

胃電図検査法 (Electrogastroenterography) について

神戸大学医学部保健学科 中西泰弘
石川雄一

1、歴史的背景

この検査法は1921年のAlvarezの報告に始まる。彼は、老女の腹壁上に2個の電極を置き、それらに電気測定機器を連結して胃の運動の測定を試みた。そこでは1分間に3回(0.05 Hz)の波形が記録され、それらは腹壁から確認できる蠕動運動と一致していたことが報告されている。その後1960年から1970年代にかけては胃の収縮と胃電図波形との間に1対1の関係があるかどうか論議されたが、胃電図が胃の収縮を反映しているという確証は得られないうまでであった。1980年以降には、Smoutらが収縮時の振幅の変化に着目し、胃電図から得られる情報が胃の収縮能力を測定する情報になる可能性を指摘している。しかし、食後の波形の振幅増加を認めた結果を、胃の膨張に伴い電極と胃が近づいたことが原因と考えるにとどまっていた。結果的に臨床的な有効性は低い検査法として認識され、腹部エコー検査、内視鏡検査等の台頭によってますます注目度は下がる結果となっていた。

しかし、近年の計測・測定機器の発達により正確なデータを得る障害となっていた問題点の除去が可能となり、対象への非侵襲性の利点等が見直されることとなり、再度注目されるようになってきた。現在では食後の胃運動の変化や日内変動等の生理学的所見の解明の他、自律神経障害患者における胃運動機能の測定・評価に利用されるようになってきている(図1)。

2、胃の運動機能

胃の運動の主たるものは胃体部に発現する輪状方向の収縮で、前庭部を通して幽門に達して終わる運動であり、Electrical Control Activity (ECA) と呼ばれている。この蠕動運動は15~20秒に1回の割合で起こり、10~30秒かかって幽門に到着する。最高収縮回数は1分間に3~5回で胃内圧は120cmH₂O程度となり、食物が胃液と混和され半流動状となる。このような胃の運動は自律神経系の調節と反射的な運動を司る胃の壁在神経の調節を受け、個々の消化管の運動や状態と密接に関連しあって、神経性に、あるいは内分泌性に消化活動を営んでいる。特に自律神経系の影響は大きく、日常的にも過緊張下において「食欲がない」、「お腹が張った感じがする」等の言動を耳にすることは多い。また、緊張状態の持続によって腹痛、下痢、便秘等の症状を認めることも多々見られることである。以上のことから自律神経系への刺激が直接的に胃等の消化管運動に影響を及ぼすことが予測される。

3、測定方法

電気信号の測定は腹壁上の2点間の双極誘導が用いられる。具体的には正中線上で剣状突起と臍の間点、左右鎖骨中線上で剣状突起と臍の間を四等分する上下それぞれ4分の1の高さとの交点、あるいは臍上および正中線から6cm離れた左季肋部などが採用されている(図2)。

今回の実験結果からは胃体部の長軸方向にあたる電極位置からの信号が最も忠実に波形を抽出しているようであった。アースは同じ腹壁上あるいは手背が多用されている。測定する胃の運動周期は約3回/分というゆっくりとした信号であり、誘導電位も小さい(数百 μ V)ため、呼吸にともなう筋電図や心電図等のノイズの混入を防止することが非常に重要となる。

そのために使用する電極は分極電圧の低い直径8mm程度の銀-塩化銀皿電極が適切で、電極表面に塩化銀被膜を作るために約半日程度飽和食塩水に浸しておくことが望ましい。加えて、電極の装着前に消毒用エタノールで皮膚を清拭し、脂や汚れを落としておく。さらに皮膚前処理剤(スキนครリーム)等によって表皮を数層剥離しておくことが理想的である。可能であれば同時に呼吸運動と心電図をモニターし、ノイズの混入を識別することも必要と思われる。体動によるアーチファクトの混入防止のための安静が必要であることはいうまでもない。測定に必要な機器は、他の生体電気信号の測定方法とほぼ同様である。取り出した信号を生体アンプに接続した記録計に出力し、波形を確認すると同時にレコーダーにて録音する(図3)。問題となるのは増幅器となる生体アンプの仕様である。先に述べたように、純粋な胃運動の電気信号を抽出するためには3cpm前後の波形を選択的に記録するフィルターの設定が必要である。

通常は、time constant（時定数） 3.0秒、high-cut filter（高域成分除去フィルター）0.1 Hzの条件が採用される。

4、記録波形の解析方法

得られたデータのうち、波形はフィルターの設定条件や電極と位壁との距離（対象者の体型等）で変化しやすいため、周波数と電位の面から分析されることが多い。（収縮力の大きさを電位の大きさによって判定することは実際上困難である。）特に周波数帯の分布状況は重要で、記録した谷から谷までの長さを波長とし、谷から頂点までの高さの平均をその波長の電位として、波長 7～42秒（周波数では 1.4～8.6 cpmに相当する。）の波の電位と 5分間の記録中における各周波数の波の占める割合の積で表わすpower productsを計測・算出する（図 4）。あるいは signal processorまたは A/D変換ボードを備えたパーソナルコンピューターを使用し、胃電図を 1 Hzでサンプリングし、256秒間の時系列データを高速フーリエ変換などによりスペクトル解析し、power productsを得る方法などが用いられている。個人間比較には周波数解析が優れているが、個人内の経時的変化を捉えるにはrunning power spectrum analysis（図 5）が適していおり、パワースペクトル密度と時間的な変化を調べることができる。

5、今後の適応の可能性について

われわれの研究では、腹部症状の発現状況を客観的に評価することのできる測定用具の考案を目的とした。そして、フクダ電子の平野氏の協力を得て、まずは報告されてきた機器の忠実な再現に努めた。次にプレテストを数回実施し、測定上の問題点の確認を行った。その結果、問題ない程度のノイズ以外の除去は可能となり、報告されてきた周波数の電気信号を明瞭に抽出することができた。測定技術において問題なのは、電極の位置と装着状態であり、測定中を通してこの 2点に問題が生じなければ測定技術が高度なものではなかった。以上のことから、胃電図検査法は非常に簡易に実施することが可能であると認識できた。またその波形の信頼性を証明する実験は行っていないが、抽出された信号の周波数や電極位置と近接臓器の位置関係からも胃以外の臓器による信号という可能性は低いと思われた。確証を得るための実験は必要と考えるが、今後の課題としておきたい。今回の結果からは、容易に測定ができ、対象者への心身への苦痛が少なく、信頼できるデータが得られる検査であることが確認できた。そしてこのことは胃電図検査法が、日常的に遭遇することの多い消化管運動の客観的評価の測定用具として用いられる可能性を示す結果となったと考える。

今後はわれわれの専門分野である看護の領域において、対象者の消化管症状の把握や消化管への援助の評価のための測定用具として使用するべく検討を重ねていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 奥野洋, 本郷道夫, 氏家裕明: 経皮的胃電気活動記 (EGG: Electrogastrography) に関する基礎的検討. 日本平滑筋誌25: 55-60, 1989.
- 2) Chen J, McCallum RW: Electrogastrography: measurement, analysis and prospective applications. Med&Comput 29: 339-350, 1991.
- 3) 金桶吉起, 古池保雄, 櫻井信夫他: Electrogastrography I. 健康成人による方法論的検討. 自律神経29: 339-350, 1991.

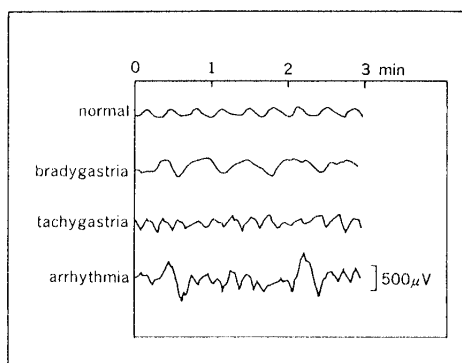


図1 胃電図にみられる正常および異常パターン
正常では3cpmを中心とした規則的な波形が認められるが、胃運動機能に異常がある場合には4~5cpmの速い周期で低電位の胃電気活動(tachygastria)、1~2cpmの遅い周期で比較的高電位の胃電気活動(bradygastria)、あるいは両者の混在した不規則な波(arrhythmia)を示す。(奥野ら, 1990)

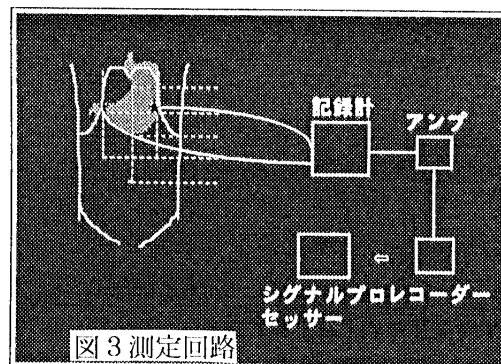


図3 測定回路

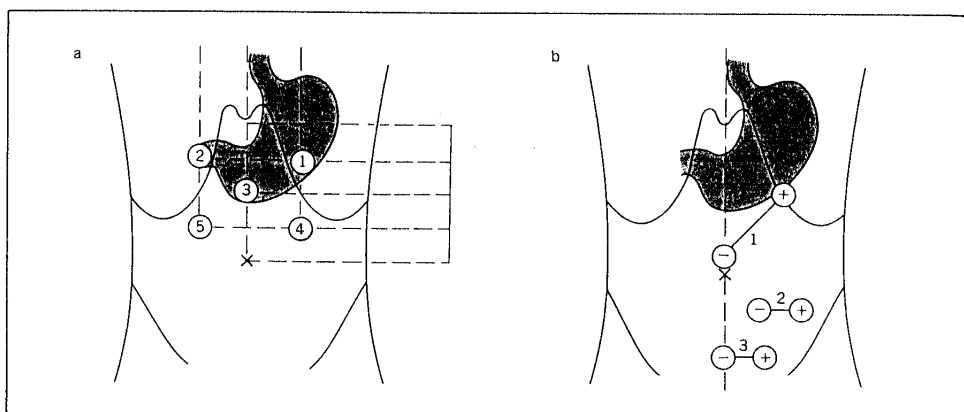


図2 胃電図の電極装着位置 (文献1、3より引用)

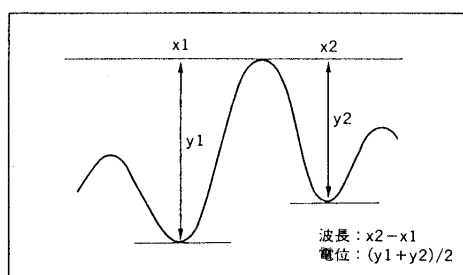


図4 power products の求め方
(文献1より引用)

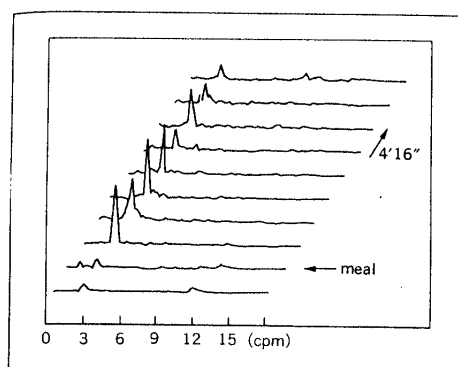


図5 running power spectrum analysis
(文献2より引用)