

Original Article

## 음식섭취에 따른 左右 寸關尺 6부위 맥파의 주파수 분석

임윤경<sup>1</sup>, 박광석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대전대학교 한의과대학 경락경혈학교실

<sup>2</sup>서울대학교 의과대학 의공학교실

### A Study on the Effect of Food Intake on Radial Pulse using Fourier Analysis

YunKyoung Yim<sup>1</sup>, KwangSuk Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Meridians & Acupoints, College of Oriental Medicine, Daejeon University

<sup>2</sup>Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University

**Objective:** The purpose of this study was to investigate the effect of food intake on the Fourier components of radial pulse wave.

**Methods:** Thirty-one healthy male subjects participated in this study. Radial pulse was measured using 3 dimensional pulse imaging system (DMP-3000) before, right after, 40 minutes after, 80 minutes after and 120 minutes after food intake. Fourier transform was performed and the frequency and amplitude of Fourier components were analyzed.

**Results:**

1. The frequency and the amplitude of Fourier components of radial pulse wave increased significantly after food intake.
2. The frequency of Fourier components increased right after food intake and then gradually decreased as time passed, however the amplitude of Fourier components increased and maintained certain levels and patterns throughout the experimental period of 120 minutes.
3. The change ratios of the frequency and the amplitude of Fourier components after food intake varied with the pulse measuring locations.

**Conclusions:** Food intake exerts an influence on radial pulse wave, resulting in increase of frequency and amplitude of Fourier components. The change ratios of the frequency and the amplitude of Fourier components after food intake varied with the pulse measuring locations.

**Key Words :** Pulse diagnosis, food intake, Fourier analysis, pulse measuring location.

### 서론

脈은 인체 내부의 생리 및 병리 상태를 반영한다<sup>1)</sup>. 『素問·脈要精微論』<sup>2)</sup>에는 “尺內兩傍 則季脇也 尺外以候腎 尺裏以候腹 中附上 左外以候肝 內以候膈

右外以候胃 內以候脾.....”라 하여, 각 臟腑를 左右 寸關尺 6부위에 배속하고 있다. 또한 『素問·平人氣象論』<sup>2)</sup>에서는 肝脈은 弦, 心脈은 鉤, 脾脈은 軟弱, 肺脈은 毛, 腎脈은 石으로 각 장부의 脈象을 설명하고 있다. 이와 같이 한의 脈診 이론에 있어 내부 臟

• Received : 24 June 2011

• Revised : 14 July 2011

• Accepted : 15 July 2011

• Correspondence to : 임윤경(YunKyoung Yim)

대전시 동구 용운동 96-3번지 대전대학교 한의과대학 경락경혈학교실

Tel : +82-42-280-2610, Fax : +82-42-280-2641, E-mail : docwindy@dju.kr

器的 상태가 脈에 반영되는 것은 脈診 部位와 脈象의 두 가지로 접근할 수 있다.

脈은 인체 내부의 상태를 반영하므로, 음식 섭취에 따라 인체 내 營衛가 보충되면 그것이 脈에 반영될 것이며, 이 역시 部位와 脈象의 두 가지로 접근할 수 있을 것이다.

이에 저자는 음식섭취에 의한 맥파의 변화를 각 부위별로 비교함으로써 음식섭취에 의한 脈象변화와 左右 寸關尺의 부위적 특성을 확인하고자 한다.

최근 맥 연구에서 활용되는 맥파 분석 방법으로는 시간영역의 분석, 주파수 영역의 분석, 다인자 도해법, 미분법, 수학적모형설정, 인공지능 등이 있다<sup>3-15)</sup>.

본 연구에서는 주파수 영역의 분석을 통해 음식 섭취 후 나타나는 맥 변화 요소들을 찾아내고 이를 통해 寸關尺 脈法의 의의를 검토해 보고자 한다.

### 연구방법

#### 1. 연구대상

건강한 성인 남자 31명을 대상으로 하였다. 실험에 참가한 지원자는 모두 실험에 대해 상세한 설명을 들은 후 서면 동의서에 서명하고 실험에 임하였다.

#### 2. 음식 섭취

모든 참가자는 동일한 음식을 섭취하였다. 섭취한 음식은 유부초밥 7개(350g, 540kcal)와 우동 한 그릇(면 250g, 400kcal)으로, 우동 국물은 참가자가 원하는 만큼 섭취하였으나, 유부초밥과 우동의 면은 제공된 양을 모두 섭취하도록 하였다. 다만, 참가자가 평소 식사량이 적어 제공되는 음식을 모두 섭취

하기 어렵다고 호소한 경우에는, 소화에 부담을 느끼지 않는 정도에서 최대한 섭취하도록 하였다.

#### 3. 맥파 측정

맥 측정은 대전대학교 한의과대학 경락경혈실험실에서 DMP-3000(대요메디, 한국)을 사용하여 앉은 자세에서 시행하였다. 참가자는 정상시의 습관대로 아침식사를 하고 실험장소에 도착하여 실험에 대한 안내를 받고 동의서에 서명한 후, 실험시작 3시간 이내에 음식을 섭취하지 않은 상태에서 실험에 임하였다. 맥측정 전 휴식을 취하고 유성펜으로 左右 關 부위에 표시를 한 후, 左右 寸關尺 6부위에서 1차 맥측정을 시행하였다. 이후, 피험자의 평소 점심식사시간에 준하여 제공된 음식을 섭취하고, 1차 측정시 표시한 關 부위 기준에 맞추어 2차 맥측정을 시행하였으며, 이어 음식섭취 40분후, 80분후, 120분후에 같은 방법으로 3차, 4차, 5차 맥측정을 시행하였다(Fig. 1).

실험이 진행되는 동안 참가자는 제공된 음식 이외의 다른 음식을 섭취하거나 흡연을 하지 않았고 안정을 취하였다. 실내 온도는 23-25℃를 유지하였다.

#### 4. 맥파 분석

##### 1) 대표맥 추출

측정부위에 가하는 압력을 5단계로 하여, 각 단계에서 측정된 맥파 중 첫 번째 피크의 크기가 가장 큰 맥파를 대표맥으로 설정하였다(Fig. 2).

##### 2) Fourier Transform과 Fourier component 분석

상, 하, 좌, 우, 중앙, 5개 센서에서 5단계 가압으로 얻어진 25개의 맥파 중 중앙센서에서 얻어진 대표맥파를 고속 푸리에 변환(FFT; Fast Fourier Transform)하여 첫 번째부터 다섯 번째까지의 Fourier component(F1~F5)의 진동수(frequency)와 파폭(amplitude)을 분석하였다. 각 component의 변화율은 equation 1과 같이 계산하였다.

Table 1. Descriptive Statistics of Subjects

	N	Mean	SD
Age(year)	31	23.097	3.515
Weight(kg)	31	72.290	8.215
Height(cm)	31	175.226	4.311
BMI	31	23.510	2.195

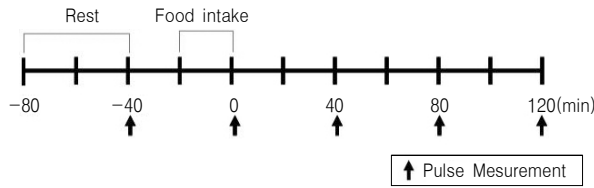


Fig. 1. Experimental protocol

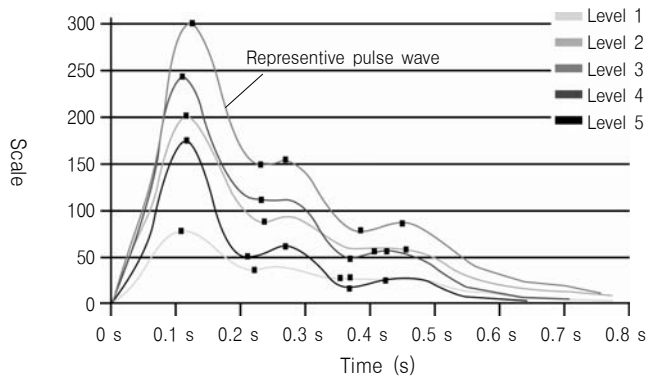


Fig. 2. Radial pulse waveforms obtained with 5 levels of applied pressure. Scale on y-axis means div (digital value for pressure)

$$\text{Eq. 1. Change Ratio } R_n = \frac{V_n - V_{\text{before}}}{V_{\text{before}}}$$

Change Ratio  $R_n$  : nth change ratio of Fourier component

$V_n$  : nth measured value after food intake

$V_{\text{before}}$  : value measured before food intake

3) 통계 분석

통계 분석은 PASW statistics 18(SPSS 18.0)을 이용하였다. 음식섭취에 의한 맥파의 변화를 시간의 경과에 따라 분석하기 위하여, 음식섭취 전과 음식섭취 직후, 음식섭취 전과 음식섭취 40분 후, 음식섭취 전과 음식섭취 80분 후, 음식섭취 전과 음식섭취 120분 후의 결과값을 각각 대응 t-검정으로 평균비교 하였다. 각 Fourier component 변화율의 부위별 비교에는 일원배치 분산분석(ANOVA test)을 사용하였으며, 사후검정은 Tukey 방법을 이용하였다. 유의

검정 수준은 신뢰도 95%이상( $p < 0.05$ )으로 하였다.

결 과

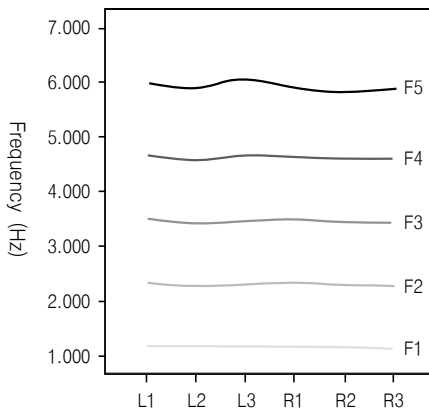
1. 음식섭취 전 Fourier component의 부위별 비교

1) Frequency

F1부터 F5까지 각 Fourier 성분의 진동수를 左右 寸關尺 부위별로 비교한 결과, 유의한 차이를 나타내지 않았다(Fig. 3).

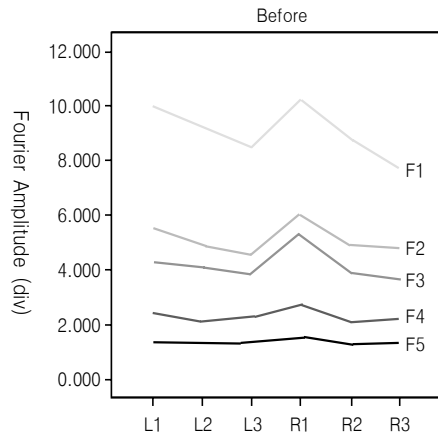
2) Amplitude

F1부터 F5까지 각 Fourier 성분의 파폭을 左右 寸關尺 부위별로 비교한 결과, 左右 모두 關 및 尺에 비하여 寸부위에서 파폭이 유의하게( $p < 0.01$  by ANOVA test) 높았다(Fig. 4).



**Fig. 3.** Fundamental Frequency and its Harmonics of Radial Representative Pulse Wave at Each Measuring Location

L1: left *Chon*, L2: left *Gwan*, L3: left *Cheok*, R1: right *Chon*, R2: right *Gwan*, R3: right *Cheok*



**Fig. 4.** Fourier Amplitude of Radial Representative Pulse Wave at Each Measuring Location

L1: left *Chon*, L2: left *Gwan*, L3: left *Cheok*, R1: right *Chon*, R2: right *Gwan*, R3: right *Cheok*

## 2. 음식섭취에 따른 Fourier component의 변화

### 1) Frequency

음식섭취 후 F1에서 F5까지 진동수가 모두 음식섭취 전에 비하여 증가하였다가 시간이 경과함에 따라 점차 회복되었다. F1은 左關에서 식후 40분, 左尺에서 식후 40분과 식후 80분, 右寸에서 식사직후와 식후 80분, 右關과 右尺에서 식사직후, F2는 左尺에서 식후 40분, 右關과 右尺에서 식사직후에, F3는 左尺에서 식사직후, 식후 40분, 식후 80분, 右寸關尺에서 식사직후에, F4는 左寸과 左關에서 식후 40분, 左尺에서 식사직후, 식후 40분, 식후 80분, 식후 120분, 右關에서 식사직후, 右尺에서 식사직후와 식후 40분에, F5는 右關에서 식사직후, 右尺에서 식사직후와 식후 40분에 식전에 비하여 유의하게 증가하였다(Fig. 5).

### 2) Amplitude

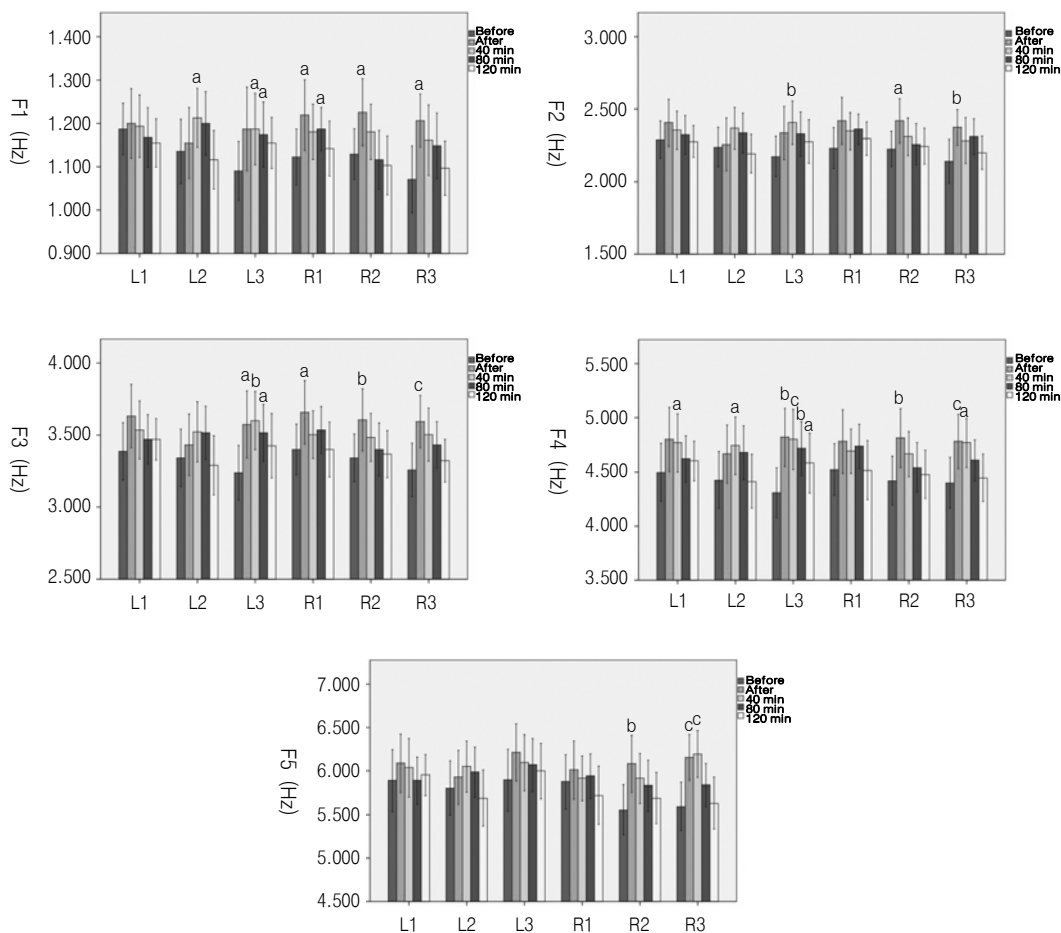
F1의 파폭은 右寸과 右尺에서 식사직후와 80분후에 식전에 비하여 유의하게 증가하였다. F2는 左寸에서 식사직후와 120분후, 左尺에서 식사직후와 40분후, 右寸과 右尺에서 식사직후, 右關에서 식사직

후와 80분후에, F3은 左寸에서 식사직후, 80분후, 120분후, 左尺에서 80분후, 右關과 右尺에서 식사직후, 40분후, 80분후, 120분후에, F4는 右關에서 식사 80분후에, F5는 左寸과 左尺에서 식사직후, 40분후, 80분후, 120분후, 右寸에서 식사 80분후와 120분후, 右關에서 식사 80분후, 右尺에서 식사직후, 40분후, 120분후에 식전에 비하여 유의하게 증가하였다(Fig. 6).

## 3. 음식섭취 후 좌우 촌관척 6부위별 Fourier component의 변화율

### 1) Frequency Change Ratio

F1부터 F5까지 모두 식사직후 진동수가 크게 증가하였다가 시간의 경과에 따라 점차 감소하여 식사전의 수치로 회복되는 경향을 보였다. F1의 진동수는 左寸에서는 변화가 거의 없었고 左右 尺부위에서는 높은 증가율을 보였다. F2와 F3는 左右 尺부위에서 증가율이 높았고, F4는 左尺에서 증가율이 높았다. F5는 다른 부위에 비하여 右關과 右尺에서 증가율이 높았다(Fig. 7).



**Fig. 5.** Fundamental Frequency and its Harmonics of Radial Representative Pulse Wave after Food Intake

L1: left *Chon*, L2: left *Gwan*, L3: left *Cheok*, R1: right *Chon*, R2: right *Gwan*, R3: right *Cheok*

a :  $p < 0.05$  compared to "Before" by paired t-test.

b :  $p < 0.01$  compared to "Before" by paired t-test.

c :  $p < 0.001$  compared to "Before" by paired t-test.

Data were expressed as mean  $\pm$  SD (n=31).

### 1) Amplitude Change Ratio

각 component의 부위별 파폭 변화율은 식사 직후부터 식후 120분까지 각 component별로 일정한 패턴을 유지하였다. F1의 파폭 증가율은 좌측보다 우측에서 높았으며 특히 左寸에서는 거의 변화가 없었고 右尺에서 높은 증가율을 보였다. F2는 左寸에서 높은 증가율을 보였고, F3의 파폭은 左關과 右關에서 높은 증가율을, 左關과 右寸에서 낮은 증가율을 보였다. F4는 左尺에서 증가율이 다른 부위에 비해

낮았다. F5는 左寸과 右尺에서 다른 부위에 비해 증가율이 높았다(Fig. 8).

### 고찰

본 연구에서는 음식섭취 전과 후에 左右 寸關尺 6부위에서 맥파를 측정하여 각 부위별 맥파의 첫 번째부터 다섯 번째까지 Fourier 성분의 진동수와 파폭의 변화를 분석하였다.

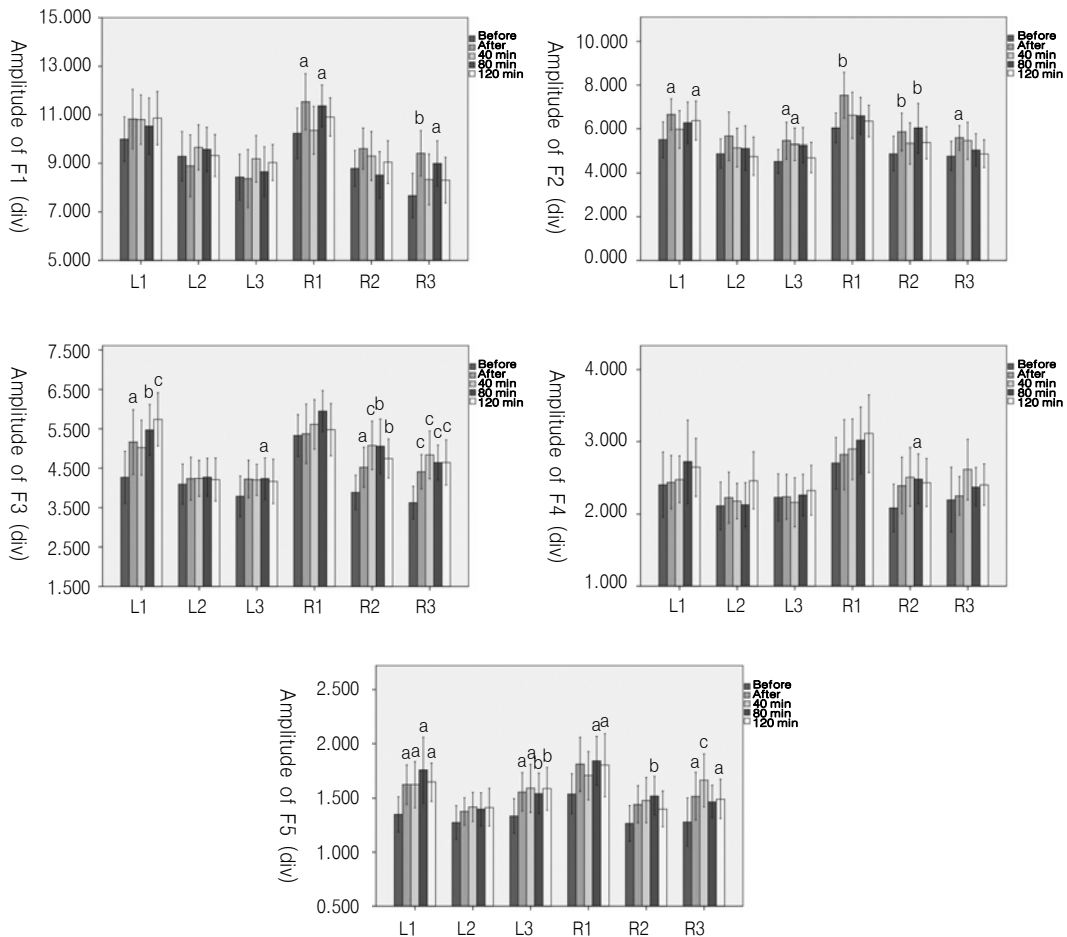


Fig. 6. Fourier Amplitude of Radial Representative Pulse Wave after Food Intake

L1: left *Chon*, L2: left *Gwan*, L3: left *Cheek*, R1: right *Chon*, R2: right *Gwan*, R3: right *Cheek*

a : p<0.05 compared to "Before" by paired t-test.

b : p<0.01 compared to "Before" by paired t-test.

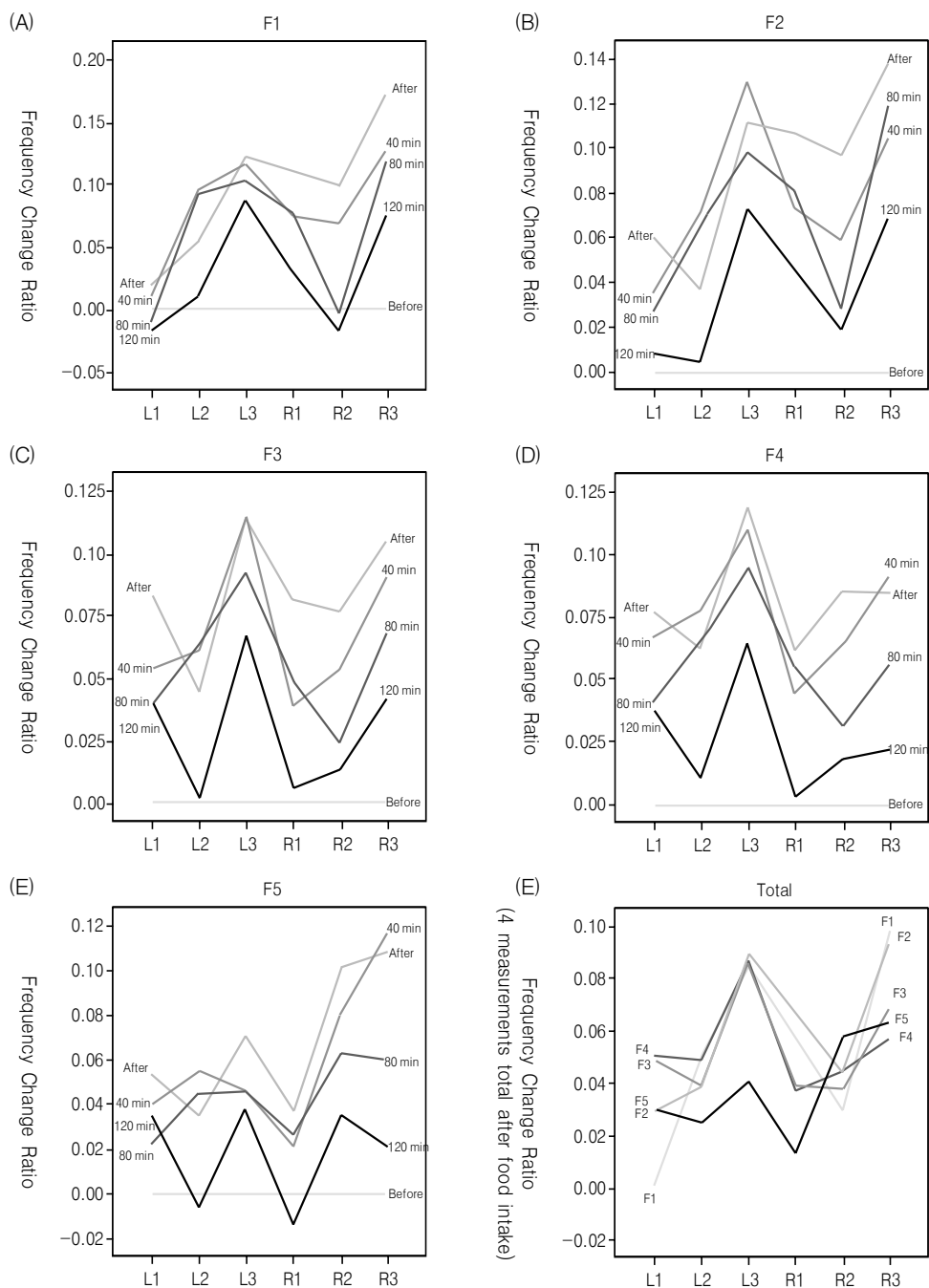
c : p<0.001 compared to "Before" by paired t-test.

Data were expressed as mean ± SD (n=31).

음식섭취 전, 각 Fourier 성분의 진동수는 左右 寸關尺 부위별로 유의한 차이가 없었다(Fig. 3). 반면, 각 성분의 파폭은 寸에서 關 및 尺에 비하여 유의하게 높았다(Fig. 4). 따라서 한의 脈診에 있어 정상맥이나 체질맥의 左右 寸關尺 6부위의 구별은 Fourier 성분의 진동수보다는 파폭과 관련이 있을 것으로 사료된다.

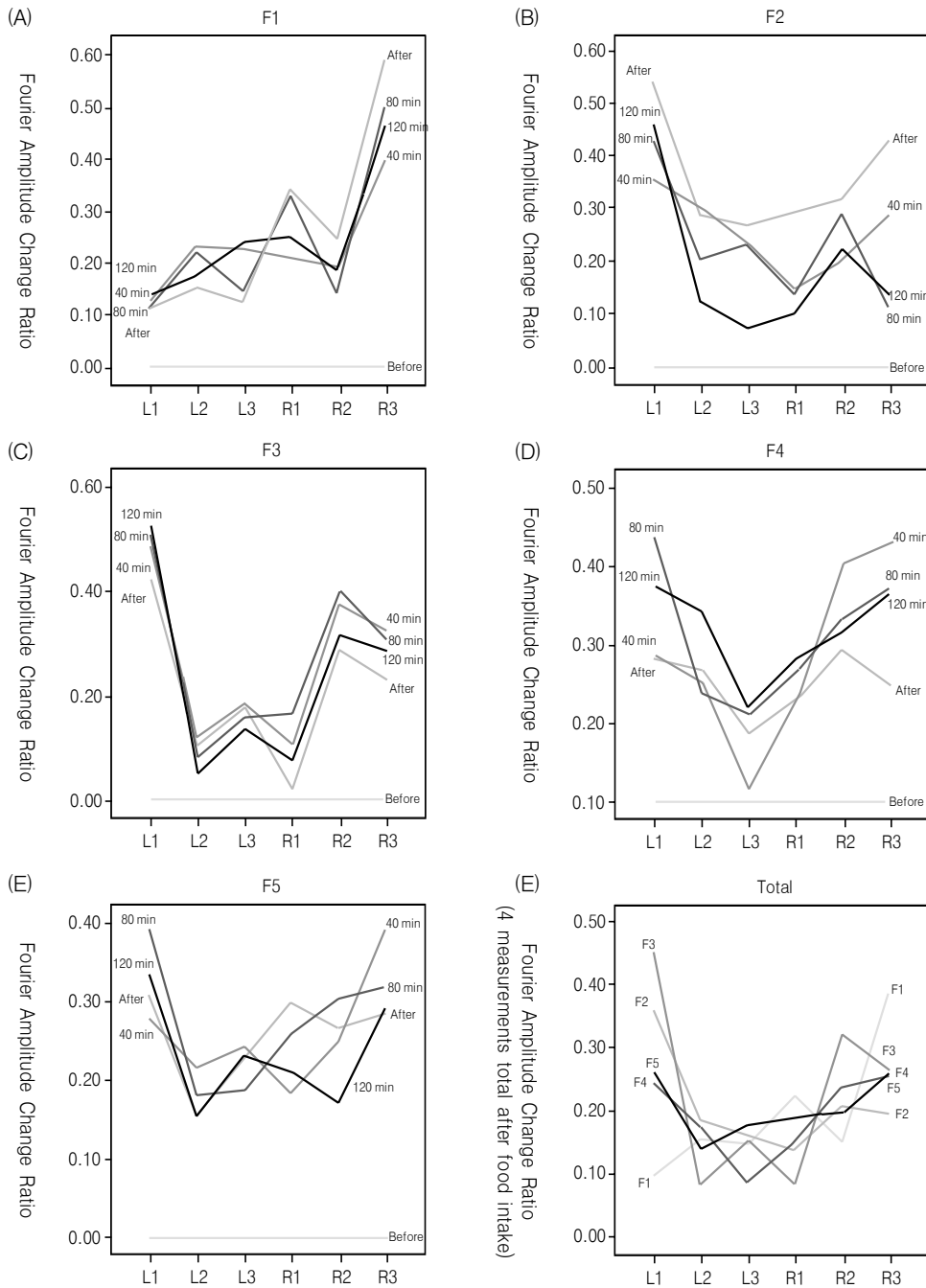
음식섭취 후 Fourier 성분의 진동수와 파폭이 음

식섭취 전에 비하여 증가하였다(Fig. 5, Fig. 6). 따라서 Fourier 성분의 진동수와 파폭은 음식섭취에 의한 脈象 변화의 객관적 지표로서 가치가 있는 것으로 사료된다. Wang 등<sup>10-14)</sup>, 윤 등<sup>15)</sup>의 연구에서 맥파의 파폭 분석이 중점이 되고 진동수의 진단적 가치는 배제된 것과 달리, 본 연구의 실험 결과에서는 진동수도 파폭과 마찬가지로 의미 있는 변화를 나타내었다.



**Fig. 7.** Frequency Change Ratio of Fourier Components at Each Measuring Location

L1: left *Chon*, L2: left *Gwan*, L3: left *Cheok*, R1: right *Chon*, R2: right *Gwan*, R3: right *Cheok*



**Fig. 8.** Amplitude Change Ratio of Fourier Components at Each Measuring Location  
 L1: left *Chon*, L2: left *Gwan*, L3: left *Cheok*, R1: right *Chon*, R2: right *Gwan*, R3: right *Cheok*



음식섭취에 따른 Fourier 성분의 진동수와 파폭의 변화 양상은 서로 달랐다. 시간적으로 볼 때, 진동수는 F1에서 F5까지 모두 식사직후 급격히 증가했다가 점차 회복되는 경향을 보였으나(Fig. 7), 파폭의 증가율은 식사직후부터 식후 120분까지 각 Fourier 성분별로 거의 일정한 패턴을 유지하였다(Fig. 8). 이는, 음식섭취에 따른 맥의 변화요소에, 식후 즉각적으로 반응한 후 시간경과에 따라 이전의 상태로 회복하는 요소가 있고, 식후 발생한 반응이 지속적으로 유지되는 요소가 있으며, 진동수는 전자에, 파폭은 후자에 속한다고 해석할 수 있다. 따라서 Fourier 성분의 진동수와 파폭은 음식섭취에 의한 脈象 변화에 있어 서로 다른 진단적 의미를 갖는 것으로 사료된다.

『素問·脈要精微論』<sup>2)</sup>에서는 左右 寸關尺 6부위를 각 臟腑에 배속하고 있다. 한편, Wang 등<sup>10-14)</sup>은 맥파의 Fourier component들을 臟器 및 經絡과 연계하여, 첫 번째 harmonic을 肝, 2번째 harmonic을 腎, 3번째 harmonic을 脾, 4번째 harmonic을 肺, 5번째 harmonic을 胃, 6번째 harmonic을 膽, 7번째 harmonic을 膀胱, 8번째 harmonic을 大腸에 배속하였다.

어느 특정 脈診 부위가 특정 臟器에 배속되고, 특정 Fourier 성분이 그 臟器와 관련이 있다면, 그 부위에서는 해당 Fourier 성분의 역할이 중요할 것이라 추정할 수 있다.

음식섭취 전 각 Fourier 성분의 진동수는 左右 寸關尺 부위별로 차이가 없었으나, 음식섭취 후 진동수 변화율은 부위별로 달랐다. 특히, 左寸과 右尺이 상반되는 양상을 보였는데, 左寸에서는 F1의 진동수 증가율이 낮고 F3, F4의 진동수 증가율이 높은 반면, 右尺에서는 F1의 진동수 증가율이 높고 F3, F4의 진동수 증가율이 낮았다(Fig. 7). 즉, 음식섭취에 의하여 左寸에서는 F3와 F4의 진동수의 영향이, 右尺에서는 F1의 진동수의 영향이 커진 것으로 볼 수 있다.

음식섭취 후 각 Fourier 성분의 파폭 변화율도 부위별로 상이한 양상을 보였는데, 예를 들어 F1의 파폭은 左寸에서 변화가 거의 없고 右尺에서는 높은

증가율을 보였으며, F3의 파폭은 左寸에서 높은 증가율을 右尺에서는 상대적으로 낮은 증가율을 보였다(Fig. 8). 즉, 음식섭취에 의해 左寸 부위에서 F3의 파폭의 영향이 상대적으로 높아졌으며, 右尺부위에서는 F1의 파폭의 영향이 상대적으로 높아졌다고 할 수 있다.

『素問』<sup>2)</sup>의 寸關尺 이론과 Wang 등<sup>10-14)</sup>의 이론을 연계하면, 左寸은 心·小腸에 右尺은 腎·膀胱에 배속되며, F1은 肝, F3은 脾에 해당된다고 하였으므로, 본 연구의 실험결과 음식섭취에 의하여 心·小腸 부위에 肝氣가, 腎·膀胱부위에 脾氣가 증가하였다는 해석을 할 수도 있겠으나, 『素問』<sup>2)</sup>의 寸關尺 臟腑 배속도, Wang 등<sup>10-14)</sup>의 이론도 아직 객관적으로 검증된 바가 없다. 다만 본 연구에서는 음식섭취에 따른 영향이 맥파의 각 Fourier 성분별로, 그리고 左右 寸關尺 각 부위별로 다르게 나타난다는 것만을 확인하였다.

향후 여러 가지 조건하에서 左右 寸關尺 6부위에서의 각 Fourier 성분의 변화에 대한 DB를 구축하여 분석함으로써 각 Fourier 성분과 臟腑, 經絡 및 寸關尺 부위와의 관계에 대한 단서를 얻을 수 있기를 기대한다.

## 결론

음식섭취 전후의 맥파를 Fourier 변환하여 각 성분의 진동수와 파폭의 변화를 분석한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 음식 섭취에 의하여 Fourier 성분의 진동수와 파폭 모두 증가하였다.
2. 음식섭취 후 Fourier 성분의 진동수는 식사직후 급격히 증가했다가 점차 회복되는 경향을 보였으나, 파폭은 식사직후부터 식후 120분까지 거의 일정한 증가율을 유지하였다
3. 음식섭취 후 각 Fourier 성분의 진동수와 파폭 변화율은 左右 寸關尺 부위별로 다르게 나타났다.

참고문헌

1. 李鳳敎. 한방진단학. 서울:정보사. 1992:162, 165, 177.
2. 程士德 主編. 素問註釋匯粹(上). 北京:人民衛生出版社. 1982:252, 262
3. 전국 한의과대학 진단 생기능의학 교실. 생기능의학. 서울:군자출판사. 2008:77
4. Kown SM, Kang HJ, Lee SH, Yim YK, Lee YH. Properties of pulse waveforms by posture changes: standing, sitting, supine posture. *Journal of Meridian & Acupoint*. 2009;26(4):13-22.
5. Kang HJ, Lee YH, Kim KC, Han CH. A Comparative study of methods on measurement of peripheral pulse waveform. *The journal of Korean Oriental Medicine*. 2009;30(3):98-105.
6. Kown SM, Kang HJ, Yim YK, Lee YH. A study on floating and sinking pulse by classification of pulse pattern A study on floating and sinking pulse by classification of pulse pattern *Journal of Meridian & Acupoint*. 2010; 27(1):13-22.
7. Kang HJ, Kwon YS, Kim DL, Kim KC, Yim YK. A study on wiry pulse in hypertensive patients analyzed at 5 levels of applied pressure using 3 dimensional pulse imaging analyzer. *Journal of Meridian & Acupoint*. 2010;27(1): 1-12.
8. Kim GC, Lee JW, Ryu KH, Kang HJ, Yiim YK. Study on the difference of pulse waveform parameter with applied variations of pressure. *Journal of Meridian & Acupoint*. 2010;27(4): 59-72.
9. Kown SM, Kang HJ, Yim YK, Lee YH. Analysis of arterial stiffness by age using pulse waveform measurement of 5-levels graded pressure. *Journal of Meridian & Acupoint*. 2010; 27(2):107-120.
10. Wang WK, Hsu TL, Chang HC. Effect of acupuncture at Hsien-Ku (St-43) on the pulse spectrum and a discussion of the evidence for the frequency structure of Chinese medicine. *The American journal of Chinese medicine*. 2000; 28(1):41-55.
11. Wang WK, Bau JG, Hsu TL, Wang YYL. Influence of Spleen Meridian Herbs on the Harmonic Spectrum of the Arterial Pulse. *The American journal of Chinese medicine*. 2000; 28(2):279-289.
12. Wang WK, Hsu TL, Chang HC, Wang YYL. Effect of Acupuncture at Tsu San Li(St-36) on the Pulse Spectrum. *The American journal of Chinese medicine*. 1995;23(2):121-130.
13. Wang WK, Hsu TL, Chang HC, Wang YYL. Effect of Acupuncture at Tai-Tsih(K-3) on the Pulse Spectrum. *The American journal of Chinese medicine*. 1996;24(3-4):305-313.
14. Wang WK, Chen HL, Hsu TL, Wang YYL. Alteration of Pulse in Human Subjects by Three Chinese Herbs. *The American journal of Chinese medicine*. 1994. 22(2):197-203.
15. Yoon YJ, Lee MH, Shin HS, Johng HM, Cho JH, Soh KS. Analysis of Fourier Amplitude of Pulse Wave With Varying Contact Pressure. *The Korean Journal of Oriental Preventive Medicine*. 1999;3(1):173-179.