

消化管の働作電流及び内圧の変化について の 実 験 的 研 究

東邦大学医学部粟津外科教室 (指導: 粟津三郎教授)

本 田 健 三 朗

(原稿受付: 昭和34年12月20日)

AN ELECTROPHYSIOLOGICAL STUDY OF THE BOWEL

by

KENZABRO HONDA

Surgical Department, Toho University, School of Medicine
(Director Prof. Dr. SABURO AWAZU)

As a method of studying the movement of the bowel, the balloon was inserted into stomach, duodenum, jejunum, ileum and colon through the abdominal wall operatively and the intraluminal pressure is recorded by the electropressuremeter, the kymograph and the manometer. The electropressuremeter is consist of penwriting recorder, amplifier, electrical pressuremeter, and dustcormicrophone connected with the balloon. The action potential was measured by bipolar electrodes in the serous membrane of the intestinal wall, and this point was contacted with the balloon. All these apparatuses were recorded simultaneously. 30 rabbits and 13 mongrel dogs were used for our experiments. In all cases, amplitude of action potential, frequency of spike, duration of group spikes, amplitude of intraluminal pressure curve, and frequency of intraluminal pressure were studied. Then special features were found in each parts of the bowel. Generally, than the change of intraluminal pressure, the action potential was found 0.8 to 1.0 second previously.

On the case of increase of intraluminal pressure, all these changes corresponded definitely. Then on the case of decrease, both the action potential and the electrical pressure curve corresponded, but the change of mechanical pressure of the kymograph did not correspond. The method of the electrical pressure meter is the profitable one because of recording the minute change of intraluminal pressure and of corresponding with the action potential.

目 次

第1編 家兎及び犬の消化管各部の働作電流と電
気内圧曲線及び機械内圧曲線の同時描写
法に就いて

第1章 緒論
第2章 実験方法及び実験動物
第3章 実験成績

* 本論文の要旨は、昭和33年5月1日、第44回日本消化機病学会総会、昭和34年2月17日、
第29回東邦医学会例会、昭和34年4月7日
第45回日本消化機病学会総会に於いて発表した。

第4章 考按
 第5章 結論
 第2編 人工的急性腹膜炎時に於ける消化管各部の働作電流及び電気内圧曲線の変化について

第1章 緒論
 第2章 実験方法及び実験動物
 第3章 実験成績及び病理組織学的検索
 第4章 考按
 第5章 総括並びに結論

第1編 家兎及び犬の消化管各部の働作電流と電気内圧曲線及び機械内圧曲線の同時描写法に就いて

第1章 緒 論

消化管の運動様式を観察する方法には、目踏法、懸垂法、導圧法等が広く用いられて来た。目踏法は福原¹⁾等の推奨する腹窓法²⁾³⁾、レントゲン透視法⁴⁾、連続レ線写真法⁵⁾、映画撮影法⁵⁾³⁾等があり又腹壁外へ腸管を移植し湿性を保ち観察する方法⁶⁾もあるが、此等は運動の描記記録、数値の計測が困難な点がある。懸垂法はMagnus氏法^{7)~9)}又は此れを種々改良したPhotoelectric recoder¹⁰⁾等があり装置の関係から in vitro に多く用いられている。導圧法はTrendelenburg氏法¹¹⁾又はその種々の変法、例えば誘導圧をミラータンブールにてフィルム上に記録する方法¹³⁾その他⁵⁾³⁾⁷⁾²⁾⁷⁾³⁾がある。又此等の2組以上を同時観察するための方法として、矢田貝氏法¹⁴⁾は目踏法と懸垂法を同時観察し、町田、山本法¹⁶⁾、は目踏、懸垂、導圧法の3者を同時観察する方法である。此等とは別に働作電流の観察法がある。此れは平滑筋の運動に伴う電氣的現象の研究がAlvarez^{22)~24)}、Puestow^{17~18)}、Eccles¹⁹⁾、Rosenbluth²⁰⁾²¹⁾、Berkson¹²⁾、Bozler^{25)~37)}、Ambache¹⁰⁾等により多くの業績が発表され、我が国でも奥田、前田⁷⁶⁾、丹生^{38)~45)}、市河^{46)~49)}、田北^{50)~60)}、植田⁶⁵⁾⁶⁸⁾、粟津^{69)~74)}、伊東⁷⁵⁾等により電気生理学的技術を以てする平滑筋の働作電流についての優れた研究が報告されて来た。

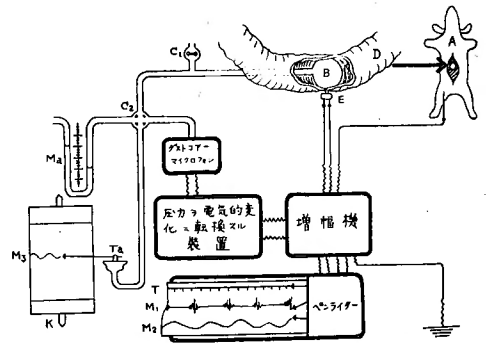
消化管の運動と働作電流とは如何なる関係があるかと云う問題を解明する為に働作電流記録と消化管運動観察法の幾組かを組合せて行う同時観察法は in vitro 或いは in vivo にて多くの研究者により報告されて来た。その結果は必ずしも一致してはならず、数人の研究者は腸管の動いて無い時でも働作流が得られる事及び腸管の収縮の強さと働作電流の大いさは無関係なる事を述べ、又他の研究者等は腸管の1個の収縮に際し1群の Spike の発生する事、又腸管の運動の強い場合は振幅も Spike 数も増大する事を報告してい

る如くである。

著者は数年来、極く微少な運動をも含めた腸管運動と働作電流の関係を解明する目的で著者等の考案した装置を用いて、導圧法記録と働作電流を同時記録し観察した結果、2~3の知見を得たので報告する。

第2章 実験方法及び実験動物

実験方法は第1図に示す様な装置を用いて働作電流、電気内圧曲線、機械内圧曲線、水柱圧変動を同時観察、記録した。開腹して消化管内に手術的にバルーンを挿入し、導圧には水、流動パラフィン等はいずれも空気を用いた。此より4方向コックを介してビニール管と弾力の強いゴム管にて誘導した内圧を Trend-



第1図 A—実験動物。D—消化管。B—バルーン。E—双極針電極。C₁—空気注入コック。C₂—4方向コック。Ma—マンノメーター。Ta—タンブール。K—キモグラフ。T—時標。M₁—働作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

elenburg 氏法の変法として、①1方は著者等²²⁾⁷⁴⁾の考案した圧力を電氣的變化に転換させる装置、即ち気密に保たれたダストコア付きマイクロフンの振動板に腸管の内圧が直接加わる時、そこに生ずる電流を電子管(発振管6SN7)に通じて電源電圧直流6V簡易電気内圧曲線描写装置に接続させ、働作電流と同一記録紙

面上にペンライターにて記録した。② 一方はマンメーターにて消化管内圧の水柱圧変動を自覚観察し、③更に一方をタンブールに導いてキモグラフに機械内圧曲線を描写した。④ 動作電流は双極針電極を消化管漿膜面よりバルーンの球面切点上に相当する位置で筋層内に置き、筋電図描写装置に接続して記録した。使用した電極は教室伊東⁷⁵⁾の考案せる電極と同一のものを用いた。即ち1mmの先端を有し間隔が1.5mmの金メッキしてある鋭い釣針電極を用いた。記録時の電極間抵抗は50K Ω 以下であつた。増幅器は日本光電社製、全交流電源電子管5段増幅で、時定数は0.03秒のものを用いた。尚記録に際してマンメーターを除く①、③、④の3者の記録紙の進行速度は同速度とした。

実験動物は体重8kg内外の成熟健康なる犬を13例、体重2kg内外の成熟健康なる家兔を30例使用した。

肉眼的観察上、冷却及び乾燥された状態では腸運動が減退する為、実験中は可及的に乾燥防止と保温に努めた。即ち室内を25°C以上とし、36°Cに加温された流動パラフィン又はタイロッド氏液を充分浸み込ませたガーゼにて術創をおおつて行つた。

家兔及び犬を20時間以上の空腹時に市販ラボナル静脈麻酔下に型の如く背位に固定して開腹し、消化管各部、即ち、胃体部、十二指腸、空腸上部、廻腸、結腸の内腔へ各消化管に適当な大きさのバルーンを手術的に挿入し、此のバルーンには、Trendelenburg¹¹⁾、Bayliss⁷⁶⁾、柳谷⁸⁰⁾、峰⁸¹⁾、福原¹⁾等の学説を参考にして各消化管にそれぞれ適当な内圧を負荷せしめた(以後基礎内圧と記す)。バルーン挿入の腸壁手術部位より侵襲の影響をさけて約15cm以上離れた口側の部位にて実験を行つた。

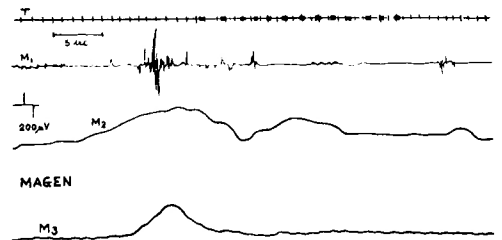
第3章 実験成績

消化管各部より記録されたものは約30秒間の経過で繰返し、略々相似の波形がどの部位にでも見られたため、30秒間に於ける同一Patternについて次の項目に亘つて検討した。動作電流に関しては此の30秒間のSpike群数、Spike発生の頻度、Spike発現持続時間、全Spikeの平均振幅を測定した。電気内圧曲線に関しては曲線の平均振幅、波の頻度を測定し、機械内圧曲線ではキモグラフに描かれた波の高さと波の頻度、マンメーターは水柱圧を自覚観察してその数値を記録した。尚測定数値は犬、兔の別で、それぞれの全例について測定した平均数値である。

イ 胃体部

呼吸運動、心搏動が介入して記録し難い部位である。電極は長軸の方向に0°、45°、90°と角度を変えても記録結果に変化は認められなかつた。

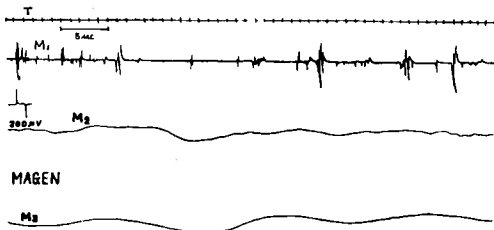
犬では直径8cmのバルーンを挿入し基礎内圧を15~20cm水柱とした(第2図及び第1表参照)。動作電流は不規則に15~40秒毎に発生する大なる振幅を含むSpike群その最大振幅900 μ Vに達するものも見られたがその前後に2~数個のSpike群が見られた。平均振幅



第2図 犬の胃体部。T—時標。M₁—動作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

は223 μ Vで消化管中最大であり、Spike群の発現頻度は3回で略々規則性がある。Spikeの頻度は63で、Spike群の持続時間の平均は2.4秒であつた。Slow-waveは認められない例が多い。電気内圧曲線は大なるSpike群の出現に対応して現われるものは略々それに平衡して大きく屢々曲線の頂部はscale outして平坦に記録される事があつた。平均振幅は19mmで波の頻度は30秒間に3個で概ねSpike群に対応して記録された。キモグラフでは機械内圧曲線の波の高さの平均が4.6mmで大なる胃の運動にしては低い値を示したが数例にて記録されたものの中に40mmに及ぶものもあつた。波の頻度は3で動作電流のSpike群数及び電気内圧曲線の波の頻度に一致した。マンメーターは4~24mm水柱を示した。第2図の時標(T)の部分に太線のサインのあるのは呼吸運動リズムをマークしたものであり此れより動作電流、電気内圧曲線、機械内圧曲線のどれもリズムに一致していない事を確めた。

兔では直径4~6cmのバルーンを用い基礎内圧を12cm水柱とした。動作電流振幅は175 μ Vで犬と同様消化管中最大であり、15~40秒に240 μ V前後のSpikeを含むSpike群が現われ、その間に略々規則的にSpike群が観察された。平均持続時間は5.5秒で、Spikeの頻度は56、Spike群数は4であつた。電気内圧曲線の振幅は19mmで波の頻度は4であり、Spike群発生頻度に一致していた。キモグラフでは機械内圧曲線の波高が3mmでその頻度は3で、大なる運動の時は電気内圧曲線と動作電

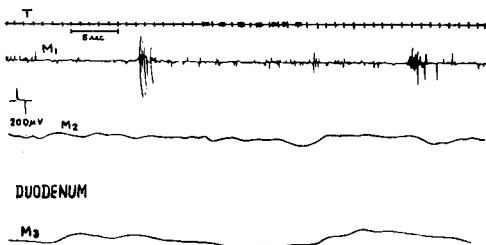


第3図 兎の胃体部。T—時標。M₁—動作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

流のSpike群数と略々一致していた。マンメーターは4~24mm水柱を示していた(第3図と第1表参照)。

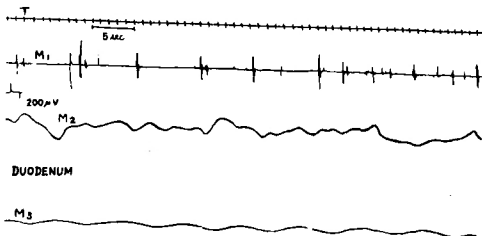
ロ。十二指腸

腸内容は胆汁を混じた十二指腸液で充満していた。犬では直径2.5cmのバルーンを使用し、基礎内圧は12~15cm水柱とした(第4図と第1表参照)。動作電流を



第4図 犬の十二指腸。T—時標。M₁—動作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線

見ると大なる振幅を含むSpike群が20~40秒毎に現われ、その間に5~8個のSpike群が認められた。平均振幅は120μV、平均持続時間は3秒で、Spike頻度は80であり、Spike群数は6であった。電気内圧曲線の振幅は19.5mmで、波の頻度は6であり、動作電流のSpike群数と一致した。キモグラフでは波の高さが5mmで波の頻度は2個であった。水柱圧変動は4~10mm水柱を上下



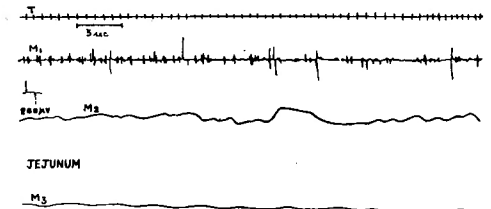
第5図 兎の十二指腸。T—時標。M₁—動作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

した。

兎では直径1.2cmのバルーンを用い基礎内圧は10cm水柱とした(第5図と第1表参照)。動作電流を見ると4~7秒毎に最大振幅138μV位のSpike群が規則的に出現し、その間Spikeの痕跡程度のものが見られた。平均振幅は87μVでこれは消化管中最も低い値であった。平均持続時間2.2秒でSpike頻度69、Spike群数は8であった。電気内圧曲線の振幅は19.5mmでその頻度は8.4であった。キモグラフでは波の高さは平均1mm、波の頻度は4であり、マンメーターでは2~20mm水柱を示していた。

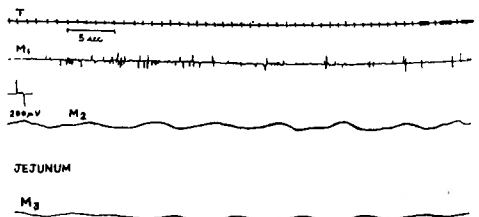
ハ。空腸上部

腸内容はわずかな腸液の他は殆んど何も見られなかった。バルーンの大きさは他の小腸つまり十二指腸及び廻腸と同様にし、又基礎内圧も同じ値とした。



第6図 犬の空腸上部。T—時標。M₁—動作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

犬では(第6図と第1表参照)、動作電流の振幅は80μVでSpike群は規則的に現われ10~15秒の間隔で単相性或いは2相性の大きなSpikeを認めた。Spike頻度は80でSpike群数は8群であった。電気内圧曲線は振幅が19.8mmで頻度は7で略々規則性があった。キモグラフでは波の高さが6mmで波の頻度は6でやはり規則性がある。マンメーターでは4~12mm水柱を示した。



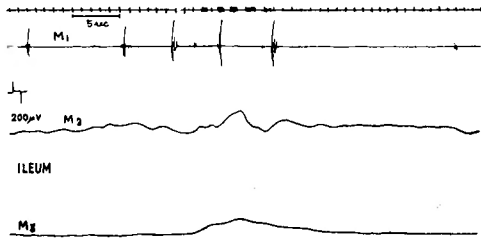
第7図 兎の空腸上部。T—時標。M₁—動作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

兎では(第7図と第1表参照)、動作電流の振幅は

80 μ V で個体差が多く、規則性が見られない例もあつた。平均持続時間は3.4秒で Spike 群の間隔は短い。Spike 頻度は49で Spike 群数は8であつた。電気内圧曲線の振幅は22.8mmで波の頻度は Spike 群数と同様に8であつた。キモグラフでは波の高さが6mmで多くは水柱圧が低い場合に平坦に記録されている例が多く、波の頻度は2.3である。マンメーターは2~12mm水柱を上下していた。ここに示した例では電気内圧曲線もキモグラフに描かれた曲線も略々相似し、規則性を有していた。

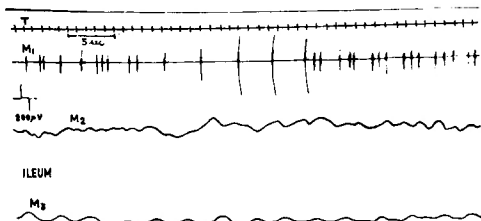
二. 廻腸

一昼夜絶食せしめたものにて腸内容は食糜が多少認められた。



第8図 犬の廻腸。T—時標。M₁—働作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

犬では(第8図と第1表参照)、働作電流は大なる振幅を1~3個含む Spike 群が6~20秒毎に現われた。その間に Spike の痕跡を認めた例と電氣的に平準な例とがあつた。電気内圧曲線は平均振幅19.8mmで此等の Spike 群に対応して現われる事が多い。キモグラフでは振幅12mmで電気内圧曲線が高い波が現われた場合のみ此に対応して現われた他は殆んど認められない程度の低い波が描かれた。頻度は平均3であつた。マンメーターでは4~16を示していた。



第9図 兎の廻腸。T—時標。M₁—働作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

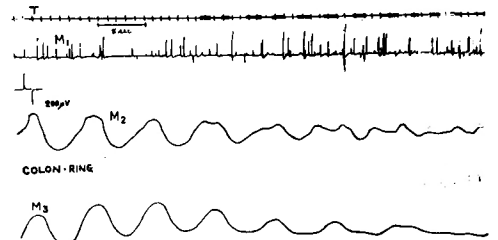
兎では(第9図と第1表参照)、働作電流を見ると3~8個の Spike を含む Spike 群が規則的に現われ、30

~40秒毎に177 μ V前後の大なる振幅を有する Spike 群が1~3回出現した。又それに対応する電気内圧曲線も高い波が記録された。Spikeの平均振幅は122 μ Vで、Spike 頻度は48であつた。電気内圧曲線の振幅は20.6mmで頻度は8であつた。機械内圧曲線は同じ波高の波が規則正しく描かれていた例と殆んど平坦に記録された例とがあつた。

ホ. 結腸

一昼夜絶食せしめたものでも内容は充滿していた。記録に際しては Taenia livera より縦走筋を主として記録したものと Taenia livera にふれぬ部分より輪状筋を主として記録したものの2者を分けた。尚此れは働作電流のみを分け、電気内圧曲線や機械内圧曲線は勿論分けてはいない。

犬では直径3cmのバルーンを用い、基礎内圧は12~15cm水柱とした。



第10図 犬の結腸(輪状筋)。T—時標。M₁—働作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

輪状筋では(第10図と第1表参照)、大なる Spike が20~40秒毎に出現し、その間に不規則に Spike が現われた。電気内圧曲線と機械内圧曲線はマンメーターが20~30mm水柱を上下している場合は相似して描かれたが、低い場合は電気内圧曲線のみが出現した。波形は規則性がある。

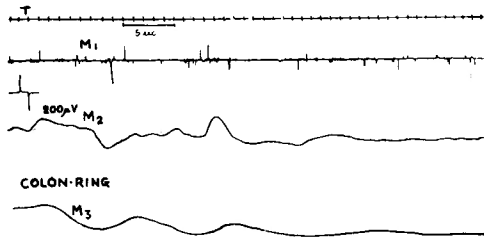


第11図 犬の結腸(縦走筋)。T—時標。M₁—働作電流曲線。M₂—電気内圧曲線。M₃—機械内圧曲線。

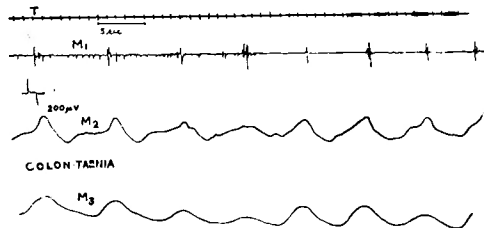
縦走筋では(第11図と第1表参照)、12~40秒毎に大

なる振幅の Spike 群が現われたその間略々規則的に Burst が見られた。内圧曲線の規則性はこの縦走筋より得られた動作電流の変動に一致している例が多い。

兎では直径 2 cm のバルーンを使用し基礎内圧は 10 cm とした。



第12図 兎の結腸(輪状筋). T—時標. M₁—動作電流曲線. M₂—電気内圧曲線. M₃—機械内圧曲線.



第13図 兎の結腸(縦走筋). T—時標. M₁—動作電流曲線. M₂—電気内圧曲線. M₃—機械内圧曲線.

輪状筋では(第12図と第1表参照)動作電流の振幅は 103 μV であり 10~30 秒毎に 143 μV 前後の大なる Spike が出現したがその間に不規則に Burst が記録された。

縦走筋では(第13図と第1表参照), 3~7 秒の間隔で Spike 群が現われその間に Spike が散発する場合と Spike の痕跡又は電氣的に平静な状態が記録された場合とがあつた。電気内圧曲線は大なる振幅 267 μV 前後の Spike 群に対応し、犬と同様に縦走筋の Spike 群発生に一致している場合が多い。機械内圧曲線も規則的に電気内圧曲線に一致して相似していた。

以上、犬及び兎の消化管の各部の動作電流、電気内圧曲線、機械内圧曲線の波形及びその数値の測定結果を記したが、これを表に示すと第1表の如くである。動作電流の Spike 群の発生頻度と電気内圧曲線の波の頻度とはよく一致するが、キモグラフの機械内圧曲線の波の出現頻度とは部位によつては一致せず、全て低い頻度を示している。

第4章 考 按

イ. 消化管の運動について

消化管の運動を解明するために、従来より多数の人達により種々の実験装置が考案され、それぞれの詳細な観察記録が報告されて来た結果、腸管の運動は 4 型に分類された。即ち ① 口側から尾側へ伝播する縦走筋の収縮が優れた場合に縦径に沿つて週期的に伸縮する振子運動と、② 輪状筋、縦走筋が共に軽度な、しかも一様な収縮を起す浅鵞動運動と、③ 数 10 秒毎

第 1 表

動物	部位	動作電流				電気内圧曲線		キモグラフ		水柱圧変動 mm	基礎内圧 cm 水柱
		平均振幅 μV	平均持続 時間/秒	Spike 頻度/30秒	Spike 群数/30秒	曲線振幅 mm	波の頻度 /30秒	波の高さ mm	波の頻度 /30秒		
犬	胃	223	4.0	63	3	27	3	4.6	3	14~24	15~20
	十二指腸	120	3.0	80	6	19.5	6	5	2	4~10	12~15
	空腸上部	80	3.1	80	8	19.8	7	6	6	4~12	12~15
	廻腸	156	1.5	48	4	19.8	4	12	3	4~16	12~15
	結腸輪状筋	72	3.2	78	5	25	5	20.8	5	10~30	12~15
	結腸縦走筋	115	4.2	76	5						
兎	胃	175	5.5	56	4	19	4	3	3	4~24	12
	十二指腸	87	2.2	69	8	19.5	8.4	1	4	2~20	10
	空腸上部	80	3.4	49	8	22.8	8	6	2.3	2~12	10
	廻腸	122	1.1	48	8	20.6	8	8	5.7	2~9.2	10
	結腸輪状筋	103	3.3	32	12	29	12.2	3	9	3~12	10
	結腸縦走筋	134	2.7	70	12						

に数回連続して起る強力な収縮波即ち多量の内容を尾側へ送り出す輪状筋、縦走筋の両筋層が同時に収縮する蠕動運動と、④腸内容が静止していた状態から多数の同大の球状塊に分たれて完全に収縮すると各節の中央に新たにくびれが生じ、そのくびれが深くなると同時に以前のくびれが弛緩してゆく型の分節運動とがある。

1889年 Bayliss & Starling⁷⁹⁾ は蠕動運動について腸管の内容が腸壁内在神経を刺激し反射運動が起つて刺激部位の口側が興奮刺激を尾側に抑制刺激を生起する機序を繰返し、頻度は毎分10~12回、進行は毎秒2~5cmであり、これをLaw of the intestineと呼んだ。1902年 Cannon⁸²⁾ は造影剤を含む食餌を与えた猫の小腸をレ線透視下に観察し、腸内容が収縮によりくびれが深くなり、次いで弛緩してゆく運動を認め、これを分節運動とし内容の充満による圧によつて惹起するものと推察した。1917年 Trendelenburg¹¹⁾ は小腸の腸内圧を重視し、蠕動の突如発現する内圧の一定の大いさを限界圧と呼び、内圧は約20~30mmH₂Oであり腸壁の圧力による伸展に対する反射運動説を報告した。我が国でも大行⁸³⁾、柳谷⁸⁰⁾、大久保⁸⁰⁾ が之を追試し、柳谷等は強大な圧そのものでなく、それにより腸管の壁が伸展する事が必要条件であると云つた。つまり小腸筋には或る最適充満度があつて、この充満度に於いて最大の収縮が発揮され、これは腸の大いさによつて異なることから著者の実験にもバルーンには消化管各部に適當なる基礎内圧を附加した。福原¹⁾ は腹窓法にて腸運動を観察し、各運動は本質的には只一つの週期的に現われる興奮波で、筋自身の興奮性の量的な差に因る事を結論し、Bayliss & Starling⁷⁹⁾、Trendelenburg¹¹⁾ に反論し、又消化管運動観察に侵襲の少い腹窓法が有利である事を強調した。そして正常時小腸では十二指腸の最上部幽門の直尾側に興奮波が発生すると報告した。

ロ. 動作電流の観察について

1910年より生体の電気生理学的研究が平滑筋の運動観察の研究方式にとりあげられ、Mahoney²³⁾、Alvarez²²⁾、Stübel、Clark 等により始められた。1922年 Alvarez & Mahoney²³⁾ は肉眼的に腸管の固有運動に一致して電位変動曲線を記録した。Berkson¹²⁾、Puestow¹⁷⁾、Castleton⁸⁴⁾ 等は同様に腸管活動電流として固有運動に略々一致した電位変動曲線を記録した。しかし電気曲線と機械曲線とを同時記録した結果、腸管の動いていない時、又Epinephrin、Atropin等を与える時、機械曲線はなくなり、電気曲線は記録さ

れたと報告した。我が国では1926年奥田、前田⁷⁶⁾ が犬、猫の腸管を切り抜けて平板としたものにHebelを用いて機械曲線を、漿膜面より2~3cmの間隔で2個の不分極導子を置きEdelman氏Saitengalvanometerにて動作電流を記録している。電気曲線は腸管の収縮数に一致したと述べているSlow-waveのみしか描写し得ない点、実験装置の不備未発達な点が多いが、我が国最初の業績として消化管筋電図史上特記されるべきものがある。1932年Rousenblueth & Leese及びLambert²⁰⁾、²¹⁾ が猫の喉膜、立毛筋、膀胱、妊娠子宮に於いて平滑筋動作電流を観察し、Initial potentialとDelayed potentialとがあると報告した。EcclesとMagladery¹⁹⁾ が1937年にRosenblueth等の実験を追試している。その頃より平滑筋運動観察の実験装置も急速に進歩したがこれに関するBozlerの業績は高く評価されている。Bozler²⁵⁾、³⁷⁾ は始めて毛細電極を使用して、胃、小腸、子宮、尿管の平滑筋運動と一致して見事な電位変動を記録したが、その曲線を分析してSpike potentialとSlow potentialの2種よりなつていて、1回の収縮に、数個のSpike potentialが認められ此等が肉眼的に規則正しく発生し、緊張性収縮の際には動作電流の振幅も持続時間もSpike数も増大する事を報告した。Slow potentialについてはArtifactであるとした時期もあつたが、後に再び平滑筋電位変動にはSlow-waveも出現すると云つている。これについて、市河、丹生、Armstrong⁸⁵⁾、Milton⁸⁶⁾ も諸種哺乳類の胃、小腸の各部より双極誘導によつて電位変動を記録し、Slow-wave及びSpike potentialが規則性をもつて発現する事を報告し、Bozlerの業績が確認された。Fletcher⁸⁷⁾、Ambache¹⁰⁾等の結果もよく一致している。1947年Ambache¹⁰⁾ は家兎の小腸にて双極誘導を用い活動電流を、Magnus氏法の変法としてPhotoelectric recorderにて機械曲線を同時記録したが、動作電流をA、Bに分け、AはdiphasicのSlow-waveでBはpolyphasicなSpike群であり、Aは腸の収縮前に現われ、Bは収縮にあつて起ると云つた。この両者が重なる場合があり収縮が強い場合はSpikeの振幅も頻度も大きいと云つている。市河⁴⁶⁾、⁴⁹⁾ はヒキガエルの膀胱よりの電位変動はSlow potentialのみ得られたと述べ、犬の胃を生体内で双極誘導を行うとSpike波とSlow-waveが得られ、Slow-waveはTonusの強い時には大きくなる。又逆蠕動のときは逆向きに正反対の波形が得られる事、電極を輪状筋の走行に直角に置いた時の方が、平行に置いた時よりも電位が大きいと云つている。伊東⁷¹⁾、⁷⁵⁾

は双極針電極を用い、消化管各部即ち胃の噴門、体部、幽門並びに十二指腸及び空腸、大腸の6部位より同時誘導を行い、各種薬物の影響と人工的イレウスを作成して精細な観察を行つた。種々の波形を分析してSlow-waveとBiphasic-及びPolyphasic spike及びBrief-spikeとに分けた。正常時消化管各部により波形の特徴異同が認められ、明らかに区別する事が可能であると報告している。著者の実験でも消化管各部にそれぞれの特徴が見られ区別し得る例が多い。田北⁵⁰⁻⁶⁰、外山⁶⁴、西島⁶¹、亀井⁵⁵、林⁶²、谷原⁶³、梶浦⁶⁸等は消化管運動観察をin vitro 或はin vivoにてTrendelenburg氏法の変法、Magnus氏法の変法、腹窓法、映画記録法に動作電流観察装置を加え組織学的検索も用い、此等の2つ或いは全部を同時記録観察し、実に精細に実験結果を報告したが、正常腸管では蠕動系運動では其のRhythmに一致して収縮に稍々先行するSpike群が現われ、内圧曲線上の単一収縮はSpikeの一集団に相当し、運動の強弱はSpikeの振幅、数、頻度の大きさに略々一致する。又Spikeの振幅は閏電極の直径の小なる程であり、Spikeの数は閏電極の直径が100 μ 以下では其の直径の大なる程多い、腸運動が不活潑化するとSpike potentialも減退すると述べられている。丹生^{38)~45)}は諸種の薬物を用いて腸運動を観察し、平滑筋の痙縮現象ではその全収縮持続期間を通じて著明なSpike放電を示し、横紋筋の痙縮とは全く相違した現象があると報告した。Alvarez²⁴⁾は電気曲線と機械曲線との間には特異的相違がある事及び両者の間には数量的関係はないと述べている。尾形⁷⁷⁾⁷⁸⁾は蛙の摘出胃条片にてキモグラフの上に反照検流計を用いて収縮曲線を、Cameraにて動作電流を長時間に亘り記録したが動作電流が筋収縮に先行して現われ収縮前に終了し、筋の興奮周期によつて変化し相似形をなし、強直性収縮を行う場合も規則正しい動作電流を得る事、動作電流と筋収縮の大きさは数量的平衡関係はなく、肉眼的収縮脱落の際にも持続的収縮停止の場合でも動作電流が得られたと云つている。又Spike電位と可成り異なるトガリ電位の存在を認めたと報告している。植田、鈴木^{65)~67)}等は生体を手術的侵襲する事なく肛門よりバルーンを挿入しバルーンに装置した電極にて粘膜面より単極誘導と双極誘導を同時記録した結果、漿膜面よりの電位変動曲線と同様な見事な曲線を得ている。動作電流は腸管の収縮時に集簇したSpikeが出現し拡張時には見られず電極が200 μ で時定数が0.05 secでは大多数はSlow-waveが記録されない事を述べた。

腸管が持続的に収縮する状態、腸管の痙縮の際にはSpike放電が長く持続して現われたと報告している事から腸管の運動を興奮の大小の量的な差で分類している。植草^{89)~91)}、遠藤⁵⁾等は規則正しい動作電流曲線はSlow potentialであり、緊張性収縮輪の如き肉眼的にも強い収縮波が認められる際の腸筋電図は振幅も数の差はあるがSpike群が現われると述べ、又肉眼的に全く収縮が見られなくても規則正しい動作電流曲線が得られたと云つている。

著者の実験について述べると、電極の問題については教室伊東の電極⁷⁵⁾は生体内実験には他の方法に比して有利であることを認めた。銀塩化銀電極、裁縫用縫針を使用した鋼鉄針電極、銀製鍼療用の銀鍼電極、金メッキを行つた釣針を用いた鉤電極をそれぞれカシューを2~3回塗つてcoatingした後、先端部1mmのカシューを削り落したものを使用して動作電流を記録し、これを比較した際、各波形に何等認むべき差異はなかつた。これはBozlerの実験³⁶⁾及び植田⁶⁵⁾、鈴木⁶⁶⁾が電極の選択について行つた結果と同様であつた。釣鉤には所謂アゴがあるためこの"アゴ"を腸管の漿膜面より刺入すると結紮、圧迫等の固定手段を行わずに脱落せず腸運動と共に何等抵抗する事なく良く動き、長時間に亘る記録も出来得る点である。時定数は0.03秒にて記録すると胃に於いて認められた数例以外にはSlow-waveは認められなかつた。此処ではSlow-waveの何たるかは言及しないが植田⁶⁵⁾、鈴木⁶⁶⁾も電極の太さが太い場合と共に時定数の長い程得られた動作電流曲線にSlow-waveの現われやすい事を述べている。

ハ、電気内圧曲線について

極く微小なる内圧の精密な記録法として電気内圧曲線描写法は有利である。肉眼的に腸運動が認められない場合でもキモグラフでは運動を描写し得るが、キモグラフで描写されない内圧の変動をも正確に記録し得る点に於いて、即ち増幅の倍率が高い事である(各消化管の測定値の表参照)。多くの先進諸学者の行つた実験にて動作電流が腸管の動いていない時でも得られたと云う結果については、腸管運動を或いは肉眼的観察をしたり又摘出消化管の1片であつたり、又内圧記録の装置が微小なる変化を記録し得ない場合があつたと考えられる。著者の実験では動作電流曲線のSpikeの一群或いはSpike群の一集団は平滑筋収縮による内圧変化の平均0.8~1.0秒前に先行して現われ、その振幅、Spike数、持続時間も収縮の強弱に数量的に略々一致している事を認めた。この結果はBozler, Ambache,

丹生、田北、外山、西島、植田、鈴木等の先人の結果と同様である。

第5章 結 論

正常の犬及び家兎の消化管各部、胃、十二指腸、空腸上部、廻腸、結腸に双極誘導にて働作電流を記録し、導圧法の変法として著者等の考案した電気内圧曲線描写装置とキモグラフの3者により運動曲線を記録し、マノメーターにて水柱圧を観察した結果、次の結論を得た。

1) 本法に於いて得られた働作電流曲線は従来の摘出標本や開腹標本で得られたものと同様の電位電動であつて、内圧に一致した腸管平滑筋の働作電流のみが描写されている事を確認した。

2) 消管の働作電流の観察では極く微小なる電極、即ち先端が1mmで間隔が1.5mmの双極針電極にて時定数0.03秒にて記録するとSlow-waveが記録される事が少ない。

3) 単発するSpikeに対応する内圧曲線変動は例外なく認められない。

4) 消化管の内圧の変化する平均0.8~1.0秒前に働作電流が出現する事、大なる振幅を多数有する内圧の変化では略々此れに平行して高い場合が多く、働作電流の振幅、Spike数、Spike発現持続時間は内圧と数量的平衡関係がある。

5) 働作電流、電気内圧曲線、キモグラフの機械内圧曲線の3者の変化は内圧の高い場合はよく一致したが、内圧が低くなつてくるとキモグラフの変化は起り難くなる。大体水柱圧3mm以下では不動となる。此の場合でも働作電流と電気内圧曲線はかなりよく一致し対応した。特に消化管の麻痺が起り内圧が低く変化してゆく過程を測定してゆく場合では、電気内圧曲線描写法が極く微小なる内圧の変化をも記録し得る点で有利な方法である。

(文献は第2編末尾に一括記載する)。

第2編 人工的急性腹膜炎時に於ける消化管各部の働作電
流及び電気内圧曲線の変化について

AN ELECTROPHYSIOLOGICAL STUDY OF THE
STOMACH AND THE BOWEL IN THE ACUTE
PERITONITIC RABBITS, PRODUCED
EXPERIMENTALLY

by

KENZABURO HONDA

Surgical Department, Toho University, School of Medicine
(Director : Prof. Dr. SABURO AWAZU)

The balloon was inserted into stomach, duodenum, jejunum, ileum, and colon through the abdominal wall operatively, and the intraluminal pressure is recorded by the electropressuremeter which consists of penwriting recorder, amplifier, electrical pressuremeter and dustcormicrophone connected with balloon. The action potential was recorded simultaneously. The action potential was measured by bipolar electrodes in the serous membrane of the intestinal wall and this point was contacted with the balloon. 77 rabbits were used for our experiments in which 37 were normal control, and the remaining 40 were peritonitis.

In the control group the change of electropressure curve corresponded definitely with the change of action potential. Namely this fact suggested the intimate relation between the action potential and intraluminal pressure.

Acute peritonitis was produced by insertion of diluted material from the intracecal contents into the abdominal cavity. 40 rabbits were observed at the four stages from the histological points of view: 1st stage—within 6 hours after insertion. 2nd stage—from 6 to 12 hours. 3rd stage—from 12 to 24 hours. 4th stage—24 to 48 hours. In this group amplitude of action potential, frequency of spike, duration of group spikes, amplitude of intraluminal pressure curve and frequency of change of intraluminal pressure were observed.

In the stomach, amplitude of action potential decreased in the first stage then increased in the 2nd stadium and decreased again from the 3rd to the 4th stadium. Amplitude of intraluminal pressure curve marked decrease in the 4th stadium.

The changes in the duodenum and the ileum, amplitude of the action potential decreased from the 1st to the 2nd stadium, and increased in the next 3 and 4 stages. The changes in the upper part of jejunum, and in the longitudinal and the anular muscles of the colon revealed the almost similar tendency as following: amplitude of the action potential decreased from the 1st to the 3rd stadium and tend to increase in the 4th stage but not as much as the normal control. Intraluminal pressure decreased in accordance with the progress of the inflammatory changes. In the

colon action potential was measured in the longitudinal muscles and anular muscles separately.

Summary: In the group of the peritonitic rabbits the amplitude of the action potential and the change of the intraluminal pressure marked decreased in the 1st stage, then more decreased till 24 hours after onset, as compared with the normal rabbits. Amplitude of the action potential increased after 24 hours but not as much as the normal control group.

On the other hand intraluminal pressure decreased continuously.

In the terminal stage of the 4th stadium electrical excitement without intraluminal pressure changes were observed.

第1章 結 論

急性腹膜炎に必発する主症状は腸管麻痺と此れに随伴する全身の血行障害である。急性腹膜炎の初期の腸管麻痺は生体の能動的防禦現象であつて眞の麻痺ではなく、再び運動を恢復させる事が出来得る。しかし此の腸管麻痺に続いて腸管のうつ血、腸内容の推積を招来し、2次的原因として腸運動障害が起り初期の防禦現象が末期の死因となると云われている。古来虫垂、胃十二指腸等の穿孔、或いは開腹術後等に第2次的感染によつて起る急性腹膜炎に関する種々の報告は数多くあるが消化管運動様式を解明する一方法としての電気生理学的操作を以てする動作電流を観察した記録は少ない。1933年Puestow¹⁷⁾¹⁸⁾は Trendelenburg 氏法と動作電流とを観察して、腸管に炎症が起つているときは動作電流は減少し遂に静止状態になるが、炎症から恢復して来ると再び正常な電位変動が記録されたと報告した。本邦では1958年田北等⁶⁰⁾が腸穿孔後の超生腸の運動観察を報告し、1958年栗津等⁷²⁾が生体内にて急性腹膜炎時の腸管運動を観察し報告したのみである。

近来幾多の先進諸学者等の研究の結果、動作電流記録に関しては各々の研究者によつての電極、増幅器等の実験装置の差違から来る数値的な差こそあれ、略々同様な業績が報告され、各研究者の実験条件が略々一定して来て系統的な研究が行われる様になつて来ている。著者は急性腹膜炎時の腸管麻痺について生体内に於いて動作電流及び Trendelenburg 氏法の変法により内圧の変化を観察し、併せて病理組織学的検索を行った結果、興味ある知見を得たので報告する。

第2章 実験方法及び実験動物

実験装置は前編と同様にして行つた。ラボナル麻

酔下に開腹して消化管内に手術的にバルーンを挿入し内容は空気を用い、此れより前編にても用いた著者等の考案した圧力を電氣的变化に轉換させる装置に接続させた。即ち気密に保たれたダストコア付きマイクロフォンの振動板に腸管の内圧が直接加わる時、そこに生ずる電流を電子管使用の簡易電氣内圧曲線描写装置に接続させて動作電流と同一記録紙面上にペンライターにて同時記録した。動作電流は教室伊東の考案せる双極針電極を消化管漿膜面よりバルーンの球面切点上に相当する位置で筋層内に置き、筋電図描写装置に接続して記録した。増幅器は日本光電社製、全交流電源電子管5段増幅のものをを用い時定数は0.03秒とした。

実験動物は体重 2.5kg 内外の家兎を使用した。対照37例、急性腹膜炎を起させたもの48例であるが第2表

第 2 表

起炎後の時間	時期	使用 兎数	斃死数	生存し 実験し た数
直後より6時間まで	I	11	1	10
6時間以後12時間まで	II	11	1	10
12時間以後24時間まで	III	12	2	10
24時間以後48時間まで	IV	14	4	10

の如く生存した40例のみを用いた。起炎方法は他の実験に於いて使用した家兎のどろどろした盲腸内容を取り出して約5gを約20ccの常水に溶解稀釈したものを注射器にて正中線より腹腔内に注入して急性腹膜炎を起さしめ病理組織的所見を参考として48時間以内を4期に分けて注入後6時間までを第I期、6時間より12時間までを第II期、12時間より24時間までを第III期、以後をIV期として観察した。調査した部位は胃体部、十二指腸、空腸上部、廻腸、結腸の5部位である。動作電流については30秒間のSpike頻度、Spike群の時

続時間, Spike の平均振幅を測定し, 電気内圧曲線については30秒間の波の頻度及び波の平均振幅を測定し, 各期別, 各部位別の全例の平均を比較検討した. 尚保温方法は前編と同様, 室温25°C以上とし, 開腹術創の上には, 加温した流動パラフィン或はタイロード氏液を充分しみ込ませたガーゼを頻回にとりかへて, 可及的に乾燥と冷却を防いだ. 腸管内ガスが充満している場合にはバルーン挿入に当り, 腸管把握用ゴム付きピンセットにて可及的に小範囲より手術的にバルーンを挿入し, 導尿管の周囲を直ちに縫合して腸内容の漏出を防いだ. 呼吸運動に対して呼吸リズムを記録して, 動作電流及び電気内圧曲線の両者共そのリズムに一致していない事を確かめ, 呼吸運動による Artifact から区別した.

第3章 実験成績及び病理組織学的検索

兎の起炎後の状態及び肉眼的の所見は, 起炎の為注入直後は兎は疼痛の為か苦悶状態が数分続き, 12時間後には倒れ横臥位をとる. 開腹した場合6時間後まで

は臓器の変化は少い. 12間後では漿膜は混濁腫脹し透明ではなくなり24時間位たつと十二指腸, 空腸上部は内容が異く透視され, 開くと血性である事が多かった. 又膿苔は豆腐粕状のもので漿膜面に附着し多くは腸筋系の癒着及び大網膜の癒着が見られた. 48時間後のものは腹水多量, 腹筋の抵抗は少い. 病理組織学的所見は起炎後6時間後(第14図)までは殆んど変化は見られず漿膜の浮腫の他毛細管の充血が認められたのみである. 12時間後(15図)では筋層の浮腫, 血管の拡張及び充血, 漿膜下は鬆硬化し24時間後(第16図)では漿膜より細胞浸潤が筋層に至り, 48時間後(第17図)になると漿膜下組織及び筋層, 粘膜炎組織に円形細胞の浸潤が強くなり, 粘膜に達している例も見られた. 次ぎに各部位別に観察記録を述べる.

イ. 胃体部

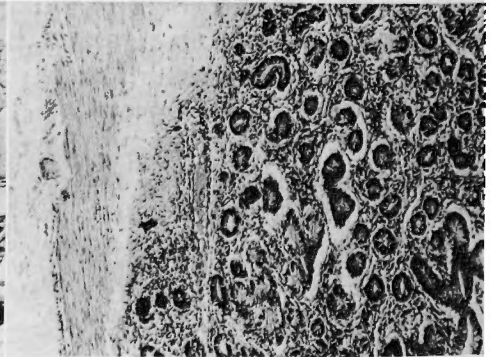
呼吸運動, 心搏動の介入し, 記録しにくい部位である.

肉眼的観察: 第3表に示す様に, 第I期では10例中7例は略々正常に近い状態であつた. 第II期では7例

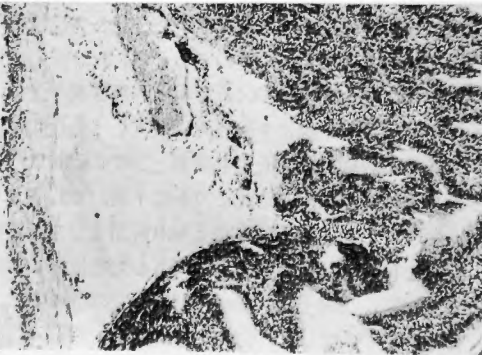
第 14 図



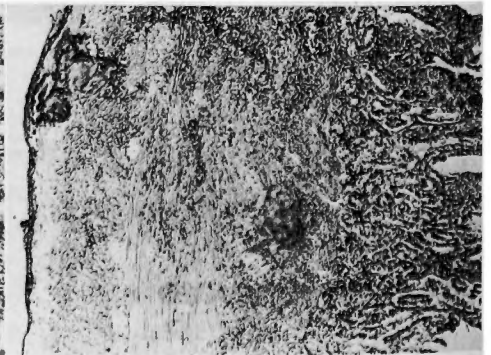
第 15 図



第 16 図



第 17 図



第 3 表

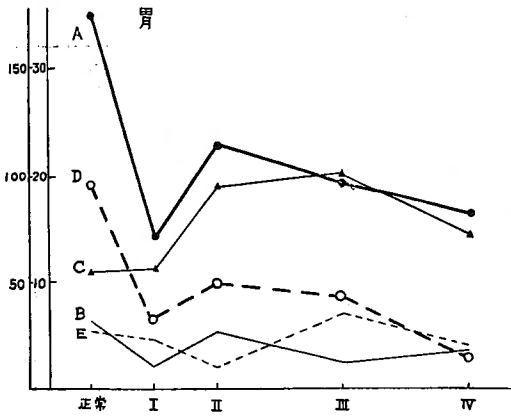
部 位	時 期	働 作 流			電氣内圧曲線		肉眼的腸運動観察		
		平均振幅 μV	平均持続 時間 sec	spike 頻 度 /30秒	曲線振幅 mm	波の頻度 /30秒	動きが良い	動きが悪い	全く動かない
胃	対 照	175	5.5	56	19	4.0			
	I	71	2.1	57	6.6	4.6	7	1	2
	II	115	5.0	95	10.0	2.0	3	7	
	III	98	2.4	101	8.9	6.0	1	4	5
	IV	82	3.2	71	3.0	4.0			10
十二指腸	対 照	87	2.2	69	19.5	8.4			
	I	62.4	1.9	44	7.0	3.0	6		4
	II	22	2.9	28	4.3	4.5	3	5	2
	III	44	2.3	19	5.3	3.0	1	5	4
	IV	51	2.7	22	4.2	3.0		1	9
空腸上部	対 照	80	3.4	49	22.8	8.0			
	I	57	3.2	86	10.8	5.0	2		8
	II	64	1.9	57	6.3	4.0	1	6	3
	III	35	3.1	71	2.8	7.0	1	1	8
	IV	50	2.3	43	2.2	6.0			10
廻腸	対 照	122	1.1	48	20.6	8.0			
	I	68	1.4	42	8.0	3.0	1	1	8
	II	35	1.9	28	7.5	6.0		6	4
	III	42	1.8	27	4.0	5.0		3	7
	IV	78	3.5	45	3.5	3.0			10
結腸 (輪状筋)	対 照	103	3.3	32	29.0	12.0			
	I	35	2.9	75	15.0	5.2	10		
	II	46	1.9	68	14.0	4.8	4	5	1
	III	19	2.5	70	12.0	4.7	2	4	4
	IV	60	1.9	38	4.5	2.0		2	8
結腸 (縦走筋)	対 照	134	2.7	70					
	I	67	1.7	68					
	II	62	2.5	30					
	III	41	2.6	78					
	IV	59	3.7	61					

がわずかに障害され、第Ⅲ期にては半数が全く運動を見ず、第Ⅳ期にては全例に運動は見られなかつた。

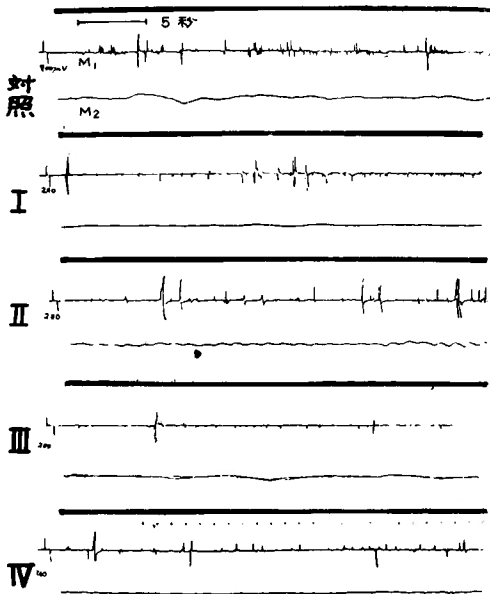
働作電流観察(第3表, 第18図, 第4表参照): 波型は対照では略々規則的にSpike群が出現し内圧曲線によく対応したが、第Ⅰ期には15~20秒毎に出現する大なるSpikeを含むSpike群の間には振幅の小なるSpike群が散発する。第Ⅱ期にはSpikeの振幅が増大し、第Ⅲ期には大なるSpikeも出現頻度が少くなり規則性もなくなり、第Ⅳ期には規則性は全くなく、Spike

も散発する。

平均振幅は対照が175 μV で消化管中最大であり、第Ⅰ期に71 μV に急減し持続時間も減少した。Spike頻度は変化なく第Ⅱ期に於いて平均振幅も持続時間もSpike頻度も増大した。第Ⅲ期では再び振幅も持続時間も減少した。Spike頻度は多少増大した。第Ⅳ期には振幅の小なるSpikeが出現しSpike頻度も少くなつていた。第Ⅰ期と比較してみると振幅も頻度も持続時間も第Ⅳ期の方が高い値を示した。



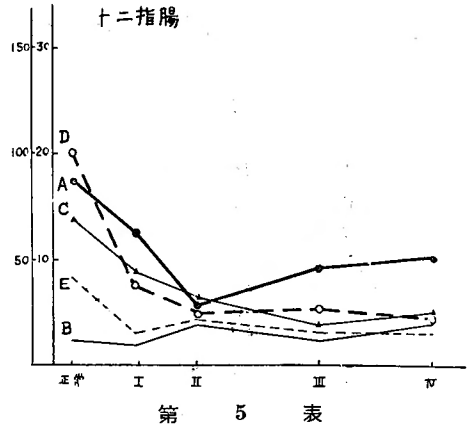
第4表 胃体部：A—動作電流の平均振幅。B—動作電流の平均持続時間。C—Spikeの頻度。D—電気内圧曲線の平均振幅。E—電気内圧曲線の波の頻度。
(第4表から第9表までの記号及びグラフ線の示すことからは上記の通りである)。



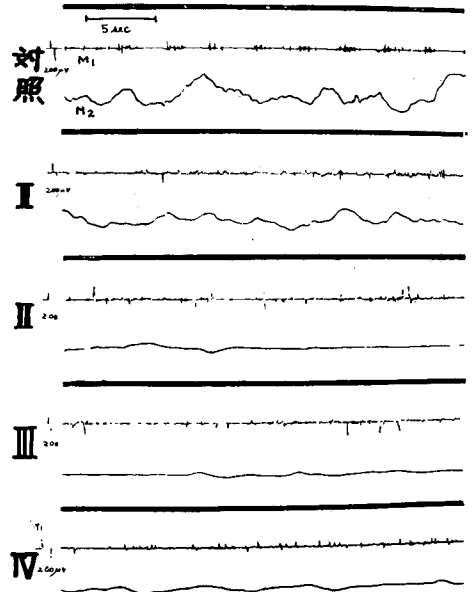
第18図 胃体部 (図は対照とI期よりIV期までの各期の同時記録のPatternであり、上段が動作電流曲線で下段が電気内圧曲線である。)
(第18図より第23図までは全て同様な順序である)。

電気内圧曲線：振幅の変化は対照では19mmでありSpike群と対応するが、第I期には6.6mmに急減し第II期で再び10.0mmに上昇し以後下降して略々動作電流振幅の変化に似ているが第IV期では最も低い値であつ

た。波の頻度は第I期と第III期が減少した他は著変はない。



第5表



第19図 十二指腸

口、十二指腸 (第19図、第5表、第3表参照) 呼吸運動、大動脈搏動の介入する為には、やはり記録し難い部位である。

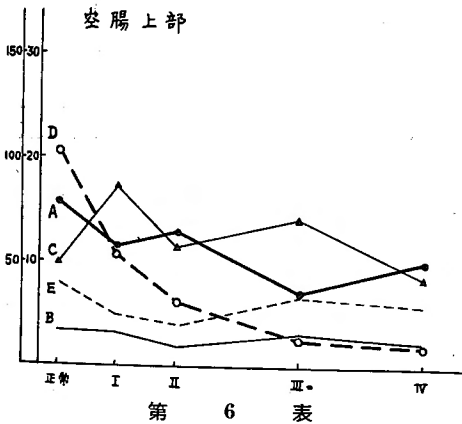
肉眼的観察：第I期では全く運動のみられぬもの4例で他は正常に近い運動を見た。第II期ではわずかに運動が侵されたもの5例で、全く動いていないもの2例、他は正常運動を示した。第III期では全く動いていないもの4例、わずかに動いているもの5例、正常と変らぬ運動が見られたもの1例であつた。第IV期には1例に於いて尚わずかに運動を続けていたもの他は

運動は認められない。

働作電流観察：波形は対照では規則正しい十二指腸特有のBurstが形成されて出現する。第Ⅰ期には略々規則性はあるが、波形は乱れ第Ⅱ期には規則性はなくなり、第Ⅲ期はSpikeの痕跡が認められる中に小Spikeが散発し、第Ⅳ期は規則性は全くなく、Spikeが散発した。

電気内圧曲線観察：振幅が第Ⅲ期に於いてわずかに増大した他は炎症の進行に伴なつて減少している。波の頻度も対照の8.4に比し、第Ⅰ期より第Ⅳ期まで4.5～3の低い値を示した。

八. 空腸上部 (第20図, 第6表, 第3表参照)



第20図 空腸上部

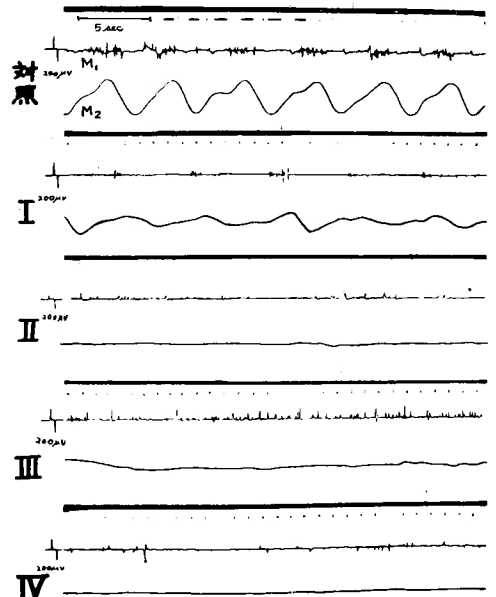
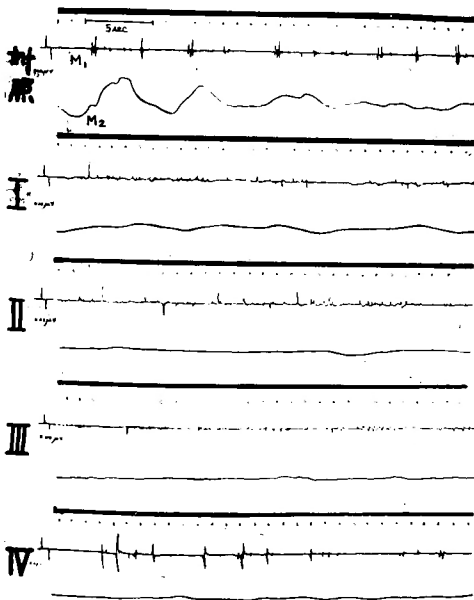
肉眼的観察：第Ⅰ期では2例が対照例と同様に運動したが、8例に運動が見られなかった。第Ⅱ期には運動がわずかに侵されたもの6例、全く見られないもの3例、対照例と同様に見られたもの1例であつた。第Ⅲ期には運動の障害されたもの8例、わずかに侵されたもの1例、第Ⅳ期では全例に全く運動は見られなかった。

働作電流観察：波型は対照では規則正しくSpike群が出現し、第Ⅰ期に殆んど規則性がなくなり、振幅も小となる。第Ⅱ期では全く規則性なくSpike群が散発し、第Ⅳ期には大なるSpikeを含むSpike群が散発する。平均振幅は対照値は80 μ Vで第Ⅰ期に54 μ Vに減少し第Ⅱ期に64 μ Vに増大し第Ⅲ期に35 μ Vに減少し、第Ⅳ期には50 μ Vに増大している。Spike頻度は第Ⅰ期と第Ⅲ期に増加したが、第Ⅳ期に43に減少している。これはグラフで見ると振幅の増減のW型に対し、反対のM型をとつている。持続時間は第Ⅱ期に減少した他は著変はない。

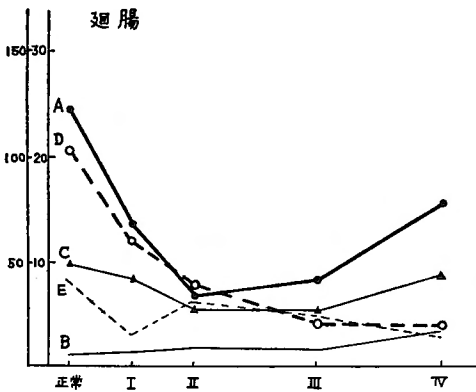
電気内圧曲線観察：振幅は対照では22.8mmでSpike群に対応したが、炎症の進行に伴つて下降の一途をたどり、第Ⅳ期には2.2mmに下つている。波の頻度は対照の8より第Ⅱ期までに4に減少し、以後第Ⅲ期に7、第Ⅳ期に6を数へた。

二. 廻腸 (第21図, 第7表, 第3表参照)

肉眼的観察：第Ⅰ期では運動の見られないもの8



第21図 廻腸



第 7 表

例, わづかに侵されたもの1例で, 第Ⅱ期にはわづかに侵されたもの6例で, 全く運動の見られないもの4例であつた。第Ⅲ期には運動のやや障害されたもの3例, 全く動かぬもの7例で, 第Ⅳ期では全例に於いて運動が見られなかつた。

動作電流観察: 波型は対照では規則性のある Spike 群が出現し, 第Ⅰ期にても規則性はあるが第Ⅱ期, 第Ⅲ期には規則性がなくなり, 第Ⅳ期では小なる Spike 群が散発する。振幅は対照では122 μ Vで, 第Ⅱ期までに35 μ Vまで減少し, 以後第Ⅲ期に42 μ V, 第Ⅳ期には78 μ Vに増大している。Spike頻度は対照48で第Ⅲ期で27に減少し以後第Ⅳ期には45に増大している。持続時間は対照1.1秒が延長し, 第Ⅳ期では3.5秒に延長している。

電気内圧曲線観察: 振幅は対照20.6mmでSpike群に対応しているが, 空腸上部と同様に炎症の進行と共に下降減少し, 第Ⅳ期には3.5mmであつた。波の頻度は対照が8, 第Ⅰ期に3に急減し, 第Ⅱ期6に増加以後減少し, 第Ⅳ期は3である。

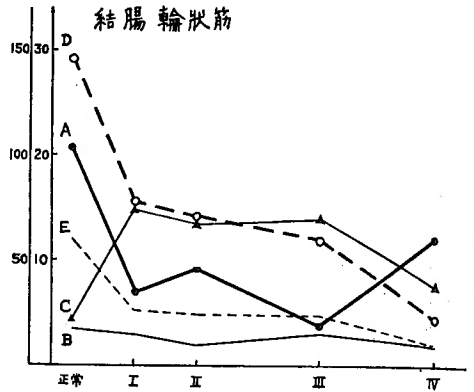
ホ. 結腸

動作電流はTaenia liveraより縦走筋を主として記録したものと, Taenia liveraにふれぬ部分より輪状筋を主として記録したものと2部位を分けた。

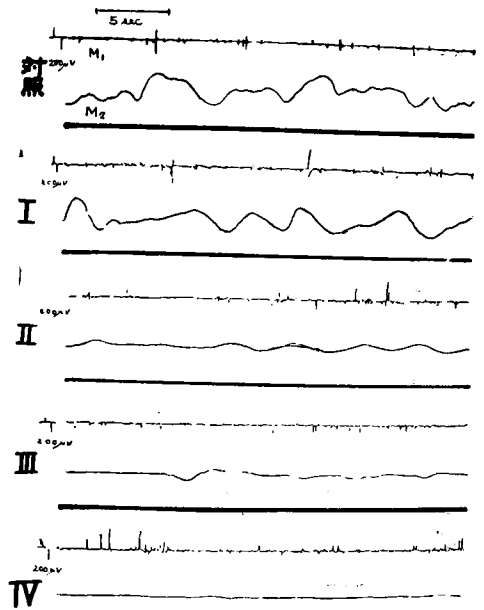
肉眼的観察: 第Ⅰ期では全例共よく対照例と同様に運動していた。第Ⅱ期に至り5例がわづかに運動を侵され, 1例は全く麻痺していた。第Ⅲ期では2例はよく動き, 4例は多少麻痺が見られ, 4例は全く動かず, 第Ⅳ期では多少麻痺したもの2例, 他は全て運動は認められなかつた。

動作電流観察:

輪状筋を主として(第22図, 第8表, 第3表参照):

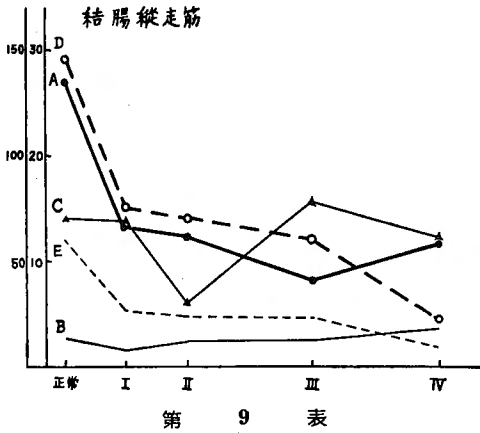


第 8 表

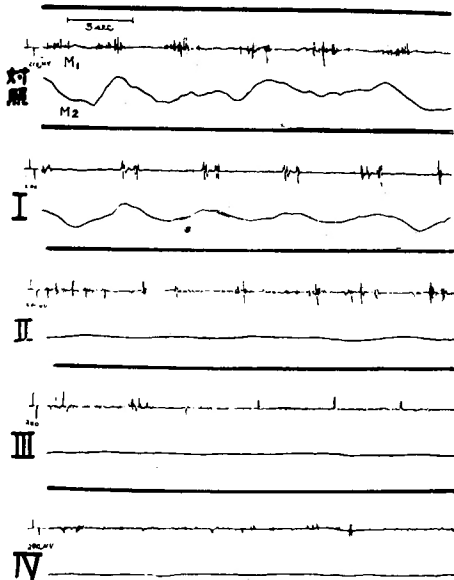


第22図 結腸輪状筋

波型は対照では規則性をもつてSpike群が出現する。第Ⅰ期でも略々規則性があり, 内圧曲線とよく対応した。第Ⅱ期ではSpike群の出現にあたり, 内圧曲線かなりよく一致していたが, 第Ⅲ期に至り規則性は全くなり, 第Ⅳ期には大なるSpike群が不規則に出現する。平均振幅は対照が103 μ Vで第Ⅰ期に35 μ Vに減少し, 第Ⅱ期に46 μ Vに増大し, 第Ⅲ期に19 μ Vに減少し以後再び増大し, 第Ⅳ期には60 μ Vに達した。Spike頻度は対照で32, 第Ⅰ期に75に増加し, 第Ⅱ期に68, 第Ⅲ期には70と変化なく, 第Ⅳ期には再び38に減少している。持続時間は対照が3.3秒で第Ⅱ期, 第Ⅳ期に1.9秒に減少している他は著変はない。



第 9 表



第23図 結腸縦走筋

縦走筋を主として(第23図, 第9表, 第3表参照): 波型は対照では規則性がある Spike 群が出現し, 第 I 期, 第 II 期も比較的 Spike 群は規則性をもって出現したが, 第 III 期, 第 IV 期には規則性が全くない。振幅は対照が 134 μ V で第 I 期では 67 μ V に下降し, 第 II 期に 62 μ V, 第 III 期には 41 μ V と下降を続けたが, 第 IV 期に至り 60 μ V に増大している。Spike 頻度は対照が 70, 第 I 期がわずかに減少して 68 となり, 第 II 期に 30 と減少し, 第 III 期には 78 と増加した後に第 IV 期には 68 であつた。持続時間は対照は 2.7 秒, 第 I 期に 1.7 秒と短縮し, 第 II 期, 第 III 期は対照値と略々同様で, 第 IV 期には 3.7 秒となり, 対照値よりやや延長している。

電気内圧曲線観察: 対照は 29mm で第 I 期に 15mm と減少し第 II 期に 14mm, 第 III 期に 12mm と次第に減少し第 IV 期に 4.5mm と急減している。波の頻度の平均は対照は 18 であり, 第 I 期には 5.2 に急減し, 第 II 期に 4.8, 第 III 期に 4.7, 第 IV 期には 2.0 と減少している。

へ. 小括

以上各測定値を比較すると動作電流曲線の変化と内圧曲線の変化の中で動作電流の平均振幅の推移及び内圧曲線の振幅と波の頻度の推移は例外なく第 I 期に減少している。胃体部を除く他の消化管で, 十二指腸と廻腸では起炎後 12 時間までは動作電流の振幅は減少してゆき以後再び増大している。空腸上部と結腸の輪状筋と縦走筋の 3 者の変化は起炎後 24 時間までは対照値に比して下降しているが以後増大している。しかし内圧曲線の振幅は炎症の進行と共に何れの部位でも下降減少しているので動作電流と分離の現象が認められた。

第 4 章 考 按

急性腹膜炎は大部分が 2 次的感染によつて起る¹⁶⁾⁹³⁾ 94)96) が臨床で, 原発巣の何れにもせよ生命の危険も大きく, 全身療法及び化学療法が発達したとは云え, 発病より適切なる治療を開始するまでの遅速が予後を大きく左右する重篤な疾患である。本邦に於いても古くから塩田⁹²⁾, 河石⁹⁵⁾, 横田¹⁶⁾, 津田⁹⁶⁾, 伝田⁹⁴⁾, 島田⁹³⁾ 等により詳細な報告が行われて来た。1911 年 Weil⁹⁷⁾ は腸管麻痺の原因として次の 6 項目をあげている。① Splanchnicis bahn の反射性抑制作用 (Hotz), ② 血管運動中枢麻痺と併行する中枢性腸麻痺 (Krönig und Klopstock, Matthes), ③ 腹膜後部神経節の外傷性傷害と同様な作用, ④ 腸管血行障害と腸収縮運動との相互的悪影響の Circulus vitiosus (Krehl), ⑤ 腸よりの吸収の変化殊に腸内ガス吸収の変化, ⑥ 炎症により正常に比し強く傷害されたる収縮能力の障害をあげている。

今永⁹⁸⁾ は腹窓法, Magnus-Lohman 氏法, Trendelenburg 氏法を用い in vivo にて或いは in vitro にて急性腹膜炎時の腸管運動麻痺の成立機転について述べている。ルゴール氏液による人工的急性腹膜炎, ウエルシュ菌毒素によるもの, ウエルシュ菌によるもの, 盲腸切除後の汎発性腹膜炎等によつて実験を行った結果, 腸管の麻痺は細菌注入後 6 時間~10 時間にて起り平均 8 時間であり, 成因を門脈血のアチドーチスと指摘している。

著者の実験結果では, 6 時間後までに消化管の麻痺が

表われている。

河石⁹⁵⁾は実験的小腸下部穿孔性腹膜炎実験を犬で行い罹患動物の斃死は起炎後20時間以内が25%、50時間以内が75%と云っている。又腸運動麻痺の原因は、腸管壁筋層腸内血管、腸壁内在神経等に対する毒物の局所用への直接作用を重要視し、又腸壁の炎症による器質的变化、中枢性麻痺を重視した。又毒素の全身作用の他に之を助長する重要な因子として、空気の嚥下による腸管拡張を挙げている。

横田¹⁰⁾は腸管麻痺は腹腔内の毒素吸収を少量ならしめるのと同時に、炎症病巣の拡大を防止する為に腸運動を抑制した能動的防禦現象に外ならないと云った。初期のこの様な麻痺に続いて腸管のうつ血、腸内容の推積を来して二次的原因として腸運動を障害し、最期に初期の防禦現象が末期の死因となると説明した。同一腸管に或る細菌性炎症を起させた実験で炎症が非限局性炎症の場合に限り全消化管の運動を減弱せしめるが、限局性炎症の場合には他の消化管の運動は勿論長時間炎症に浸漬された部分でも運動は減弱する事がない。即ち炎症性浸潤も毒素等の炎症直接作用は腸管の運動に影響を与へる事はない。此の事実は剔出腸管の実験では発見し得ないと云っている。麻痺の成因に関しては、器質的变化やAuerbach 神経叢の病変によるのではなく、交感神経の興奮と血行障害とを重視している。

長州⁹⁹⁾は腹膜炎に於いても腸管運動が維持されているのではないかとの推定の基に Trendelenburg 氏法と矢田貝氏法に改良を加えた腸管懸垂描記法及び腹窓法を用いて腸管運動を観察した。起炎法は家兎の尿水を10ccづつ4～6時間に亘つて連続注入し直後より観察している。起炎後5～6時間後に蠕動、律動運動が障害されるが、振子運動は全く消失してしまわず、12～16時間後に律動運動があらわれ、24～26時間後律動運動は恢復し、36時間後には略々正常に近い蠕動が起り、48時間後に正常な蠕動が見られたと報告している。

田北⁶⁹⁾等はThiry-vella loopを作成した犬にて小腸に数個の切断(全或いは部分)を加え急性腹膜炎時の腸運動を観察した。又その後田北⁶⁰⁾等は家兎を用い腸穿孔後の超生腸の運動を活動電流記録を用い、電気刺激を加えてその反応をも観察している。初期には電位変動は減弱化するが電気刺激には反応を示し、中期には振幅も頻度も増大し、電気刺激後のSpikeの興奮も著しく、末期には減少してゆくと述べている。その原

因については細菌毒素と血行障害にて腸壁の環境が悪化し、末期には全身状態の不良化と共に局所条件の悪化によると推論している。

著者の実験では第I期即ち6時間後に運動減弱が急速に出現し、働作電流曲線にても著しい減衰が見られるが、肉眼上からは腸管は殆んど正常と著変なく組織学的検索にても毛細管の充血と漿膜の軽度の浮腫のみがあつた。腸管の肥厚等は見られない事から恐らくは器質的なものではなく、単純な自律神経の失調状態¹⁰⁰⁾¹⁰¹⁾から来る腸麻痺であろうと思われる。12～24時間以後では腸管はガス及び内容停滞の膨隆し、腸管壁は著しく伸展され、明らかに内圧は亢進している¹⁰¹⁾。正常腸管ならば柳谷⁸⁰⁾等の学説によると強大なる収縮が起るべき状態であるにもかかわらず、尚麻痺状態は続き、加うるに腸管内出血とガス発生等の内容停滞により膨隆は助長されてゆく。此の時期より電位変動は腹膜炎罹患後のSpikeの振幅の最低値よりも反対に多少増大の傾向があるが内圧の振幅の変化は之に伴わず下降減少の一途をたどっている。著者の云つた分離の現象が起つている。組織学的検索では腸壁に運動を阻止するが如き高度の腸壁フlegモネの病変は少く、極く局所的にあるのみであつて、器質的变化は重要な因子とは考えられない。やはりWeil、横田、田北等の述べている細菌性炎症による毒素の自律神経に対する侵襲と腸管及び全身の血行障害と腸管の吸収の変化等のCirculus vitiosusに帰すべきものと思われる。

第5章 総括並びに結論

Bozler 以後平滑筋の働作電流観察は長足の進歩をとげて平滑筋生理の解明に貢献した所が多いが近來消化管の働作電流観察法を臨床的応用にまで括める企てがあり、植田、鈴木⁶⁰⁾等は実際にヒルスプリング氏病にてその病態と診断に用いて成果をあげ、田北、西島等もイレウスの本態の研究について応用している。著者は数年来急性腹膜炎時の腸管の運動について極く微小なる運動をも描記し得る電気内圧曲線描写装置を併用し、働作電流曲線と同時記録を行い、併せて組織学的検索を行つた結果、次の如き結論を得た。

1) 急性腹膜炎起炎後6時間後までは消化管は内眼的にも病理学的所見も何等著明な変化は認められないにもかかわらず、何れの部位にても働作電流の振幅と内圧曲線の振幅は急速に且つ強く減少した。

2) 胃体部では6時間後までに働作電流の振幅及び内圧曲線の振幅は減少したが、12時間後には多少増大

し24時間後は炎症の進行と平行して減小した。

3) 急性腹膜炎時の起炎後12~24時間後までは十二指腸, 空腸上部, 廻腸, 結腸の働作電流の振幅も内圧曲線も共に対照値に比し著明に減小するが, 24時間以後では再び多少働作電流の振幅は増大する。しかし対照値には及ばず, はるかに低い値である。内圧曲線の変化は24時間以後も引き続き炎症の進行に伴つて下降減少を続けた。

4) 内圧の変化に対応しないSpikeの発現を急性腹膜炎時の消化管にて認められたが, 之は正常腸管にては見られない。

(拙筆に臨み終始御懇篤なる御指導を賜つた恩師栗津教授, 御校閲を賜つた恩師小平教授並びに実験装置につき御指導を賜つた眼科川嶋助教授に深甚なる感謝を捧げると共に病理学教室加藤助教授, 外科伊東博士及び教室員各位の御援助に深く感謝致します)

文 献

- 1) 福原武: 消化運動. 生理学講座, **9**, II, 1, 昭26.
- 2) Gerhardt Katsch und Edward Borchers: Beiträge zum Stadium der Darmbewegungen, Das experimentelle Bauchfenster. Zeitschrift f. exper. Pathol. und Therapie, **12**, 225, 1913.
- 3) W. N. Boldyreff: Die periodische Tätigkeit des Organismus und ihre physiologische Bedeutung. Ergebnisse der Physiol., **29**, 485, 1929.
- 4) Oppenheimer, A.: Position of colon. Radiology, **34**, 549, 1940.
- 5) 遠藤博: 回盲部腸運動の研究. 日外会誌, **59**, 1832, 昭34.
- 6) Boehm, G.: Über den Einfluss des Nervus Sympathicus und anderer autonomer Nerven auf die Bewegungen des Dickdarms. Arch. f. exper. Pathol. und Pharm., **72**, 1, 1913.
- 7) Magnus, R.: Versuch am überlebenden Dünndarm von Säugetieren, I. Arch. f. d. ges. Physiol., **102**, 123, 1904.
- 8) Magnus, R.: Versuch am überlebenden Dünndarm von Säugetieren, II. Die Beziehungen des Darmnervensystems zur automatischen Darmbewegung. Arch. f. d. ges. Physiol., **102**, 349, 1904.
- 9) Magnus, R.: Versuch am überlebenden Dünndarm von Säugetieren, III. Die Erregungsleitung. Arch. f. d. ges. Physiol., **103**, 515, 1904.
- 10) Ambache, N.: The electrical activity of isolated mammalian intestines. J. physiol., **106**, 139, 1947.
- 11) Trendelenburg, P.: Physiologische und pharmakologische Versuche über die Dünndarmperistaltik. Arch. f. exper. Patholog. u. Pharmakol., **81**, 55, 1917.
- 12) Berkson, J.: Electromyographic studies of the Gastrointestinal tract. Am. J. Physiol., **104**, 62, 1933.
- 13) 亀谷寿彦: 胃十二指腸潰瘍に対する胃迷走神経切除術の作用機序に関する研究. 日外宝, **22**, 5, 431, 昭28.
- 14) 矢田貝薫: 腹壁に用いたる寒冷並びに温熱の腹腔内疾患に対する治療的意義に関する研究. 日外会誌, **33**, 1097 昭7.
- 16) 横田浩吉: 急性腹膜炎. 日外会誌, **39**, 1029, 昭13.
- 17) Puestow, C. B.: Studies on the origin of the automaticity of the intestine, the action of certain drugs on isolated intestinal transplants. Am. J. physiol., **106**, 682, 1933.
- 18) Puestow, C. B.: The activity of isolated intestinal segments. Arch. Surg., **XXIV**, 565, 1932.
- 19) Eccles, J. C. & Magladery, J. W.: The excitation and response of smooth muscle. J. Physiol., **90**, 31, 1937.
- 20) Rosenbluth, A., Leese, C. & Lambert, E.: Electrical potentials in smooth muscle. Am. J. physiol., **103**, 659, 1933.
- 21) Rosenbluth, A., Davis, H. & Rempel, B.: The physiological significance of the electric responses of smooth muscle. Am. J. physiol., **126**, 387, 1936.
- 22) Alvarez, W. C.: Differences in rhythmicity and tone in different parts of the wall of the stomach. Am. J. Physiol., **40**, 585, 1916.
- 23) Alvarez, W. C. & Mahoney, L. T.: Action currents in stomach and intestine. Am. J. Physiol., **58**, 476, 1922.
- 24) Alvarez, W. C. An introduction to gastroenterology 4. Ed, Paul, B. Haeber, Inc., N. Y., 1948.
- 25) Bozler, E.: The action potentials of visceral smooth muscle. Am. J. Physiol., **124**, 502, 1938.
- 26) Bozler, E.: Electrophysiological studies on the motility of the gastrointestinal tract. Am. J. Physiol., **127**, 301, 1939.
- 27) Bozler, E.: An analysis of the excitatory and inhibitory effects of sympathetic nerve impulses and adrenaline on visceral

- smooth muscle. *Am. J. Physiol.*, **130**, 627, 1939.
- 28) Bozler, E. : Action Potential of visceral smooth muscle. *Am. J. Physiol.*, **136**, 553, 1942.
- 29) Bozler, E. : Pacemaker activity prior to impulse discharge. *Am. J. Physiol.*, **136**, 543, 1942.
- 30) Bozler, E. : Cardiac muscle torus and initiation of impulses. *Am. J. Physiol.*, **139**, 477, 1943.
- 31) Bozler, E. : Initiation of impulses in cardiac muscle. *Am. J. Physiol.*, **138**, 273, 1943.
- 32) Bozler, E. : Action potentials of the stomach. *Am. J. Physiol.*, **144**, 693, 1945.
- 33) Bozler, E. : Action potentials and activity of smooth muscle. *Am. J. Physiol.*, **146**, 496, 1946.
- 34) Bozler, E. : The response of smooth muscle to stretch. *Am. J. Physiol.*, **149**, 299, 1947.
- 35) Bozler, E. : Myenteric reflex. *Am. J. Physiol.*, **157**, 329, 1949.
- 36) Bozler, E. : Reflex peristalsis of the intestine. *Am. J. Physiol.*, **157**, 338, 1949.
- 37) Bozler, E. : Plasticity of contractile elements of muscle as studied in extracted muscle fibers. *Am. J. Physiol.* **171**, 359, 1952.
- 38) 丹生治夫 : Elektro-hysterogramによる子宮運動の観察. *日生理誌*, **11**, 232, 昭24.
- 39) 丹生治夫 : 平滑筋動作流誘導に関する考察. *日生理誌*, **12**, 377, 昭25.
- 40) 丹生治夫 : 平滑筋動作流について. *日生理誌*, **13**, 6, 昭26.
- 41) 丹生治夫 : 平滑筋動作流について. *日生理誌*, **14**, 201, 昭27.
- 42) 丹生治夫 : 平滑筋動作流に就いて. *日生理誌*, **15**, 80, 昭28.
- 43) 丹生治夫 : 働作流よりみたモルモット小腸に対する諸種薬物作用. *日生理誌*, **16**, 286, 昭29.
- 44) 丹生治夫 : 痙縮. *日生理誌*, **17**, 113, 昭30.
- 45) 丹生治夫 : 内臓筋収縮伝播についての1~2の私見. *日生理誌*, **18**, 269, 昭30.
- 46) 市河三太 : 胃の働作電流. *日生理誌*, **16**, 284, 昭29.
- 47) 市河三太 : 胃の働作電流. *総合医学*, **11**, 559, 昭29.
- 48) 市河三太 : 膀胱の活動電流に就いて. *生体の科学*, **3**, 276, 昭29.
- 49) 市河三太 : 平滑筋々電図に就いて. *横浜医学*, **7**, 248, 昭32.
- 50) 田北周平, 外山敬次郎等 : 消化管の活動電流特にイレウスに於ける観察. *福岡医誌*, **43**, 1042, 昭27.
- 51) 田北周平, 外山敬次郎等 : 消化管活動電流に関する研究. *日生理誌*, **15**, 49, 昭28.
- 52) Takita, S. : Action current of alimentary canal observation on the normal and obstructed bowels. *Jap. J. Physiol.*, **3**, 176, 1953.
- 53) 田北周平, 外山敬次郎等 : 消化管の活動電流. *日消誌*, **50**, 10, 47, 昭28.
- 54) 田北周平, 石谷五郎等 : 腸閉塞解除術後の腸機能特に電気生理学的考察. *日外会誌*, **54**, 487, 昭28.
- 55) 田北周平, 亀井勲等 : 消化管活動電流に関する研究. *日生理誌*, **16**, 285, 昭29.
- 56) 田北周平 : イレウス腸運動を中心として. *日外会誌*, **55**, 7, 662, 昭29.
- 57) 田北周平, 西島早見等 : 消化管活動電流に関する研究. *日生理誌*, **17**, 199, 昭30.
- 58) 田北周平, 西島早見等 : 消化管活動電流に関する研究. *日生理誌*, **18**, 269, 昭31.
- 59) 田北周平, 赤岩二郎等 : 腸管穿孔後及び腹膜炎時に於ける腸運動並びに吸収機能. *日消誌*, **54**, 335, 昭32.
- 60) 田北周平, 西島早見等 : 急性腹膜炎時における腸壁の態度. *日消誌*, **55**, 782, 昭33.
- 61) 西島早見 : 急性イレウス時に於ける腸管活動電流に就いて. *日外会誌*, **55**, 1286, 昭30.
- 62) 林義彦 : 慢性イレウス時に於ける狭窄上部肥大腸管の電気生理学的研究. *日外会誌*, **57**, 396, 昭31.
- 63) 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, 昭33.
- 64) Toyama, K. : Action current of small intestine particularly during ileus. *Kyushu Memoris of Medical Science*, **4**, 67, 1953.
- 65) 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, 昭31.
- 66) 鈴木三郎 : 腸運動の動作電流, 腸管動作電流の臨床的誘導法. *日外会誌*, **58**, 1920, 昭33.
- 67) 鈴木三郎 : 腸運動の動作電流, 腸管動作電流の臨床所見. *日外会誌*, **59**, 1, 昭33.
- 68) 堀浩, 植田隆等 : P 391 (バカタール)の実験的及び臨床的観察. *綜合臨床*, 8月1日号, **1**, 昭30.
- 69) 粟津三郎, 伊東信四郎, 本田健三郎等 : 消化管の筋電図. *日外会誌*, **57**, 76, 昭31.
- 70) 粟津三郎, 伊東信四郎, 本田健三郎等 : 人工的急性腸閉塞時の消化管の動作電流. *日消誌*, **54**, 338, 昭32.
- 71) 粟津三郎, 伊東信四郎, 本田健三郎等 : 消化管の動作電流及び之に対する諸種薬物の影響. *日消誌*, **54**, 339, 昭32.

- 72) 粟津三郎, 本田健三郎等: 人工的急性腹膜炎時に於ける消化管各部の動作電流及び電気内圧曲線の変化について. 日消誌, **55**, 10, 90, 昭33.
- 73) 粟津三郎, 本田健三郎等: 消化管の筋電図, 機械内圧曲線の同時描写について. 日本消化機病学会総会, 164号, 昭34.
- 74) 粟津三郎, 鶴見清彦, 伊東信四郎, 本田健三郎: 消化管の動作電流. 臨床消化病誌, **55**, 267, 昭32.
- 75) 伊東信四郎: 消化管の筋電図に関する実験的研究. 日消誌, **55**, 211, 昭33.
- 76) 奥田瑞穂, 前田毅: 腸管動作電流曲線, 描写並びに各種薬品の影響に就て. 長崎医誌, **3**, 537, 大正14.
- 77) 尾形隆明: 胃運動の電気生理学的研究. 日生理誌, **16**, 284, 昭29.
- 78) 尾形隆明: 胃運動の電気生理学的研究. 久留米医誌, **17**, 324, 昭30.
- 79) Bayliss, W. M. & Starling, E.: The movements and innervation of the small intestine. *J. Physiol.*, **24**, 99, 1899.
- 80) 柳谷岩雄, 大久保美夫: 蠕動成因としての意義. 日生理誌, **17**, 77, 昭30.
- 81) 峰勝夫: Straub氏生体腸管運動描写法によつて行える2~3の実験. 日薬物誌, **25**, 118, 昭13.
- 82) Cannon, W. B.: The movements of the intestines studied by means of the röntgen rays. *Am. J. Physiol.*, **6**, 251, 1902.
- 83) 大行慶雄: 剔出腸管に於ける内圧の刺激効果. 千葉医誌, **13**, 2557, 昭10.
- 84) Castleton, K. B.: An experimental study of the movements of the small intestine. *Am. J. Physiol.*, **107**, 641, 1934.
- 85) Armstrong, H. I. O., Milton, G. W. & Smith, A. W. M.: Electropotential changes of the small intestine. *J. Physiol.*, **131**, 147, 1956.
- 86) Milton, G. W. & Smith, A. W. M.: The pacemaking area of the duodenum. *J. Physiol.*, **133**, 100, 1956.
- 87) Fletcher, C. M.: The relation between the mechanical and electrical activity of a molluscan unstriated muscle. *J. Physiol.*, **91**, 172, 1937.
- 88) 梶浦浩: 胃の運動と活動電位について. 日生理誌, **21**, 6, 昭34.
- 89) 植草実, 内藤成徳: 活動電流よりみた大腸運動. 日消誌, **54**, 340, 昭32.
- 90) 植草実, 内藤成徳: 活動電流よりみた大腸運動. 臨床消化病誌, **6**, 4, 昭33.
- 91) 植草実, 遠藤博等: 回盲部腸運動と慢性便秘異常. 日外会誌, **57**, 844, 昭31.
- 92) 塩田広重: 急性化膿性腹膜炎. 日外会誌, **14**, 195, 大正2.
- 93) 島田信勝: 急性腹膜炎. 日本外科全書, **18**, 175, 昭32.
- 94) 伝田俊男, 何洗照等: 下谷病院に於ける最近10年間の急性腹膜炎に関する統計的観察. 臨床外科, **12**, 153, 昭32.
- 95) 河石九二夫: 急性腹膜炎. 日外会誌, **37**, 771, 昭11.
- 96) 津田誠次: 急性腹膜炎. 日消誌, **37**, 637, 昭13.
- 97) S. Weil-Breslau: Die akute freie Peritonitis. *Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie*, zweiten Band, **278**, 1911.
- 98) 今永一: 急性汎発性腹膜炎の際に現われる腸運動麻痺の成立機転に関する実験的研究. 福岡医誌, **27**, 2624, 昭9.
- 99) 長州光太郎: 急性汎発性腹膜炎に於ける腸管運動障害の実験的研究殊に腹腔1次閉鎖法の影響について. 日外会誌, **51**, 643, 昭25.
- 100) 斎藤誤: イレウス各論. 日本外科全書, **22**, 昭31.
- 101) 斎藤誤: 腸管の閉塞病態生理. 生理学講座, **9**, II, 4, 昭26.