

위전도에서의 위의 수축과 관련된 주파수 성분에 관한 연구

한 완택, 김 인영, 김 원기
삼성생명과학연구소 임상의공학센터

Contraction-related frequency harmonics in human electrogastrigraphy

W.T.Han, I.Y.Kim, W.K.Kim
Biomedical Engineering Research Center
Samsung Biomedical Research Institute

ABSTRACT

Electrogastrigraphy(EGG) is the technique by which gastric myoelectrical activity is recorded noninvasively, from electrodes on the abdominal skin. This gastric myoelectrical activity consists of two type signals : 1) slow wave, which is gastric basal rhythmic activity and is not closely related to gastric contraction 2) spike wave, which is generated only during contraction of the stomach. Despite many attempts made over the decades, analysis of surface EGG has not led to identification of the spike wave (gastric contraction) that would help the clinician to diagnose functional or organic diseases of the stomach.

In this paper, we propose a feasible methods to detect gastric contraction by frequency-domain signal analysis of surface EGG signal. Synchronous measurement of gastric pressure by the antropyloric manometry with surface EGG established feasibility of this method.

서론

위전도 (electrogastrigraphy) 는 복부 체표면에 전극을 부착하여, 위장의 전기적인 현상을 측정하는 방법이다. 현재 임상에서는 위의 수축과는 직접적인 연관이 없는 서파(slow wave)만을 측정하여 그 임상적 의의를 찾으려는 시도가 이루어지고 있으나 주주파수(dominant frequency)의 규칙성과 진폭의 변화를 관찰하는 것 외에는 뚜렷한 결론을 얻지 못하고 있는 실정이다.

위전도는 서파와 첨파(spike wave)로 구성되어 있는데, 이들중 첨파는 위의 수축과 직접적인 관련이 있는 성분으로 알려져 있다. 그렇지만 피부 체표면에서의 위전도에서 직접적으로 첨파를 검출하는데에는 어려운 점이 많기 때문에 위의 수축정도를 알기에는 문제가 있다.

현재까지의 위의 수축력을 측정하는 검사방법으로는 위내압검사(antropyloric manometry)와 위팽창검사(gastro-barostat) 등이 있다. 이들은 위근육의 수축여부를 직접 측정하는 것이 아니고, 위근

육의 수축에 의해 위내 압력이나 위내 체적의 변화를 보는 간접적인 방법이며 또한, 검사 자체가 환자에게 고통을 주어 실제 임상 활용에 제한이 있다.

본 연구에서는 위수축과 관련이 있는 위전도상의 변화를 발견함으로써 위수축력 검사방법에서 환자에게 불편함을 주는 위내압검사나 위팽창검사를 간편한 위전도 검사로 대체하고자 하는 방법을 제시하고자 한다.

실험방법

기능성 소화불량 환자 5명을 대상으로 위전도와 위내압검사를 동시에 90분이상 씩 시행하였다. 위의 수축과 위전도의 상관관계를 알아보기 위하여 위전도와 위내압검사를 동시에 시행하였다.

위전도는 Ag/AgCl 전극을 사용하여 bipolar recoding을 하였다. 위전도 신호는 전치증폭기를 통과한 후에 대역통과 필터링을 하게 되는데 각각의 차단주파수는 0.01Hz와 8Hz를 사용하여 DC성분을 제거하고, anti-aliasing을 하였다.

위내압검사는 8채널로 구성된 카테터를 사용하였으며 각 side hole의 간격은 1.5cm이고, 근부(proximal)의 세 개의 side hole을 위의 antrum에 위치시켰으며, 각 입력은 transducer(P23XL)로 측정하여 증폭기(Gould)를 거친 후 위전도신호와 함께 16Hz로 샘플링하여 A/D 컨버터를 이용하여 PC로 저장하였다. 위전도 신호를 mean 필터 (16차)를 통과시켜 고주파 잡음을 제거하고, FFT(fast Fourier transform)하였다. FFT의 구간은 약 4분(4096개의 샘플수, 1분당 960개)이며, 30초씩 간격(약 88%의 overlapping)을 주고 Running Spectral Analysis를 하였다.

위전도 스펙트럼 분석시 하모닉스(harmonics)는 1) 0에서 4.5cpm 사이 2) 4.5에서 7.5사이 3) 7.5에서 12cpm사이에 존재하는 가장 높은 주파수 성분을 각각 제 1 하모닉스, 제 2 하모닉스, 제 3 하모닉스로 하였다.

위내압검사의 신호는 고주파 통과필터(차단주파수 0.01Hz, KaiserBessel 480차)를 사용하여 기저선 잡음을 제거한 후, 문턱치값(0.1Volt)을 적용하여 그 이상의 값을 하모닉스와 비교하는데 사용하였다.

실험결과

약 90분의 검사 시간동안 환자의 심한 움직임으로 인한 근잡음의 발생구간을 제외하면 약 60분 정도의 연속적인 구간이 되는데 이 구간을 분석에 사용하였다.

위내압검사를 시행한 결과를 그림 1.의 (a)에 나타내었고, (a)를 고역통과필터를 사용하여 문턱치 값을 적용한 결과를 그림 1. (b)에 나타내었다. 그림 1.의 (b)의 의미는 진폭이 증가할수록 위의 내압이 증가되는 것을 나타낸다. 그림 1.에서 위의 수축이 거의 없는 구간(during motor quiescence, 25분에서 27분인 구간)과 위의 수축이 상대적으로 큰 구간(during contraction, 52분에서 54분인 구간)의 위내압 신호와 위전도 신호를 각각 그림 2.에 나타내었다.

그림 2.의 (d)가 위수축이 있을 때의 위전도이며, 이에 상응하는 위내압신호가 (c)이다. 위내압 신호가 위전도신호와 시간적으로 동기되어 나타나고 있으며 분당 3회의 주기를 가지고 있다는 것을 볼 수가 있다. (a)와 (c)를 비교해 볼 때 위수축이 있을때와 없을때가 확실하게 구분이 된다.

그림 3.은 그림 2.의 동일한 시간의 위전도를 각각 스펙트럼 분석한 결과이다. (d)에서 제1, 제2, 제3 하모닉스가 뚜렷하게 보이고 있으며, 특히 제1 하모닉스가 현저하게 진폭이 크다. (c)의 위전도 신호를 볼 때 위빈맥(tachygastria)과는 엄연히 차이가 있음에도 불구하고 위빈맥의 주파수 성분(일반적으로 4에서 9cpm이라고 정의됨)이 보이고 있지만, 이것은 위빈맥과는 다른 제1 하모닉스라고 보는 것이 타당할 것이다. 그러므로, (b)는 (d)와 비교해 볼 때 제1 하모닉스가 상대적으로 작게 나타나 있으므로 위수축의 정도가 작거나 없다고 볼 수 있을 것이다.

그림 4.에서는 위내압검사신호를 (a)에 나타내었고, 위전도의 제1 하모닉스만을 검출하여 시간축상에 연속적으로 도시한 결과를 (b)에 나타내었다. 위내압 신호에서 나타나는 위수축군을 제1 하모닉스가 반영하고 있는 것을 볼 수가 있다.

그림 5.는 위내압신호와 제1 하모닉스의 관계를 나타낸 것인데 위수축군이 일치하지 않고 있기 때문에 주파수만을 가지고 위수축정도를 나타내는데에는 무리가 있다.

그림 6.은 위내압신호와 제삼 하모닉스를 도시한 것인데 위수축과는 무관함을 볼 수가 있다.

그림 7.에는 다른 환자의 데이터이며 위내압 신호에서 나타나는 위수축군을 위전도의 제1 하모닉스가 잘 반영하고 있는 결과이다.

고찰

이상으로 위전도의 제1 하모닉스와 위내압검사가 서로 상관관계가 있음을 알 수가 있었고 위근육의 수축군을 측정해 낼 수 있었다. 그러나, 개개의 위수축과 관련이 있는 위전도의 변화를 찾아내기 위해서는 위전도의 주파수 분석뿐만 아니라 아직까지 알려져 있지 않는 다른 변수들의 변화에 대한 분석이 필요하다고 생각된다.

또한, 위수축군이 서로 일치하고는 있으나 약간의 위상차가 존재하는데, 이것은 FFT구간에 의한 averaging 효과 때문에 발생한 것으로 보여진다. averaging 효과를 최소화하기 위해 FFT구간을 작게 하면 원활한 주파수 분석이 이루어지지 않는 단점을 내포하고 있어 이에 대한 보완이 필요하다.

참고문헌

1. C. Drieux, D. Garnier, A. Martin and J. Moline. Correlations between variations of electrical field at the body surface and contractins of the stomach in guinea pig. J. Physiol., Paris 74, 703-707, 1978.
2. J. Chen and R. W. McCallum. Clinical Applications of Electrogastrography. Am. J. of Gastroenterology. Vol. 88. No.9. 1993.
3. G. L. Allen, E. W. Poole. Relationships between electrical activities of antrum and duodenum. Am. J. Physiol. 207 : 906-910, 1964

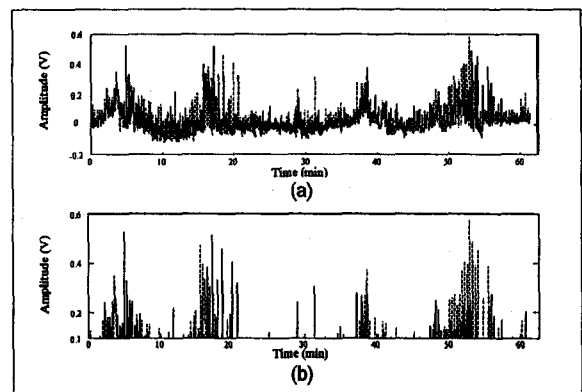


그림 1. 위내압 신호

(a) 원 신호
(b) 고역통과 필터링과 문턱치 값을 적용한 신호

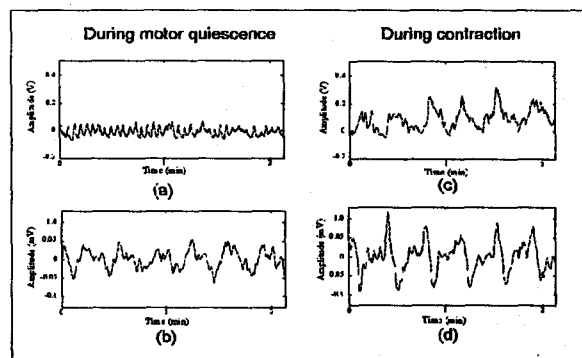


그림 2. 위내압신호와 위전도신호의 비교

(a) 위수축운동이 적을때의 위내압신호
(b) 위수축운동이 적을때의 위전도신호
(c) 위수축운동이 많을때의 위내압신호
(d) 위수축운동이 많을때의 위전도신호

위전도에서의 위의 수축과 관련된 주파수 성분에 관한 연구

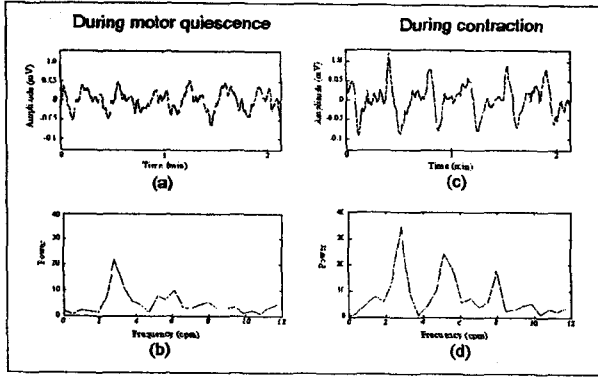


그림 3. 위전도와 스펙트럼

- (a) 위수축운동이 적을때의 위내압신호
- (b) 위수축운동이 적을때의 위전도신호
- (c) 위수축운동이 많을때의 위내압신호
- (d) 위수축운동이 많을때의 위전도신호

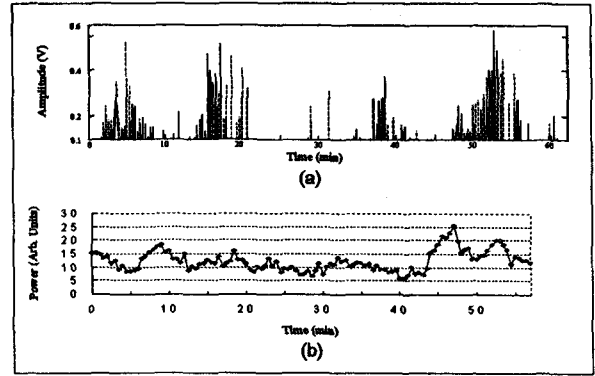


그림 6. 위내압신호와 제삼 하모닉스

- (a) 위내압신호
- (b) 위전도신호의 제삼 하모닉스

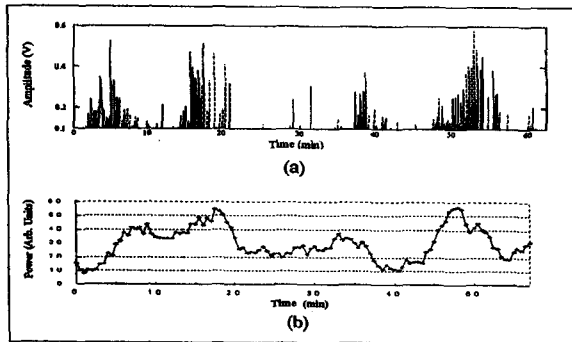


그림 4. 위내압신호와 제이 하모닉스

- (a) 위내압신호
- (b) 위전도의 제이 하모닉스

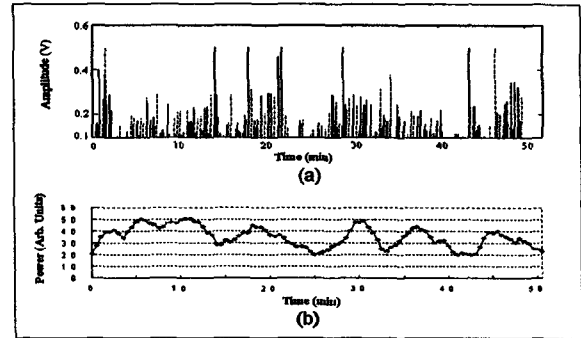


그림 7. 위내압신호와 제이 하모닉스

- (a) 위내압신호
- (b) 위전도신호의 제이 하모닉스

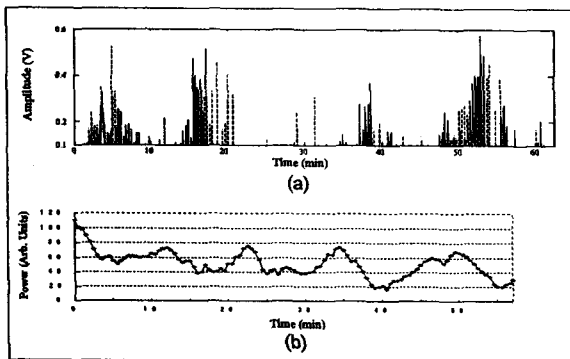


그림 5. 위내압신호와 제일 하모닉스

- (a) 위내압신호
- (b) 위전도의 제일 하모닉스