

Electrogastroenterography からみた喫煙の急性影響に関する研究

村松 常司 佐藤 和子 桜木 惣吉 村松 園江
(健康科学選修) (養護教育教室) (養護教育教室) (東京水産大学)

A Study on Acute Effects of Smoking from the Viewpoint of the Electrogastroenterography

Tsuneji MURAMATSU (Health Science)
Kazuko SATO · Soukichi SAKURAGI (Health Science Teacher)
Sonoe MURAMATSU (Tokyo University of Fisheries)

I. はじめに

我が国の喫煙者率は1966年の男性83.7%, 女性18.0%をピークに, 1995年には男性58.8%, 女性15.2%に低下した¹⁾が, 欧米諸国の喫煙者率と比較すると, 成人男性は依然として高い²⁾。

平山³⁾は, 動脈硬化性心疾患, 肺癌, 喉頭癌, 口腔咽頭癌, 食道癌などの疾患において常習喫煙者の死亡率は非喫煙者のそれより高いことを報告している。また, 消化器疾患における喫煙は, 潰瘍を悪化させたり, 治癒を遅らせたり, 潰瘍の再発を促すことが知られている⁴⁾。

喫煙による急性の生理的機能変化が顕著に確認できるのは循環器系であり, その指標となる心拍数や血圧などが比較的容易に測定できるため, これまで多くの研究⁵⁾⁻⁹⁾がなされている。しかし, 消化器系においては, 外部から長時間にわたり生理的機能変化となる指標を得ることが困難であることから, 十分に追究することができなかった。

胃及び小腸に周期的な電位変化が存在することは1922年に Alvarez ら¹⁰⁾により明らかにされたが, 長時間記録することは一般臨床の場において極めて困難であり, その臨床応用は限られていた。近年, 胃や小腸の電気活動を経皮的に記録できる Electrogastroenterography (以下, EGEG) の解析により, 自律神経機能を反映する指標となりうることを示された¹¹⁾⁻¹³⁾。

そこで, 我々はこの EGEG を指標として喫煙負荷実験を行い, 喫煙の消化器系への急性影響を追究した。

II. 研究方法

(1) 被験者

被験者は習慣的に喫煙する19歳から23歳の健康な男子大学生10名であり, 彼らの喫煙状況は1日平均17本(2~30本)であった。

(2) 実験期日

実験は1993年10月12日から10月30日の期間において, 被験者が任意に選んだ日時に3種類を行った。各

被験者の3種類の実験の順序はランダムに配置した。

(3) 実験器具

1) 2チャンネル高感度増幅器 (MEG-2100及びSS-1749) 日本光電社製: 本研究では EGEG を記録するために使用し, 胃電図に time constant 3.0 sec, 十二指腸電図に time constant 1.5 sec の low cut を設定した。この2チャンネル高感度増幅器では30Hz 以下の high cut ができないため, Multifunction Decade Filter で high cut を設定した。

2) Multifunction Decade Filter (E-3201A 及び E-3201B) 日本光電社製: 本研究では EGEG を記録するために使用し, 胃電図では0.1Hz, 十二指腸電図では0.2Hz の high cut を設定した。

3) ポリグラフ (RMP-6008) 日本光電社製: 本研究では心電図を測定するために使用した。

4) サーマルアレイレコーダ (RTA-1200M) 日本光電社製: 本研究では, 測定したデータを記録紙に印字するために使用した。

5) カセットデータレコーダ (R-81) TEAC 社製: 本研究では, 測定した記録をデータレコーダに保存するために使用した。

(4) 実験の種類

本研究では, 次のような3種類の実験を3日に分けて行った。被験者には各実験の3時間前より飲食及び喫煙を禁止させ, 実験室入室後10分以上仰臥位安静を保たせ, EGEG 及び心電図の記録を開始した。

1) 食事負荷の実験

安静10分後に摂食させ, その後30分間の変動をみた。

2) 喫煙負荷の実験

安静10分後にセブンスターを10分間喫煙させ, その後30分間の変動をみた。

3) 食事負荷及び喫煙負荷の実験

安静10分後に摂食させ, 次いでセブンスターを10分間喫煙させ, その後30分間の変動をみた。

(5) 実験条件

1) 食事負荷条件

バナナ (100g 当たり 87kcal) 及びポカリスエットを仰臥位安静にて, 各被験者のペースで10分間摂食させ

た。

2) 喫煙負荷条件

たばこはセブンスターを使用し、各被験者は仰臥位安静にて1分間に1服の割合で10分間喫煙した。

(6) 測定項目及び測定方法

1) Power Products

Power Products とは、胃は2.11~4.45cpm の、十二指腸は7.50~12.19cpm の波に関する電位と5分間の記録時間における各周波数帯の占める頻度との積で表したものである。

EGEG により5分刻みにデータレコーダに記録された活動を、シグナルプロセッサにて256秒ごとに(1/8に短縮して)連続してfast fourier transform (FFT) を行い、胃、十二指腸の値を得た。この際には、金桶ら¹⁴⁾の用いたプログラムを使用した。ここで得

られた running power spectrum analysis の一例を図1に示した。

2) 周波数

ここでは、5分間ごとに得られた Power Products に最大値を与える周波数を意味する。Power Products と同様にして得られた Power Spectrum (図2, 図3参照) から算出した。

3) 心拍数

心電図により EGEG と対応する5分毎の心拍数を算出した。

(7) 胃、十二指腸電図 (EGEG) 及び心電図 (ECG) の誘導部位

1) 胃、十二指腸電図 (EGEG)

胃電図を記録するために、臍上1cmの点を①、腹部正中から6cm離れた左季肋部の点を②とし、また、十

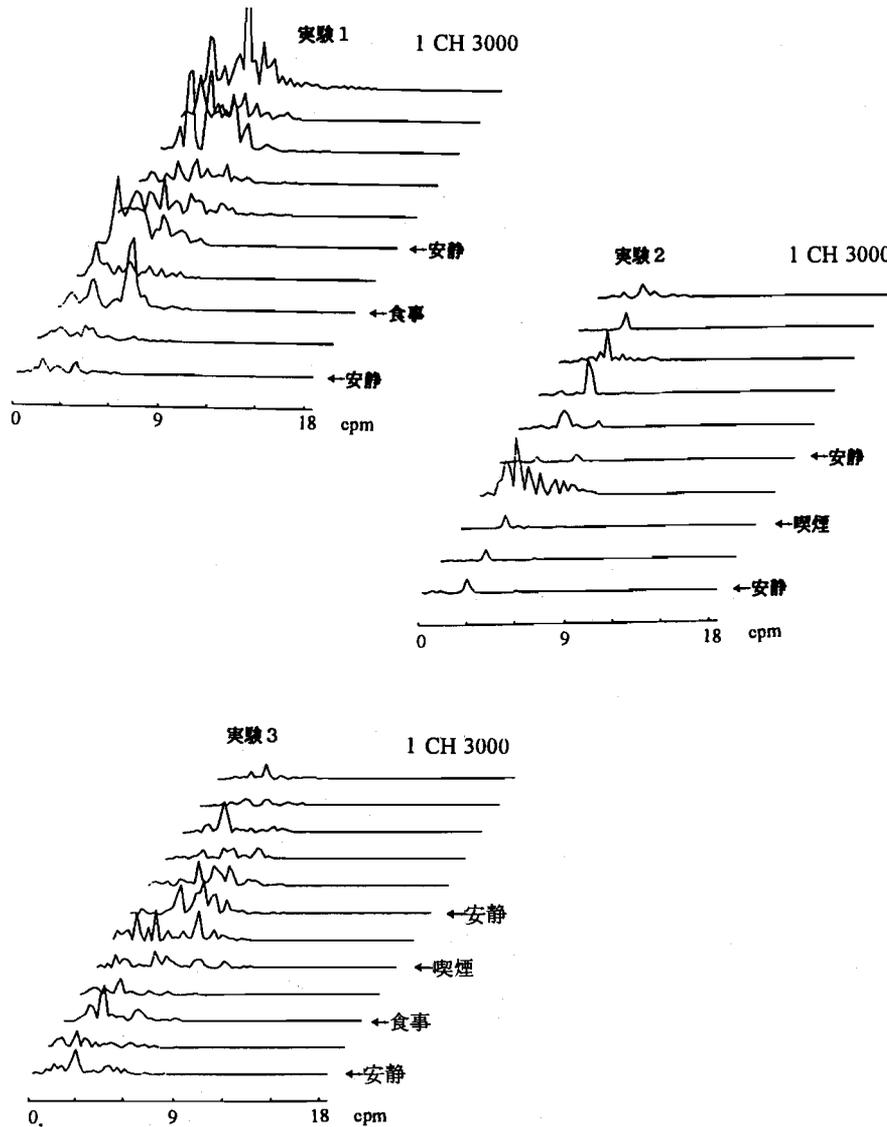


図1 胃電図の running power spectrum analysis (被験者D)

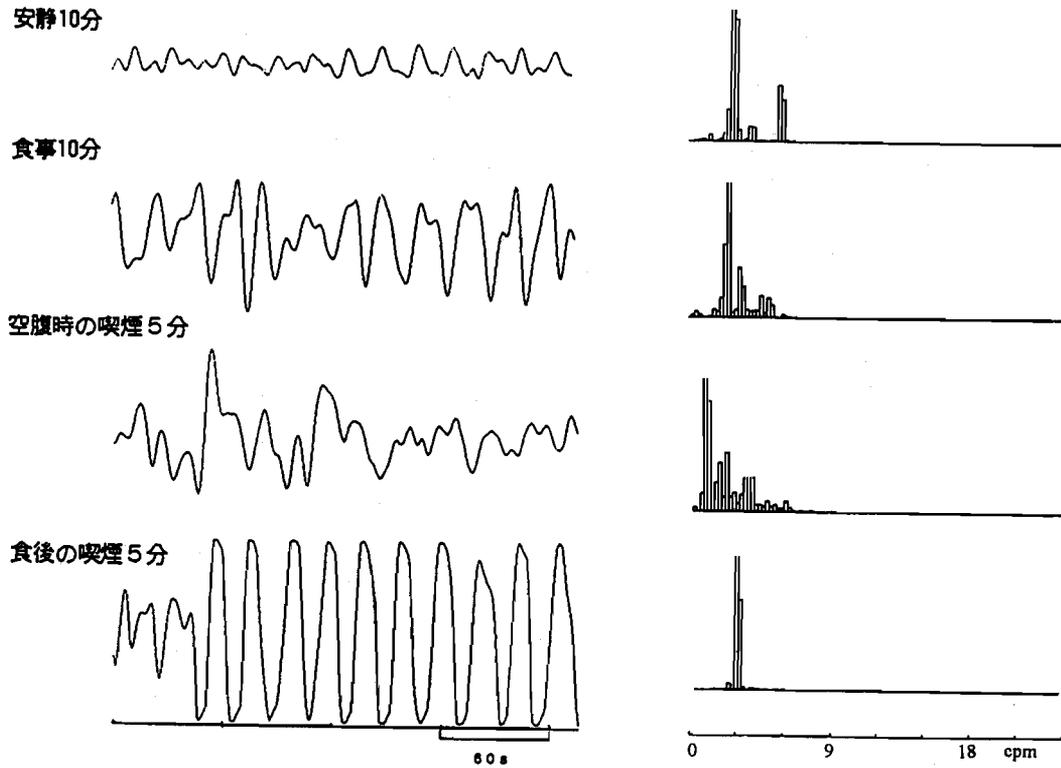


図2 胃電図の原波形 (左側) 及び FFT による Power spectrum (右側) (被験者J)

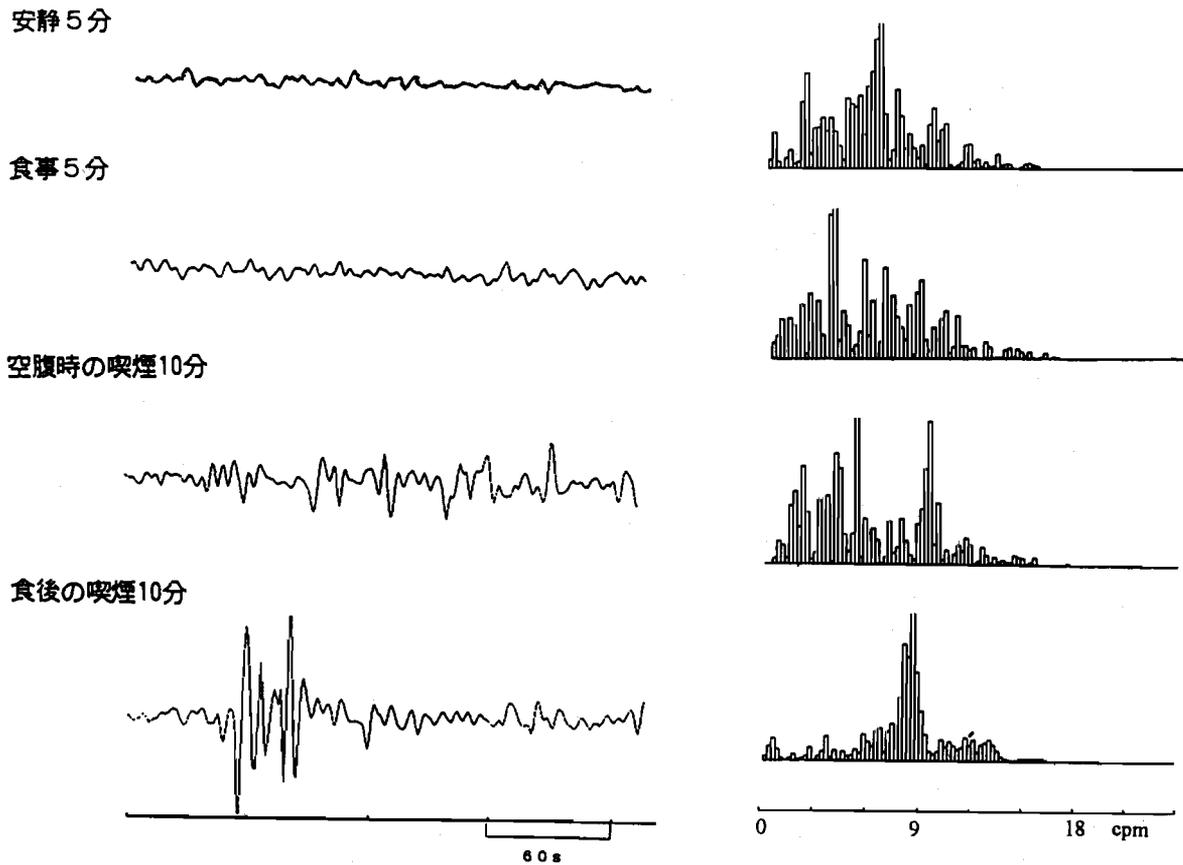


図3 十二指腸電図の原波形 (左側) 及び FFT による Power spectrum (右側) (被験者C)

十二指腸電図を測定するために、背部正中より右に5 cm離れたヤコビー線（骨盤の腸骨稜を結ぶ線）上の点を③、その点から背部正中と平行した3 cm上部の点を④とし、それぞれの電極を装着し、双極導出した。この際各電極の皮膚間電気抵抗は10k Ω 未満とした。

2) 心電図 (ECG)

心電図を測定するために、第2肋間胸骨右縁の点を⑤、第5肋間左前腋窩線上の点を⑥として電極を装着し、双極導出した。

3) 各電極に共通の不感電極（アース）は右肩に装着した。

(8) 器具の接続及び器具の配置

電極①～④は、2チャンネル高感度増幅器へ入力し low cut して増幅し、その出力を Decade Filter へ入力し high cut した後に、電極⑤、⑥は多用途プリアンプへ入力し low cut 及び high cut した後に、それぞれサーマルアレイレコーダ及びデータレコーダへ入力した。

(9) 胃、十二指腸電図 (EGEG) の low cut 及び high cut の設定

low cut とは設定した数値よりも低い電気活動を、high cut とは設定した数値よりも高い電気活動をそれぞれ排除することであり、呼吸などの他の生体情報の混入を防ぐために行った。胃の電気活動の基準は、奥野ら¹³⁾の low cut filter, time constant 3.0 sec, high cut filter 0.1 Hz に設定した。小腸の電気活動の基準は、金桶ら¹⁴⁾の用いた7.50～12.19cpm を low cut と high cut に設定した。

(10) データの解析方法

1) 測定値による比較

周波数及び心拍数は測定値により比較し検討した。なお、周波数は金桶ら¹⁴⁾の実験結果を参考にして、胃は2.11～4.45cpm、十二指腸は7.50～12.19cpm をそれぞれの電気活動の範囲とした。

2) 変化率による比較

Power Products はその値が非常に大きいことから、実験開始0分から5分（負荷を与える前にとった安静10分間のうち最初の5分間）の値を1.00とした変化率を算出して比較した。

III. 結 果

(1) 胃電図 (EGG) について

1) Power Products

①食事負荷による実験

表1に示すように、安静10分時の Power Products の平均値（5分～10分時の5分間の平均、以下省略）は0.83 \pm 0.48（平均 \pm 標準偏差）となり、食事により増加し、食事10分には有意な上昇となり、そのまま回復時も横ばい状態が続いた。

②喫煙負荷による実験

表2示すように、安静10分時の Power Products の平均値は0.84 \pm 0.38であり、喫煙によって増加し、喫煙10分、回復5分時には有意な上昇となった。その後は減少し、横ばい状態が続いた。

③食事負荷及び喫煙負荷による実験

表3に示すように、安静10分時の Power Products の平均値は0.77 \pm 0.29であり、食事により増加し、喫煙でさらに増加する傾向は見られたが、統計的には有意な変化ではなかった。

2) 周波数について

①食事負荷の実験

表4に示すように、安静10分時の周波数の平均値は2.95 \pm 0.40cpm であり、食事5分には有意な低下が認められたが、その後は回復し横ばい状態がつづいた。

②喫煙負荷の実験

表5に示すように、安静10分時の周波数の平均値は3.03 \pm 0.41cpm であり、喫煙による影響は認められなかった。

③食事負荷及び喫煙負荷の実験

表6に示すように、安静10分時の周波数の平均値は2.71 \pm 0.50であり、食事ならびに喫煙による有意な変化は認められなかったが、回復10分及び回復15分には有意な上昇となった。

(2) 十二指腸電図 (EEG) について

1) Power Products

①食事負荷の実験

表7に示すように、安静10分時の Power Products の平均値は0.91 \pm 0.53であり、食事により有意に増加した。その後減少してほぼ横ばい状態となり、回復20分に再び有意に増加した。

②喫煙負荷の実験

表8に示すように、安静10分時の Power Products の平均値は1.00 \pm 1.05であり、喫煙5分及び10分にはそれぞれ51.97 \pm 86.42, 55.59 \pm 108.27と増加したが、有意な変化ではなかった。

③食事負荷及び喫煙負荷の実験

表9に示すように、安静10分時の Power Products の平均値は0.80 \pm 0.53であり、食事ならびに喫煙による有意な変化は認められなかった。

2) 周波数について

①食事負荷の実験

表10に示すように、安静10分時の周波数の平均値は9.49 \pm 1.21cpm であり、食事により低下する傾向はみられたが有意な変化ではなかった。その後回復5分時と10分時に有意な低下が認められた。

②喫煙負荷の実験

表11に示すように、安静10分時の周波数の平均値は8.84 \pm 1.27cpm であり、喫煙による有意な変化は認められなかった。

③食事負荷及び喫煙負荷の実験

表12に示すように、安静10分時の周波数の平均値は 9.04 ± 1.16 cpm であり、食事ならびに喫煙による有意な変化は認められなかった。

(3) 心電図 (ECG) について

1) 心拍数

① 食事負荷の実験

表13に示すように、安静10分時の心拍数の平均値は 60.8 ± 10.22 (回/分) であり、食事によって有意な増加が認められた。

② 喫煙負荷の実験

表14に示すように、安静10分時の心拍数の平均値は 60.7 ± 8.50 (回/分) であり、喫煙によって有意な増加が認められた。回復時は徐々に低下した。

③ 食事負荷及び喫煙負荷の実験

表15に示すように、安静10分時の心拍数の平均値は 58.6 ± 7.34 (回/分) であり、食事によって有意な増加が認められ、その後、喫煙によりさらに増加し、実験終了まで有意な増加が続いた。

IV. 考 察

喫煙による循環器系への急性影響についての報告は、いままでに数多く行われている⁵⁾⁻⁹⁾。これらは交感神経系刺激効果¹⁰⁾として現れ、指先皮膚温の低下、血圧の上昇、末梢血管の収縮、心拍数の増加などがあげられる。浅野ら¹⁷⁾は、喫煙の影響は第一服目からはっきり現れていることを報告しており、喫煙が人体へ及ぼす影響は大きいと言える。

今回、我々は心電図により心拍数を測定し、喫煙によって心拍数の有意な増加を認め (表14, 表15参照)、明らかな喫煙の影響を観察することができた。本研究ではこのことを踏まえ喫煙による EGEG への急性影響を追究した。

これまで EGEG を指標にした喫煙の消化器系への急性影響をみた報告はなく、喫煙による変化が EGEG 上で捉えられよう注意を払う必要があった。EGEGは体表面から得られる緩徐な電気活動を記録するもので、体表面の電位や、電極の位置、皮膚電極間の抵抗の変化に影響を受ける¹⁴⁾ことから、本研究では、スキンプエア (日本光電社製) にて表皮を剥離し、安定した波を得ることに努めた。

今日までの胃電図 (EGG) の研究¹¹⁾⁻¹³⁾¹⁸⁾により、Power Products が食後に増加することが確認されている。この食後期の EGG 記録は蠕動運動出現時に認められる 3 cpm 前後の活動に、神経反射やホルモンの働きによるスパイク電位¹⁹⁾が加わった電気活動を記録している¹¹⁾。この時、胃に収縮が起こり、蠕動を惹起するので、これらの電気活動の頻度は蠕動の最大頻度に一致する¹⁹⁾。

胃の周波数に関しては、食事負荷により 3 cpm の活動が顕著にみられ、食直後に若干低下すること (post

prandial dip) が認められている。このことに関しては自律神経の関与²⁰⁾が指摘されている。また、金桶ら¹⁴⁾は、食後に post prandial dip がみられた後、周波数が徐々に増加することを報告している。

我々は胃電図から 3 cpm 前後の波を検出することができ、食事負荷による Power Products の有意な増加を認めた。胃の Power Products は喫煙負荷においても有意な増加が観察され、胃電図上に喫煙による影響が現れたと考えられる。食後の喫煙負荷実験では、食事終了後30分時 (回復20分) において、それと対応する食事負荷の実験の回復30分時と比較して、安静時に対する食後の増加に3倍以上の値を示した者は1/3あり、食事による Power Products の増加が喫煙により抑制された者と促進された者とがみられたと考ええる。

胃の周波数に関しては、食事負荷により食事中に post prandial dip が現れた。この事は、我々の実験は若干食事時間が長いこと、仰臥位にて摂食させたことが影響したと思われる。食後の喫煙では、胃の周波数は食事終了後20分及び25分 (回復10分及び15分) に有意な増加を示したが、喫煙負荷だけでは、食事負荷の様な dip もみられず、比較的安定した波を示す者が多かったことから、喫煙による影響は現れなかったと考ええる。

小腸電図については、胃ほど一般の合意を得られていないが¹⁴⁾、食後期の小腸電図は胃電図と同様の観点から、小腸の活動を反映していると考えられる。今回の実験における十二指腸の Power Products は食事負荷により徐々に増加した。また、食事負荷による実験において、食事5分で有意な増加がみられた。これは胃壁の伸展に基づく胃小腸反射¹⁹⁾が起きたためと考えられる。その後の回復20分で有意な増加を示したことは胃の内容物が十二指腸に流入されたことによる蠕動反射¹⁹⁾が起きたためと考えられるが、回復25分及び30分で増加を示す者は少なく、その機序は確かでない。喫煙負荷においては有意な変化はみられなかったものの、一部の者には喫煙による明らかな増加が観察され、十二指腸電図上に喫煙による影響が現れたと考えられる。

喫煙における消化器系への急性影響は循環器系とは異なり副交感神経系刺激効果として現われ、初期興奮次いで抑制という二相性の効果を示す¹⁰⁾ことが認められている。今回の喫煙負荷実験で、一時的な Power Products の増加がみられたのはこの興奮が現れたものと考えられる。胃に関しては、空腹時の喫煙では回復時の Power Products に明瞭な抑制はみられず、食後の喫煙ではその増加が抑制される者が多かったことから、胃電図上における喫煙による副交感神経系刺激効果は胃の活動量に左右されると考えられる。被験者 C は喫煙直後から「吐きそうなくらい気持ち悪い」と

訴えており、十二指腸においては喫煙の影響が非常に敏感に反映されたと考えられる。

空腹時ではシガレット一本の喫煙でも幽門括約筋の圧が低下し、胃粘膜障害作用のある胆汁の十二指腸側からの逆流が起こること、また、過量(1時間に4本)のシガレット喫煙では、一過性の胃酸分泌増加とこれに続く軽度の分泌減少をきたし、胃液分泌の強力な刺激因子であるガストリンの血中濃度の上昇と膵臓からの膵液及びアルカリである重炭酸塩分泌の抑制が起こり、その結果、胃酸の中和能が低下するため、十二指腸の酸性度が高まるということが明らかにされている²¹⁾⁻²⁴⁾。

食後の喫煙では、胃運動亢進とともに食事時の水分のみが十二指腸への移行する速度が高まることが報告されており²⁵⁾、これも十二指腸のpH低下を助長し、胃粘膜の防御機能の低下につながると考えられる。中條ら²⁶⁾はラットを使い、喫煙により胃粘膜微小循環系血管を収縮し、その効果が1時間続くことを示し、川野ら²⁷⁾は、非常習喫煙者、常習喫煙者いずれにおいても胃粘膜血流の低下をもたらす、これも胃粘膜の防御機能の低下につながるとしている。

胃潰瘍、十二指腸潰瘍などの消化器疾患は、胃液の攻撃と粘膜防御の均衡が破綻することによって潰瘍の発生²⁸⁾がみられ、喫煙がこれら疾患の素地を作っていることは十分考えられる。

今回のEGEGを指標とした実験を通して、①実験前の絶飲食の徹底、②誘導部位の確立、③精神的な影響の除去、④他の生体影響(心電図、筋電図、呼吸など)の混入の除去、などの課題がでてきたが、喫煙による胃電図及び十二指腸電図への急性影響を観察することができた。そのほとんどが悪影響と考えられ、食後の胃腸機能を乱していることが示唆された。

V. 要 約

喫煙の消化器系への急性影響を追究するために、EGEGによるPower Products及び周波数を指標として喫煙負荷実験を行った。調査は1993年10月に、男子大学生10名を対象に、①食事負荷、②喫煙負荷、③食事負荷及び喫煙負荷の3種の実験を行い、以下の結果を得た。

(1) 食事により、Power Productsは胃、十二指腸ともに増加し、胃の方が顕著であった。周波数は食事によって有意な低下がみられた。

(2) 喫煙により、Power Productsは胃、十二指腸ともに増加し、胃では有意差な変化が認められた。周波数は喫煙による影響はみられなかった。

(3) 食後の喫煙により、Power Productsは胃、十二指腸ともに増加し、胃ではPower Productsの増加が抑制される者と促進される者とがみられた。

以上のように、喫煙によってEGEGに急性の変化を

観察することができ、食後の胃腸機能を乱していることが示唆された。

参 考 文 献

- 1) 日本たばこ産業株式会社：平成7年度全国たばこ喫煙者率調査、1995。
- 2) 厚生省編：喫煙と健康、喫煙と健康問題に関する報告書、第2版、保健同人社、7-16、1993。
- 3) 平山雄：たばこ病とその疫学、喫煙の医学(並木正義、平山雄編著)講談社、73-117、1982。
- 4) 並木正義：喫煙と消化器疾患、喫煙の医学(並木正義、平山雄編著)講談社、118-134、1982。
- 5) 浅野牧茂：喫煙と微細循環、診断と治療、46(6)、34-40、1971。
- 6) Asano, M., et al.: Comparison of Cardiovascular Effects of Smoking Tobacco and Lettuce Leaf Cigarette in Habitual Smokers with Special Regards to Their Seasonal Variations. 公衛院研報、22(3)、141-150、1973。
- 7) 浅野牧茂、他：空腹時および摂食後における喫煙の心臓血管系機能に及ぼす影響の比較、日本公衛誌、26(10)、413、1979。
- 8) 村松常司、他：喫煙の循環器系に及ぼす急性影響について(特に、運動後・摂食後の変化)、愛知教育大学研究報告、第36輯、123-131、1987。
- 9) 村松常司、他：喫煙による循環器系への急性影響：R・R間隔変動を指標にして、学校保健研究、32(2)、102-107、1987。
- 10) Alvarez, W. C., et al.: Action currents in stomach and intestine. Am. J. Physiol., 58(3)、476-493、1922。
- 11) 奥野洋、他：経皮的胃電気活動記録(Electrogastrography: EGG)に対する食事負荷の影響、日本平滑筋誌、25(5)、178-181、1989。
- 12) 奥野洋、他：糖尿病性自律神経障害患者のElectrogastrography (EGG)、自律神経、27(5)、534-540、1990。
- 13) 金桶吉起、他：Electrogastroenterography II、神経変性疾患への応用、自律神経、29(1)、38-43、1992。
- 14) 金桶吉起、他：Electrogastroenterography I、健常人による方法論的検討、自律神経、29(1)、29-37、1992。
- 15) 奥野洋、他：経皮的胃電気活動記録(EGG: Electrogastrography)に関する基礎的検討、日本平滑筋誌、25(2)、55-60、1989。
- 16) 柳田知司：ニコチンおよび喫煙の薬理、診断と治療、46(6)、29-33、1971。
- 17) 浅野牧茂：心臓と血管にかかる負担、最後の禁煙宣言、講談社、29-39、1980。
- 18) 角田毅、他：EGGの基礎的検討、日本消化器病学会雑誌、88巻臨時増刊号、396、1991。
- 19) 永坂鉄夫、他編集：代謝と栄養、人体生理学、廣川書店、397-429、1985。
- 20) Daniel, E. E., et al.: Transmission of reflexes arising on both sides of the gastroduodenal junction. Am. J. Physiol., 211(3)、634-642、1966。
- 21) Murthy, S. N. S., et al.: Simultaneous measurement of basal pancreatic, gastric acid secretion plasma gastrin, and secretin during smoking. Gastroenterol., 73(4)、758-761、1977。
- 22) Murthy, S. N. S., et al.: Serial pH changes in the duodenal bulb during smoking. Gastroenterol., 75(1)、1-4、1978。
- 23) Valenzuela, J. E., et al.: Manometric studies on the human pyloric sphincter. Effect of cigarette smoking,

metoclopramide and atropine. Gastroenterol., 70(4), 481-483, 1976.

- 24) 青柳利雄：十二指腸潰瘍の現況，日本医事新報，2852：3-12，1978.
 25) Grimes, D. S., et al.: Effect of cigarette smoking on gastric emptying. Br. Med. J., 2(6135), 460-461, 1978.
 26) 中篠千幸，他：胃粘膜障害に関する実験的研究，特に酢酸潰瘍の治癒におよぼす喫煙の影響について，日本消化器病学

会雑誌，78(12)，2285-2294，1981.

- 27) 川野 淳，他：胃粘膜血流に影響をおよぼす諸因子の検討，(第1報)内視鏡下反射スペクトル解析による喫煙の影響の検討，日本消化器病学会雑誌，79(2)，187-191，1982.
 28) 浅野牧茂：喫煙と消化性潰瘍，看護学雑誌，46(3)，333-336，1982.

(平成9年9月4日受理)

表1 食事負荷による胃の Power Products の変化

n = 9	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	1.00	0.00	——
10分	0.83	0.48	
食事5分	2.28	2.10	
10分	2.21	1.44	*
回復5分	2.63	2.01	*
10分	2.56	0.60	**
15分	1.99	1.33	*
20分	3.41	2.52	*
25分	3.49	4.53	
30分	3.61	3.31	*

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$

表3 食事及び喫煙負荷による胃の Power Products の変化

n = 8	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	1.00	0.00	——
10分	0.77	0.29	
食事5分	1.52	0.97	
10分	6.72	10.25	
喫煙5分	12.47	23.14	
10分	12.23	25.19	
回復5分	11.83	26.85	
10分	11.56	24.99	
15分	12.08	28.02	
20分	11.70	25.36	
25分	12.71	25.00	
30分	7.73	13.29	

表2 喫煙負荷による胃の Power Products の変化

n = 10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	1.00	0.00	——
10分	0.84	0.38	
喫煙5分	1.85	1.81	
10分	2.83	2.29	*
回復5分	2.61	2.40	*
10分	1.50	1.11	
15分	1.26	0.66	
20分	1.46	1.07	
25分	1.41	1.46	
30分	1.06	0.46	

* : $P < 0.05$

表4 食事負荷による胃の周波数の変化

n = 10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	3.00	0.55	——
10分	2.95	0.40	
食事5分	2.48	0.24	*
10分	3.05	0.39	
回復5分	3.21	0.54	
10分	3.26	0.37	
15分	3.05	0.50	
20分	3.09	0.39	
25分	3.23	0.60	
30分	3.28	0.31	

* : $P < 0.05$

表5 喫煙負荷による胃の周波数の変化

n=10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	2.79	0.36	——
10分	3.03	0.41	
喫煙5分	2.98	0.54	
10分	3.31	0.58	
回復5分	2.79	0.16	
10分	3.13	0.48	
15分	2.81	0.50	
20分	2.93	0.34	
25分	3.16	0.57	
30分	3.12	0.60	

表6 食事及び喫煙負荷による胃の周波数の変化

n=9	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	3.00	0.27	——
10分	2.71	0.50	
食事5分	2.92	0.40	
10分	2.61	0.37	
喫煙5分	3.05	0.41	
10分	2.94	0.43	
回復5分	2.92	0.33	
10分	3.33	0.29	※
15分	3.36	0.40	※
20分	2.99	0.57	
25分	3.13	0.48	
30分	3.15	0.48	

※: P < 0.05

表7 食事負荷による十二指腸の Power Products の変化

n=8	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	1.00	0.00	——
10分	0.91	0.53	
食事5分	5.68	4.95	※
10分	2.43	3.15	
回復5分	2.31	1.84	
10分	2.21	1.77	
15分	2.28	1.96	
20分	6.29	5.35	※
25分	1.42	0.87	
30分	1.86	1.83	

※: P < 0.05

表8 喫煙負荷による十二指腸の Power Products の変化

n=8	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	1.00	0.00	——
10分	1.00	1.05	
喫煙5分	51.97	86.42	
10分	55.59	108.27	
回復5分	16.77	37.67	
10分	3.74	5.05	
15分	4.68	8.25	
20分	3.79	5.80	
25分	3.28	5.06	
30分	9.97	22.45	

表9 食事及び喫煙負荷による十二指腸の Power Products の変化

n=9	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	1.00	0.00	——
10分	0.80	0.53	
食事5分	5.77	10.08	
10分	4.70	7.70	
喫煙5分	5.03	11.02	
10分	14.12	29.67	
回復5分	6.72	10.32	
10分	6.04	12.71	
15分	2.93	3.28	
20分	10.68	22.93	
25分	2.89	4.11	
30分	2.93	3.97	

表10 食事負荷による十二指腸の周波数の変化

n=10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	8.67	1.13	——
10分	9.49	1.21	
食事5分	8.63	1.12	
10分	8.67	0.80	
回復5分	8.23	0.60	※
10分	9.00	0.90	
15分	9.40	0.75	
20分	8.32	0.61	※
25分	8.92	1.00	
30分	8.81	0.72	

※: P < 0.05

表11 喫煙負荷による十二指腸の周波数の変化

n=10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	8.71	1.02	——
10分	8.84	1.27	
喫煙5分	8.72	0.91	
10分	8.79	0.90	
回復5分	9.31	0.90	
10分	8.72	0.90	
15分	8.74	1.01	
20分	8.79	1.07	
25分	8.85	1.19	
30分	8.62	1.41	

表12 食事及び喫煙負荷による十二指腸の周波数の変化

n=9	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	8.38	0.99	——
10分	9.04	1.16	
食事5分	8.59	0.54	
10分	8.87	0.89	
喫煙5分	8.75	0.78	
10分	9.58	0.99	
回復5分	8.75	1.09	
10分	8.94	1.18	
15分	9.18	1.02	
20分	8.59	1.04	
25分	9.09	1.26	
30分	8.07	0.71	

表13 食事負荷による心拍数の変化

n=10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	60.30	8.38	——
10分	60.80	10.22	
食事5分	70.10	7.54	※
10分	67.10	11.14	
回復5分	61.10	8.03	
10分	61.40	8.27	
15分	61.70	9.30	
20分	62.70	10.20	
25分	61.70	9.24	
30分	63.40	9.62	

※: P < 0.05

表14 喫煙負荷による心拍数の変化

n=10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	59.60	8.53	——
10分	60.70	8.50	
喫煙5分	73.80	9.84	※※
10分	71.90	9.12	※
回復5分	71.40	13.74	
10分	68.00	9.10	
15分	65.10	8.35	
20分	65.80	8.89	
25分	63.60	8.90	
30分	65.60	13.46	

※※: P < 0.01, ※: P < 0.05

表15 食事及び喫煙負荷による心拍数の変化

n=10	平均	S. D.	安静5分との比較
安静5分	60.00	8.98	——
10分	58.60	7.34	
食事5分	67.20	8.61	※
10分	69.00	11.45	※
喫煙5分	72.70	9.70	※※
10分	72.80	10.24	※※
回復5分	71.70	8.57	※※
10分	69.80	10.07	※
15分	71.10	12.18	※
20分	67.20	6.40	※
25分	69.10	11.44	※
30分	68.70	7.75	※

※※: P < 0.01, ※: P < 0.05