

위전도와 자율 신경계의 관계에 관한 문헌적 고찰

박찬규 · 박영재 · 박영배

경희대학교 학과간협동과정 한방인체정보의학과

Abstract

A Review on Relationship between Electrogastrography and Autonomic Nervous System

Young-Bae Park, Young-Jae Park

Dept. of Human Informatics of Oriental Medicine, Interdisciplinary Programs, Kyung Hee University

Background :

The consequences of disordered breathing patterns are not only distressing to the patient but also expensive to our health care systems if they are not diagnosed and treated. So we performed this study to investigate clinical significant trough gigong, yoga and hyperventilation in oriental medicine and western medicine

Objective:

To review the relationship of electrogastrography with autonomic nervous system and to study its clinical application.

Method:

We investigate the research results through internet search engine, Pubmed.

Conclusion:

Electrogastrography is a reliable, non-invasive method for recording gastric myoelectrical activity and is used for objectification of diagnosis related to gastric peristalsis. Gastric myoelectrical activity seem to involve autonomic nervous system, especially parasympathetic nervous system. The study should be continuing about relationship between electrogastrography and autonomic nervous system.

Key Words: electrogastrography, autonomic nervous system

I. 서론

위전도 검사(electrogastrography)는 위 운동을 기록하는 방법을 말하며 위 운동은 위 근육의 전기적 활동성(위 근전 활동, gastric myoelectrical activity)에 의한 위 수축으로 이루어진다고 알려져 있다. 위 근전 활동은 서파(slow wave, electric control wave)와 극파(spike wave, electric response wave)로 이루어져 있다. 서파는 위체부의 근위부 1/3 지점과 원위부 2/3 지점 경계 부위의 대만부 근처에 있는 pacemaker에서 발생한 전기적인 신호로 유문부쪽으로 진행된다는 것이 밝혀졌다¹⁾. 극파는 위 전정부의 수축과 관련이 있는 것으로 음식물 섭취 같은 자극이 있을 때 일어난다. 현재 대부분 이용하고 있는 위전도 검사는 피부 전극을 이용한 것으로 위 근전 활동이 복부 피부까지 전달되는 동안 대부분의 극파는 사라지므로 위전도에서는 서파만 나타난다²⁻⁴⁾. 정상적인 인체의 위전도 신호는 대략 분당 3회(3cpm)로 알려져 있고 보통 0.5~9cpm 사이를 위전도 신호로 보고 있다. 사람의 위전도 신호는 위서맥(bradycastria), 정상 위서파, 위빈맥(tachycastria)으로 나누며 위서맥은 0.5~2.4cpm, 정상은 2.4~3.7cpm, 위빈맥은 3.7~9.0cpm의 범위를 말한다⁵⁾.

위전도에 영향을 미치는 요인은 음식⁶⁻⁷⁾, 연령⁸⁾, 심리상태 및 자율신경의 변화⁹⁾ 등 여러 가지가 있지만 그 중에서도 다양한 스트레스에 따른 자율신경의 변화와 관계가 많다. 위서파는 미주신경의 활동성과 관계가 있으며 미주신경이 차단되면 위서파는 사라진다¹⁰⁾. 그리고 교감신경과 부교감신경의 균형 여부에 따라 위 부정맥(arrhythmia)이 발생한다고 알려져 있다¹¹⁾. 또한 자율신경의 변화에 따라서 위 수축력에 차이가 생겨 위 배출(gastric

emptying)에도 영향을 미치게 된다³⁷⁾. 이처럼 위 운동성은 자율신경계의 균형에 의해 결정되어지며, 따라서 위전도와 자율신경과의 관계에 대한 연구는 임상적으로 중요한 의의가 있다고 사료된다.

본 논문에서는 최근 연구에 관한 문헌적 고찰을 통해 자율 신경계의 변화에 따라서 위전도 검사의 결과가 어떤 영향을 받으며 앞으로의 임상적인 활용 의미에 대해 서술하고자 한다.

II. 연구방법

의학논문 검색 엔진인 pubmed(www.pubmed.com)에서 검색어 “electrogastrogram”과 “autonomic nervous”를 입력하여 검색을 시행하여, 관련된 논문을 문헌고찰하였다.

III. 위전도와 자율 신경계

일찍이 1947년에 임상가 및 연구자들은 스트레스와 위 근전 활동 사이의 관계에 대해 관심을 갖고 있었다. Wolf 와 Wolff¹²⁾는 화를 냈을 때 위 근전 활동이 증가하고 두려운 마음을 가질 때 위 근전 활동이 감소한다는 것을 발견했다. 그 후 위 근전 활동에 있어서 스트레스의 영향에 관한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 왜냐하면 그 당시에는 확실하게 스트레스를 가할 수 있는 방법을 찾지 못했기 때문이다.

이후에 멀미나 추위에 오래 노출된 경우에 지속적인 스트레스를 줄 수 있는 것으로 알려지면서 연구가 진행되었다. 멀미는 구강에서 맹장까지 이동속도를 지연시키고¹³⁾, 정상적인 3cpm의 주파수를 감소시키며¹⁴⁾ 4-9cpm의 위 빈맥의 빈도를 증

가시키는 것¹⁵⁾으로 알려져있다. Hu 등¹⁵⁾은 오심(nausea)증상이 있을 때 교감 신경 활성화도는 증가하고 부교감 신경 활성화도는 감소한다고 보고하였다. Uijtdehaage 등¹⁴⁾의 연구에서는 시운동성 자극(optokinetic stimulation)을 주고 난 후, 식사를 한 그룹이 하지 않은 그룹보다 정상적인 3cpm의 활성화도와 부교감 신경 활성화도가 증가하였다. 최근에 N. Himi 등¹⁶⁾은 불규칙적으로 흔들리는 영상을 보여주어 오심 증상을 유발시킨 후 자율신경과 위전도의 변화양상을 관찰하였다. 영상을 본 후 오심 증상이 나타난 그룹에서는 위전도의 파워값이 유의성있게 증가하였고 주 주파수는 영상을 본 후 증가하였지만 유의성은 없었다. 그리고 오심 증상이 나타나지 않은 그룹에서는 파워값과 주 주파수 모두 유의성있는 변화가 없었다.

한편 추위에 오래 노출된 경우에는 정상적인 위 근전 활동을 감소시키고¹⁷⁾ 위 운동성이 줄어들게 된다¹⁸⁾. Stern 등¹⁷⁾은 추위에 의한 스트레스를 가하기 위해서 4도의 차가운 물에 20분간 손을 담그는 실험을 실시하였다. 하지만 이것은 급성적인 스트레스가 아닌 지속적인 스트레스에 속한다. 따라서 급성적인 스트레스가 위 근전 활동에 어느 정도 영향을 미치는지는 알 수가 없었다. 그 후 Eric R. Muth 등¹⁹⁾의 연구에서 급성적인 스트레스를 가했을 때 위 근전 활동도가 불규칙해지고 위장 기능의 이상을 초래한다고 보고하였다.

IV. 심리적인 스트레스에 따른 위전도 변화

Chen TS 등²³⁾은 심리적인 스트레스가 기능성 소화불량증을 갖고 있는 환자들의 위 근전 활동에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 더 많은 스트레스

를 받고 있는 기능성 소화불량증 환자일수록 교감 신경의 활성화도가 더 우세하였고 이는 위빈맥의 비율을 증가시켰다. 그리고 개인적인 민감성의 정도에 따라 주 주파수의 변화가 나타났다. 즉, 기능성 소화불량증 환자들이 건강한 사람들보다 심리적 스트레스에 더 민감하게 반응하였고 이는 곧 주 주파수값의 더 낮은 결과를 나타내었다.

Michael P.Jones 등²⁴⁾도 마찬가지로 심리적 요인들이 기능성 소화불량증 환자에 미치는 영향에 대해 분석하였고 기능성 소화불량증 환자들이 건강한 사람들보다 정신적 고통을 더 크게 느낀다는 것을 발견했다.

Carmen Ruhland 등²⁵⁾은 우울증 환자의 위장운동성에 대한 연구를 하였는데, 우울증 환자의 경우 식후에 위빈맥이 유의성 있게 증가한다는 것을 발견하였다. 위빈맥은 교감신경의 영향에 의한 것으로 우울증 환자에서 교감 신경의 활성화도가 증가한 소치라 할 수 있다.

V. 특정 질환에서의 위전도 변화

Marcin Barczynski 등²⁶⁾은 갑상선 기능 항진증 환자의 위 근전 활동과 위 배출 시간에 대해 비교 분석하였다. 갑상선 기능 항진증의 경우 일반적으로 자율 신경계의 변화를 초래하게 되고 특히 교감신경이 항진된다. 이 연구에서는 갑상선 기능 항진증의 환자들을 임상증상 등을 기준으로 크게 세 그룹으로 나누어 진행하였다. 심한 정도의 갑상선 기능 항진증일수록 위 배출 시간이 지연되었고 위 부정맥이 크게 증가한다는 것을 발견하였다.

Jackson 등²⁷⁾의 연구에서는 위식도 역류질환을 갖고 있는 환자 중 당뇨병이 있는 경우와 없는 경

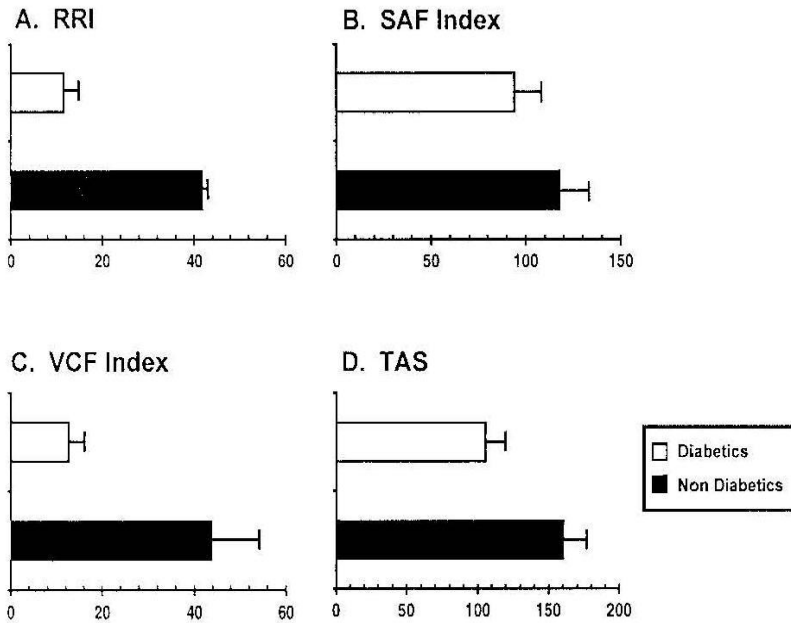


Fig 1. Autonomic function values in diabetics and nondiabetics. The diabetics had significantly autonomic function values, RRI: R-to-R interval; SAF: sympathetic adrenergic function; VCF: vagal cholinergic function, TAS: total autonomic score, All P values<0.05 between groups.

우의 자율 신경 기능과 위 근전 활동과의 관계를 보고하였다. 당뇨병을 갖고 있는 환자에서는 비당뇨환자보다 자율 신경 기능의 이상이 현저하게 떨어지는 것으로 나타났다(Figure 1). 하지만 두 그룹에서 모두 위전도의 지표값은 유의성있는 차이가 발견되지 않았다. Hak N 등²⁸⁾은 비인슐린 의존성 당뇨병환자 34명을 대상으로 위 근전 활동도를 측정하였다. 그 결과, 위 서맥 1명, 위 빈맥 1명, 위 부정맥 7명이 나타났고 4명은 진폭이 식후에 감소하였다. 또한 위전도에 이상을 보인 13명의 모든 환자들은 자율신경장애를 갖고 있는 것으로 조사되었다.

Miyazima 등²⁹⁾은 간경변 환자의 위장 운동성에 자율 신경 기능이 미치는 영향에 대해 연구를 시행하였다. 정상적인 사람은 식후에 HF ratio 가 증

가하지만 간경변 환자의 경우는 식후에 HF 나 LF ratio 가 정상적인 사람에 비해 낮았다. 또한 간경변 환자들은 식후에 간문맥의 혈류량을 측정할 결과 정상군에 비해서 현저히 낮게 측정되었다. 간경변 환자들의 LF/HF ratio 증가, 간문맥의 혈류량 저하 등은 모두 교감신경의 활성도는 증가하고 부교감신경의 활성도는 감소한 것으로 이는 곧 위 근전 활동을 감소시킨다고 하였다.

VI. 각종 부하에 따른 위전도 변화

1. 미각과 시각의 차이에 의한 위전도 변화

Xinqin Jin 등³⁰⁾은 미각의 종류와 조도(照度), 색 온도(color temperature)에 따른 자율 신경의 변화

와 위전도 결과를 분석하였다. 미각은 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛의 총 4가지로 실험하였고 조도는 200~1500lx, 색 온도는 3000~7500K 의 범위에서 실험하였다. 실험 결과, 위전도의 진폭은 미각의 종류에 따른 유의성있는 변화가 없었다. 하지만 정상 위서파의 비율은 단맛과 짠맛을 느꼈을 때 유의성있게 증가하였다.

한편 조도값과 색 온도 변화에 의한 결과로는, 정상 위서파의 비율은 조도에 의해서는 변화가 없었지만 낮은 색 온도에서는 정상 위서파의 비율이 유의성있게 증가하였다. 반면에 위전도의 진폭값은 색 온도에는 영향을 받지 않았으며 낮은 조도에서 진폭값이 유의성있게 증가하였다. 즉, 낮은 조도와 낮은 색 온도에서 부교감 신경이 활성화된다는 것을 알 수 있다.

하지만 Tokura³¹⁾, Kim³²⁾, Kanikowska³³⁾ 등의 연구에서는 반대로 높은 조도에 노출되었을 때 부교감 신경이 활성화되고 교감 신경이 억제된다고 보고하였다. 이 같은 결과의 차이는 빛에 노출된 시각이 오전과 오후의 차이에 따른 것이다. 전자의 실험은 오후에 실시된 것이고 후자는 오전에 실시된 결과로서 오전과 오후에 각각 빛에 노출되었을 때 자율 신경계 활성화도의 차이가 나타난 것이다.

Sone 등³⁴⁾도 조도의 차이가 위장 운동성에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 이들은 낮 시간에 어두운 빛(80lx)과 밝은 빛(5000lx)에 노출된 두 그룹을 대상으로 비교하였다. 낮에 밝은 빛에 노출된 그룹이 저녁 식사 후 위전도의 연속 스펙트럼 총 파워 값이 어두운 빛에 노출된 그룹보다 유의성있게 더 높게 나타났다.

2. 청각적 자극에 의한 위전도 변화

Lin 등²⁰⁾은 음악이 위 근전 활동에 미치는 연구

를 실행하였다. 건강한 사람들을 대상으로 공복상태에서 클래식 음악을 들려준 후 음악을 듣기전의 위전도 검사결과와 비교분석하였다. 정상 위서파의 비율, 주 주파수(dominant frequency)값, 주 파워(dominant power)값 모두 유의성있는 차이는 없었다. 하지만 클래식 음악을 좋아하는 그룹과 그렇지 않은 그룹으로 나뉘어서 실험한 결과는 차이가 있었다. 클래식 음악을 좋아하는 그룹에서는 음악을 듣고 난 후 주 파워값이 유의성있게 증가하였다. 반대로 클래식 음악을 좋아하지 않은 그룹에서는 주 파워값이 음악을 듣고 난 후 감소하였다. 정상 위서파의 비율과 주 주파수값은 모두 큰 변화는 없었다. 이 결과는 즉, 즐겨듣는 음악이 자율신경계, 즉 미주신경을 활성화시켜 위장 운동을 촉진시키고, 위 근전 활동의 진폭을 향상시켜 위 배출을 자극하게 되는 것으로 보인다.

Chen DD 등²¹⁾은 클래식 음악과 소음이 자율신경계의 변화와 위전도에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 클래식 음악과 시끄러운 소음 모두 위서파의 비율을 감소시켰다. 이는 클래식 음악의 경우 위서맥을 증가시키고, 소음의 경우는 위부정맥을 증가시켰기 때문이다. 그러나 클래식 음악이나 시끄러운 소음 모두 주 주파수값, 주 파워값, 주 주파수의 변화율(dominant frequency instability coefficient) 등의 변화는 나타나지 않았다. 또한 LF/HF ratio 나 HF ratio 의 HRV 지표값들도 유의성있는 변화는 없었다.

그 후 같은 실험을 청소년 그룹과 성인 그룹을 대상으로 실시하였다²²⁾. 청소년들은 소음을 듣고 난후 정상 위서파의 비율이 감소하였고 클래식 음악을 듣고 난 후에도 역시 정상 위서파의 비율이 감소하였지만 유의성있게 변화하지 않았다. 이는 클래식 음악을 듣고 난 후 위빈맥이 증가하였기

때문이다. 그러나 성인들은 클래식 음악이나 소음을 듣고 난 후의 정상 위서파의 비율이 청소년들보다 높게 나타났다.

LF/HF ratio도 청소년들은 클래식 음악이나 소음 모두 증가하였지만, 성인들은 소음의 경우는 증가하였지만 클래식 음악을 듣고 난 후에는 별 영향이 없었다. 즉, 소음은 청소년이나 성인 모두 정상 위서파의 비율을 감소시키며 특히 청소년이 성인보다 청각적인 스트레스에 더 민감한 것으로 해석하였다. 그러나 클래식 음악은 청소년들에게는 소음과 같은 스트레스로서 작용했지만 성인들에게는 정상 위서파의 비율을 증가시키는 역할을 하였다.

3. 감정의 종류 및 상태에 의한 위전도 변화

J. Yin 등³⁵⁾은 건강한 사람들을 대상으로 공포영화와 명상태임을 보여준 후 자율신경의 변화와 위 근전 활동의 변화에 대해 보고하였다. 대조군과 명상태임을 본 그룹에서는 식후에 주 주파수가 유의성있게 증가하였지만, 공포영화를 본 그룹에서는 유의성있는 변화는 없었다. 주 파워값에 있어서도 마찬가지로의 결과가 나타났다. 그리고 정상 위서파

의 비율은 공포영화를 본 그룹에서 유의성있게 감소하였으나 다른 두 그룹에서는 큰 변화는 없었다. 또한 HF 값 역시 공포영화를 본 그룹에서 현저히 감소하였다. 이는 곧 교감 신경의 활성도가 증가하고 미주 신경의 활성도는 크게 감소했다는 것을 나타내는 것이다.

Vianna 등³⁶⁾은 5가지의 감정, 즉 행복, 혐오감, 슬픔, 공포, 무감정(대조군)을 유발하는 영화를 보여주고 위전도와 자율 신경 기능의 변화를 관찰하였다. 그 결과 정상 위서파의 범위는 크게 변하지 않았으며 감정을 느끼는 자극의 정도와 위전도 지표값의 관계는 정적 상관관계임을 나타냈다. 그리고 HF ratio는 4가지의 경우 모두 대조군보다 유의성있게 감소하였고 그 중에서 특히 공포와 슬픔의 감정을 유발하는 영화의 경우 현저히 감소하였다.

4. 저작 및 연하기능에 의한 위전도 변화

Y. Kimura 등³⁷⁾의 연구에서는 저작기능과 연하기능이 위전도에 미치는 영향에 대해 관찰하였다. 튜브로 음식이 공급되어 음식을 씹지 않고 삼키는 운동을 못하는 그룹(T그룹)과 정상적으로 음식을

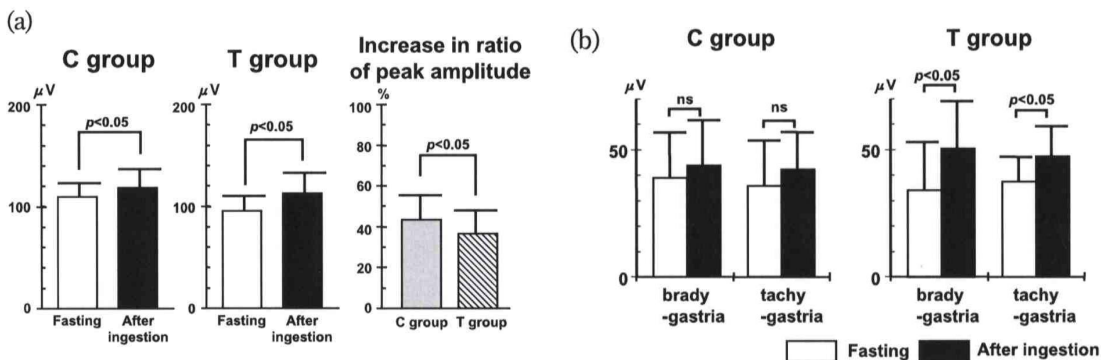


Fig 2. Peak amplitude for normo-gastria (panel a) and mean amplitude for both brady-gastria and tachy-gastria (panel b) in the oral feeding control (C) and the tubular feeding (T) groups.

썩고 삼키는 그룹(C그룹)으로 나누어 실험을 진행하였다. 두 그룹 모두 식후에 주 주파수는 비슷하였고 최고 진폭값도 유의성있게 증가하였다. 하지만 T그룹이 C그룹보다 증가비율이 낮았으며 T그룹에서 위서맥과 위빈맥이 C그룹보다 더 증가하는 것으로 나타났다(Figure 2). 초음파로 측정된 위배출량에서도 T그룹에서 C그룹보다 유의성있게 낮은 것으로 나타났다(Figure 3). 한편 HRV 측정에서는 두 그룹 모두 식후에 HF ratio는 증가하였으며 마찬가지로 T그룹에서의 증가비율이 C그룹보다 낮았다. 하지만 LF ratio의 변화는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

5. 적당한 운동에 의한 위전도 변화

Lu 등³⁸⁾은 적당한 운동이 자율신경계와 위 근전 활동성에 미치는 영향에 대해 보고하였다. 적당한 운동을 한 경우 식후에 측정된 위전도 결과에서 주 파위와 정상 위서파의 비율은 유의성있게 증가하였다. 주 주파수와 LF/HF ratio 또한 증가하였으나 유의성은 없었다. 하지만 이는 운동 후 처음 30분간 측정된 EGG와 HRV의 결과였고 그 후 30분간 측정된 EGG와 HRV에서는 유의성있는 변화는 나타나지 않았다.

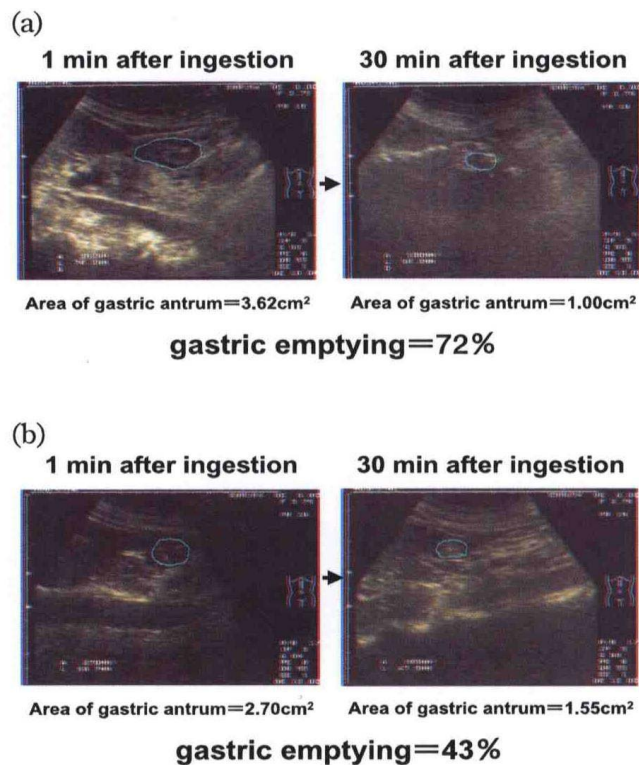


Fig 3. Abdominal ultrasonogram of an elderly subject who received food orally (panel a) and that for a subject who underwent tubal feeding (panel b).

6. 음식물의 경도(consistency)에 의한 위전도 변화

음식물의 유형에 따라서도 자율신경의 변화에 차이가 나타난다. C.A. Friesen 등³⁹⁾은 어린이들에게 고형 음식과 물을 먹게 한 후 자율신경과 위전도의 변화 양상을 관찰하였다. 고형 음식을 먹은 후에는 위전도의 주 주파수와 정상 위서파 비율, 그리고 주 파위가 모두 유의성있게 증가하였다. 그리고 LF/HF ratio 또한 유의성있게 증가하였다. 하지만 물을 먹은 후에는 위전도의 주 파위값만 증가하였고 그 외의 다른 지표값들은 큰 차이가 없었다. 이 결과는 위전도와 자율신경이 음식물의 경도(consistency)에 따라 차이가 있음을 보여준다.

IV. 고찰

위 운동은 위 근육의 전기적 활동(위 근전 활동)에 의한 위 수축으로 이루어진다. 피부 위전도(cutaneous EGG)는 방법이 간단하고 비침습적으로 위 근전 활동의 변화를 쉽게 측정할 수 있어서 임상에서 일반적으로 사용되고 있다. 사람의 위전도 신호는 위서맥(bradycastria), 정상 위서파, 위빈맥(tachycastria)으로 나누며 위서맥은 0.5~2.4cpm, 정상은 2.4~3.7cpm, 위빈맥은 3.7~9.0cpm의 범위로서 보통 인체의 위전도 신호의 범위는 0.5~9.0cpm으로 보고있다.

정상적으로 위서파는 식후에 증가하며 위장의 운동은 심장의 부교감신경의 활동과 일치하고 있는데 이는 식후에 위장 부위의 미주신경의 활동성이 증가하기 때문이다¹⁰⁾. 이처럼 위전도는 부교감신경의 활동과 관련이 많으며, 이는 곧 자율 신경계의 상태와 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다.

일반적으로 사람이 어떠한 스트레스를 받게 되

면 교감신경이 활성화된다. 따라서 위전도는 부교감 신경과 상관관계에 있기 때문에 스트레스를 받게 되면 위 근전 활동은 전반적으로 저하되게 되는 것이다.

위전도와 자율신경계의 관계에 대한 초기의 연구는 주로 멀미를 유발하여 오심 증상을 유발시키거나 찬 물에 손을 담그거나 찬 물에 들어가는 등의 추위에 노출을 시키는 방법으로 자율신경기능의 변화를 유도하는 방식이었다^{14-16), 18-19)}. 일반적으로 오심 증상이 발생하면 교감신경 활성화도는 증가하고 부교감신경 활성화도는 감소하게 된다. 교감신경이 활성화됨에 따라 위전도에서는 위 빈맥의 비율이 증가하게 되며 이는 곧 정상적인 위 서파의 비율을 감소시킨다. 하지만 최근 연구에서는 오심증상이 나타났을 때 위 근전 활동이 오히려 더 증가했다는 보고가 있었다. Kaneko 등⁴⁰⁾은 위 근전 활동이 미주 신경 뿐만 아니라, 비미주 콜린성 신경(nonvagal cholinergic)의 활성화도와도 관계가 있다고 보고하였다. 즉, 위 근전 활동이 단순히 미주신경의 활성화만을 반영하지는 않는다고 할 수 있다. 한편 추위에 지속적으로 노출되면 위장 운동성은 저하되고 정상적인 위 근전 활동도 감소된다고 알려져 있다. 하지만 Muth ER 등⁴¹⁾은 찬 물에 얼굴을 담그는 방법으로 실험한 결과 부교감 신경의 활성화도가 증가하여 정상 위서파의 비율이 증가하였다고 보고하였다. 이처럼 멀미나 추위에 노출시키는 방법으로 자율신경계의 변화를 유발하는 실험은 각각의 방법의 차이에 따라서 결과가 상이하게 나타난 측면이 있다.

청각적인 자극은 인체의 자율신경계의 변화를 초래한다. 일반적으로 청각 자극을 받으면 인체는 교감 신경이 활성화된다. 그래서 소음을 들려주었을 때 교감신경이 활성화됨에 따라 위 근전 활동

은 저하된다. 하지만 클래식 음악 같이 편안한 소리를 들려주었을 때는 부교감 신경이 활성화되어 위의 수축성을 향상시키는 결과를 가져왔다. 그러나 같은 음악을 듣더라도 즐기는 경우와 그렇지 못한 경우 상반된 결과가 나타났다. 또한 연령대의 차이에 따라서도 변화를 보였는데, 시끄러운 소음과 클래식 음악을 들려주었을 때 청소년들은 들다 스트레스로 받아들여 교감신경이 활성화되었지만 성인들은 소음의 경우는 큰 변화가 없었고 클래식 음악을 듣고 난 후에는 정상 위서파의 비율이 상승하였다. 즉, 청소년들은 성인들보다 청각적인 스트레스에 더욱 민감하게 반응하며 성인의 경우 청각 자극의 종류에 따라서 자율신경 기능의 양상이 달라진다는 것을 알 수 있다.

심리적, 정신적, 사회적인 스트레스 또한 자율신경계에 영향을 미친다. 각종 스트레스 요인들에 의해서 교감신경의 활성도가 증가하게 되고 이는 위전도의 지표값들에 영향을 끼치게 된다. 특히 기능성 소화불량증 환자같은 경우 정신적, 심리적인 스트레스와 연관된 경우가 많다. 따라서 이들은 정상인들에 비해 위 부정맥이 잘 발생하고 위 빈맥의 비율도 더 높게 나타난다. 결국 스트레스에 더 쉽게 반응하여 교감신경 활성도가 정상인보다 더 우세하게 나타난 결과라고 할 수 있다.

그 밖에 자율신경의 영향을 받는 임상 질환에서도 비슷한 현상이 나타난다. 대표적으로 당뇨병을 들 수 있는데, 자율신경 기능의 이상을 초래하여 결국 위장 운동의 저하를 가져오게 되고 위 배출 등의 기능 이상을 야기하는 당뇨병성 위장병(diabetic gastropathy)을 일으킨다. 따라서 당뇨병 환자의 경우 정상인에 비해 일반적으로 정상 위서파의 비율은 낮으며 위 부정맥의 비율도 높은 것으로 보고되고 있다.⁴²⁻⁴⁵⁾ 갑상선 기능 항진증의 경

우 과도한 호르몬 분비로 인해서 교감 신경이 영향을 받아 활성화되고, 위 근전 활동에도 변화가 생기게 된다. 간경변의 경우도 교감신경의 활성도는 증가되고 부교감신경의 활성도는 감소되어 정상인에 비해 위장 운동성이 떨어지게 된다. HRV 지표값에서도 간경변 환자들은 HF ratio가 감소되고 LF/HF ratio은 증가하는 결과를 나타낸다.

이 밖에도 Wajs A 등⁴⁶⁾은 파킨슨 환자의 위 근전 활동성을 분석하였다. 그 결과 파킨슨 환자들은 식후에 위 부정맥이 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 파킨슨 질병의 경우도 자율신경계에 변화가 생겨서 위 근전 활동에 영향을 미치게 된 것으로 추측할 수 있다. Thor PJ 등⁴⁷⁾외상성 뇌손상(Traumatic brain injury, TBI)을 받은 환자의 위 근전 활동을 연구하였다. TBI 환자들은 두개내압의 상승으로 인해 급성적인 자율신경기능의 손상이 흔히 나타난다. 정상인들과 비교했을 때 TBI 환자들은 위 서맥과 위 빈맥의 비율이 크게 증가하였으며 정상 위서파의 비율은 크게 감소하였다. 외상성 뇌 손상으로 인해 뇌와 소화관의 상호 작용이 무너져 위 부정맥의 비율이 증가하게 된 것으로 생각된다.

미각도 자율신경계에 변화를 가져온다. 단맛과 짠맛은 부교감신경을 활성화시켜 정상 위서파의 비율을 증가시켰고 쓴맛은 교감신경을 활성화시킨다. 즉, 단맛과 짠맛은 사람에게 익숙한 미각의 종류이지만 쓴맛은 반대로 불쾌한 감정을 유발시킨다고 할 수 있다. 조도 역시 자율신경의 변화와 관련이 있는데 오전에는 높은 조도에, 반대로 오후에는 낮은 조도에 노출되었을 때 위전도의 진폭이 상승하였다.

이 외에도 감정의 종류나 적절한 운동 등의 의해서도 자율신경과 위전도에 변화를 초래한다. 행

복감 같은 긍정적인 감정이나 공포, 혐오감 같은 부정적인 감정 모두 자율신경의 변화를 가져왔고 감정을 느끼는 정도가 심할수록 위전도 지표값도 증가하였다. 그리고 적절한 운동을 한 상태에서 식후에 측정된 위전도의 주 파위값이나 정상 위서파의 비율은 증가하였으나 자율신경계의 변화는 크게 없었다. 그러나 운동량이나 운동의 종류 등에 따라서 결과가 차이가 있기 때문에 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이처럼 위 근전 활동은 자율신경계와 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다. 특히 당뇨병성 위장병이나 기능성 소화불량증 같은 환자의 경우 위전도와 자율신경과의 관련성을 통한 치료방법을 이용한다면 임상적으로도 의미있는 효과를 거둘 수 있을 것으로 사료된다. 한의학적으로도 약물, 침구, 도인, 기공, 요가 등의 자율신경계의 상태를 반영하는 요법들을 활용한다면 위전도의 활용 범위가 더 넓어질 것이다.

V. 결론

위전도는 위 근전 활동을 측정하는 검사방법으로 방법이 간단하고 비침습적이기 때문에 응용 범위가 점차 넓어지고 있으며 진단과 연구에 적극적으로 활용되고 있다. 일반적으로 위장 운동성은 부교감신경과 일치하고 있기 때문에 위전도와 자율신경과는 관련이 많다고 볼 수 있다. 앞으로 한의학적인 영역에서도 위 운동 및 자율신경과의 균형과 관련하여 진단적인 객관화, 정량화 등의 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Kelly KA, Code CF, Elveback LR. Patterns of canine gastric electric activity. *Am J Physiol.* 1969; 217: 461-470
2. Daniel EE, Chapman KM. Electrical Activity of gastrointestinal tract as an indicator of mechanical activity. *Am J Dig Dis.* 1963; 54: 54-102
3. Papasova MP, Boev K. The slow potential and its relationship to the gastric smooth muscle contraction. *Physiology of Smooth Muscle.* New York, Raven Press, 1978, 209-216
4. Papasova MP, Nagai T, Prosser CL. Two component slow waves in smooth muscle of cat stomach. *Am J Physiol.* 1968; 214: 695-702
5. Chen JZ, McCallum RW. "Electrogastrographic parameters and their clinical significance" *Electrogastrography, Principles and Applications.* New York, Raven Press, 1994, 45-73
6. Sun WM, Penagini R, Hebbard G, et al. Effect of drink temperature on antropyloroduodenal motility and gastric electrical activity in human. *Gut.* 1995; 37: 329
7. Verhagen MA, Luijk HD, Samsom M, et al. Effect of meal temperature on the frequency of gastric myoelectrical activity. *Neurogastroenterol Motil.* 1998; 10: 175
8. Chen JD, Co E, Liang J, et al. Patterns of gastric myoelectrical activity in human subjects of different ages. *Am J Physiol.*

- 1997; 272(5 Pt 1): G1022
9. Homma S. Correlations between the responses of electrogastrograms, heart rate and respiratory rate to the stress of the mirror drawing test in human subjects. *Muscle Res.* 2006; 42(1): 9-19
 10. Koch KL, Hong SP, Xu L. Reproducibility of gastric myoelectrical activity and water load test in patient with dysmotility like dyspepsia symptoms and in control subjects. *J Clin Gastroenterol.* 2000; 31: 125-129
 11. Levanon D, Zhang M, Chen JD. Efficiency and efficacy of the electrogastrogram. *Dif Dis Sci.* 1998; 43: 1023-1030
 12. Wolf S, Wolff HG. Human gastric function. New York: Oxford University Press; 1947
 13. Muth ER, Stern RM, Koch KL. Effects of vection-induced motion sickness on gastric myoelectrical activity and oral-cecal transit time. *Dig Dis Sci* 1996; 41: 330-334
 14. Uijtdehaage SHJ, Stern RM, Koch KL. Effects of eating on vection-induced motion sickness, cardiac vagal tone, and gastric myoelectrical activity. *Psychophysiology.* 1992; 29: 193-201
 15. Hu S, Grant WF, Stern RM, Koch KL. Motion sickness severity and physiological correlates during repeated exposures to a rotating optokinetic drum. *Aviat Space Environ Med.* 1991; 62: 308-314
 16. N. Himi, T. Koga, E. Nakamura, M. Kobashi, M. Yamane, K. Tsujioka. Differences in autonomic responses between subjects with and without nausea while watching an irregularly oscillating video. *Autonomic Neuroscience.* 2004; 116: 46-53
 17. Stern RM, Vasey MW, Hu S, Koch KL. Effects of cold stress on gastric myoelectrical activity. *J Gastrointest Mot.* 1991; 3: 225-228
 18. Fone DR, Horowitz M, Maddox A, Akkermans LM, Read NW, Dent J. Gastroduodenal motility during the delayed gastric emptying induced by cold stress. *Gastroenterology.* 1990; 98: 1155-1161
 19. Muth ER, Koch KL, Stern RM, Thayer JF. Effect of autonomic nervous system manipulations on gastric myoelectrical activity and emotional responses in healthy human subjects. *Psychosomatic Med.* 1999; 61: 297-303
 20. Lin H, Chang W, Chu H, Huang T, Chao Y, Hsieh T. Effects of music on gastric myoelectrical activity in healthy humans. *Int J Clin Pract.* 2007; 61(7): 1126-1130
 21. Chen DD, Xu X, Wang Z, Chen JDZ. Alteration of gastric myoelectrical and autonomic activities with audio stimulation in healthy humans. *Gastroenterology.* 2005; 40: 814-821
 22. Chen DD, Xu X, Zhao Q, Yin J, Sallam H, Chen JDZ. Effects of audio stimulation on gastric myoelectrical activity and sympathovagal balance in healthy adolescents and adults. *Gastroenterology.* 2007; 23: 141-149
 23. Chen TS, Lee YC, Chang FY, Wu HC, Lee

- SD. Psychosocial distress is associated with abnormal gastric myoelectrical activity in patients with functional dyspepsia. *Gastroenterology*. 2006; 41: 791-796
24. Jones MP, Maganti K. Symptoms, gastric function, and psychosocial factors in functional dyspepsia. *J Clin Gastroenterol*. 2004; 38(10): 866-872
 25. Ruhland C, Koschke M, Greiner W, Peupelmann J, Pietsch U, Hocke M, Yeragani VK, Bär KJ. Gastric dysmotility in patients with major depression. *J. Affect. Disord*. 2008; 1-6
 26. Barczyński M, Thor P. Reversible autonomic dysfunction in hyperthyroid patients affects gastric myoelectrical activity and emptying. *Clinical autonomic research*. 2001; 11: 243-249
 27. Jackson AL, Rashed H, Cardoso S, Wong F, Werkman R, Thompson J, Abell TL. Assessment of gastric electrical activity and autonomic function among diabetic and nondiabetic patients with symptoms of gastroesophageal reflux. *Digestive Diseases and sciences*. 2000; 45(9): 1727-1730
 28. Hak N, Bakr AM. Gastric myoelectrical activity in diabetics with and without diabetic autonomic neuropathy. *Hepatogastroenterology*. 2001; 48(38): 590-593
 29. Miyajima H, Nomura M, Muguruma N, Okahisa T, Shibita H, Okamura S, Honda H, Shimizu I, Harada M, Saito K, Nakaya Y, Ito S. Relationship among gastric motility, autonomic activity, and portal hemodynamics in patients with liver cirrhosis. *Gastroenterology and Hepatology*. 2001; 16: 647-659
 30. Jin X, Katsuura T, Iwanaga K, Shimomura Y, Inoie M. The influence of taste stimuli and illumination on electrogastrogram measurements. *Physiological anthropology*. 2007; 26: 191-195
 31. Tokura H. Physiological significance of bright vs. dim light intensities during the daytime for thermoregulatory responses, digestive functions and evening dressing behavior in the cold. *Environmental Ergonomics*. Elsevier Ltd. 2005, 25-30
 32. Kim HE, Tokura H. Influence of light intensities on duessing behavior in elderly people. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2000; 19(1): 13-19
 33. Kanikowska D, Yamabayashi Y, Tsuchida K, Hyum KJ, Tokura H, Gotoh K, Kondo M, Akimoto T. Salivary secretion under the influence of bright/dim light exposure in the morning and evening in humans. *Biol Rhythm Res*. 2002; 33(2): 129-140
 34. Sone Y, Hyun KJ, Nishimura S, Lee YA, Tokura H. Effects of dim or bright-light exposure during the daytime on human gastrointestinal activity. *Chronobiology international*. 2003; 20(1): 123-133
 35. Yin J, Levanon D, Chen JDZ. Inhibitory effects of stress on postprandial gastric myoelectrical activity and vagal tone in

- healthy subjects. *Neurogastroenterol Motil.* 2004; 16: 737-744
36. Vianna EPM, Tranel D. Gastric myoelectrical activity as an index of emotional arousal. *Psychophysiology.* 2006; 61: 70-76
37. Kimura Y, Nomura M, Sawada Y, Muraoka N, Kohno N, Ito S. Evaluation of the effects of mastication and swallowing on gastric motility using electrogastrography. *Medical Investigation.* 2006; 53: 229-237
38. Lu CL, Shidler N, Chen JDZ. Enhanced postprandial gastric myoelectrical activity after moderate-intensity exercise. *Gastroenterology.* 2000; 95(2): 425-431
39. Friesen CA, Lin Z, Schurman JV, Andre L, McCallum RW. Autonomic nervous system response to a solid meal and water loading in healthy children: its relation to gastric myoelectrical activity. *Neurogastroenterol Motil.* 2007; 19: 376-382
40. Kaneko H, Sakakibara M, Mitsuma T, Morise K. Possibility of postprandial electrogastrography for evaluating vagal/nonvagal cholinergic activity in humans, through simultaneous analysis of postprandial heart rate variability and serum immunoreactive hormone levels. *Am J Gastroenterol.* 1995; 90: 603-609
41. Muth ER, Thayer JF, Stern RM, Friedman BH, Drake C. The effect of autonomic nervous system activity on gastric myoelectrical activity: does the spectral reserve hypothesis hold for the stomach? *Biological Psychology.* 1998; 71: 265-278
42. Fu Shihua, Chen Daoxiong, Wu Keli et al. The changes of electrogastrography in diabetic patients with gastrointestinal autoneuropathy. *Central China Medical Journal.* 1998; 22(5): 195-196
43. Wang Yun-xia, Xu Xian-hua, Hu Shu-juan, Zhang Ying, Zhang Yi. Clinical study on the changes of EGG in 20 cases of senile diabetics. *Hospital Journal of Chengdu Military Command.* 2003; 5(6): 7-8
44. 孙秀萍, 杨海申, 李茹. 30例 2型糖尿病患者胃电图检查结果分析. *山东医药.* 2004; 44(34): 63
45. 何畏, 廖鲁平. 老年2型糖尿病53例胃电图临床观察. *实用老年医学.* 1997; 11(2): 93-94
46. Wajs A, Lorens K, Thor P, Szczudlik A, Konturek S. Gastric electromechanical dysfunction in Parkinson's disease. *Funct Neurol.* 2000; 15(1): 41-46
47. Thor PJ, Goscinski I, Kloch W, Madroszkiewicz D, Madroszkiewicz E, Furqata A. Gastric myoelectric activity in patients with closed head brain injury. *Med Sci Monit.* 2003; 9(9): 392-395