植込み電極法食道筋電図

千葉大学医学部 佐藤外科教室

佐藤 博, 平島 毅, 西村 明, 塩田彰郎, 田 紀克

佐々木守, 原 輝彦, 大山修身, 三好弘文

AN ELECTROMYOGRAPHICAL STUDY OF THE ESOPHAGUS
WITH CHRONICALLY IMPLANTED ELECTRODESHiroshi SATO, Tsuyoshi HIRASHIMA, Akira NISHIMURA, Akio SHIOTA, Norikatsu DEN,
Mamoru SASAKI, Teruhiko HARA, Osami OYAMA, Hirofumi MIYOSHI

The Second Surgical Department, Chiba University, Chiba.

The electromyogram of the esophagus has been studied by means of intramuscularly implanted electrodes to investigate pathophysiological changes seen in experimentally produced achalasia-like condition in dogs. These studies have been attempted to elucidate the functional mechanism of the esophagogastric junction.

Electrodes are implanted into the esophageal muscle at 4 different points; the upper, middle, lower parts of the esophagus and the esophagogastric junction respectively and the electrodes have been kept chronically. In dogs, the electromyogram is taken during spontaneous swallowing without anesthesia or restraint while the studies are done.

After the electrodes have been connected with the multi-channel amplifier, the electromyogram can be easily recorded until 3 weeks postoperatively.

One day after the operation, dogs can eat and the electromyographical bursts move down to the lower part of the esophagus, judging from the electromyographical patterns at the 4 different points. The bursts are high in the maximum amplitude and long in the duration at the lower part of the esophagus as compared with the one from the upper part. Changes are slight in amplitude at the esophagogastric junction.

緒 言

特発性食道拡張症は1672年 Willis¹⁾により始めて報告されて以来、幾多の研究があるにも拘らず、その病因病態は、今日なお十分には解明されていない。本症の病因・病態究明のため、教室では、臨床検査、または、動物実験、あるいは特発性食道拡張症様動物作成、または食道運動の記録、及び組織の変化など、多面にわたり、その研究を進めている。食道運動の検索にあたっては、食道鏡による観察、レ線透視撮影、電気圧力計を用いての open-tip 法による内圧測定、及び、平滑筋筋電図記録を行なっているが、われわれは筋電図を用いて食道運動を研究した。

平滑筋筋電図については、Alvarez²⁾(1914)及び、Bozler^{3,4)}(1938)以来、多くの業績があるが、食道筋電図に関する発表は数える程しかない。すなわち、Brücke-井上⁵⁾(1912)、Brücke-佐武⁶⁾(1913)、横沢⁷⁾(1955)、甲

田⁸⁾(1955)、谷原⁹⁾(1958)、多田¹⁰⁾(1959)、及び、水野¹¹⁾(1964)などの発表である。しかし、これらはいずれも、摘出超生実験、または、無麻酔拘束下、または、麻酔下のものであり、生理的な状態とはやゝ離れた感がある。そこで、われわれは、新たに、慢性植込み電極法を食道に応用し、食道の筋電図を記録した。この方法の特徴は、無麻酔無拘束であるので、自発的な嚥下による最も生理的な食道運動が記録でき、さらに同一部位から、同一条件で長期にわたり経時的に食道筋電図が記録できるので、薬剤、または、迷走神経切除の影響の検索に好適であることである。

この植込み電極法食道筋電図において、可成り明確な burst を記録し得たので、今回はその生理的な成績を中心に報告する。

実 験 方 法

8~15 kg の成犬 12 頭の食道に植込み電極法を施行した。Nembutal 25mg/kg 静注で麻酔した後、気管内挿管し、補助呼吸ができるようにしておき、右第5肋間で開胸し、肺を圧排して食道に達した。

電極は鉤状双極針電極¹²⁾で、材質は鉄であり、極間抵抗は 12 k Ω である。電極の太さは 300 μ 、極間距離は 1 mm、長さは 3.5 mm で、先端 1 mm を残してカシューで絶縁してある (第1図、左)。電極のリード線は 20 cm であり、その先端はソケットになっており、記録器と容易に接合できるようになっている。

この電極を食道に管外性に刺入するのだが、その部位は、胸部食道の奇静脈交叉部より 1 cm 上方、奇静脈弓と横隔膜との間を2分してそれぞれの中点、および食道

図 1. 食道筋電図誘導電極及び誘導部位

図 2. 食道筋電図記録法 (植込み電極法)

胃接合輪より 1 cm 上方の 4 点であり、それぞれ、上部食道、中部食道、下部食道、および、接合部と規定した (図 1、右)。この際、電極は糸にて食道壁に結紮され、更には器質化され、確実に食道筋層に固定された。

この電極のリード線は、胸腔内背側に沿い肺を迂回し、開胸創背側端より胸腔を出、皮下を通して、背部正中線の上より体外に出して、ソケットの部で皮膚に固定された。これは四肢、および、口の死角になると思われる部位である。

食道筋電図記録時には、このソケットを筋電図誘導用入力箱に接続し、これより増巾器を経て、4 素子インク書きオシログラフ (日本光電製多記録装置、RM 150) に連結した (図 2)。なお、時定数は 0.01 秒、記録速度は 1 cm/sec とした。

以上の如く装置し、イヌに水、または、菓子を嚥下させると、食道筋電図では burst を生ずるが、その burst をその持続時間、および、最大振巾の面から検討した。

実 験 成 績

電極植込み後の一般状態

イヌは電極植込み後 1 日で麻酔は完全に醒め、歩行可

能であり、食餌を自ら食べ、その嚥下により、筋電図では burst を生ずる。

図 3. 嚥下時食道筋電図 (植込み電極法)

術後3日目の出血死1例, 1週間前後にて臍胸による死亡が3例ある他は, 約3週間は食道筋電図記録可能であった。それは, 初期の数例は動物の肢, または口により, その他のものは犬小屋との強度の接触によりソケットがちぎれる事があるからである。

嚥下物の差による burst

固形物嚥下と流動物嚥下との間に, その burst に関して著明な差は見られなかった。

固形物にしろ, 流動物にしろ食餌を持続的に摂取する時には, 上部食道の筋電図は咬筋または, 首の運動に影響され持続的な spike を示し, 典型的な burst は見られなかった(図3左)。一方, 自然嚥下(dry swallowing)の際は, 食道上方より下方へ典型的な型の burst が次に移行する(図3右)。これと同じ型の burst は, 少量の水を飲ませ, 一口嚥下させることにより誘発されたので, 以後 burst の検討は水一口嚥下によるものについて行なった。

食道筋電図の一般的性質

安静時食道筋電図には, 上部食道, 中部食道, 下部食道, 接合部にわたり心電図が見られ, 接合部には横隔膜の呼吸運動に一致する振巾の小さい規則的な burst が見られる他はなんら電気的变化はない。

水一口嚥下による食道筋電図で, burst は先ず, 上部食道に発生するが, 一定の潜時を置いて, 中部食道, 下部食道, 接合部の順に生ずる(図4, 図5)。burst は紡錘型に近い型をしており, その持続時間, および最大振巾を計測したが, 嚥下運動により基線が動揺する時は, 一時点の振巾の最大のものを最大振巾とした。

経時的 burst

嚥下時食道筋電図は電極植込み後1日目から採取可能であり, 2-3週間にわたり記録した。図4, 図5はその1例である。電極植込み後1日目の burst の最大振巾, および持続時間はやや大であるが, その後の burst はほぼ同じ大きさである。

図4. 嚥下時食道筋電図(植込み電極法)

図5. 嚥下時食道筋電図(植込み電極法)

図 6. 嚥下時食道筋電図の経時的変化

他の 1 例について、電極植込み後各日の嚥下による burst の最大振巾の平均値を誘導部位別に見たものが図 6 である。電極植込み後 4 日目以後はほぼ一定の値をとり、2, 3 日目の値もこれに近い。

全例について、burst の最大振巾、および持続時間を見ると、電極植込み後 1 日目には大なることも、小なることもあるが、2 日目以後は殆んど正常に近づき、全経過を通して、ほぼ一定していた。そこで、各誘導部位別の burst の性質を検索するにあたっては、電極植込み 2 日目以後のものを対象とした。

誘導部位別 burst

水一口嚥下による 282 ケの burst の最大振巾、および、持続時間について、誘導部位別に比較検討した。

最大振巾は上部食道で $15 \sim 160 \mu V$ の間に分布し平均値 $83 \mu V$ であり、中部食道で $40 \sim 200 \mu V$ の間に分布し平均値 $135 \mu V$ であり、下部食道で $100 \sim 200 \mu V$ の間に分布し平均値 $149 \mu V$ であり、食道胃接合部で $15 \sim 130 \mu V$ の間に分布し平均値 $83 \mu V$ である。

持続時間は上部食道で $0.35 \sim 2.8$ 秒の間に分布し平均値 1.58 秒であり、中部食道で $0.9 \sim 4.0$ 秒の間に分布し平均値 2.78 秒であり、下部食道で $1.2 \sim 5.5$ 秒の間に分布し平均値 2.86 秒であり、食道胃接合部で $1.3 \sim 4.5$ 秒の間に分布し平均値 2.78 秒である。これらの値の分布する範囲を破線で、平均値を実線で示したものが

図 7. 最大振巾及び持続時間の平均値

図 8. 嚥下時食道・胃接合部及び胃筋電図 (植込み電極法)

図7である。最大振巾、および、持続時間の平均値は、食道上部より下方に行くにつれ次第に大きくなっている。しかし、食道胃接合部では最大振巾は減少しており、この部の特異性がうかがわれる。

食道胃接合部の burst

食道胃接合部に図8の如く電極を刺入し、筋電図を記録した。食道胃接合輪より1 cm 上は食道胃接合部としていた部位で、呼吸運動による小さな burst があり、ここに嚥下による著明な burst が重なる。これより下の接合輪の burst の振巾は更に小さくなり、burst はこの部

で終り、接合輪より1 cm 下では現われない。なお、胃に於ては、嚥下による burst とは無関係に、自発的な burst が周期的に生ずる(図8)。

麻酔下食道筋電図

電極植込み後、いまだ麻酔覚醒がみられぬ状態において、食道上部に挿入したビニールチューブより冷水10ccを記入して burst 誘発を試みたが、前述の如き典型的な burst は1例も見られなかった(図9)。しかし、麻酔の浅い状態では、自発的嚥下による burst に類似するものがみられた(図10)。

図9. 冷水注入食道筋電図(深麻酔下)

図10. 冷水注入食道胃筋電図(浅麻酔下)

考 按

消化管の筋層は平滑筋により構成されることが多い。たとえば、腸および胃は平滑筋よりなり、蠕動運動に一

致する平滑筋活動電位の burst が、ある間隔をもって自発的に発生する。一方、食道は横紋筋および平滑筋より

なり、その構成割合は動物種差により異なり^{9,10,13,14}、イヌでは、[稲岡は殆んど全長横紋筋よりなるといい、Ellenberger は食道の下方5分の1は平滑筋よりなり、それより上部は横紋筋よりなるといっているが、食道運動を筋電図の面から見ると、安静時には心臓運動、呼吸運動による活動電位が見られるだけで、自発的蠕動による burst は発生せず、食道蠕動による burst は嚥下運動に伴ってはじめて生じた。すなわち、食道運動は前者の如き他動的運動と、後者の如き自動的運動とに大別する事ができる。食道の自動的運動とは、嚥下に伴う食道自身の蠕動運動であり、Schreiber,¹⁵⁾ 田宮¹⁶⁾ はこれを二相に分け、第一相では口腔咽頭の嚥下運動により食物を頸部食道に輸送し、第二相では胸部食道上端より食道自身の蠕動運動により輸送が行なわれていると考えている。この食道蠕動運動には、頸部食道に加わった刺激による全食道の反射的蠕動波である全反射運動と、伸展刺激の加わった局所に接する上方から蠕動波が起り下方におよぶ局所反射運動とがある¹⁷⁻²²⁾。

これらの他に、食道運動に関する業績は数多くあるが、最近、その研究の焦点は逆流性食道炎、特発性食道拡張症の病因・病態究明のため、わずか数 cm の食道胃接合部に集まっている²³⁾。この部は high pressure zone であり、機能的には括約筋の働きをしており、intrinsic muscle を考えている者もある²⁴⁻⁴¹⁾ が、解剖学的にその存在は確証されておらず、横隔膜の影響⁴²⁻⁴⁴⁾、または、食道胃内圧勾配による弁作用などによりその機序を説明している者もいる⁴⁵⁻⁴⁹⁾。

これらの研究は、食道鏡による観察、レ線透視映画、電気圧力計による内圧測定などによりなされているが、筋電図によるものは少ない。

食道筋電図に関する最近の業績としては、多田¹⁰⁾ (1959)、水野¹¹⁾ (1964) があるので、主に彼等の成績と比較しつつ検討する。

多田は家兎を背位に固定し、咽頭後壁に挿入してあるビニール細管を通じて微温水 0.3cc を注入し、また、水野はイヌを Nembutal 麻酔後背位に固定し、門歯列より 15cm 食道内に挿入しているゾンデを通じて水 10 cc を注入し、嚥下を行なわせており、いづれも生理的嚥下とはみなし難い。それに反し、われわれは無麻酔無拘束で最も生理的な嚥下を行なわせ、食道筋電図を記録し、しかも、経時的に長期間にわたりそれを採取し得た。

慢性植込み電極は、脳波採取用に使われ、胃、または腸では小野ら⁵⁰⁾ が使用しているが、食道に於て本法を採用したのはわれわれが初めてであり、その利点については前述した。

電極刺入は臨床応用を考えると、植田⁵¹⁾ら、鈴木⁵²⁾、大井⁵³⁾ら、土田⁵⁴⁾ら、中山⁵⁵⁾ら、Foster⁵⁶⁾らの如く、管

内性であるべきだが、食道に於てはその様な報告は少なく、本教室中山⁵⁵⁾らの発表があるのみであり、われわれも、実験的には管外性に電極を刺入した。

電極刺入部位は、多田の場合、輪状軟骨下 1 cm の頸部食道、胸骨上窩より 1 cm 下の胸部食道、および腹部食道であり、水野の場合、噴門部、およびそれより 5 cm 上方の下部食道であり、われわれの言う食道胃接合部には腹部食道 (多田)、噴門部 (水野) が相当し、下部食道は水野の言うそれと殆んど同じであり、多田の頸部食道、胸部食道はわれわれの上部食道より遙かに上方である。また、水野は single spike, grouping spike, continuous spike の三群にわけ検討しているが、そのうち、grouping spike がわれわれの burst に相当するものである。実験動物、実験方法、記録装置、burst 測定法などにより、その結果は一概には論じられないが、その成績を比較検討してみる。多田の成績では、burst の最大振巾の平均値は頸部食道で 410 μ V、胸部食道で 460 μ V、腹部食道で 540 μ V となり、また、burst の持続時間の平均値は頸部食道で 0.17 秒、胸部食道で 0.18 秒、腹部食道で 1.37 秒となり、両者とも食道下方に行くにつれ次第に大となっており、われわれの結果とほぼ一致するのだが、われわれの下部食道に相当する部位の測定がなされていないので、食道胃接合部近傍の食道運動の検討はできない。これに反し、水野は下部食道と噴門部の関係をみており、grouping spike の平均振巾の平均値はそれぞれ 132 μ V、113 μ V であり、その持続時間は 1.5 秒、1.3 秒であり、いずれの値も噴門部では小となっており、われわれの結果と一致する。

食道胃接合部に関して、大井ら⁵⁷⁾はイヌの噴門部では活動電位は認められないといっているが、横沢⁷⁾ら、水野¹¹⁾は嚥下物刺激による spike の発現を認めており、また、甲田⁸⁾は下部食道より噴門に現われる spike は噴門から 1.5 cm の胃底部で消失するといっている。これらの成績の相違は、噴門部の範囲に関する見解の相違にも起因する事を考え、esophagogastric junction (食道胃接合輪) を食道と胃が接する一線とし、この部とこの上下 1 cm より筋電図を誘導してみたが、嚥下による burst は接合輪上 1 cm に見られ、接合輪での burst の振巾はさらに小さくなり、burst はこの部で終り、接合輪より 1 cm 下では現われなかった。

ここで、食道胃接合部の開閉、緊張について問題になるが、同時に研究を進めている食道内圧曲線の成績と併せて、更に検討するつもりである。

さらに、われわれは麻酔下に於て、冷水注入による食道筋電図 burst の誘発を試みたが、散発性 spike、または、非定型的 burst を示すのみであったので、慢性植込み電極法による典型的 burst は、食道運動に関して、最

も生理的な成績をもたらすものと思われる。

結 論

われわれは食道運動、ひいては特発性食道拡張症の病態生理究明のため、新たに植込み電極法を食道に於て採用したが、この方法の特徴は無麻酔拘束で最も生理的に近い状態の筋活動が記録でき、さらに、同一条件で長期にわたり筋電図を記録できることである。

ネンブタール麻酔犬を開胸し、食道の上部、中部、下部、食道胃接合部に連続的に4本の鉤状双極針電極を管外性に刺入固定し、麻酔覚醒後3週間にわたり、食道筋電図を記録した。

麻酔下冷水注入によっては、burst は明らかではない

が、覚醒後の自発的嚥下によっては著明な burst を見、これは食道上部より下部へと一定の潜時をおいて次第に移行した。この burst は下部に行くにつれ、最大振幅は大となり、持続時間は延長したが、食道胃接合部ではこの最大振幅は減少し、胃では嚥下による burst は見られなかった。

本論文の主旨は第52回日本消化機病学会総会で発表した。

文 献

- 1) Willis, T.: *Pharmaceutica rationalis*. 1672, cited by Hurst, A.F.: *Quart. J. Med.*, **8**, 300, 1915.
- 2) Alvarez, W.C.: Functional variations in contractions of different parts of the small intestine. *Amer. J. Physiol.* **35**, 177, 1914.
- 3) Bozler, E.: Electric stimulation and conduction of excitation in smooth muscle. *Amer. J. Physiol.*, **122**, 614, 1938.
- 4) Bozler, E.: The action potentials of visceral smooth muscle. *Amer. J. physiol.*, **124**, 502, 1938.
- 5) von Brücke, E. Th. u. Inoue, T.: Die Aktionsströme der Muskulatur des Kaninchenösophagus bei Reizung der Nervus vagus mit Einzelreizen. *Pflüger's Archiv*, **145**, 152, 1912.
- 6) von Brücke, E. Th. u. Satake, J.: Über die Aktionsströme des Kaninchenösophagus während des Ablaufes einer Schluckwelle. *Pflüger's Archiv*, **150**, 208, 1913.
- 7) 横沢三平: 食道機能の筋電図学的研究. 耳鼻咽喉科臨床, **49**, 705, 1955.
- 8) 甲田博和: 嚥下及び食道運動に関する実験的研究. 耳鼻咽喉科臨床, **49**, 819, 1955.
- 9) 谷原博公: 実験的食道狭窄時に於ける食道機能の電気生理学的研究. 日外会誌, **58**, 1590, 1957.
- 10) 多田 豊: 家兎の食道機能の筋電図学的研究. 四国医学会雑誌, **15**, 229, 1959.
- 11) 水野秀一: 犬に於ける正常および頸部迷走神経切断時の下部食道ならびに胃噴門部の電気生理学的研究. 日大医学雑誌, **23**, 1, 1964.
- 12) 佐藤博ら: 筋電図による腸管吻合法の検討. 日平滑筋誌, **1**, 248, 1965.
- 13) Greving, L.: *Lebensnerven u. Lebens-tierele*: 10) 多田豊より引用.
- 14) 大沢 達: 食道外科 (第33回日本外科学会総会宿題). 日外会誌, **34**, 1319, 1933.
- 15) Schreiber, J.: *Arch. f. Verdauungskrrh.* **17**, 647, 1947.
- 16) 田宮知耻夫: 特発性食道拡張症例補遺. 日新医学, **14**, 241, 1924.
- 17) 水田信夫: 食道反射運動に関する実験的研究, 第1篇. 食道反射運動の種類. 実験消化器病学, **2**, 15, 1927.
- 18) 水田信夫: 食道反射運動に関する実験的研究, 第2篇. 食道反射運動の促進及び抑制. 実験消化器病学, **2**, 149, 1927.
- 19) Meltzer, S.J.: On the causes of the orderly progress of the peristaltic movements in the esophagus. *Amer. J. Physiol.* **2**, 266, 1899.
- 20) Carlson, A.J. & Luckhardt, A.B.: The condition of the esophagus during the periods of gastric hunger contractions. *Amer. J. Physiol.*, **33**, 126, 1914.
- 21) 平田和夫: 犬食道の局所反射運動に就て. 耳鼻咽喉科臨床, **26**, 97, 1931.
- 22) 平田和夫: 頸部食道外科学補遺, (和辻先生古稀記念論文), 前篇, 食道の機能に関する実験的研究. 耳鼻咽喉科臨床, **27**, 349, 1932.
- 23) Mann, C.V., Greenwood, R.K. & Ellis, F.H.: The esophagogastric junction. *Surg., Gynec. Obstet.*, **118**, 853, 1964.
- 24) Atkinson, M. et al.: Comparison of cardiac

- and pyloric sphincters; a manometric study. *Lancet*, **273**, 918, 1957.
- 25) Atkinson, M. *et al.*: The oesophagogastric sphincter in hiatus hernia. *Lancet*, **273**, 1138, 1957.
 - 26) Atkinson, M.: The oesophagogastric sphincter after cardiomyotomy. *Thorax*, **14**, 115, 1959.
 - 27) Carveth, S.W. *et al.*: Esophageal motility after vagotomy, phrenicotomy, myotomy, and myomectomy in dogs. *Surg. Gynec. Obstet.*, **114**, 31, 1962.
 - 28) Code, C.F.: The pressure profile of the gastroesophageal sphincter in man: An improved method of detection. *Proc. Staff Meet., Mayo Clin.*, **33**, 406, 1958.
 - 29) Creamer, B., Olsen, A. M & Code, C.F.: The esophageal sphincters in achalasia of the cardia (Cardiospasm). *Gastroenterology*, **33**, 293, 1957.
 - 30) Creamer, B., Donoghue, F.E. and Code, C.F.: Pattern of esophageal motility in diffuse spasm. *Gastroenterology*, **34**, 782, 1958.
 - 31) Creamer, B. & Schlegel, J.: Motor responses of the esophagus to distention. *J. appl. Physiol.*, **10**, 498, 1957.
 - 32) Edwards, D.A.W.: The anti-reflux mechanism: manometric and radiological studies. *Brit. J. Radiol.*, **34**, 474, 1961.
 - 33) Fleshler, B. *et al.*: Resistance and reflex function of the lower esophageal sphincter. *J. appl. Physiol.*, **12**, 339, 1958.
 - 34) Hightower, Jr., N.C., Olsen, A.M. & Moersch, H.J.: A comparison of the effects of acetyl-beta-methylcholine chloride (Mecholyl) on esophageal intraluminal pressure in normal persons and patients with cardiospasm. *Gastroenterology*, **26**, 592, 1954.
 - 35) Hightower, N.C. Jr.: Swallowing and esophageal motility. *Amer. J. Dig. Dis.*, **3**, 562, 1958.
 - 36) Ingelfinger, F.J., Kramer, P. & Sanchez, G.C.: The gastroesophageal vestibule, its normal function and its role in cardiospasm and gastroesophageal reflex. *The Amer. J. Med. Sci.*, **228**, 417, 1954.
 - 37) Ingelfinger, F.J.: Esophageal motility. *Physiol. Rev.*, **38**, 533, 1958.
 - 38) Ingram, P.R., Respass, J.C. & Muller, W.H. The role of an intrinsic sphincter mechanism in the prevention of reflux esophagitis. *Surg. Gynec. Obstet.*, **109**, 659, 1959.
 - 39) Nagler, R. & Spiro, H.M.: Serial esophageal motility studies in asymptomatic young subjects. *Gastroenterology*, **41**, 371, 1961.
 - 40) Botha, G.S.M., Astley, R. & Carré, I.J. A combined cineradiographic and manometric study of the gastroesophageal junction. *Lancet*, **272**, 659, 1957.
 - 41) Botha, G.S.M.: Mucosal folds at the cardia as a component of the gastroesophageal closing mechanism. *Brit. J. Surg.*, **45**, 569, 1958.
 - 42) Allison, P.R.: Reflux esophagitis, sliding hiatal hernia and the anatomy of repair. *Surg. Gynec. Obstet.*, **92**, 419, 1951.
 - 43) Jackson, C. The diaphragmatic pinchcock in so-called "Cardiospasmus". *Laryngoscope*, (St. Louis), **32**, 139, 1922.
 - 44) 新妻伸二: 食道胃接合部周辺の機能の問題 (第2報). *臨床消化器病学*, **7**, 266, 1959.
 - 45) Adler, R.H., Firme, C.N. & Lamigan, J.M.: A valve mechanism to prevent gastrosophageal reflux and esophagitis. *Surgery*, **44**, 63, 1958.
 - 46) Collis, J.L., Kelly, T.D. & Wiley, A.M.: Anatomy of the crura of the diaphragm and the surgery of hiatus hernia. *Thorax*, **9**, 175, 1954.
 - 47) Creamer, B. & Pierce, J.W.: Observations on the gastroesophageal junction during swallowing and drinking. *Lancet*, **273**, 1309, 1957.
 - 48) Dornhorst, A.C., Harison, K. & Pievce, J.W.: Observation on the normal oesophagus and cardia. *Lancet*, **266**, 695, 1954.
 - 49) Dornhorst, A.C., Pierce, J.W. and Whinster, I.W.: The oesophageal lesion in scleroderma. *Lancet*, **266**, 698, 1954.
 - 50) 小野慶一ら: 横隔膜下胃底部切除術と幽門部括約筋機能. *外科治療*, **11**, 127, 1964.
 - 51) 植田 隆, 鈴木三郎: 人腸管の動作電流とその臨床応用について. *日外会誌*, **57**, 605, 1956.
 - 52) 鈴木三郎: 腸運動の動作電流, 第1篇, 腸管動作電流の臨床的誘導法. *日外会誌*, **58**, 1920,

- 1957.
- 53) 大井 実ら：胃運動機能と胃壁内神経細胞との関係に関する臨床的研究. 臨床消化器病学, **9**, 19, 1961.
- 54) 土田正義ら：腸管筋電図の管内誘導法. 治療, **47**, 1851, 1965.
- 55) 中山恒明ら：噴門痙攣症（噴門無弛緩症）の病態生理 病理とその外科的治療法. 外科治療, **10**, 255, 1964.
- 56) Forster, F.M., Helm, J.D. Jr. and Ingelfinger, F.J.: The electric potentials of the human small intestine. Amer. J. Physiol., **139**, 433, 1943.
- 57) 大井 実ら：胃運動機能に関する筋電図学的研究. 外科, **25**, 1333, 1963.

(1967 年 1 月 28 日 受付)