

Electrogastrography (EGG) を指標とした鍼刺激の効果 および外科領域におけるその応用に関する研究

明治鍼灸大学大学院 鍼灸臨床医学

今井 賢治

要旨：胃機能に及ぼす鍼刺激の効果を把握するため非侵襲的な方法である Electrogastrography (EGG) を指標に検討を行った。FFT解析より power spectrum を描出し、刺鍼前後の変化を健常人で比較したところ、中腕刺激群において鍼刺激後に周期の明らかな遅延と power 値の有意な減少がみられた。このことから、腹部への鍼刺激は胃電気活動の抑制を介し、胃機能について何らかの機能変化を招く可能性が示唆された。一方、EGGの基礎的な検討として健常人および胃癌で胃亜全摘術または胃全摘術を施行された患者を対象に、食事負荷前後のEGGについて検討した。胃全摘症例ではEGGは全く出現せず、胃亜全摘症例では出現する例としない例があった。また、迷走神経が関与していると考えられている食後の一過性周期低下 (postprandial dip) に着目すると、手術操作で迷走神経胃枝を部分的に切断されていると思われる胃亜全摘症例では postprandial dip が消失することが判った。

以上より、EGGは明らかに胃の電気活動を反映していることが判明し、胃機能に対する鍼灸の効果捉える指標として有用と考えられた。さらに postprandial dip 等に注目することで、胃を支配する自律神経機能の把握に有用な指標となることが示唆された。

Effects of Acupuncture on Electrogastrography (EGG) and Its Application to Patients with Gastric Cancer and after Gastrectomy

IMAI Kenji

*Postgraduate School of Clinical Acupuncture and Moxibustion (Surgery),
Meiji College of Oriental Medicine*

Summary: To investigate the effect of acupuncture stimulation (S-36, CV-12) on gastric function, percutaneous electrogastrography (EGG) was utilized. EGG is a non-invasive means of recording electrical activity of the stomach through cutaneous electrodes on the abdominal surface. These EGG signals were analysed by power spectrum analysis and evaluated by peak frequency and power products.

There were no consistent results observed in the S-36 stimulation group, although in the CV-12 stimulation group, the peak frequency and power products of EGG decreased significantly after stimulation. Since gastric motility is considered controlled by gastric electrical activity, it was suggested that gastric motility had decreased after CV-12 stimulation.

However, fasting and postprandial EGG in normal volunteers and in gastric cancer patients who had undergone total or subtotal gastrectomy were recorded during a basic EGG study. Three cpm waves, typical waves of the stomach had completely disappeared in the EGG of patients who had undergone total gastrectomy, but in 5 of 7 patients after subtotal gastrectomy, these waves were clearly recorded. The postprandial dip, which is considered to reflect autonomic nervous function was not observed after subtotal gastrectomy, in which the gastric branch of the vagus nerve was partially removed.

From these findings, EGG was considered a useful clinical method of evaluating the effect of acupuncture and gastric autonomic nervous function.

Key Words: 胃電気活動記録 Electrogastrography, 鍼 acupuncture, 胃癌 gastric cancer, 胃切除術 gastrectomy, パワースペクトラム解析 power spectrum analysis.

〈はじめに〉

鍼灸臨床の場において消化器疾患に対処する機会は数多くあり、その臨床的效果を示した報告も散見される。しかし、この領域における鍼灸の基礎的な治効のメカニズムにまで言及した報告¹⁾は未だ数少なく、作用機序に関しては不詳な点が多い。これまでに著者は、非侵襲的な手法として近年注目を浴びつつある Electrogastrography (EGG) を用いて胃の基本的な生理現象である電気活動を経皮的に記録し、鍼刺激の胃機能へ及ぼす影響について検討を行ってきた²⁾。その結果 EGG は胃運動機能や、その自律神経機能に対する鍼刺激の作用を知る上で極めて有用な指標の一つになり得る事を示した。

EGG は胃大弯側上部1/3に位置するペースメーカーから1分間に約3回 (3 cycle/minute, cpm) の規則的な周期で出現し幽門側へと伝播する電気活動を経皮的に記録するもので、1922年 Alverz³⁾ が初めて記録に成功した。以後の研究から胃運動の出現頻度は電気活動の周期に調律され、運動の強さはその振幅の大きさと関連することが知られている⁴⁻⁶⁾。また、胃機能が自律神経系の支配を受けていることからEGGに着目すれば間接的に自律神経機能の状態を把握できると考えられ、近年では自律神経機能障害患者を対象に、その病態の把握を試みた報告が多く見受けられる⁷⁻¹⁰⁾。

今回は fast Fourier transform (FFT) 解析を用い東洋医学的に胃との関連が深いと考えられている足三里および腹部に位置する中脘への鍼刺激が胃の電気活動に及ぼす影響を、power spectrum の描出からEGGの peak 周期と power 値を求め、これらを指標に検討した。同時に生理学的側面から自律神経系との関連についても検討した。

また、外科領域における胃癌患者や胃切除術後患者の消化管運動機能異常や手術後の腹部不快感等に対する鍼灸治療を考えており¹¹⁾、これら症例のEGGの peak 周期と power 値等を、健常人と比較・検討し、鍼灸治療の効果の評価にEGGが有用な指標となるか否かについて検討した。

I. 足三里および中脘刺激の EGG への影響

〈対象および方法〉

1. 対象

健常人男性26例を対象に刺鍼時のEGGの変化について検討した。この内16例 (18~31才、平均20.6才) を足三里刺激群とし、10例 (19~29才、平均23.4才) を中脘刺激群とした。

2. 方法

EGGの記録は、仰臥位にて Ag-AgCl 皿電極を図1の如く腹壁に装着し¹²⁾、日本電気三栄製ポリグラフィシステム360を用い、high cut filter 0.1 Hz、時定数 3 sec の設定で増幅し、データレコーダー (TEAC XR-50) に保存した。また、ストレイン・ゲージを上腹部に固定し腹壁運動から呼

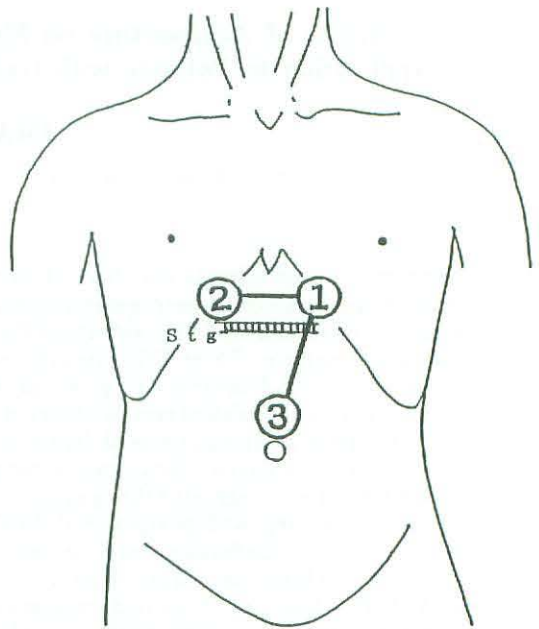


図1 EGGの誘導部位

双極誘導にて1-2誘導と1-3誘導の2チャンネルで記録した。電極1と2は奥野らの報告¹²⁾を参考にし、胸骨剣状突起と臍とを結ぶ正中線の上方4分の1から左右外側の季肋部に設定した。また、ストレインゲージ (図中: Stg) を装着し呼吸周期を同時に求めた。

吸周期を同時に求めた。

測定は食後5時間以上経過後の空腹時に行なわれた。安静仰臥位を30分とらせた後に、両側足三里または中脘へ50mm・18号のステンレス鍼を刺入、15分間置鍼した。EGGは刺鍼前(コントロール)30分、刺鍼中および刺鍼後15分間にわたり計1時間記録された。

解析は signal processor (日本電気三栄, 7T18) を使用し, signal basic のもと FFT 解析プログラム (名古屋大学神経内科, 金桶吉起氏製作) により, sampling 1 sec, sweep time 256 sec の設定で power spectrum を描出し, これから peak 周期と power 値を算出した。刺鍼前6回, 刺鍼中3回, 刺鍼後3回解析を行なった。尚, power 値は 2.11~4.45cpm を EGG の帯域として, 刺鍼前値に対する刺鍼中, 刺鍼後値の比率を求め比較した。

統計処理には paired Student's t-test, unpaired Student's t-test および Welch's test を使用した。

＜結 果＞

1. 鍼刺激による EGG peak 周期への影響

全例において 3cpm を中心とする明確な EGG が記録された。そのうち 1 例の被験者から記録された原波形と power spectrum を図 2 に示す。

表 1-1 に足三里刺鍼群について, 表 1-2 に中脘刺鍼群について全例における刺鍼前, 刺鍼中, 刺鍼後の peak 周期の平均値と標準偏差を示した。足三里への刺鍼では 16 例中 5 例において peak 周期の変動がみられ, 刺鍼中, 刺鍼後またはいずれかで刺鍼前に比し有意差 (unpaired Student's t-test) が見られた。しかし, 一定の方向性は認められず, また全例の平均周期値では鍼刺激による周期の変化は見られなかった。

一方, 中脘への刺鍼では 10 例中 8 例で刺鍼中に周期が低下する傾向を示し, 全症例の平均周期値で比較しても刺鍼前値に対して刺鍼中で有意な低下が認められた ($p < 0.05$ paired Student's t-test)。また刺鍼後においても同様に刺鍼前値に比して低下傾向が示された。これらの変化をより

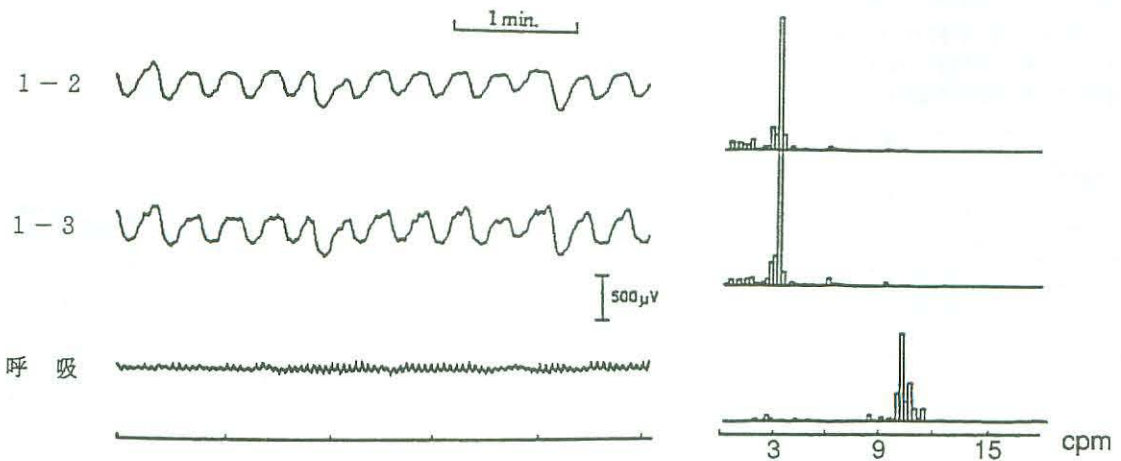


図2 EGG原波形と power spectrum

左に EGG 原波形, 右にその power spectrum を示す。1-2 と 1-3 誘導共に 3cpm 帯での peak が見られる。最下段は呼吸曲線とその power spectrum を示す。

表 1-1 足三里刺鍼による EGG peak 周期への影響

16例中 5 例で有意な変化が見られたが、全例の平均値では鍼刺激による変化は見られなかった。

被験者	周期 (cpm)		Mean±SD
	コントロール	刺鍼中	
1	3.42 ± 0.12	3.42 ± 0.12	***2.75 ± 0.20
2	3.33 ± 0.24	3.25 ± 0.00	3.17 ± 0.12
3	3.00 ± 0.00	3.08 ± 0.12	3.00 ± 0.20
4	3.25 ± 0.00	3.00 ± 0.74	3.42 ± 0.62
5	3.40 ± 0.12	3.33 ± 0.12	3.25 ± 0.00
6	3.08 ± 0.12	2.83 ± 0.24	3.17 ± 0.12
7	3.67 ± 0.12	*3.50 ± 0.00	*3.50 ± 0.00
8	3.13 ± 0.19	3.00 ± 0.41	3.33 ± 0.12
9	3.04 ± 0.39	3.00 ± 0.00	3.17 ± 0.12
10	3.08 ± 0.12	3.08 ± 0.12	***3.42 ± 0.12
11	3.42 ± 0.49	3.00 ± 0.35	3.50 ± 0.20
12	3.38 ± 0.13	3.42 ± 0.12	3.50 ± 0.00
13	2.94 ± 0.11	2.92 ± 0.24	2.90 ± 0.14
14	2.56 ± 0.45	*3.75 ± 0.54	*3.63 ± 0.13
15	3.40 ± 0.12	*3.00 ± 0.20	3.25 ± 0.00
16	2.96 ± 0.22	3.08 ± 0.31	3.00 ± 0.20
M±SE (N=16)	3.19 ± 0.06	3.17 ± 0.06	3.25 ± 0.06

*P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001

表 1-2 中腕刺鍼による EGG peak 周期への影響

10例中 8 例で刺鍼中に周期が低下する傾向を示した。また、全例の平均値ではコントロール値に対して刺鍼中値で有意な低下が認められた (p<0.05)。

被験者	周期 (cpm)		Mean±SD
	コントロール	刺鍼中	
1	3.13 ± 0.13	2.92 ± 0.12	2.63 ± 0.63
2	3.42 ± 0.12	3.33 ± 0.12	3.42 ± 0.12
3	3.25 ± 0.00	***2.75 ± 0.00	3.17 ± 0.12
4	3.50 ± 0.32	3.25 ± 0.20	*3.00 ± 0.00
5	3.04 ± 0.17	*2.75 ± 0.00	3.08 ± 0.12
6	3.25 ± 0.00	*3.33 ± 0.12	3.25 ± 0.00
7	3.33 ± 0.12	3.25 ± 0.41	3.50 ± 0.20
8	3.25 ± 0.00	3.33 ± 0.12	**3.42 ± 0.12
9	2.88 ± 0.13	2.66 ± 0.31	2.83 ± 0.12
10	3.08 ± 0.24	2.75 ± 0.00	2.75 ± 0.00
M±SE (N=10)	3.21 ± 0.09	*3.03 ± 0.14	3.12 ± 0.14

*P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001

詳細に知るため、両群の刺鍼前後における平均 peak 周期値の経時的推移を調べると、足三里への刺鍼ではほとんど周期の変化は見られなかった (図 3-1) が、中腕への刺鍼では直後から明らかな周期の低下がみられた (図 3-2)。

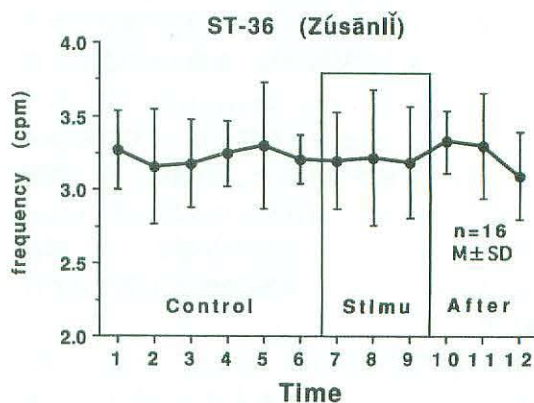


図 3-1 足三里刺鍼前後における EGG peak 周期の経時的推移

足三里刺鍼による変化はほとんど認められなかった。

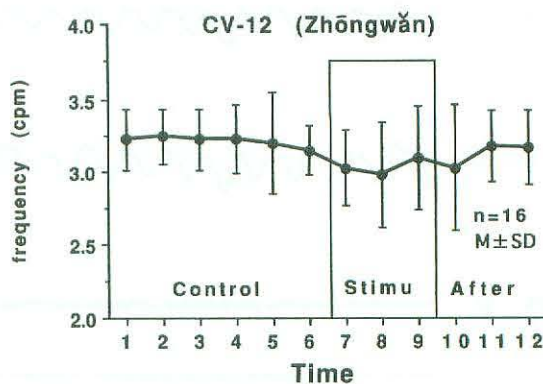


図 3-2 中腕刺鍼前後における EGG peak 周期の経時的推移

刺鍼直後から減少が見られた。

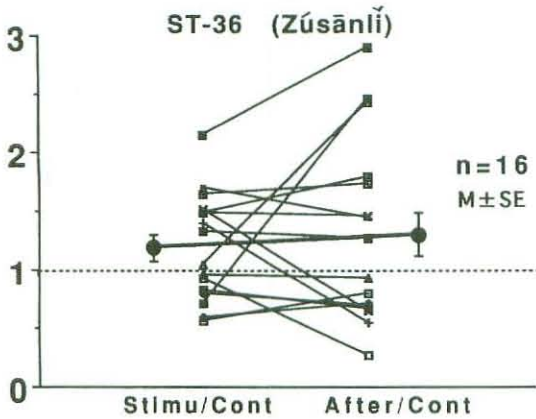


図4-1 足三里刺鍼によるEGG power値への影響 (刺鍼前に対する刺鍼中、刺鍼後の比率を求めた.)

足三里への刺鍼では刺鍼中、刺鍼後にわたり増加傾向が見られた。しかし被験者個々について見ると、変化の方向性は一定でなかった。

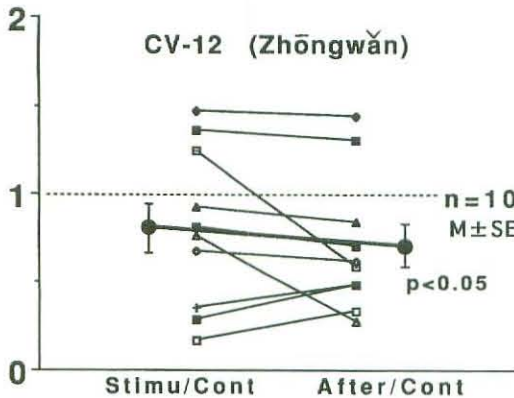


図4-2 中脘刺鍼によるEGG power値への影響 (刺鍼前に対する刺鍼中、刺鍼後の比率を求めた.)

中脘への刺鍼では10例中7例において刺鍼中、刺鍼後にわたり減少し、特に全体の平均では刺鍼後で有意差が認められた ($p < 0.05$)。

2. 鍼刺激によるEGG power値への影響

図4-1、図4-2に足三里および中脘刺鍼群の全例についてEGG power値の刺鍼前値に対する刺鍼中、刺鍼後値の比率を示した。足三里刺鍼群での全体の平均と標準誤差は刺鍼中 1.19 ± 0.11 、刺鍼後 1.30 ± 0.18 を示し、刺鍼前に比し僅かに増加したが統計上の有意差は見られなかった (paired Student's t-test)。また、症例個々については大きな変化を示した例も見られたが、その方向性は一定していなかった (図4-1)。一方、中脘刺鍼群では10例中7例で刺鍼中、刺鍼後にわたり刺鍼前に対するpower値の比率が減少し、全体の平均と標準誤差でも刺鍼中 0.84 ± 0.14 、刺鍼後 0.71 ± 0.12 を示し、刺鍼前に比べ特に刺鍼後で有意な減少 ($p < 0.05$ Welch's test) が見られた (図4-2)。

II 健康人と胃癌患者および胃切除術後患者のEGGについて。

<対象および方法>

1. 対象

消化器疾患を有さない健康人男性7例 (19~27才、平均21.0才)と胃癌術前患者6症例 (男性5名、女性1名、55~80才、平均67.8才)、および胃切除術後症例としてRoux-en-Y法による再建術が施行された胃全摘患者4症例 (男性4名、62~76才、平均67.3才)と、Billroth I法による再建術が行なわれた胃全摘患者7症例 (男性3名、女性4名、55~76才、平均66.0才)を対象とした。

2. 方法

記録は前述と同様に行い、食事負荷によるEGGのpeak周期とpower値の変動を比較・検討した。

測定は食事負荷前のEGGをコントロールとして30分間記録し、直後にエンシュア・リキッド (経腸栄養剤: 250ml、250kcal)を座位にて投与した。その後ただちに仰臥位に戻したあと、後半30分間を食事負荷後記録として計1時間の実験行程を行なった。尚、被験者には前日の夕食以後から絶食させ、早朝空腹時に記録を行なった。

解析も前述と同様の設定でFFT解析を行ない

(食前6回, 食後6回), power spectrum から peak 周期と power 値を算出した。

統計処理には paired Student's t-test, および Mann-Whitney's test を使用した。

<結 果>

健常人と胃癌患者において は全例で明確に EGG が記録されたが, 胃全摘患者では4症例のすべてで食事前のEGGは全く記録されなかった。また食後でも3症例で散在性の不規則な power が出現し EGG は確認されなかった。しかし, 1例 (No.4) については食後に 3 cpm 近傍で power の増加が見られた (図5)。

胃亜全摘患者では7症例中5例で明確な EGG が記録され, 2症例について全く記録されなかった。この2症例については食後に広い周期帯で不規則な power の増加が認められ, 胃全摘症例と同様の傾向を示した (図6)。

健常人と胃癌患者, および明確に EGG が記録された胃亜全摘患者の食事前後における peak 周期と power 値の変化を表2に示す。peak 周期については食前に比し食後で健常人群と胃癌患者群では僅かに低下し, 胃切除患者群では僅かに上昇しているが有意差は見られなかった (Man-Whitney's test)。また, 食事負荷直後の周期低下 (postprandial dip) について各群で比較するため, 食事負荷前後における peak 周

期の経時的推移を検討したところ, 健常人と胃癌患者の全例で明確に postprandial dip が確認された。これを食事直前と食事直後で比較するといずれも有意差 ($p < 0.001$ paired Student's

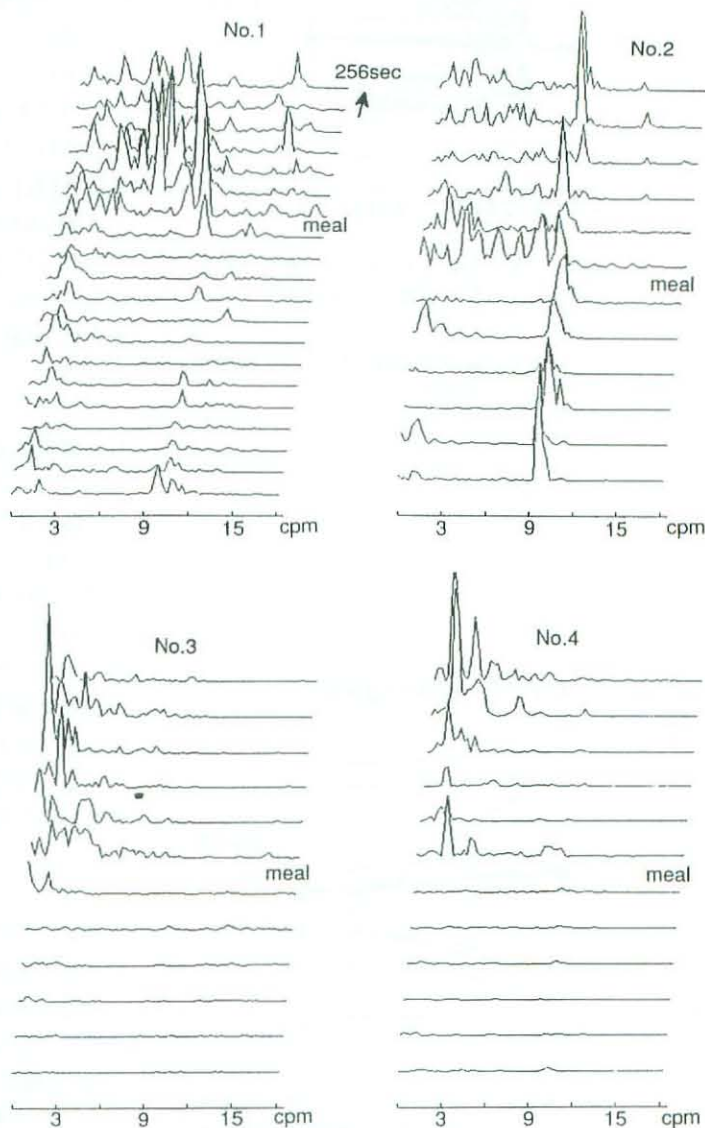


図5 胃全摘患者の EGG running power spectrum analysis

全症例につき食事前において EGG は全く記録されなかった。また, 食後では No. 4 を除き広い周期帯で不規則な power の出現を認めた。

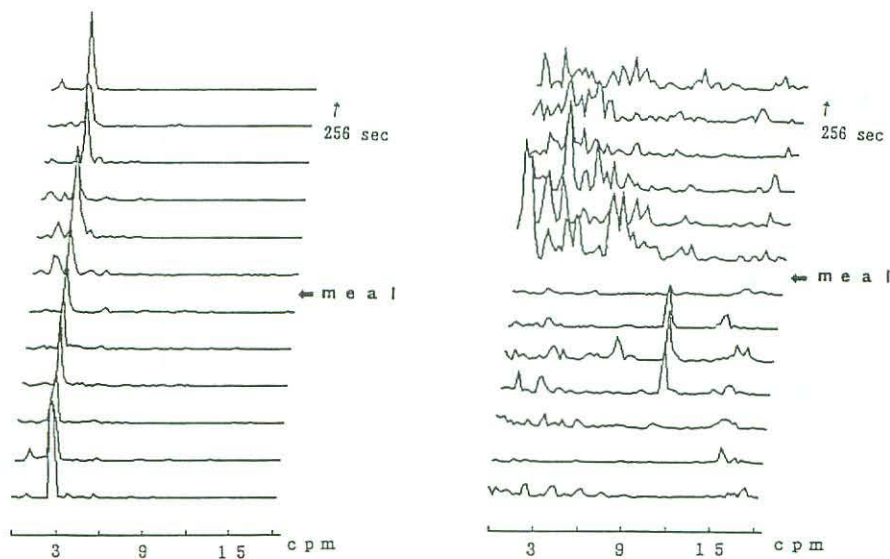


図6 胃亜全摘患者のEGG running power spectrum analysis

左：明確なEGGの記録された一例

右：EGGの出現が認められなかった一例

表2 健常人群，胃癌患者群，胃亜全摘患者群における食事負荷後のpeak周期およびpower値の変化

	Frequency (cpm)		Power products Post/Pre meal
	Pre-meal	M±SE Post-meal	
Normal subjects (N=7)	3.16±0.09	3.13±0.06	1.74±0.71
Gastric cancer patients (N=6)	3.04±0.10	2.91±0.07	3.67±0.47
Subtotal gastrectomy patients (N=5)	2.98±0.13	3.07±0.05	1.49±0.45

t-test) がみられた (図7-1, 図7-2)。しかし、胃亜全摘患者群では1例に postprandial dip が見られたのみで他例では全く認められなかった (図7-3)。

また power 値については (表2)，胃癌患者群で食前に比し食後で 3.67 ± 0.47 (M±SE) の増加が見られ、これは健常群の 1.74 ± 0.71 と胃亜全摘患者群の 1.49 ± 0.45 と比較すると大きい値を

示したが、統計上の有意差はなかった (Mann-Whitney's test)。

<考 察>

本論文ではヒトを対象に下肢または腹部へ鍼刺激を行なった際、基本的な生理現象である胃の電気活動にどのような変化を及ぼすのかについて Electrogastrography (EGG) を指標に検討した。これまでに体表への侵害刺激が自律神経系を介し内臓に機能的変化をおこさせることは体性-内臓反射として数多く報告されている。なかでも胃運動に及ぼす影響は Kametani¹³⁾、佐藤ら^{14,15)}による麻酔ラットを用いた実験から、四肢への pinch 刺激では迷走神経胃枝の遠心性放電が増加し胃運動亢進がおこること、また腹部への pinch 刺激では交感神経胃枝の遠心性放電の増加によって胃運動の抑制反射のお

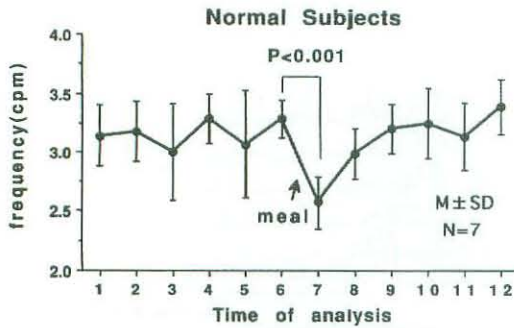


図7-1 健常人群におけるEGG peak周期の経時的推移

食事負荷直後に明確な postprandial dip が認められた ($p < 0.001$)。これは 7例すべてにおいて認められた。

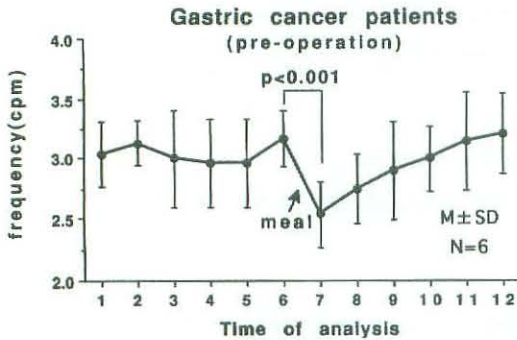


図7-2 胃癌患者群におけるEGG peak周期の経時的推移

健常人群と同様に 6例すべてにおいて明確な postprandial dip が認められた ($p < 0.001$)。

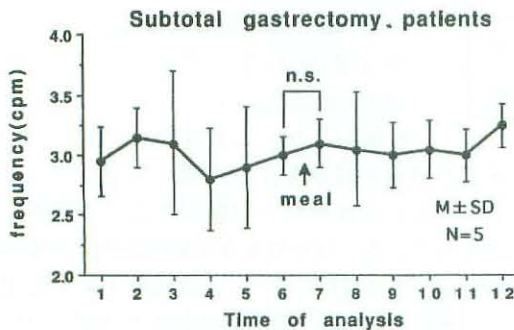


図7-3 胃亜全摘患者群におけるEGG peak周期の経時的推移

postprandial dip は認められなかった。

ることが明らかにされている。

今回用いた EGG は胃運動と深い関連のある事が知られている。また、本法は非侵襲的に記録できるという特性上、侵害刺激に対するヒト生体の応答を知る上で有用と思われ、鍼灸刺激の臨床効果を客観的に捕らえるのに適していると考えられる²⁾。しかし、EGG は胃運動を伴わない電気活動である Electrical Control Activity (ECA) および、胃運動を伴う電気活動である Electrical Response Activity (ERA) を区別なく記録してしまい、必ずしも機械的な胃運動の出現と一致しない等、得られる情報の限界に注意する必要もある^{6,16)}。だが、あくまでも運動に先立つ電気的な活動の現れであり、これを電気生理学的に胃運動を把握する指標に用いるのは有用と考える。

下肢の刺激部位として足三里へ鍼を行った結果は peak 周期、power 値共に刺激前後における全体の平均値の差について変化はみられなかった。しかし、被験者個々では大きな変化を示す例もあり、鍼刺激の及ぼす作用は受ける生体の個体差が大きいものと考えられた。一方、腹部の刺激部位とした中脘への鍼では peak 周期、power 値ともに刺激前に比し刺激中、刺激後で減少した。即ち、鍼刺激により胃の電気活動が抑制され、胃運動の周期が遅くなり、胃運動の力も弱くなる可能性が示唆された。このことは kametani¹³⁾、佐藤ら^{14,15)}の麻酔ラットでの結果と一致している様に思われる。即ち、腹部への鍼刺激によって交感神経胃枝の遠心性放電が増加し、胃運動の抑制反射が起こった可能性である。しかし麻酔ラットで得られた結果をヒトにそのまま当てはめる事は出来ないであろう。この中脘への鍼で得られた抑制作用の機序については、今後少しづつ検討したいと考えている。

他方、外科疾患に対する鍼灸治療の効果判定に EGG が有用な指標となるか否かを検討した。まず、EGG が本当に胃の電気活動を記録しているのかを確認するため、胃全摘患者 4 症例の EGG を記録した。その結果、全症例で食事前に EGG

は全く記録されず 3 cpm の power は完全に消失した。この事から EGG は明らかに胃の電気活動を記録している事が確認された。また、食後においては広い周期帯にわたり不規則な power の増加が 3 症例について認められた。これは食事負荷に伴い再建された空腸ループ部に急激な蠕動運動が起こりそれが反映されたものと推測される。だが、1 例については食後に 3 cpm 近傍で power の増加を認めた。この症例については大腸の電気活動が記録された可能性等を考えているが^{2, 11)}、今後この power の増加は何によるものなのかを検討したいと考えている。

次に、胃癌患者と明確に EGG が記録された胃下垂全摘患者に対し食事負荷前後の EGG の peak 周期と power 値について健常人と比較した。その結果、power 値では各群において大きな差異はなかったが、peak 周期については健常人と胃癌患者において食事直後に顕著な周期の低下 (postprandial dip) が認められた。しかしこの周期の低下は胃下垂全摘患者では全く認められなかった。この postprandial dip の成因は迷走神経が関与しているとされているが詳細については不明な点が多い¹⁷⁾。金桶ら^{9, 18)}は健常人と神経変性疾患患者について比較したところ、健常人では postprandial dip が明瞭に認められたのに比べ、神経変性疾患患者では不明瞭であったことから postprandial dip は自律神経の機能状態を把握するのに有用な指標の一つになり得ると述べている。我々の検討した胃下垂全摘患者では手術時にリンパ節の郭清に伴い迷走神経胃枝が部分的に切断され、そのため食事負荷に対する胃運動機能の順応が失調し、明確な postprandial dip は見られなくなったと考えられる。このように EGG における postprandial dip は、迷走神経反射を反映する可能性も示唆された。

以上の実験結果より EGG は胃運動に対する鍼灸作用の解析を含め、胃を支配する自律神経機能を判定する有用な指標になり得るものと考えられる。

謝 辞

稿を終えるに臨み、御指導と御校閲を賜った恩師明治鍼灸大学外科学教室咲田雅一教授に深甚なる謝意を捧げると共に、終始御懇切な御教示を頂いた東洋医学教室篠原昭二助教授、外科学教室畑幸樹助教授をはじめ、石丸圭荘助手、和辻直助手、岩昌宏副手に心から感謝の意を表します。また本研究に際し、貴重な御助言を承った名古屋大学神経内科教室金桶吉起博士に厚く御礼を申し上げます。

[文 献]

- 1) 野口栄太郎：ラット胃酸分泌に及ぼす鍼刺激の効果。埼玉医大誌, 18 : 33~46, 1991.
- 2) 今井賢治, 小高ますみ, 樋口淳一ら：経皮的胃電気活動記録 (Electrogastrography: EGG) と鍼灸 (第一報)。その基礎的および臨床的研究。明治鍼灸医学, 9 : 33~39, 1991.
- 3) Alvarez W C : The electrogastrogram and what it shows. JAMA, 78 : 1116~1119, 1922.
- 4) Kenneth L K, Willam R S, Robert M S : Effect of barium meals on gastric electromechanical activity in man. Dig, Dis, Sci, 32 : 1217~1222, 1987.
- 5) Catherine J P, John W H, Nancy N, et al : Use of spectral analysis in the detection of frequency differences in the electrogastrograms of normal and diabetic subject. IEEE, Trans On Bio Eng, 35 : 935~941, 1988.
- 6) Smout A J, Schee E J, Grashuis J L : What is measured in electrogastrography? Dig, Dis, Sci, 25 : 179~187, 1980.
- 7) 奥野 洋, 本郷道夫, 山田昌彦ら：糖尿病性自律神経障害患者の Electrogastrigraphy (EGG)。自律神経, 27 : 534~540, 1990.
- 8) Jiande C, Richard W M : Gastric slow wave abnormalities in patients with gastroparesis. Am, J, Gastroenterology, 87:477~482, 1992.
- 9) 金桶吉起, 古池保雄, 櫻井信夫ら：Electrogastrography II。神経変性疾患への応用。自律神経, 29 : 38~43, 1992.
- 10) Koch K L, Stern R M, Vasey M : Gastric dysrhythmias and nausea of pregnancy Dig, Dis, Sci, 35 : 961~968, 1990.
- 11) 今井賢治, 岩昌宏, 石丸圭荘ら：胃癌患者とその胃切除後における EGG の検討。明治鍼灸医学, 11 : 11~18, 1982.
- 12) 奥野洋, 本郷道夫, 氏家裕明ら：経皮的胃電気活

- 動記録 (Electrogastrography) に関する基礎的検討. 日平滑筋誌, 25 : 55~60, 1989.
- 13) Kametani H, Sato A, Sato Y : Neural mechanisms of reflex facilitation and inhibition of gastric motility to stimulation of various skin areas in rat. *J, Physiol*, 294 : 407~418, 1979.
 - 14) 佐藤昭夫, 佐藤優子, 杉本比佐子 : 皮膚から心臓, 膀胱及び胃十二指腸への反射性反応とその神経性調節機構. *医学のあゆみ*, 98 : 276~284, 1979.
 - 15) Sato A, Sato Y, Simada Y, et al : Changes in gastric motility produced by nociceptive stimulation of the skin in rat. *Brain Res*, 87 : 151~159, 1975.
 - 16) Thomas L A : Electrogastrography. Current assessment and future perspectives. *Dig, Dis, Sci*, 33(8) : 982~992, 1988.
 - 17) Kenneth R J, Gary E J : Pre- and postprandial EGG variation. Praeger, New York, 1985.
 - 18) 金桶吉起, 古池保雄, 櫻井信夫ら : Electrogastrography I. 健常人による方法論的検討. *自律神経* 29 : 29~37, 1992.