

동물에서의 위전기신호의 경피적 및 위장막 측정

김인영, 한완택, 김원기, *손정일, *이봉렬, *이종철
삼성생명과학연구소 임상의공학연구센터, *삼성의료원 소화기내과

Transcutaneous and Serosal Measurement of Gastric Electrical Activity in Animals

I.Y. Kim, W.T. Han, W.K. Kim, *J.I. Son, *P.L. Rhee, *J.C. Rhee
Bio-Signal Lab., BME Center, Samsung Biomedical Research Institute,
*Department of Gastroenterology, Samsung Medical Center

ABSTRACT

Electrogastrography (EGG) is the technique by which gastric myoelectrical activity is recorded noninvasively, from surface electrodes on the abdominal skin. In order to know the relation between the signal of the gastric wall and the EGG signal, we measured the gastric myoelectrical activity in animals using surface electrodes and serosal electrodes, and measured the gastric contraction simultaneously using a strain gauge attached to the gastric wall. we compared the signals with and without the gastric contraction.

서론

위전도 (electrogastrography) 는 복부체표면에 전극을 부착하여, 위의 전기적인 현상을 측정하는 방법이다. 위전도신호의 측정은 1921년 Alvarez에 의해서 처음 이루어졌으며 [1], 1960년대 중반 이전에는 위전도신호와 위의 수축간에 일대일 대응이 있다고 생각하였다. 그러나 1968년 Nelson과 Kohatsu에 의하여 위전도신호와 위수축과는 일대일대응이 일어나지 않음이 밝혀졌다 [2]. 1980년대 이후의 연구들에서는 위전도신호가 위운동의 수축주기뿐만 아니라 위수축의 정도에 대한 정보를 가지고 있다는 보고가 있지만 [3,4,5], 이들이 측정된 신호의 주파수영역 (< 0.5 Hz)에서는 단지 위운동의 기초리듬인 위서파 (slow wave)만을 측정할 수 있으며, 위운동과 직접 관계된 고주파성분인 위첨파 (spike wave)는 측정할 수 없다. 위운동의 이상으로 인한 위장질환의 원인은 위수축의 이상이라고 생각하고 있으며, 위전도신호를 이용한 위운동질환의 이상을 측정하기 위해서는 위전도신호로부터 위수축에 대한 정보를 얻어야만 한다. 저자 등은 위전도신호로부터 더 많은 정보를 얻기 위해서 이전 보고들보다 고주파성분의 위전도신호를 획득하여 이 신호의 주파수 성분분석을 통하여 위수축에 대한 정보를 얻을 수 있다는 가능성에 대한 보고를 하였다 [6]. 이번 연구에서는 고양이, 개 등의 동물의 위장막 (gastric serosa)에 전극 및 스트레인게이지 (strain gauge)를 부착시켜서 위에서 발생하는 전기신호 및 위수축정도를 측정하며, 동시에 위복부의 피부에 전극을 부착하여 위전도신호를 측정하여 서로의 신호의 상관관계 및 위수축시의 위전도신호의 변화 등을 살펴보고자 하였다.

실험방법

동물실험에 사용한 고양이는 체중 3-4kg 정도이며, 마취를 위해서 atropine 과 xylazine으로 전처치를 한후 ketamine으로 마취를 유지하였다. 호흡은 소동물용 간이호흡기를 사용하여 유지하였다. 개는 체중 13-15 kg 정도를 사용하였으며, 역시 atropine 과 xylazine으로 전처치를 한후 halothane으로 마취를 유지하며 인공호흡을 시켰다. 마취의 정도와 동물에게 부여한 약물의 부작용 정도를 파악하기 위하여 심전도를 부착시켰고 약물 및 수용제의 투여를 위하여 동물의 완두정맥 (cephalic vein)에 정맥주사를 통해 수액공급을 하였다. 수술부위의 체모를 제거한 후 위상부의 피부를 절개하여 장간막 등을 제거하여 위체부 (gastric corpus) 및 유문동 (gastric antrum) 부위를 노출시켰다. 노출된 위체부와 유문동부위의 경계선 정도의 위장막에 전극을 부착시켰다. 전극은 두가지 형태를 사용하였으며, 첫째로는 흡입전극 (suction electrode)을 사용하였으며, 이는 양극전극 (bipolar electrode)으로 전극간 거리는 5mm 정도이며 재질은 Ag/AgCl 이다. 이 전극은 획득신호의 질은 좋으나 위운동 등으로 인한 전극의 위장막으로부터의 이탈 때문에 장시간 부착시키기 어려운 단점이 있다. 이를 극복하기 위하여 침상 (needle-type) 의 Ag/AgCl 전극을 위장막에 찔러 고정시키는 위장막하부착전극 (subserosa-implanted electrode)을 사용하였으며 이는 흡입전극에 비해서 획득신호의 질은 다소 떨어지나 위로부터 떨어질 염려가 없기 때문에 장시간 실험할 수 있으며, 또한 개방된 위복부를 다시 봉합한 후에 체표면전극을 부착하여 위전도신호를 동시에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다. 위운동의 정도를 측정하기 위하여 전극부착부위 바로 측면에 스트레인게이지를 위장막에 고정시켜서 부착시켰다. 부착전극과 스트레인게이지가 이탈되지 않도록 고정한 후 동물의 복부를 다시 봉합한 후, 복부표면을 처리한 후 Ag/AgCl 체표면 전극을 부착시킨다. 이 체표면전극은 심전도측정에 사용되는 것으로 전극의 부착위치는 위전도신호를 측정하기 좋은 위치를 경험적으로 선정하였다.

위장막전극 및 피부전극으로부터 획득한 신호는 진지증폭기를 통과시킨 후 대역통과 필터링 (band-pass filtering)을 하게 되며 각각의 차단주파수는 0.01 Hz 와 8 Hz 이다. 필터링된 신호는 A/D 변환기를

거쳐서 16 Hz로 샘플링하여 PC로 저장하게 된다. 스트레인지저로부터 획득한 신호 역시 적절한 전치증폭기를 거쳐서 A/D 변환기를 거쳐 PC로 동시에 저장하게 된다.

측정초기에는 동물의 공복중일 때의 위운동상태 및 위전기신호를 측정하게 되며, 그 이후에 위운동을 유발하는 약제로 부교감신경자극제인 Bethanecol 을 피부하주사한 후의 신호를 측정하였다. 공복시와 위운동 유발시 측정된 위전기신호와 위수축신호를 비교하였다

실험결과

고양이를 이용한 실험에서는 위의 크기가 스트레인지지를 부착하기에는 작기 때문에 위장막전극만을 부착시키고 위에서 발생하는 전기신호를 측정하였다. 그림 1은 고양이 위의 여러부위에서 발생하는 전기신호를 측정된 것이다. 그림 (a)는 전극의 위치가 위체부에서 측정된 신호이고, 그림 (b)는 위체부와 유문동부위의 경계에서 측정된 신호이고, 그림 (c)는 유문동 부위에서 측정된 신호이다. 그리고 그림 (d)는 위수축유발약제인 bethanecol을 투여한후 측정된 신호이며,서파위에 따르는 첨파를 관찰 할 수 있으며, 이 첨파는 서파보다 평균 5초 늦게 나타나며, 첨파의 평균주파수는 1.7Hz이다.

그림 2는 개의 위장막에서의 전기신호와 위수축신호를 체표면전극신호와 동시에 받은 결과이다. 그림 (a)는 위수축이 없을 때의 신호이며, 그림(B)는 위수축유발 약제의 투여 후 위수축이 있을 때의 신호이다. 개의 위장에서는 위수축에 따른 첨파의 발견이 어려웠으며, 위수축에 따른 체표면전기신호의 유의한 변화를 관찰할 수 없었다.

고찰

위의 실험결과에서 위장막의 각부위에서의 전기신

호의 특성을 알 수 있었으며, 또한 위수축의 유무에 따른 신호의 변화에 대하여 관찰 할 수 있었다. 이를 이용한 시뮬레이션을 함으로써, 체표면에서의 위전도신호의 형태 및 체표면전극의 위치에 따른 신호의 변화를 유추할 수 있는 중요한 자료로써 이용할 수 있으리라 생각한다. 개를 통한 실험에서 위수축에 따른 위장막의 신호와 체표면에서의 신호가 유의한 차이를 보이리라 예상하였지만, 아직까지는 실험의 횟수가 적어서인지 만족할 만한 결과를 가져다 주지 못했다. 동물에서의 마취하에서 위로부터의 전기신호 및 수축신호를 획득하는 방법의 확립이 이 실험의 중요한 결과라 생각하며, 앞으로의 실험에서는 위전도의 개발에 중요한 알고리즘을 제공할 수 있는 결과를 가져다 주리라 생각한다.

참고문헌

- [1] Alvarez W.C. : The electrogastrogram and what it shows, JAMA. vol.78, pp.1116-1118, 1922.
- [2] Nelsen TS. and Kohatsu : Clinical electrogastrography and its relationship to gastric surgery, Am J. Surg., vol.116, pp.215-222, 1968.
- [3] Smout A.J.P.M, Schee E.J. and Grashius J.L. : what is measured in electrogastrography?, Dig. Dis. & Sci., vol.25, pp.179-187, 1980.
- [4] Stem R.M and Koch K.L. : Electrogastrography : Methodology, validation and Application, New York, Praeger, 1985.
- [5] Chen J. and McCallum R.W. : New interpretation of the amplitude increase in postprandial electrogastrogram, Gastroenterol., vol.98, A29, 1990.
- [6] Kim I.Y., Han W.T. and Kim W.K. : Contraction-related frequency harmonics in human electrogastrography, Proc. 18th Ann. Conf. IEEE EMBS , Amsterdam, 1996.

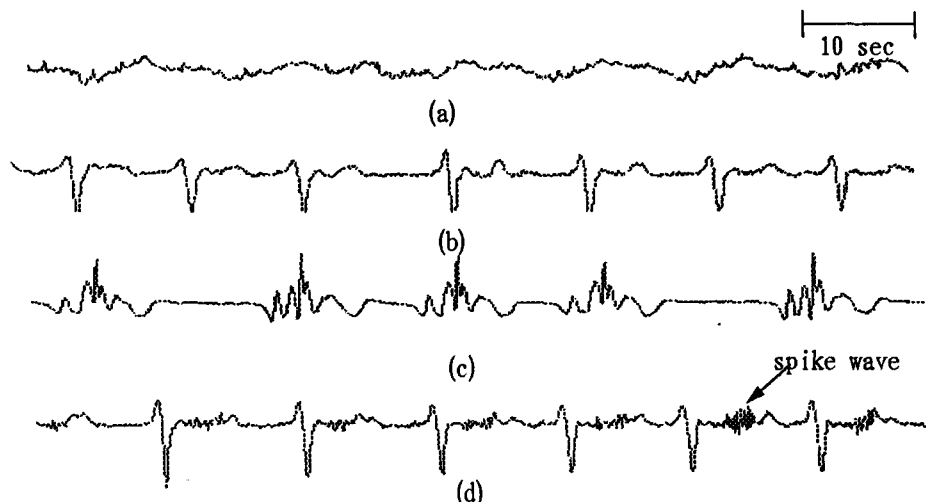


그림 1. 고양이 위장막 각부위에서 측정된 전기신호
 (a) 위체부에서 측정된 신호, (b) 위체부와 유문동부 경계에서 측정된 신호,
 (c) 위유문동부위에서 측정된 신호, (d) bethanecol투여후의 신호

Figure 1. Measured electrical signal at the various location of the feline gastric serosa.
 (a) signal of the gastric corpus, (b) signal of the interface between the gastric corpus and antrum,
 (c) signal of the gastric antrum, (d) signal after injection of bethanecol.

동물에서의 위전기신호의 경피적 및 위장막 측정

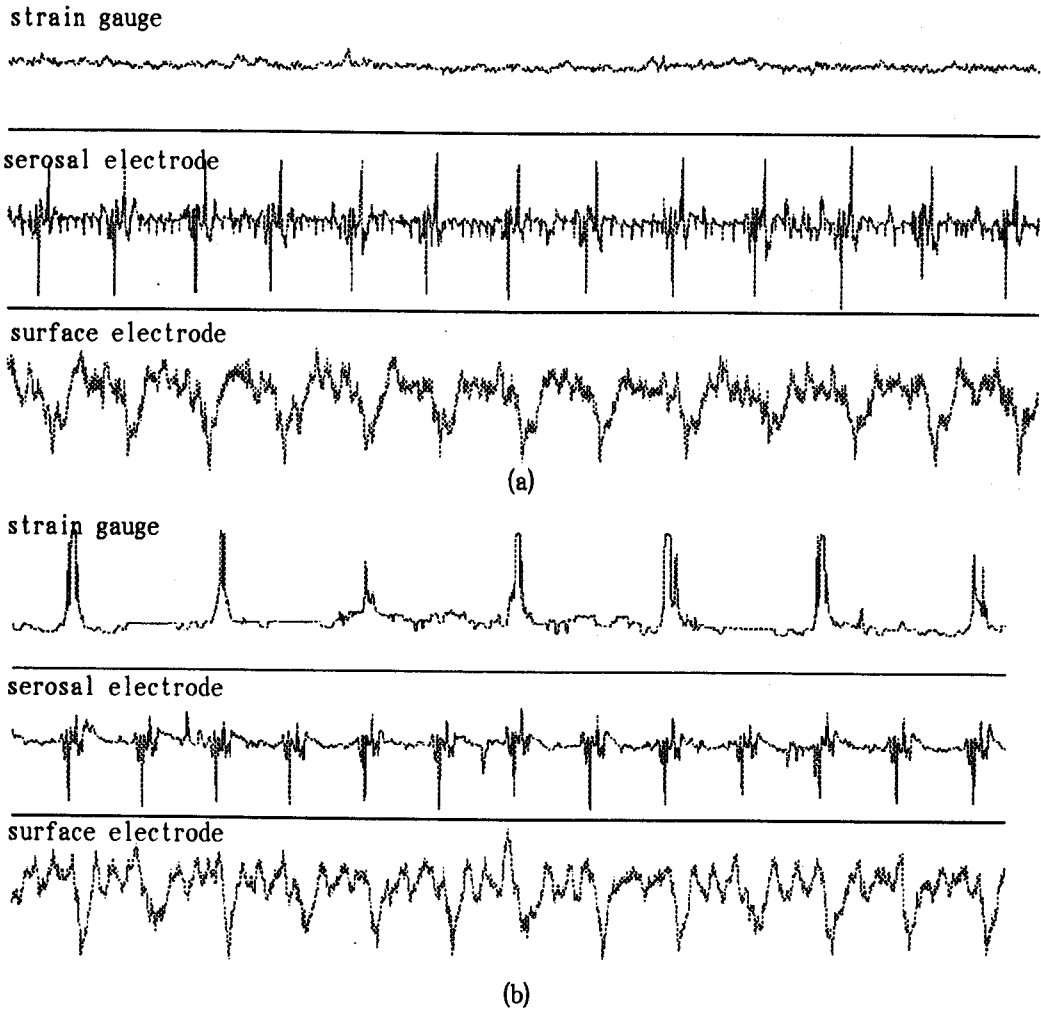


그림 2. 개의 위장막 및 체표면에서 얻은 전기신호와 위수축신호
(a) 위수축이 없는 경우, (b) 위수축을 유발시킨 경우

Figure 2. Measured electrical and contraction signal at the canine gastric serosa and abdominal surface.
(a) without gastric contraction, (b) with gastric contraction.