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

徳島大学医学部 第一外科学教室

(主任：古味信彦教授)

桑 島 輝 夫

EFFECTS OF VARIOUS TYPES OF VAGOTOMY ON ELECTRICAL AND CONTRACTILE ACTIVITIES OF THE CANINE STOMACH

Teruo KUWASHIMA

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

(Director : Prof. N. Komi)

Thirteen mongrel dogs equipped with four bipolar electrodes and three strain gauges on the anterior wall of the stomach underwent three types of vagotomy: truncal vagotomy (TV)-6 dogs; selective proximal vagotomy (SPV)-3 dogs; and antral vagotomy (AV)-4 dogs.

Electrical and contractile activities of the stomach were examined before and after these vagotomies on both the fasting and postprandial states. TV caused an increased incidence of dysrhythmia and a 12 to 33% reduction of the propagation velocity of the basic electrical rhythm (BER). Following feeding, the characteristic waxing and waning pattern of normal gastric contraction was altered to a monotonic steady pattern, increasing overall contraction activity of the pyloric sphincter. These changes seem to be attributable to delayed gastric emptying following truncal vagotomy.

SPV reduced the propagation velocity of the BER slightly (2.5-7.3%), preserving the inherent physiological contractile activity in the antrum and pyloric sphincter, and transforming the contractile activity in the corpus to a more monotonic pattern. AV effected a localized monotonic contractile activity in the antral region with no changes discernible in the body and pyloric sphincter. The propagation velocity was not changed significantly by antral vagotomy.

The discharge interval of the BER was not altered significantly by these vagotomies.

は じ め に

Dragstedt and Owens (1943) が消化性潰瘍の治療に幹迷走神経切離術 truncal vagotomy (以下幹迷切または TV と略す) を再評価してより、選択的迷走神経切離術 selective vagotomy (Franks-son, 1948) (以下選迷切または SV と略す), および選択的近位迷走神経切離術 partial gastric

vagotomy (Griffith and Harkins, 1957), selective proximal vagotomy (Klempa ら 1971), highly selective vagotomy (Johnston and Wilkinson 1970), parietal cell vagotomy (Interone ら, 1971), (以下, 選近迷切または SPV と略す) が提唱されるようになった。これらの新しい術式は減酸を主

目的とするほか、幹迷切後にみらるる胃内容排出の遅延または胃内容の停滞、そして下痢や再発潰瘍などの思わしくない症状や合併症を避けることを目的として発展してきたものである。このことは消化性潰瘍の治療には胃酸分泌のみならず消化管の運動に関しても十分な配慮が必要なことを意味する。しかしながら、迷走神経切離後の胃運動機能の病態生理に関して多数の実験的臨床的研究報告がなされているにもかかわらず、まだ統一し

た見解はない。著者は幹迷切後に何故胃内容の停滞が起こるのか、また近年さかんに応用されてきている選近迷切の胃運動機能に及ぼす影響を究明し、その合理性を知るとともに、他方、幽門洞迷走神経切離術 antral vagotomy (以下洞迷切または AV と略す) 後の胃運動機能の変化を追究して、選近迷切における幽門洞枝温存の意義等に関して筋電図学的に観察し、興味ある知見を得たので報告する。

実験方法

15 kg 前後の成熟イヌを用いた。約 24 時間の絶食後ラボナール (田辺製薬) の静脈麻酔下に、無菌的に開腹し、胃の前壁大彎に沿って一定の間隔で合計 4 個の銀針双極電極 (径 $200\mu\text{m}$, 極間 1.5 mm) を埋没縫着した。まず 2 個の電極を体部に、他の 2 個を幽門洞部に埋没し、体部電極 1, 2, 洞部電極 3, 4 とした。このとき体部電極と幽門洞部電極を区別するために体部電極 2 は N. of Latarjet が幽門洞部に進入する部位よりも近位側に、洞部電極 3 はその進入部位よりも遠位側になるように配慮した。また洞部電極 4 は幽門括約筋部より約 2.5~3.0 cm 近位側に位置するように埋没した。

以上の電極のほかに、防水型 strain gauge (120 Ω 共和電業製) をその strain gauge 直下の全筋層を含むように胃の前壁に縫着した。このとき電極 2 と相対して縫着した strain gauge を体部ゲージ (BG) とし、電極 4 と対応させた strain gauge を洞部ゲージ (AG) とした。なお、幽門括約筋部に縫着した strain gauge を括約筋ゲージ (SG) とした。Strain gauge の縫着に際し、その軸が輪状筋の走行に一致するように注意した。以上の電極および strain gauge の配列状態を図 1 に示す。

電極および strain gauge の導線を皮下を通して背部に誘導して、その部の皮膚の小切開口より取り出した。導線の断端を multipin connector に接続して、その接続部を acrylic resin にて絶縁した。動物が電極埋没後手術侵襲から十分回復した 7 日前後より随時この multipin connector を記録装置に連結して、まず空腹時の記録を 2 時間にわたって行ない、その後 feeding test として市販の罐詰 dog food (マルヒ食品 KK) 200 g と

図 1. 胃における電極および strain gauge の配列状態。
電極 1, 2 は体部電極、電極 3, 4 は洞部電極、
体部および洞部電極の境界は幽門洞枝の進入
部を境として決定した
BG: 体部ゲージ、AG: 洞部ゲージ
SG: 括約筋ゲージ。

60g の即席ラーメンを煮たものを混合して、全量約 500~600 g として与えた。Feeding 後 15 分、30 分、1 時間、以後 1 時間ごとに 4~9 時間まで経時的に記録した。特にデーターの詳細な解析のために、各データー採録予定時には、記録紙の速度を 1.0 cm/sec または 0.5 cm/sec として 5 分間記録し、その他の場合には 1.0~2.0 mm/sec の記録紙の速度で連続的に記録した。

それぞれの動物において正常胃のデーターを 3 回にわたって得たのち、6 頭のイヌに経胸的に幹迷切、3 頭に選近迷切、4 頭に幽門洞枝のみを切離する洞迷切を行なった。幹迷切においては手術直後より筋電図の記録を開始して、急性期の影響を

追究したが、選近迷切および洞迷切では腹腔内操作が加わるので、術後 3~4 日目より記録を開始した。以上の各種迷切後の記録方法は迷切前と全く同様の条件で、1週に 1~2 回の記録を 4~6 週間行なった。記録には主に 4 チャンネルの脳波装置（三栄測器製）と 4 チャンネルのポリグラフ（日本光電製）にそれぞれペン描き記録器を連結

したものを使用した。記録時の時定数は 0.03 秒もしくは 0.3 秒とした。なお各 strain gauge の transducer の条件は迷切前後を通じて、同一動物において一定とし、記録上の誤差を避けた。放電間隔および伝播速度は 5 分間の同一記録より算出した。

実 験 成 績

I. 正常胃における筋電図

正常胃における胃壁の電気的活動は周期的に発生するいわゆる胃の BER とそれに続いてみられる spike burst または action potential からなっている。空腹時の BER の放電間隔は 10 頭のイヌにおいて約 10.8~13.7 秒であった。BER の伝播速度は体部で約 0.4 cm/sec、洞部で約 1.0 cm/sec であった。電気的活動の乱れ dysrhythmia は、空腹時に発生することが多いが、feeding 後 4~9 時間の経過において、dysrhythmia の全持続時間の総計は全記録時間の 2% 以下の頻度であった。Feeding によって放電間隔は延長し、feeding 後 1 時間まででは 13~37%，それ以後の 4~9 時

図 2. Strain gauge による正常胃壁の収縮曲線 (feeding 後 3 時間目).

体部での胃壁の収縮は比較的単調であるが幽門洞部および幽門括約筋部では waxing and waning pattern の収縮形式を示している。特に括約筋部で relaxing phase が多くみられた。

間まででは 44~23% の延長を示した。伝播速度は同一個体においてはほぼ一定であったが、feeding

図 3. TV 後初期の電気活動と収縮曲線 (feeding 後 3~4 時間目).

Feeding 後には BER の乱れは少く、リズムも整然としている (a)。しかし、散発的に (b) にみられるような異所性の興奮がみられる。この記録では体部電極 1 での整然とした興奮に比較して、電極 2, 3 の附近で異常興奮 dysrhythmia が発生していることがわかる。収縮曲線では正調リズムの興奮がみられるとき (a) には収縮曲線も整然としているが、正常胃と比較して、特に振幅がほぼ一定した、いわゆる単調な収縮運動に変化している。Dysrhythmia が発生すると収縮曲線も (b) のように乱れる。

図 4. TV 初期における興奮異常

体部電極 1 と電極 2~4 における BER の頻度に差がみられる. 異所性の興奮と BER の伝播のブロックがおきているものと考えられる.

図 5. TV 直後の筋電図 (feeding 時).

TV 後 6 時間して feeding を行なったときの洞部での収縮運動は微弱であるが, 括約筋部での運動はむしろ増強した.

後の初期に軽度の増減を認める以外は, 一般に時間の経過とともに軽度減少傾向を示し, 再び徐々に feeding 前の値に回復する傾向が見られた.

Strain gauge による胃壁の収縮運動は特に feeding 後において図 2 に示すように, 体部では収縮の振巾における高低の変動の少ない, いわゆる単調な収縮形式がみられたが, 幽門洞部および幽門括約筋部においては waxing and waning

pattern の収縮形式が特徴的であった. しかし, 幽門括約筋部は幽門洞部におけるよりも収縮の弱い休止相 relaxing phase を多く有するという特徴を示した.

II. 幹迷切 (TV) 後の胃筋電図

a. 急性期 幹迷切後閉胸して直後より経時的に筋電図を記録した. dysrhythmia は散発的に発生し, 短時間にて正常リズムに回復する場合と,

図 6. TV 後の慢性期における dysrhythmia と収縮曲線 (feeding 後 4 時間)

 図 7. TV 前後の空腹時および feeding 後の放電間隔の変動. mean $\pm$ S. D.

比較的長時間にわたって持続する現象が認められたが、動物によっては、幹迷切直後には全く dysrhythmia を認めないが、術後 2~3 日経過してからその発生を認めた例があった。特に体部において整然とした電気活動がみられるにもかかわらず、幽門洞部では異所性の電気的興奮が発生する現象を認めた (図 3)。また体部と幽門洞部における BER の頻度に差がみられ、体部と幽門洞部において独立した電気的興奮がみられた (図

4)。胃壁の収縮運動は幹迷切後 1 時間前後より徐々に回復したが、まず幽門括約筋部に不規則な収縮が見られ、つぎに幽門洞部にも収縮がみられるようになったが、その程度は幹迷切前におけるより減弱していた。ここで興味あることは、幹迷切後 5~6 時間して feeding を行なったとき、括約筋部の収縮運動は幹迷切前におけるよりも一層増強したが、それに反し、幽門洞部の収縮運動は低下していたことである (図 5)。同様の傾向

図 8. TV 前後の空腹時および feeding 後の伝播速度の変動, mean±S. D.

TV 後には空腹時および feeding 後 4~9 時間までの観察では, 伝播速度は術前に比して 12~33% の減少を研した. TV 前後の伝播速度は $P<0.001$ にて有意差を認める.

図 9. TV 後の収縮曲線 (慢性期)

体部, 洞部および括約筋部における収縮の振巾がほぼ一定で, いわゆる単調な収縮運動を示す. 図 2 と比較して明らかに振巾の変化が少ない.

は術後 2~3 日認められた.

b. 慢性期 術後 1 週間以後の記録では BER の波形は術前と大差がなく, spike burst にも著変を認めなかった. しかし, 空腹時における dysrhythmia は 17~26% と著しく増加した. 空腹時の放電間隔は 1 頭を除いて, 術前におけるよりも 5~11.3% 程短縮した. Feeding によって空腹

時に出現していた dysrhythmia は一時的に消失して規律正しい電気活動へと移行するが, 時間の経過と共に再び出現する傾向を示した. Feeding 以後 4~9 時間までの dysrhythmia の持続時間の総計は全体の 10.9~16.2% の頻度で発生した. なお dysrhythmia が出現すると, 胃壁の収縮形式も乱れ, 整然とした収縮運動はその間みら

図 10. SPV 前後の空腹時および feeding 後の放電間隔の変動 (a), および伝播速度の変動 (b). mean $\pm$ S. D.

SPV 後において放電間隔に特に術前と大差が認められず、伝播速度は feeding 後に 2.5~7.3% 減少した。SPV 前後の伝播速度は $P < 0.01$ にて有意差を認める。ただし feeding 後のみ。

図 11. SPV 後の胃壁の収縮運動 (慢性期における feeding 後 3 時間目). 体部の収縮は単調であるが、洞部、括約筋部では振巾の盛衰がみられ SPV 前とほぼ同様の運動形式がみられる。

れなくなった (図 6). 慢性期における dysrhythmia は急性期にみられたように、幽門洞部に頻発するという共通の現象の他に、非常に複雑な異所性の興奮が多発する傾向を認めた。Feeding 後の放電間隔は 1 時間には空腹時に比して 25.5~54.4% と延長し、以後 4~9 時間までで 12.7~31.2% の延長を示した。しかし術前と比較して一定の傾向がみられず、空腹時の放電間隔が幹迷

切前に比してやや短縮したが、feeding 後の全経過からみて、放電間隔には著変がみられなかった (図 7). 伝播速度に関しては図 8 に示すように、幹迷切前に比し 6 頭のイヌにおいて、12~33% と減少した。胃壁の収縮運動はその特徴的 waxing and waning pattern を失い、振巾のは一定した単調な収縮運動へと変化した。特に幽門括約筋部は relaxing phase を失う傾向を示した (図 9).

図 12. AV 前後の空腹時および feeding 後の放電間の変動 (a), および伝播速度の変動 (b), mean $\pm$ S. D.

図 13. AV 前の体部, 幽門洞部および括約筋部の収縮曲線と筋電図.

III. 選近迷切 (SPV) 後の胃筋電図

選近迷切後も BER の波形には特別な変化を認めず, dysrhythmia の頻度も 4% 以下であり, 放電間隔も空腹時および feeding 以後にも著変を示さなかった (図 10a). 伝播速度に関して, 空腹時には一定の傾向は認められなかったが, feeding 以後には 3 頭のイヌにおいて 2.5~7.5% と軽度減少した (図 10b). Strain gauge によるひずみ

曲線から, 体部における収縮運動は一層単調となる傾向がみられたが, 幽門洞部と幽門括約筋部の収縮運動は本来の waxing and waning pattern を維持して, 選近迷切前とはほぼ同様の収縮形式を示した (図 11).

IV. 洞迷切 (AV) 後の胃筋電図

洞迷切後においても BER の波形には著変を認めず, dysrhythmia の頻度も 3% 以下であった.

図 14. AV 後の胃の収縮曲線と筋電図

図 13 に比較して明らかに幽門洞部での収縮曲線 (AG) が単調となっている。しかし、体部、括約筋部の収縮形式は AV 前とほぼ同様である。

放電間隔は洞迷切前とはほぼ同様の変動を示し、洞迷切前後の差はみられなかった (図 12a)。伝播速度は図 12b に示すように著変を示さなかった。しかしながら、feeding 後の幽門洞部の収縮運動は洞迷切前 (図 13) に比較して著しく単調とな

ったが、体部はもとより、幽門括約筋部の収縮形式は正常胃におけると同様の waxing and waning pattern を維持していた (図 14)。また幽門洞部における spike burst の消長は洞迷切によって特に影響されなかった。

総括ならびに考察

慢性実験によるイヌの正常胃の筋電図学的所見は Bass ら, (1961) およびその他の報告 (Nelsen ら, 1967; Kelly ら, 1969; Daniel and Chapman, 1963) とはほぼ一致した。著者は strain gauge を用いて観察した正常の胃壁の収縮形式について次のような注目すべき所見を得た。すなわち、特に feeding 後に胃体部では比較的単調な収縮運動がみられ、幽門洞部および幽門括約筋部では waxing and waning pattern の収縮がみられ、特に幽門括約筋部では relaxing phase が多く出現した。ここで waxing and waning pattern の収縮は胃内容排出に重要な propulsive movement に関与するものであり、また幽門括約筋部の relaxing phase は胃内容の通過に重要であると考えられる。

以上の正常胃の運動機能の特徴を考慮しつつ、幹

迷切が胃運動に及ぼす影響に関する従来の研究報告を検討すると、次の三つの見解に要約することができる。(1) 幹迷切後胃運動機能は時間の経過とともに回復する (Cannon, 1906; Auer, 1909; Moore, 1947; Vanzant, 1947; Ritvo and Shauffer, 1948), (2) 幹迷切後には胃運動機能の低下、あるいは胃蠕動運動が減弱する (McCrea ら, 1926; Barron and Curtis, 1937; Wolf and Andrus, 1947; Beal and Deneen, 1950; Cobb ら, 1971), (3) 幹迷切後には幽門括約筋部の運動異常をきたす (Carlson and Litt, 1924; Grimson ら, 1947; Dragstedt ら, 1947; Postlethwait ら, 1948; Deaton ら, 1951), という見解である。

これらの実験的、臨床的観察の多くはレ線学的に、または胃内圧描記法によってなされたものである。近年、筋電図学的見地から Nelsen ら

(1967), Kelly ら (1969), および Hegglin ら (1969) は慢性実験において、幹迷切後に胃の電気活動と運動機能の変化を認めており、特に Nelsen ら (1967) は電氣的興奮の異常と BER の伝播速度の減少を認めて “gastric work” が減退したとして、このために胃内容の排出遅延をきたすのであらうと述べている。しかし、Sakamoto and Nishi (1967) は筋電図上著変を認めなかったと報告している。著者は Nelsen ら (1967) およびその他 Kelly and Code (1969), Hegglin ら (1969) によって報告されたように幹迷切後の電氣的興奮の乱れ *dysrhythmia* を再確認したが、この *dysrhythmia* の発生は一時的なもの (Nelsen ら, 1967) ではなく、長期にわたって存続することがわかった。特に空腹時に *dysrhythmia* は高頻度に発生するが、feeding によって一時減少する傾向がみられた。放電間隔は空腹時に軽度短縮する傾向がみられたが、feeding 後の変動には全体的に正常胃と大差がなく、放電間隔から胃運動機能の変化を知ることはできなかった。伝播速度は幹迷切後において減少すると報告されているが (Nelsen ら, 1967; Kelly and Code, 1969), 具体的な値は示されていない。著者の実験では、伝播速度は幹迷切後には正常胃より 12~33% も減少した。また、幹迷切後に幽門洞部の収縮運動は減弱するといわれているが著者の実験では胃壁の収縮形式の変化、すなわち *waxing and waning pattern* を失った現象を認めた。これは結果として胃内容排出に重要な *propulsive movement* の消失であると考えられる。

一方、幹迷切後の幽門括約筋部の運動に関して Louckes 一派 (1951, 1960) 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はほとんど関与していないであらうと結論している。Nelsen ら (1967) によると幽門括約筋部は多くの場合 “*patulous*” であって、幽門括約筋部の収縮能が減弱したと述べている。これに反し、同様に *strain gauge* を用いた著者の実験では、feeding 後の幽門括約筋部は非常に単調で、振巾のはゞ一定した収縮運動を反復し、本来の *relaxing phase* を失った現象が認められ、これが胃内容の通過を障害するものと考えられた。臨床上、幹迷切には *drainage* の併用は

不可欠であることは周知の事実であるが、幹迷切後に幽門括約筋部が “*patulous*” (Nelsen ら, 1967) であり、またその機能が不変 (Louckes ら, 1960; Quigley and Louckes, 1951) であるならば、*drainage* の必要性が疑問となるであらう。この疑問に Nelsen ら (1967) は幹迷切後の胃壁の緊張低下あるいは胃内圧の減少による胃小腸間の内圧差の減少のために *drainage* が必要であらうと説明している。しかし、幹迷切後には小腸の緊張低下をもきたす (Beal and Deneen, 1950) とすれば胃と小腸間の圧差は相対的には大きい変化を生じないであらうと考えられる。

一方、Grimson ら (1947) およびその他 Dragstedt ら (1947), Muren (1957) は、幹迷切後にはむしろ胃内圧は増加したという結果を得ており、これらの事実から *drainage* の合理性を検討することは非常に困難である。著者は、特に幹迷切後の急性期において、幽門洞部の収縮能が減弱していた所見から、急性期における胃壁の緊張の低下、あるいは胃内圧の減少が生じるもの (Sugawara ら, 1969) と容易に推察される。しかし、幽門括約筋部の収縮能は幹迷切後にも早期に回復する所見と、*relaxing phase* の消失する現象から、同部が胃内容排出に大きい影響を及ぼすものと考えられる。臨床的観察から幹迷切に *drainage* を併用することによって、むしろ胃内容が急速に排出されるという事実が多く報告されている。(Cobb ら, 1971; Colmer ら, 1969; Johnston ら, 1972; McKelvey ら, 1969; Stavney ら, 1963; Wilkinson and Johnston, 1973)。この現象は本実験から次のように説明することができる。すなわち、*drainage* 手術による幽門括約筋の切離は幹迷切後に惹起された幽門括約筋部の *relaxing phase* の消失を解除—単調な反復収縮運動の解除—すると同時に、体部および幽門洞の単調な収縮運動によって胃内容が容易に排出されるのであらう。しかし、*drainage* なくしては *relaxing phase* を失った幽門括約筋部の単調な収縮運動によって、胃内容の排出は一層障害され *stasis* をきたすものと推察される。

Griffith and Harkins (1957) が “*partial gastric vagotomy*” を提唱して、本術式に *drainage* を併用しなくても著明な胃内容の停滞を認めないと報

告した。以後, Amdrup 一派 (1969, 1970), Interone ら (1971), Clarke and Alexander-Williams (1973) も同様の結果を報告した。しかし, Klempa ら (1971) は選近迷切に drainage 併用例は非併用例に比較してより正常な gastric emptying を示したと述べている。著者の実験では gastric emptying についての検索は行っていないが選近迷切後には dysrhythmia の頻度も 4% 以下と低く, また伝播速度も 2.5~7.3% と, ごく軽度の減少をきたしたのみで, 胃壁の収縮形式もほぼ正常胃に類似していた事実から, 幹迷切に比して明らかに胃運動機能の変化は軽度であろうと推察される。ここで選近迷切後の胃運動に重要な役割を果していると考えられる幽門洞枝の意義を追究する目的で行なった洞迷切では, 幽門洞部の

胃壁の収縮は本来の waxing and waning pattern を失う傾向を示した。このことは胃内容排出に必要な propulsive movement の減弱を示唆するものと考えられ, 幽門洞枝温存は胃内容排出に大きな役割を果しているものと考えられる。しかしながら, 洞迷切後の dysrhythmia の頻度も 3% と低く, 放電間隔および伝播速度には著変がみられなかった。これは選近迷切と異なり, 洞迷切では近位側での迷走神経枝が温存されていることによるものと考えられる。また洞迷切後における幽門括約筋部の収縮形式は正常胃におけると同様の waxing and waning pattern を示したが, これは幽門括約筋部を支配する迷走神経—幽門括約筋枝の存在を示唆するものと考えられる。

結

論

1. 幹迷切後には高頻度に dysrhythmia が発生し, BER の伝播速度が減少し, また胃壁の収縮形式の質的变化—waxing and waning pattern が消失し, 結果として propulsive movement も減弱する—が胃内容の排出遅延に関与しているものと考えられる。また幽門括約筋部の収縮運動は relaxing phase を失い, 一見同部の収縮運動が増加して, 胃内容排出に障害をきたすと考えられる。
2. 選近迷切後には伝播速度は軽度減少し, 体

部の収縮形式が一層単調となったが, 全体に正常胃の運動に近い機能を示した。

3. 洞迷切は幽門洞部の収縮形式を単調な収縮運動に変化させたが, これは胃の propulsive movement の減弱を示唆しており, 結果として胃内容の排出に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

本論文の要旨は第15回, 第16回および第17回日本平滑筋学会総会において発表した。稿を終るに臨み, ご指導ご校閲を賜った古味信彦教授に感謝の意を表します。

文

献

- Amdrup, B.M. and Griffith, C.A. (1969). Selective vagotomy on the parietal cell mass: Part I. with presentation of the innervated antrum and pylorus. *Ann. Surg.* **170**: 207-214.
- Amdrup, B.M. Johnston, D. and Goligher, J.C. (1970). 110 highly selective vagotomies without drainage (HSV) for duodenal ulcer (Abst). *Gut* **11**: 1602.
- Auer, J. (1909). The effect of severing the vagi or the splanchnics or both upon gastric motility in rabbits. *Am. J. Physiol.* **25**: 334-344.
- Barron, L.E. and Curtis, G.M. (1937). Effect of vagotomy on the gastric motor mechanism of man. *Arch. Surg.* **34**: 1132-1158.
- Bass, P., Code, C.F. and Lambert, E.H. (1961). Electric activity of gastroduodenal junction. *Am. J. Physiol.* **201**: 587-592.
- Beal, J.M. and Deneen, P. (1950). A study of vagotomy. *Arch. Surg.* **60**: 203-222.
- Cannon, W.B. (1906). The motor activities of the stomach and small intestine after splanchnic and vagus section. *Am. J. Physiol.* **17**: 429-442.
- Carlson, A.J. and Litt, S. (1924). Studies on the visceral nervous system on the reflex control of the pylorus. *Arch. Inter. Med.* **33**: 281-291.

- Clarke, R.J. and Alexander-Williams, J. (1973). The effect of preserving antral innervation and of a pyloroplasty on gastric emptying after vagotomy in man. *Gut* **14**: 300-307.
- Cobb, J.S. *et al.* (1971). Gastric emptying after vagotomy and pyloroplasty; relation to some postoperative sequelae. *Am. J. Digest. Diseases* **16**: 207-215.
- Colmer, M.R., *et al.* (1969). "Dumping" after vagotomy and pyloroplasty. *Brit. J. Surg.* **56**: 702.
- Daniel, E.E. and Chapman, K.M. (1963). Electrical activity of the gastrointestinal tract as an indication of mechanical activity. *Am. J. Digest. Diseases* **8**: 54-102.
- Deaton, W.R. Jr., Postlethwait, R.W. and Bradshaw, H.H. (1951). Gastric secretion and motility in dogs; postvagotomy two year study. *Gastroenterology* **17**: 72-76.
- Dragstedt, L.R. and Owens, F.M. Jr. (1943). Supradiaphragmatic section of the vagus nerves in the treatment of duodenal ulcer. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **53**: 152-154.
- Dragstedt, L.R. *et al.* (1947). Section of the vagus nerves to the stomach in the treatment of peptic ulcer. *Ann. Surg.* **126**: 687-708.
- 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.
- Grimson, K.S. *et al.* (1947). Transthoracic vagotomy, the effects in 57 patients with peptic ulcer and the clinical limitations. *J.A.M.A.* **134**: 925-932.
- Hegglin, J. Babotai, I. and Largiader, F. (1969). The influence of vaogotomy on electrogastronomyography. *Europ. Surg. Res.* **1**: 56-63
- Interone, C.V. *et al.* (1971). Parietal cell vagotomy: Studies of gastric emptying and observations of protection from histamineinduced ucler. *Arch. Surg.* **102**: 43-44.
- Johnston, D. and Wilkinson, A.R. (1970). Highly selective vagotomy without a drainage procedure in the treatment of duodenal ulcer. *Brit. J. Surg.* **57**: 289-296.
- Johnston, D. *et al.* (1972). Vagotomy without diarrhea. *Brit. Med. J.* **3**: 788-790.
- Kelly, K.A., Code, C.F. and Elveback, L.R. (1969). Patterns of canine gastric electrical activity. *Am. J. Physiol.* **217**: 461-470.
- Kelly, K.A. and Code, C.F. (1969). Effect of transthoracic vagotomy on canine gastric electrical activity. *Gastroenterology* **57**: 51-58.
- 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.
- Louckes, H.S., Quigley, J.P. and Kersey, J. (1960). Inductograph method for recording muscle activity, especially pyloric sphincter physiology. *Am. J. Physiol.* **199**: 301-310.
- McCrea, E.D., McSwiney, B.A. and Stopford, J.S.B. (1926). Effect on the stomach of section of the vagi. *Quart. J. Exper. Physiol.* **16**: 195-206.
- McKelvey, S.T.D., Connell, A.M. and Kennedy, T.L. (1969). Gastric emptying and transit time as fastors in postvagotomy diarrhea. *Gut* **10**: 1047.
- Moore, F.D. *et al.* (1947). Resection of the vagus nerves in peptic ulcer, physiologic effects and clinical results with a report of two years experience. *J.A.M.A.* **133**: 741-749.
- Muren, A. (1957). Gastric motility after vagotomy in dog. *Acta Chir. Scand.* **112**: 98-106.
- Nelsen, T.S. *et al.* (1967). Alterations in muscular and electrical activities of the stomach following vagotomy. *Arch. Surg.* **94**: 812-135.
- Postlethwait, R.W. *et al.* (1948). Effect of vagotomy and of drugs on gastric motility. *Ann. Surg.* **128**: 184-194.
- Quigley, J.P. and Louckes, H.S. (1951). The effects of complete vagotomy on the pyloric sphincter and the gastric evacuation mechanism. *Gastroenterology* **19**: 533-537.
- Ritvo, M. and Shaffer, I.A. (1948). Roentgenographic studies of the gastrointestinal tract following section of the vagus nerves for peptic ulcer. *New Eng. J. Med.* **238**: 496-510.
- Sakamoto, S. and Nishi, K. (1967). Electrical and mechanical activities in the stomach of the dog;

- effects of the vagus nerve stimulation, Atropine, Neostigmine and Adrenaline. *Kumamoto Medical J.* **20**: 25-38.
- Stavney, L.S. *et al.* (1963). A physiologic study of motility changes following selective gastric vagotomy. *J. Surg. Res.* **3**: 390-349.
- Sugawara, K. *et al.* (1969). The short-term effect of vagotomy on gastric motility. *Arch. Surg.* **99**: 1-5.
- Vanzant, F.R. (1947). The late restoration of gastric acidity after thoracic vagotomy in the dog. *Gastroenterology* **8**: 768-773.
- Wilkinson, A.R. and Johnston, D. (1973). Effect of truncal selective and highly selective vagotomy on gastric emptying and intestinal transit of food-Barium meal in man. *Ann. Surg.* **170**: 190-193.
- Wolf, S. and Andrus, W.D. (1947). The effect of vagotomy on gastric function. *Gastroenterology* **8**: 429-434.

(1976 年 9 月 18 日受付)