御指導、御校閲を賜った恩師、栗津三郎教授、ならびに継行男助教授に深甚なる謝意を捧げると共に、本研究について御協力を頂いた第2外科学教員各位に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) Bozler E : Electric stimulation and conduction in smooth muscle. *Am J Physiol* **122** 614-623, 1938.
- 2) Brodie B C : Experiments and observations on the influence of nerves of the right main on the secretions of the stomach. *Philosophical Londn.* **104** 102-108, 1814.
- 3) Carlson E J and Litt S : Studies on the visceral nervous system on the reflex control of the pylorus. *Arch Inter Med* **33** : 281-291, 1924.
- 4) Daniel E E and Chapman K M : Electrical activity of the gastrointestinal tract as an indication of mechanical activity. *Am J Dig Dis* **8** : 54-102, 1963.
- 5) Dragstedt L R, Owens, F M Jr : Supradia-phragmatic section of vagus nerves in treatment of duodenal ulcer. *Proc Soc Exp Biol* 1943. *Med.* **53** 152-154, 1943.
- 6) Grimson K S et al : Transthoracic vagotomy the effects in 57 patients with peptic ulcer and the clinical limitations. *J A M A* **134** . 925-932, 1947.
- 7) Hegglin J Babetai I and Largiader F : The influence of vagotomy on electromyography *Europ Sug Res* **1** : 56-63, 1969.
- 8) 桑島輝太, 古根川竜司, 蔵本守雄 : イヌの正常胃筋電図と収縮運動, *日平滑誌*. **12** : 1-8, 1976.
- 9) 桑島輝太 : 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, *日平滑誌* **13** : 55-67, 1977.
- 10) Kelly K A and Code C F : Effect of transthoracic vagotomy on canine gastric electrical activity. *Gastroenterology*. **57** : 51-58, 1969.
- 11) Louckes H S Ougley J P and Kersey J : Inductograph method for recording muscle activity, especially pyloric sphincter physiology. *Am J Physiol* **199** : 301-310, 1960.
- 12) Muren A : Gastric motility after vagotomy

- in dog. *Acta Chir Scand* **112** : 98-106, 1957.
- 13) Nelsen T S et al . Alterations in muscular and electrical activities of the stomach following vagotomy. *Arch Surg* **94** : 821-835, 1967.
- 14) 岡林敏彦, 三崎三郎, 安部和夫: 自律神経外来枝の胃運動に及ぼす影響. 日平滑誌 **13** : 216-221, 1977.
- 15) 白鳥常男, ら: 迷走神経切離後の胃排出障害に関する実験的研究. 日平滑誌 **4** : 15-21, 1968.
- 16) 清水保雄: 迷走神経切断後の胃運動異常に関する実験的研究. 日平滑誌 **11** : 57-77, 1975.
- 17) 柴田族光, ら: 小腸端々吻合後の運動機能に関する実験的研究. 日本消化器外科学会誌 **7** : 551-559, 1970.
- 18) Sugawara K et al : The effect of pentagastrin on gastric motility following vagotomy. *J of Surgical Research* **10** : 73-80, 1970.
- 19) Weinberg J H et al : Vagotomy and pyloroplasty in the treatment of duodenal ulcer. *Am J Surg* **92** : 202-205, 1956.
- 20) 柳沢俊順, ら: 胃運動を変化させる因子についての検討. 日平滑筋誌 **12** : 278-279, 1976.
- 21) 横路洋, 近藤芳夫, 田中名平: 各種迷切術と胃筋電図. 日平滑誌 **12** : 15-24, 1976.