

Elektrogastrografi: Eski bir teknik yeniden mi keşfediliyor?

Electrogastrography: Rediscovery of an old technique

Dr. Serhat BOR, Dr. Bülent SIVRI, Hanefi ÇAVUŞOĞLU

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Gastroenteroloji Bölümü, İzmir
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Gastroenteroloji Bölümü, Ankara

ELEKTROGASTROGRAFI karın cildine yerleştirilmiş yüzeyel elektrodlar yardımıyla gastrik miyoelektrik aktivitenin noninvaziv olarak kaydedilmesine verilen isimdir. Miyoelektrik aktivitenin gastrik kontraksiyonlar ile paralel seyrettiği bilinmektedir. İlk kez 1921'de W. Alvarez tarafından denen bu teknik (1-3), 1957'de RC. Davis tarafından "yeniden" keşfedilmiştir (4,5). 70 yıldan fazla bir geçmişi olmasına karşın bu alandaki ilerlemeler yavaş olmuş ve kardeş teknikler elektrokardiografi ile elektroansefalografideki gelişmelerden geri kalmıştır. Esas olarak karşılaşılan sorunlar şu şekilde özetlenebilir (6):

- A) Sinyal/Gürültü oranının düşüklüğü nedeniyle veri toplanmasındaki zorluklar,
- B) Elektrogastrografi verilerinin değerlendirme zorluğu ve kullanılabilir veri elde edilmesindeki sorunlar,
- C) Mide motilitesi ile uyumunun yeterince açıklanamamış oluşu.

Yönteme olan ilgi son yıllarda giderek artmış ve özellikle bilgisayarlı analiz tekniklerinin de devreye girmesiyle bilgi birikimi hızlanmıştır. Yine de analiz ve yorumlardaki tartışma, belirsizlik ve ilerlemeler sürmektedir. Belki bir gün Gastroenteroloji yan dal asistanının şöyle dediği duyulacaktır, "bu olguda gastrik disritmi düşünüyorum ve Elektrogastrografi çekilmesi gerekli. Eğer tanı doğrulanabilirse *gastroversiyon* uygulanabilir!"

Konunun ayrıntılarına girilmesinden önce temel mide motilite fizyolojisinin özetlenmesi yararlı olacaktır.

GASTRİK MİYOELEKTRİK AKTİVİTE:

Düz kas fizyolojisi:

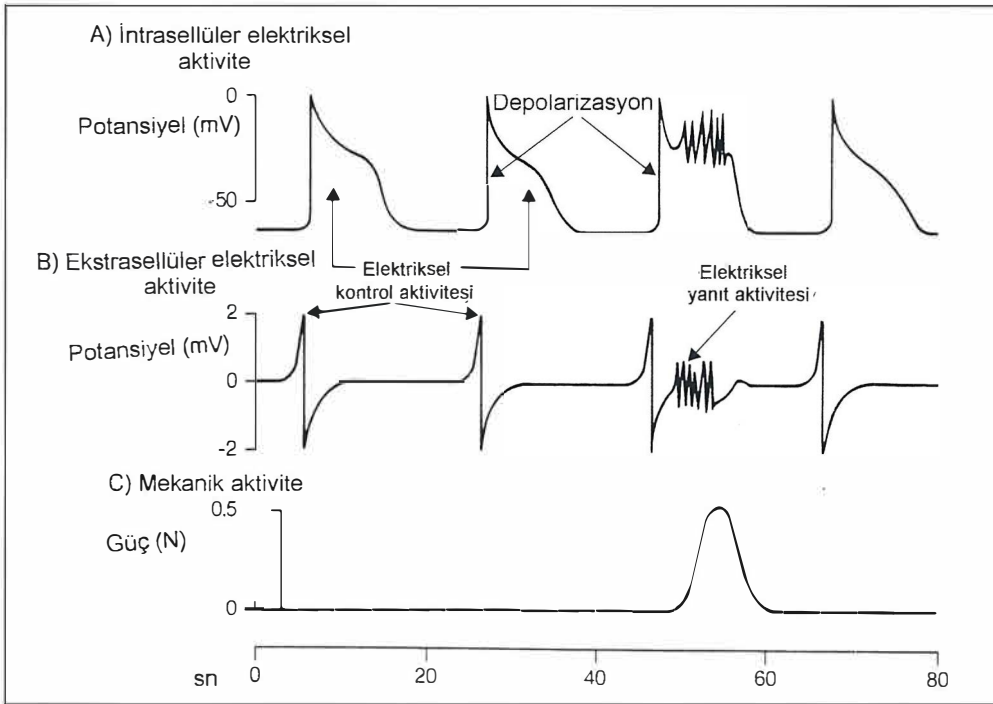
Gastrointestinal sistem kontraksiyonları düz kas hücreleri tarafından oluşturulur. İki tip kontraksiyon bulunur:

1. Kısa, ritmik; **fazik**

2. Uzun; **tonik**

Distal mide ve ince barsaklarda fazik kontraksiyonlar hakimken, proksimal midede, safra kesesinde ve sfinkterlerde tonik kontraksiyonlar ön plandadır. Gıdaların mideden kolona hareketleri fazik ve tonik kontraksiyonların koordinasyonu ve intrensek düz kas tonusunun relaksasyonu ile gerçekleşir. Böylece gıdalar yüksek basınç bölgesinden düşük basınç bölgesine hem bir basınç gradiyenti ile hem de aktif olarak itilir. Muskularis proprianın longitudinal kas tabakaları boyunca distale doğru amplitüd hızı artarak ilerler (7-9).

Tüm gastrointestinal sistem düz kas hücrelerinde bir negatif membran potansiyeli vardır. İstirahatta bile bu potansiyel farklılık sabit olmayıp flüktüasyonlar gösterir (4) (Grafik 1). Hücrenin depolarize olması durumunda büyük bir potansiyel farkı oluşur ve 3-10 saniye sürer. Ardından repolarizasyon oluşur. Buna elektriksel kontrol aktivitesi (EKA) ismi verilir. EKA frekansı ortalama olarak midede dakikada 3, duodenumda 12, terminal ileumda ise 8-9 siklustur ve pacemaker bulunan bölgelerde artar. Midede pacemaker 2/3 proksimalde, büyük kurvatur yönündeyken ince barsakların pacemaker aktivitesi ise duodenumda dağılmıştır. EKA ritmini özelleşmiş bir sinir hücresi olan Cajal'ın interstisyel hücreleri doğurur. Bunların önceleri lokalize bir grup hücre oldu-



Grafik 1. Fazik kontraksiyonları sırasında GIS düz kas hücrelerinin aktiviteleri

ğu düşünülürken son yıllarda yaygın bir tabaka oluşturdukları belirlenmiştir (3,4). Ritm pilora doğru longitudinal kas tabakası boyunca ilerler (3). Depolarize durumdaki düz kas hücrelerinde kas kontraksiyonlarının da buna eşlik etmesi durumunda spike potansiyeller izlenir. Bunlara elektriksel cevap aktivitesi (Electrical response activity) (ERA) ismi verilir (4,7,10-12). Bunlar fazik kontraksiyonlardır ve elektriksel kontrol aktivitesine paralel olarak aynı yönde ilerlerler. Düz kas hücrelerinde ritmik ve sürekli oluşan depolarizasyonlardan (elektriksel kontrol aktivite) niçin bazılarının kontraksiyon oluşturduğu (elektriksel cevap aktivitesi), bazılarının ise oluşturmadığı myenterik plexusun motor nöronları tarafından belirlenir. Düz kasları innerve eden bu motor nöronlar asetil kolini serbest bırakırlar ve bu da düz kasın muskarinik reseptörünü stimüle eder. Sonuçta hücreye kalsiyum iyonu girer, kontraksiyon oluşur. Motor nöronlar bu sırada enterik sinir sistemi, sempatik ve parasempatik sinir sistemi ile sürekli etkileşim içerisinde ve bunlardan gelen uyarılara paralel olarak elektriksel kontrol aktivitesine, elektriksel cevap aktivitesi (kontraksiyon) cevabı gelişip gelişmeyeceğini belirlerler (4).

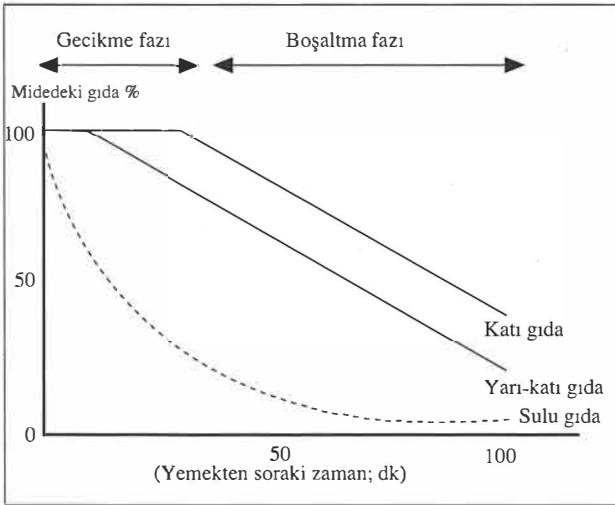
Açlıkta Gastrointestinal sistem:

Bilindiği gibi açlıkta midede interdijestif migratuvar motor kompleks adı verilen üç fazlı bir motor hareket kompleksi oluşur. 1. fazda 40 dakikalık

bir sessizlik vardır ve bu dönemde normal 3 cpm frekanslı dalga aktivitesi görülür. Ardından yavaşça peristaltik kontraksiyonlar başlar ve amplitüdü 20-80 mmHg'ya kadar yükselir. EGG'de dakikada 1-2 tane yüksek amplitüdü elektriksel dalga olarak görülür (Frekans değişmez!). Bu sırada elektriksel cevap aktivite frekansı artar, dakikada 3 sıklusa ulaşır ve bazı depolarizasyonlara kontraktıl yanıtlar oluşmaya başlar. kontraksiyonların sayısı gittikçe artar ve dakikada 3 sıklusa ulaşır. Yaklaşık 10 dakikalık bir süre için kontraksiyonlar maksimum süre ve güce ulaşır. Burası 3. fazdır. Aynı anda alt özofagus sfinkteri basıncı da maksimumdur. Toplam 90 dakika süren bu siklus ardından aynı olaylar ritmik olarak yinelenir. Genel olarak pilor 0.5-1 mm çaptan büyük gıdaların geçişine izin vermez. Fakat 3. fazda kontraksiyonlar çok güçlü olduğundan sindirilemeyen daha büyük gıdalar da geçebilir. Uyarı distale doğru 0.5-4 cm/sn, duodenumdan sonra ise 5-10 cm/sn hızla yayılır. Yaklaşık 90 dakika sonra migratuvar motor kompleks terminal ileuma ulaşır. Böylece bu kompleksin temel görevi olan artıklardan gastrointestinal sistemin temizlenmesi, stazın ve bakteriyel aşırı çoğalmanın önlenmesi sağlanmış olur (2,5,7-9,13).

Toklukta Gastrointestinal sistem:

Yemeğin başlamasından hemen sonra gastrointestinal sistemin motilite ve sekresyon davranışları tümüyle değişir ve postprandial örnek başlar.



Grafik 2. Sıvı, katı ve yarı-katı gıdaların mide boşalmaları (4)

Yemeğin görülmesi ve çiğnenmesi çok da önemli sayılamayacak derecede bir santral uyarı başlatır. Gıdanın aşağı inmesiyle midenin proksimal ve distal bölümleri farklı kontraksiyonlar göstermeye başlar. Proksimal midede ilk 20 saniyede relaksasyon ortaya çıkar ve gıdaların girişiyle yükselmiş olan basınç hızla düşer. Buna reseptif relaksasyon denir. Gıda girişinin sürmesiyle reseptif relaksasyona rağmen bir süre sonra intra-abdominal basınç artmaya başlar. Bu anda adaptif relaksasyon mekanizması devreye girer ve midenin gerilme reseptörlerinin uyarılmasıyla vagovagal refleks ile proksimal midenin düz kaslarının gevşemesi arttırılır. Ayrıca besinlerin ince barsaklara geçişi hızlandırılır veya eğer alt özofagus sfinkteri yetersizse özofagusa kaçış olur. Böylece basınç yine dengelenir. Aşırı gıda alımı ile basınç kritik değerlere yükselir veya vagotomilerden sonra olduğu gibi adaptif relaksasyon bozulursa erken doyumluk hissi duyulur. Besinlerin girmesiyle distal midede düzensiz kasılmalar başlar. Amplitüddeki artışa kısa süreli frekans azalması eşlik eder. Ardından (10-15 dakika sonra) 3 cpm frekanslı düzenli kontraksiyonlar oluşur. Distal midede kontraksiyonlar korpustan antruma doğrudur.

Sıvı gıdalar mideden eksponensial olarak, katılar ise sabit hızla boşalır. Genel olarak 300 ml likid gıdanın 30 dakikada boşaldığı söylenebilir. Katı gıdaların boşaltılması hemen değil birkaç dakikalık bir aradan sonra başlar. Gecikme süresi yarı katılarla daha az, katılarla daha fazladır. Bunun nedeni katıların önce yarı katılara çevrilmesidir (2,4,5,9,14) (Grafik 2).

Ayrıca gıdaların özellikleri de mide boşalmasında önemlidir.

1) Volüm,

2) Osmolarite; İzotonik gıdalar daha hızlı boşalır. İncebarsaklarda oluşabilecek dengesiz osmolariteyi önlemeye yönelik bu mekanizmada duodenumdaki osmoreseptörler rol oynar.

3) İçerik; İnce barsakların absorbe edebileceğinin üzerindeki yağ, karbonhidrat ve proteinin mideden boşalmasını engellemek için yine duodenumda çeşitli kemoreseptörler vardır. Bunlar aminoasitlere (özellikle L-triptofan), şekerlere, yağlara ve karbonhidratlara hassastır.

4) Partikül boyutu; Büyük partiküllü gıdalar midede parçalanıp, ufaltıldıktan sonra duodenuma geçirilirler. Bu nedenle partikül boyutu büyük gıdaların mideden geçiş zamanı uzamıştır.

5) Duodenum pH'sı; Midenin her peristaltik dalgası yaklaşık 0.5-2 ml kimusun duodenuma geçmesine neden olur. Bu kimus pankreatik sıvı tarafından nötralize edilir. Eğer duodenal pH çok düşerse buradaki pH reseptörleri aktive olur ve mide boşalmı yavaşlatılır.

Değişik gıdaların etkileri özetlenirse; (2,5,15).

Su; EGG'de hakim gücü arttırır ve hakim frekansı azaltır. Amplitüde %150 artış izlenir.

Süt; Hakim güç - amplitüd %50 azalır.

Katı; Hakim güç artar. Amplitüde bir ile iki kat artış izlenir. Hakim güçteki artma alınan gıdanın hacim-kapsamına bağlıdır. Hakim frekansta küçük fakat anlamlı artış izlenir.

Yağlı yiyecekler; Alınan gıdada yağ miktarının yüksekliği EGG'yi değiştirir. Su ile 40 gr yağ kapsayan likid gıdanın karşılaştırıldığı bir çalışmada baseline EGG'ye göre hakim frekansın yağ alımı sonrası anlamlı azaldığı görülmüştür (15).

Gıdalar duodenuma geçtikten sonra sıvı ya da katı olmaları ilerleme hızını değiştirmez. Buna karşın yağ miktarının fazlalığı ve fiziksel eforlar ilerlemeyi yavaşlatırken, psikik stresler hızlandırır.

Gastrik miyoelektirik aktivitenin kayıt edilmesi:

Midenin miyoelektirik aktivite kayıtları serosal, intraluminal veya cilde koyulmuş elektrodlar yar-

Tablo 1. Elektrogastrografi Komponentleri (Lit 6'dan değiştirilerek)

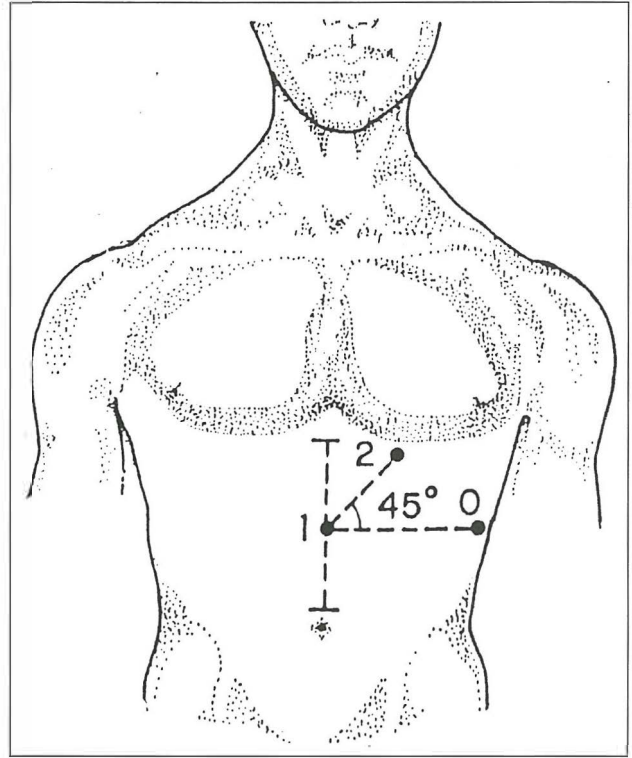
	Komponent	Frekans (cpm)
SİNYAL	Normal yavaş dalga	2.4 - 3.7
	Bradigastri	0.5 - 2.4
	Taşigastri	3.7 - 9.9
	Aritmi	-
GÜRÜLTÜ	Respirasyon	12 - 24
	Hareket artefaktları	Tüm frekanslar
	EKG	60 - 80
	İnce barsak etkileşimi	9 - 12

dımıyla yapılabilir (16,17). İntroluminal veya se-rosoal kayıtların doğruluk değerleri daha fazla ve gürültüleri azdır. Fakat uygulama zorluğu nedeniyle araştırmalar ile sınırlı kalmıştır. Gelişmiş cihazların ardından yapılan çalışmalarla elektrotların cilde yerleştirilmesinin özellikle frekans açısından önemli veri kaybına yol açmadığı gösterilmiştir (3,7,16,18). Bu nedenle son yıllarda kullanım kolaylığı nedeniyle özellikle insan çalışmalarının büyük çoğunluğunda cilt elektrotları tercih edilmektedir. Cilt elektrotları yardımıyla elde edilen verilerin analizi temel sorunlardan biridir çünkü elektrogastrografi duodenum, solunum, kalp, barsak hareketleri gibi çeşitli istenmeyen aktivitelerden de etkilenir (3,19). Bu "gürültü"nün yok edilmesi önemlidir. Genellikle kabul edilen sınır 15 cpm'e kadar olup bunun üzerindeki veriler elimine edilir (7) (Tablo 1). Güçlendirilen veriler poligraf yardımıyla bir bilgisayara aktarılır ve analizler de sistemin programı yardımıyla yapılır (3,11). Cilt elektrotları yardımıyla yapılan kayıtlarda gürültünün üç kaynağı vardır:

- (1) Rastgele oluşan hareket artefaktları,
- (2) Diğer organlardan kaynakalanan periyodik elektriksel veya mekanik gürültüler (barsak, kalp) ve solunum,
- (3) Güçlendirme (amplifikasyon) yöntemlerinden kaynaklanan elektriksel gürültü (20).

Bu konudaki önemli bir yenilik de vektör elektrogastrografi tekniğinin bulunması olmuştur. Bu sayede gastrik miyoelektrik aktivitenin ilerleme yönünün saptanması mümkün olmuştur. Konunun önemi araştırılmaktadır (21).

Elektrogastrografi kaydetme teknikleri: Yukarıda belirtildiği gibi 3 ayrı EGG kayıt tekniği vardır. Burada cilt elektrotları yardımıyla kayıt tekniği anlatılacaktır. Kayıt monopolar-bipolar yapılabilir. Bipolar teknik gürültülerin azaltılması ve

**Grafik 3.** Elektrogastrografi Komponentleri (Lit 6'dan değiştirilerek)

yüksek sinyal/gürültü oranı nedeniyle tercih edilmektedir (2,3). Elektrotların yerleştirilmesi için çeşitli öneriler bulunmakla birlikte son zamanlarda kliniğimizde Grafik 3'de gösterilen yöntem tercih edilmektedir (34). Ultrasonografik olarak mide lokalizasyonu saptanması ideal yöntemdir. Fakat deneyimler antrumun büyük çoğunlukla göbeği ksiphoide bağlayan orta çizginin 1-3 cm sağında bulunduğunu ortaya koymuştur. Karın cildinin kılları temizlenmelidir. Kayıt boyunca hastanın sakın bir odada konuşmadan sırtüstü yatması gereklidir. Böylece hareket artefaktları çok azaltılır (1,6,11).

Cihazlar : Halen en az 3 firma tarafından ticari olarak cihaz üretilmektedir (Synectics, Beckman, MMS) (1,6,11). Kısa süreli kayıt için kullanılanların ötesinde son yıllarda 24 saatlik kayıt yapan ambulator cihazlar kullanıma girmiştir. Böylece günlük aktivite sırasında ve uykuda kayıt olanağı doğmuşsa da artefakt sorunu artmıştır. Artefaktı otomatik yok edebilecek teknikler üzerinde çalışılmaktadır. Hasta ağrı, uyku, ilaç ve yemek gibi parametreleri alete kaydedebilmekte, böylece ayrıntılı analiz yapılabilir (22). Pahalı olan bu cihazların üniversitemizin Biyomedikal Mühendislik bölümlerinde imal edilebileceğini umuyoruz.

Tablo 2. Elektrogastrografi Parametreleri

1) Hakim frekans ve güç (Dominant frequency, power; DF, DP)
2) Hakim frekans ve güçteki relatif değişimler
3) Gastrik yavaş dalga normal ve disritmilerinin yüzdesi (% cpm)
4) Hakim frekans ve güç'ün kararsızlık katsayısı (Dominant frequency-power instability coefficient; DFIC, DPIC)

Veri analizinde kullanılan parametreler (16);

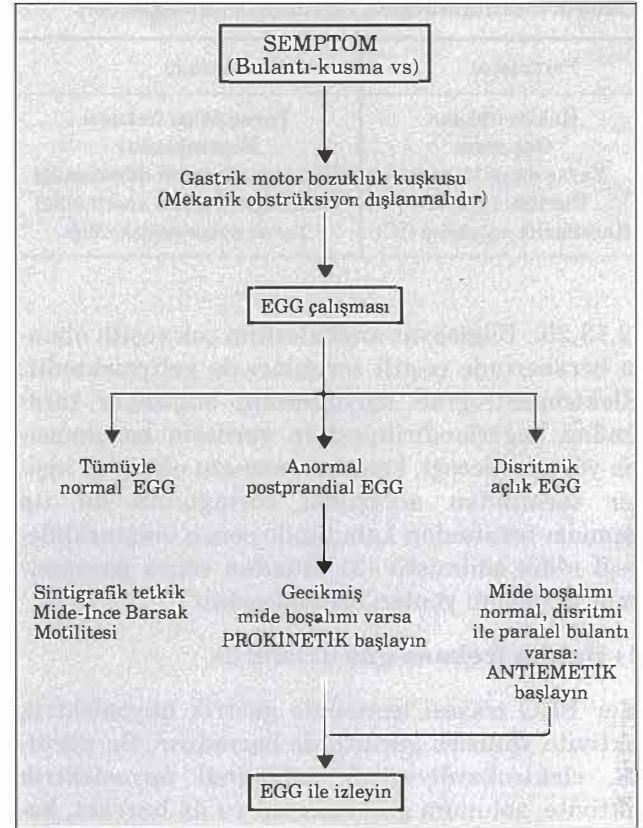
- 1) Ritmisite
- 2) Amplitüd
- 3) Frekans
- 4) Aktivitenin ilerleme hızı ve yönü.

Elektrogastrografi Endikasyonları:

Bu tekniğin kullanıma endikasyonları genel olarak:

- 1) Mide motilite bozukluklarının tanısına yardımcı olmak
- 2) Kalorik, farmakolojik ajanlar, gastrointestinal hormonlar vb. iç veya dış uyarılara karşı gastrik yanıtı gözlemek olarak sıralanabilir (23).

En önemli özelliği non-invaziv olması ve bunun sonucu olarak midenin kendi aktivitesini bozmadan değerlendirme olanağı vermesidir. Bu yönleriyle sintigrafi ve manometri gibi tekniklere göre üstünlük gösterir. Şu anda genel görüş elektrogastrografinin bu testlerin yerini tutamayacağı fakat gastrik motilite ve boşalım hakkında yararlı bilgiler vereceğidir, yani bu test gastrik ritim bozukluğundan kuşulanılan olgularda önemli ve yararlı bir tarama, ardından da izleme testi olarak kullanılabilir (23). Bu konuda kullanılması önerilen bir algoritm aşağıda sunulmuştur (Grafik 4). Gastrik disritmilerin motilite bozukluğu bulunan olgularda olduğu gibi asemptomatik kişilerde de bulunması tanımlarda karışıklık yaratır (23). Halen daha çok klinik araştırmalarda ön plandadır. Fonksiyonel dispepsi, diabet, gebelik ve taşıt bulantı-kusmalarında, gastroparezilerde, peptik ülserde, prokinetikler başta olmak üzere çeşitli ilaçlar ile hormonların etkileri ve mide operasyonlarından sonra gelişebilen çeşitli komplikasyonlarda çalışılmaktadır (2,24). Mide kanseri tanısında anlamlı sonuçlar verdiğini belirten tek çalışmanın güvenilirliği tartışmalıdır (2).

**Grafik 4.** Kuşku gastrointestinal motilite bozukluğunun tanı ve tedavisine EGG'nin yerleştirildiği algoritm (23).**Elektrogastrografi Parametrelerinin Klinik Önemi (Tablo 3):**

Önceleri gözle ve büyük zorluklarla yapılan analiz bilgisayarların devreye girmesiyle kolaylaşmışsa da konunun karmaşıklığı da artmıştır. Çok sayıda ve önemli EGG parametreleri mevcuttur (Tablo 2).

Tüm bu parametrelerin iki temel amacı,

- 1) Gastrik miyoelektrik aktivite dışı, iç ve dış aktivitelerin -genel anlamı ile buna gürültü ismi verilebilir- saptanıp hesaplamadan çıkarılması,
- 2) Klinik ile en uyumlu parametrenin bulunmasıdır. Bu kolay bir işlem değildir. Her bir parametrenin önemi ayrı ayrı tartışılmaktadır. Değişik gruplar değişik hesaplama teknikleri geliştirmektedirler. Örneğin, zaman, frekans, amplitüd ile kurulan üçlü eksen sisteminde oluşturulan ve halen ticari yazılım programlarında sıklıkla kullanılan "Running Spectral Analysis" metodunun dahi hesaplanmasında üç ayrı teknik bulunduğunu söyleyebiliriz. İlginç olarak üçü de değişik yönlerden birbirine üstünlük gösterebilir. Hangi tekniğin daha önemli olduğu henüz netleşmemiştir

Tablo 3: Elektrogastrografi Parametrelerinin Anlamları

Parametre	Anlamı
Hakim frekans	Yavaş dalga frekansı
Güç oranı	Kontraktilite
Yavaş dalga (% cpm)	Elektrogastrografi düzensizliği
Disritmi (% cpm)	Elektrogastrografi anormallığı
Kararsızlık katsayısı (IC)	Yavaş dalga değişkenliği

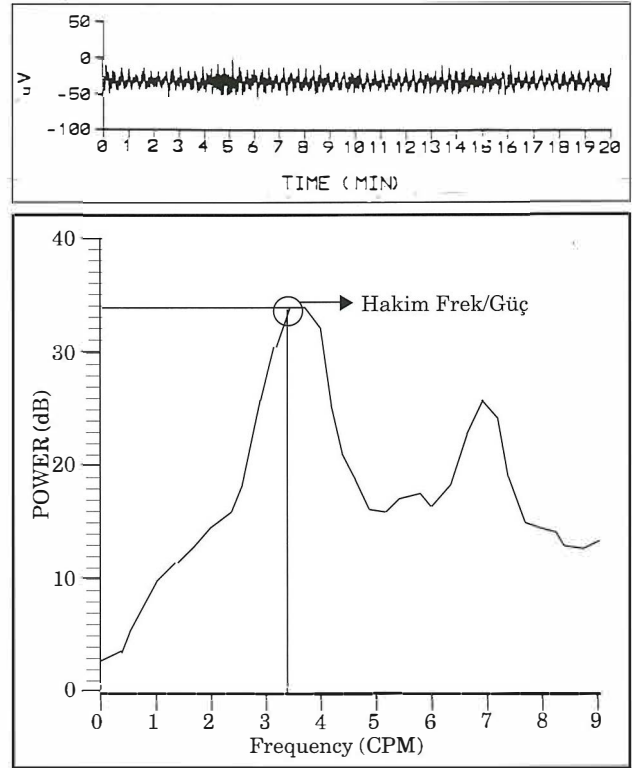
(2,13,25). Bilgisayar analizlerinin çok çeşitli olması beraberinde çeşitli sorunları da getirmektedir. Elektrogastrografi sinyallerinin bilgisayar tarafından değerlendirilmesinin verilerin bozulmasına yol açabileceği, konunun uzmanı olmayan kişiler tarafından anlaşılma zorluğunun da tıp camiası tarafından kabulünde sorun oluşturabileceği iddia edilmiştir (3). Bundan sonra parametrelerin önemli yönleri özetlenecektir.

1) Hakim frekans-güç (Grafik 5);

Her EEG trasesi içerisinde gastrik miyoelektrik aktivite yanısıra gürültü de barındırır. Bu gürültü, elektrokardiyografi, intestinal miyoelektrik aktivite, solunum gibi internal ya da hareket, konuşma gibi eksternal artefaktlardan oluşur. EGG trasesi zaman ile ikili ekseninde incelendiğinde gürültü ekarte edilemez. Frekans/güç ekseninde ise gürültünün önemli bir kısmı ekarte edilebilir. Aslında kurallara uygun bir EGG kaydında hakim olan gastrik sinyaldir. Belirtilen güç/frekans ekseninde hakim güç veya hakim frekans saptanabilir. Hakim frekans gastrik yavaş dalga aktivitesinin frekansını yansıtır. Böylece pre-postprandial frekans değişiklikleri doğrulukla saptanabilir. Frekanstaki bu normalden sapmayı güç'e uygulamak zordur. Bazı Çinli araştırmacıların EGG amplitüdünün mutlak değerlerinin klinik anlamı olduğunu belirtmelerine karşın genel kanı sadece relatif değişimlerin (pre-postprandial veya ilaç öncesi - sonrası gibi) anlam taşıdığıdır.

Mide motilitesi ile korelasyonu:

Gastrik yavaş dalgaların, mide kontraksiyonlarının frekans ve ilerlemesini kontrol ettiği daha önce belirtilmişti. Hakim EGG frekansı gastrik yavaş dalga frekansını gösterdiğinden, bu hakim frekans gastrik motilite ile de paraleldir (Antral kontraksiyonlar ile EGG frekansının birebir eş zamanlı olduğu gösterilmiştir). Güç analizinde ise durum farklıdır. Gastrik kontraksiyonlar sırasında motor sessizliğe oranla hakim güç anlamlı yüksektir. Fakat kabul edilmiş normal değerler yoktur. Çünkü güç değerleri, obesiteden midenin

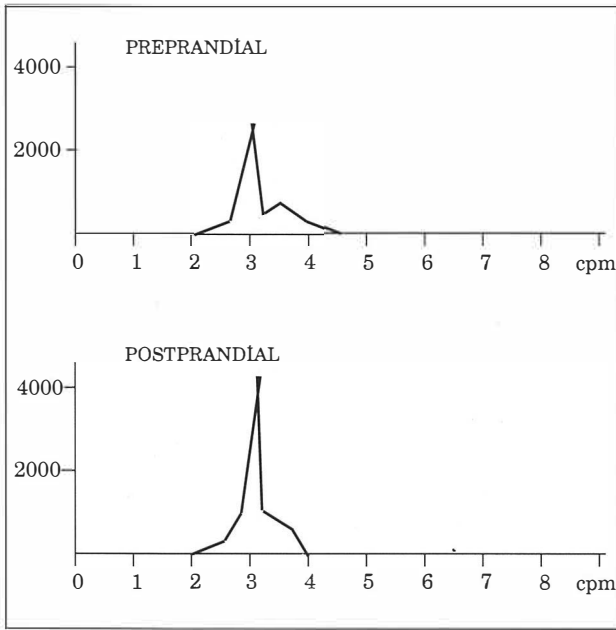


Grafik 5. EGG'de hakim frekans ve hakim güç
Üstte normal bir kişiye ait 20 saniyelik trase. Düzgün 3 cpm ritmi görülmekte. Altta EGG hakim frekans ve basınç izlenmekte. 3.23 cpm değerinde pik frekansa hakim basınç 33.7 dB olarak oluşmuş.

anatomik pozisyonuna kadar çok sayıda faktörden etkilenir. Bu nedenle relatif değişiklikler kullanılır (5,26).

2) Hakim frekans ve güçteki relatif değişiklikler (Grafik 6)

Relatif değişimin, güç analizindeki önemi yukarıda belirtilmişti. Şüphesiz frekans analizinde de aynı ölçüde geçerlidir. Hakim gücün postprandial artışının nedenleri ile ilgili birçok görüş vardır (7,13). Bir çalışmada su içiminden sonra ortalama gücün 3 dB arttığı (amplitüddaki %41'lik artışa eşdeğer) fakat buna manometrik olarak gösterilebilecek bir kontraktıl aktivite artışının eşlik etmediği gösterilmiştir. Aynı çalışmada katı gıda alımı sonrası artışın 6 dB'e (amplitüdde %100'lük artışa eşdeğer) ulaştığı görülmüştür. Bu artışları açıklamak için yazarlar iki mekanizma öne sürmüştür; midenin distansiyonu ve böylece cilt elektrotlarına yaklaşımları ile gastrik kontraktıl aktivitenin artması (34). Bu artış postprandial motilitenin normal olduğunun bir kriteri değildir. Buna karşın postprandial hakim güçte azalma olduğunun ortaya koyulması klinik açıdan önemlidir. Nedeninin gastrik yavaş dalgadaki değişime



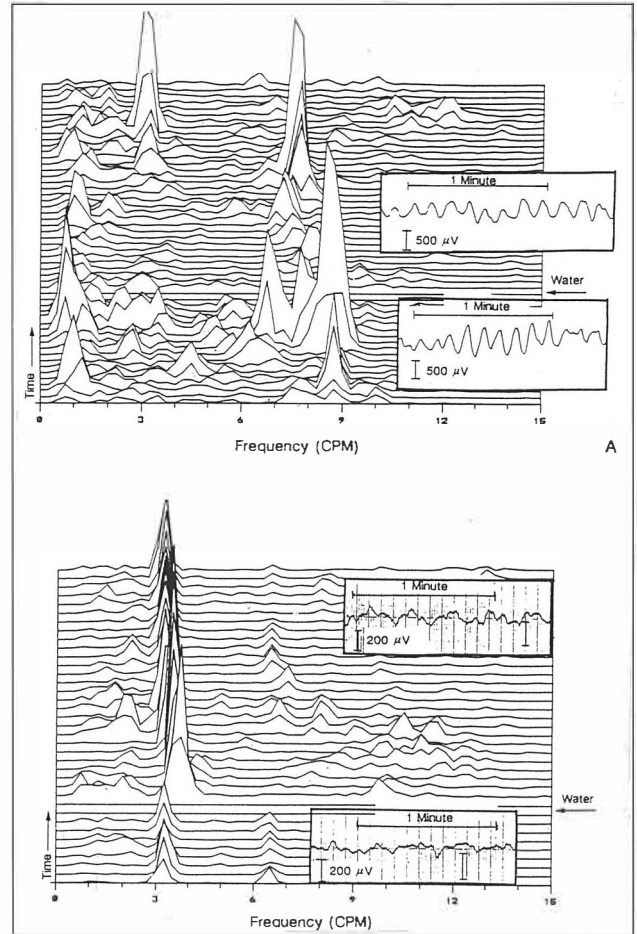
Grafik 6. 10 normal olgunun güç dağılımları. Yemekten sonra güçteki artış görülmektedir (33).

ler olması olasıdır. Bu, amplitüdün azalması, düzenliliğinin bozulması veya her ikisinin birlikte etkisi ile oluşabilir (14). Yakınlarda yayınlanan aynı grubun bir başka çalışmasında ise, katı gıda alınmasının postprandial hakim frekansı arttırdığı, kararsızlık katsayısını ise değiştirmedeği gösterilmiştir (27). Ancak bu konunun tartışmalı olduğu ve aksini iddia eden yayınların da bulunduğu belirtilmelidir (3,28).

Sonuç olarak; *normal bir yemek sonrası hakim güçte azalma postprandial gastrik motilite bozukluğunu* gösterir. Çeşitli gıdaların yaptığı değişiklikler daha önce anlatılmıştı.

3) Gastrik yavaş dalga (normal-disritmilerin) yüzdesi:

EGG'deki dalgaların yüzde olarak belirlenmesi gastrik yavaş dalgaların zaman içindeki düzenini ortaya koyar. Normal sayı 2.4-3.7 cpm olarak kabul edilmiştir (13). Bazı ticari cihazlarda bu 2.5-3.75 olarak verilmiştir, değiştirilmesi gerekir. Normal yavaş dalga yüzdesi Running power spectral (RPS) analizi ile hesaplanır. Böylece 2.4-3.7 arasındaki spektrum normal kabul edilir. Uygun bir kayıta normal yavaş dalga formunun %70'den fazla olduğu düşünülmektedir (Grafik 7). Gastrik disritmilerde bu oran düşer. Disritmiler; bradigastri, aritmi, taşigastri, taşiaritmi olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflamanın geçerliliği de tartışmalıdır. Yine de hakim frekansa göre Tablo 1'de belirtildiği şekilde ayrılır.



Grafik 7. Running spectral analysis yöntemiyle alınmış bir EGG trasesi. A. 8-9 cpm'de yoğunlaşmış ve taşigastri ile uyumlu örnek. B. Düzenli cpm örneği.

TAŞİGASTRİ: Genellikle distal antrumdaki ek-topik bir odaktan oluşarak retrograd yayıldığı kabul edilir (3). Taşigastri gastrik amotilite veya hipomotilite ile birlikte bulunmakla birlikte birçok çalışmada taşigastri varlığında gastrik kontraksiyonların bulunduğu gösterilmiştir (15,26). Taşigastri atakları 1-2 dakikadan saatlere kadar sürebilir. Elektrogastrografinin en çok çalışıldığı hastalıklardan biri olan araç tutmalarında kısa süreli taşigastri veya taşiaritmiler sıklıkla bildirilmiştir (29). Dokuz cpm'i aşan taşigastrielerde ince barsakların elektriksel etkileşimi ile ayırıcı tanı gerekir. Ayrımdaki basit bir kural; 9-12 cpm gibi yüksek frekanslı dalgaların yanında normal yavaş dalga formu yoksa taşigastri, aynı anda normal sınırdaki gastrik yavaş dalgalar varsa ince barsak etkileşimidir.

BRADİGASTRİ: Genellikle korpus veya antrumdan başlayıp aboral ilerler. Taşigastri aksine bradigastri'nin gastrik motilite bozuklukları ile ilişkisi çok değildir. Köpeklerde bradigastriye

Tablo 4. Çeşitli Klinik Tablolara Eşlik Eden Gastrik Ritm Bozuklukları (10, 30)**TAŞİGASTRİLER**

- 1) Gastroparezi; diabetik, idiyopatik, iskemik
- 2) İntestinal pseudoobstrüksiyon
- 3) Gebelik kusması
- 4) Fonksiyonel dispepsi - Dismotilite tipi (Normal gastrik boşalma ile)
- 5) Bulantı ile akut gastrik ülserler
- 6) Postoperatif; İleus ile akut postop, postkolesistektomi (Roux-en Y)
- 7) Anoreksia nervosa
- 8) Premature infantlar
- 9) İlaça bağlı; glukagon, epinefrin, morfin sülfat

TAŞİARİTMİLER (Taşıgastrî + Bradigastrî)

- 1) Taşıt tutması
- 2) İdiyopatik gastroparezi
- 3) Fonksiyonel dispepsi - Dismotilite tipi

BRADİGASTRİLER

- 1) Gastroparezi; diabetik, idiyopatik, iskemik, postop (Gastrik rezeksiyon)
- 2) İntestinal pseudoobstrüksiyon
- 3) Gebelik kusması
- 4) Fonksiyonel dispepsi - Dismotilite tipi (Normal gastrik boşalma ile)
- 5) Bulimia nervosa
- 6) İlaça bağlı; epinefrin, morfin.

ARİTMİLER

- 1) Gebelik kusması
- 2) Hiperemesis gravidarum
- 3) İlaça bağlı
- 4) Gastroparezi ile birlikte Billroth I veya II gastroenterostomi
- 5) Asemptomatik olarak Billroth I veya II gastroenterostomi (Normal 3 cpm paterni)
- 6) Gastrektomi (Total)

kuvvetli antral kontraksiyonlar eşlik ederken insanlarda glukagon ile oluşturulan bradigastride antral kontraksiyonların bulunmadığı görülür.

4) Kararsızlık katsayısı (Instability Coefficients = IC)

Kararsızlık katsayısı; gerek güç ve gerekse frekansın stabilizasyonunu gösteren bir parametredir. Kararsızlık katsayısı; standart deviasyonun (SD) ortalamaya oranıdır.

Kararsızlık katsayısı (IC) = Standart deviasyon (SD) / Ortalama (mean)

Kişiler arasında hakim güç önemli derecede değişir. Bu değişikliği çok azaltmak için standart deviasyon yerine (Standart deviasyon / ortalama) tercih edilir. Kararsızlık katsayısı belli zaman periyodundaki güç veya frekans değişimlerini yansıttığından kişiden bağımsızdır. Örneğin; %100 normal frekansta bir elektrogastrografi gastrik

yavaş dalga frekansının tüm kayıt boyunca 2.4-3.7 cpm arasında bulunduğunu gösterir. Fakat normal aralık arasındaki ince değişimler ve kararsızlıklar belirtilen yöntemle gösterilemez. Frekans kararsızlık katsayısı ise bu ince değişimleri gösterir. Aynı örnek güç için de geçerlidir. Bu parametrenin klinik önemi özellikle kontraksiyonların yavaş dalga formundan ayrılmasında ortaya çıkar. Böylece EKA ile ERA'nın elektrogastrografi trasesinde ayrılması olası olabilir. Yine de pratikte bu ayırım kullanılmaya başlanmamış olup araştırma düzeyindedir.

Grafik 4'deki algoritmde de görüldüğü gibi son yıllarda tanı ve izlemde kullanılmaya başlanmış bu teknik ülkemizde kullanıma yeni girmektedir.

Pratikte çeşitli klinik tablolarla ilişkili gastrik disritmiler Tablo 4'te sunulmuştur (10,30):

GASTRİK RİTM BOZUKLUKLARI:**TAŞİGASTRİLER (Grafik 7):**

1) Gastropareziler: Tekniğin belki de en önemli kullanım alanıdır. Manometrik inceleme ile paralel çok sayıda çalışma yapılmıştır. Çeşitli bozukluklar görülebilir. (I) Disritmik preprandial, normal postprandial elektrogastrografi, (II) Normal preprandial, disritmik postprandial elektrogastrografi, (III) Disritmik pre ve postprandial elektrogastrografi, (IV) Normal ritmik fakat solid test yemeğinden sonra azalmış amplitüdlü elektrogastrografi (6).

Diabetik gastroparezi; Çok sayıda araştırmacı semptomatik diabetik gastropareziye taşıgastrî bulunduğunu göstermiştir. Domperidon tedavisi ile normal ritme döner ve buna anlamlı klinik düzelme eşlik eder. İlginç olarak gastrik boşalmada düzelme minimaldir (3,10).

İdiyopatik gastroparezi; Açlıkta taşıgastrî sıktır. Metoclopramid ile normale döndüğü izlenmiştir (10).

İskemik gastroparezi; Kronik mezenterik iskemiye bağlı az sayıda olgu bildirilmiştir. Revaskülarizasyondan sonra ritm normalize olmuştur.

Bu konuda pratik bir bilgi klinik olarak gastroparezi bulgusu saptanan olgularda 3 cpm frekans saptanırsa mekanik obstrüktif lezyon (pilor stenozu vb) düşünülmesi gerektiğidir.

2) İntestinal pseudoobstrüksiyon: Çocuklardaki nöropatik formda taşıgastrî, miyopatik form-

da kaotik taşiaritmiler izlenmiştir.

3) Hamilelik bulantısı-Hiperemesis gravidarum: Otuziki olgunun alındığı bir çalışmada belirgin taşigastri saptanmış olup doğumdan sonra normale dönmüştür (10). Gebelikte invaziv tanı olanaklarının kısıtlı oluşu tekniğin önemini artırmaktadır (24).

4) Fonksiyonel dispepsi-dismotilite tipi (Normal mide boşalımı ile): Fonksiyonel dispepsili olguların %50'sinde gecikmiş katı faz mide boşalımı izlenir. Mide boşalımı normal fonksiyonel dispepsili olgularda çeşitli gastrik disritmiler-taşigastri rapor edilmiştir. Cisaprid ile normale dönebilir.

5) Mide ülserleri: Bu tür akut ülserlerde bulantının da bulunması durumunda taşigastri saptanırken bulantı yoksa normal ritm olduğu bildirilmiştir. Bunun yanı sıra özellikle postprandial olarak sabit bir hiperkinezinin varlığının bildirildiği çalışmalar da vardır. Ellidokuz duodenum ülseri, 14 gastrik ülser, 12 mide kanseri ve 114 normal olgunun değerlendirildiği serosal elektrot kullanılan bir çalışmada sonuçlar arasında farklılık bulunmamıştır (2).

6) Postoperatif:

Ileus: Postoperatif bulantı-kusma ile disritmiler arasında ilişki yoktur.

Postkolesistektomi: Gastrointestinal semptomlar ile ilişkisi olmayan taşigastri siktir. Bu taşigastriinin nöral, hormonal ve psikiatrik nedenlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

Roux-en-Y Operasyonu: Duodenal 10-13 cpm frekans kaydedilir. Bu olgularda belirgin bulantı-kusma ve üst gastrointestinal sistem yakınmaları vardır.

7) Anoreksia nervosa: Taşigastri ile birlikte gecikmiş mide boşalımı siktir.

8) İlaça bağlı taşigastriiler: Glukagon, epinefrin, morfin ve cisplatine bağlı aritmiler bildirilmiştir.

TAŞİARİTMİLER (Taşigastri + Bradigastri):

Taşiaritmi hızlı frekans ve bradigastriilerin kaotik karışımından oluşan bir tür taşigastridir (3). Aralarında prostoglandin E₂, insülin, sekretin, glukagon, pentagastrin, kolesistokinin, epinefrin de bulunduğu çeşitli ilaç ve maddeler tarafından oluşturulabilir.

Taşıt tutması: Çok sayıda çalışma yapılmış bir konudur. Yapay olarak oluşturulmuş ortamlarda bulantının başlaması ile birlikte ani olarak normal ritmin kesilip taşiaritminin ortaya çıktığı görülmüştür. Harekete karşın semptomsuz olgularda ritm normal kalmıştır (6,29).

BRADİGASTRİLER

Genellikle 1-2 cpm frekanstaki bu ritimde amplitüdün normalden yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu ritmin oluştuğu yer bilinmemektedir. Antrum veya korpustan kaynaklanabilir.

ARİTMİLER

Düz paterndeki, çok düşük amplitüdlü elektriksel aktiviteye verilen isimdir. Bu ritm bozukluğunun görüldüğü hastalıklar Tablo 4'te gösterilmiştir.

SONUÇ: Elektrogastrografi mide miyoelektrik aktivitesini ve stabilitesini noninvaziv olarak saptayan bir testtir. Elektrogastrografi bozukluklarının klinik önemi netlikle ortaya koyulamamıştır. 73 yaşında bir teknik olmasına karşın henüz araştırma aşamasındadır ve önemi tartışılmaktadır. Standardizasyonlar yerleşmemiştir. Mide motilite bozukluklarının tanısında ilk sırada yer almaz ve klasik tanı yöntemlerinin yerini almamıştır. Peptik ülser ve mide kanseri gibi organik hastalıklarda alternatif bir tanı yöntemi değildir. Özellikle şüpheli gastroparezi olgularının tanınması ve tedaviye yanıtlarının değerlendirilmesinde önemlidir. Gastrik ritm bozukluklarının etyolojilerinin aydınlatılması ve etkili tedavilerin bulunmasıyla önemi artacaktır (32).

Ülkemizde henüz az sayıda merkezde ve sınırlı uygulanma olanağı bulunan bu teknik Biyomedikal Fizik bölümlerinin de katkısı ile gelişmeye açık bir alan olma özelliğini korumaktadır.

KAYNAKLAR

- Chen J, McCallum RW. Electrogastrography: Measurement, analysis and prospective applications. *Med Biol Eng Comput* 1991; 29:339-50.
- Stacher G. Electrogastrography: Methodology and clinical potential. In: Clinical investigation of gastric function. Eds: C. Scarpignato, G. Bianchi Porro. Front Gastrointest Res Basel, Karger, 1990; 17:288-296.
- Abell TL, Malagelade J-R. Electrogastrography; current assessment and future perspectives. *Dig Dis Sci* 1988; 33:982-92.
- Smout AJPM, Akkermans LMA. Normal and disturbed motility of the gastrointestinal tract. Wrightson Biomed Pub. Petersfield. 1992.
- Stern RS, Koch LK, Vasey MW. The gastrointestinal system. In: Principles of psychophysiology. Eds: JT Cacioppo, LG Tassinari. Cambridge University Press. Cambridge, 1990; 544-79.
- Chen JZ, McCallum RW. Clinical applications of electrogastrography. *Am J Gastroenterol*. 1993; 89:1324-1336.
- Chen JZ, McCallum RW. Comparison of three running spectral analysis methods. electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. Raven Press. New York 1994;75-102.
- May RJ. Motor disorders of the gastrointestinal tract. In: Pathophysiology of gastrointestinal disease. Eds: Chopra S, May RJ. Little Brown and Comp. First Ed. 1989; 229-260.
- Zenilman ME. Origin and control of gastrointestinal motility. Ed: JM Becker. Motility disorders of the gastrointestinal tract. *Surg Clin North Am*. 1993; 73:1081-1100.
- Koch KL, Stern RM. Electrogastrography. In: An illustrated guide to gastrointestinal motility. Eds: Kumar D, Wingate D. Second Edition. Churchill Livingstone 1993; 290-307.
- Chen JZ, McCallum RW. Principles of electrogastrography. motility 1992; 23:15-8.
- Johnson LR: Gastrointestinal physiology. 4. Ed. Mosby Year Book, USA. 1991; 32-41.
- Chen JZ, McCallum RW. Electrogastrographic Parameters and Their Clinical Significance. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York, Raven Press. 1994; 45-74.
- Chen J. McCallum RW. Response of the electric activity in the human stomach to water and a solid meal. *Med Biol Eng Comput* 1991; 29:351-57.
- Chen J, McCallum RW. Effect of fat preload on gastric myoelectrical activity in normal humans. *J Gastrointest Mot* 1993; 5:281-7.
- Familoni BO. Validity of cutaneous electrogastrogram. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York, Raven Press 1994; 103-126.
- Vantrappen G, Janssens J. Multichannel adaptive enhancement of the electro gastrogram. *IEEE Trans Biomed Eng* 1990; 37:285-94.
- Mintchev MP, Kingma J, Bowes KL. Accuracy of cutaneous recording of gastric electrical activity. *Gastroenterology* 1993; 104:1273-80.
- Chen J, Vandewalle J, Sansen W, Vantrappen G, Janssens J. Adaptive method for cancellation of respiratory artefact in electrogastroic measurements. *Med Biol Eng Comput* 1989; 27:57-63.
- Mintchev MP, Bowes KL. Capabilities and limitations of electrogastrograms. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York. Raven Press 1994; 155-170.
- Kimura M, Sekiguchi T, Tsunoda T, Yamada T, Horikoshi T. Relationship between the electrogastrogram interdigestive gastric motor activity in humans. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York. Raven Press 1994; 271-292.
- Chen JZ, Lin Z, McCallum RW. Toward ambulatory recording of electrogastrogram. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York. Raven Press 1994; 127-154.
- Chen JZ, McCallum RW. Clinical significance of electrogastrography. *Motility*, 1992; 24:5-9.
- Riezzo G, Pezzolla F, Darconza G, Giorgio I. Gastric myoelectrical activity in the first trimester of pregnancy: A cutaneous electrogastrographic study. *Am J Gastroenterol* 1992; 87:702-7.
- Chen J, Vandewalle J, Sansen W, Vantrappen G, Janssens J. Adaptive spectral analysis of cutaneous electrogastroic signals using autoregressive moving average modeling. *Med Biol Eng Comput* 1990; 28:531-536.
- Chen J, McCallum RW, Richards RD. Frequency components of the electrogastrogram and their correlations with gastrointestinal contractions in humans. *Med Biol Eng Comput* 1993; 31:60-7.
- Chen J, Richards RD, McCallum RW. Identification of gastric contractions from the cutaneous electrogastrogram. *Am J Gastroenterol*. 1994; 89:79-85.
- Geldof H, Schee V. Electrogastrography, clinical applications. *Scand J Gastrenterol*. 1989, 24(Suppl 171):75-82.
- Stern RM, Koch KL. Using the electrogastrogram to study motion sickness. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. Raven Press. New York 1994; 199-218.
- Koch KL, Stern RM. Nausea and vomiting and gastric dysrhythmias. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York. Raven Press 1994; 309-330.
- Rothstein RD, Alavi A, Reynolds JC. Electrogastrography in patients with gastroparesis and effect of long-term cisapride. *Dig Dis Sci* 1993; 38:1518-24.
- Smout AJPM, Van Der Schee EJ. Electrogastrography. In: Gastrointestinal motility: Which test? Ed: NW Read. Wrightson Biomed Pub. Petersfield. 1989; 113-20.
- Hongo M, Okuno Y, Nishimura N, Toyota T, Okuyama S. Electrogastrography for prediction of gastric emptying state. In: Electrogastrography; principles and applications. Eds: JZ Chen, RW McCallum. New York. Raven Press 1994; 257-270.
- EGG Forum. XV. International symposium on gastrointestinal motility. Rome, November 5-9, 1995, Italy.